



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

TIPOS DE DRENAJE USADOS EN CIUDADES  
IMPORTANTES A NIVEL NACIONAL E  
INTERNACIONAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Civil**

**Autores:**

Victor Hugo Merlo Romero

Gabriel Ricardo José Soto Pedrera

**Asesor:**

Dr. Orlando Aguilar Aliaga

Cajamarca - Perú

2020

## DEDICATORIA

Dedicamos esta investigación a aquellos que nunca se dieron por vencidos, los que guardaron esperanza y nos apoyaron incondicionalmente. A aquellas amistades y docentes que nos acompañaron, motivaron, y nos incitaban a seguir.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada del Norte por la oportunidad de demostrar de que somos  
capaces, y poder desarrollar nuestras capacidades.

A todas las personas que nos apoyaron y brindaron su apoyo académico y moral  
para hacer posible esta investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>LIMITACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Búsqueda de información en Google Académico utilizando palabras claves....	13
Tabla N° 2: Búsqueda de información en Redalyc.org utilizando palabras claves. ....	14
Tabla N° 3: Búsqueda de información en Scielo utilizando palabras claves.....	15
Tabla N° 4: Búsqueda de información en el repositorio UPN utilizando palabras claves.....	16
Tabla N° 5: Selección de la información de acuerdo a su importancia .....	17
Tabla N° 6: Exclusión de los estudios no relevantes .....	19
Tabla N° 7: Inclusión de los estudios más relevantes.....	21
Tabla N° 8: Porcentaje de artículos publicados por país de procedencia .....	30
Tabla N° 9: Porcentaje de artículos publicados por tipo de base de datos consultada .....	30
Tabla N° 10: Porcentaje de artículos publicados por tipo de palabra clave de búsqueda.....	31
Tabla N° 11: Porcentaje de artículos publicados por tipo de estudio .....	31
Tabla N° 12: Porcentaje de artículos publicados por tipo de metodología.....	32
Tabla N° 13: Porcentaje de artículos publicados por idioma.....	32
Tabla N° 14: Código generado para estudios que tienen como origen "PERÚ" .....	33
Tabla N° 15: Código generado para estudios que tienen como origen "ESPAÑA" .....	33
Tabla N° 16: Código generado para estudios que tienen como origen "CHILE" .....	34
Tabla N° 17: Código generado para estudios que tienen como origen "COLOMBIA" .....	34
Tabla N° 18: Análisis global de artículos de los estudios primarios .....	35
Tabla N° 19: Comparación del estado actual del drenaje urbano global. ....	39
Tabla N° 20: Comparación de SUDS en el mundo.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Flujograma para la revisión de artículos en Google académico.....	14
Figura N° 2: Flujograma para la revisión de artículos en Redalyc .....	15
Figura N° 3: Flujograma para la revisión de artículos en Scielo. ....	16
Figura N° 4: Flujograma para la revisión de artículos en el repositorio UPN. ....	17
Figura N° 5: Flujograma de los criterios de elegibilidad para un estudio primario .....	28
Figura N° 6: Porcentaje de estudios publicados por año.....	29
Figura N° 7: Contaminantes presentes en la cuenca urbana .....	42
Figura N° 8: Buscador Google Académico.....	51
Figura N° 9: herramienta virtual Redalyc.org.....	52
Figura N° 10: Herramienta virtual Scielo .....	53
Figura N° 11: Metabuscar UPN .....	54
Figura N° 12: Ubicación de la zona monumental de la ciudad de Cajamarca .....	55
Figura N° 13: Sumideros llenos de basura en Jr. Apurímac .....	55
Figura N° 14: Estado de las cunetas en Jr. Tarapacá .....	56
Figura N° 15: Cuneta filtrante. Sant Boi de Llobregat.....	57
Figura N° 16: Depósitos de infiltración .....	57
Figura N° 17: Esquema del drenaje mediante parques o cuentas verdes .....	58
Figura N° 18: Manejo del drenaje pluvial, mediante parques.....	58
Figura N° 19: Cunetas verdes en Valencia, España.....	59
Figura N° 20: Sistema de Drenaje Urbano en Benaguasil .....	60
Figura N° 21: Drenaje pluvial en Huamanga, Ayacucho.....	61
Figura N° 22: Drenaje en Huamanga .....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Herramienta virtual Google Académico .....	51
Anexo B: Herramienta virtual Redalyc.org.....	52
Anexo C: Herramienta virtual Scielo .....	53
Anexo D: Herramienta repositorio virtual UPN.....	54
Anexo E: Ubicación y estado del drenaje, ubicado en la zona monumental de Cajamarca .....	55
Anexo F: Drenaje en Barcelona, España.....	57
Anexo G: Manejo de agua de lluvias en Chile .....	58
Anexo H: Drenaje en Valencia, España .....	59
Anexo I: Drenaje en Benaguasil.....	60
Anexo J: Drenaje pluvial en Huamanga, Ayacucho.....	61

## RESUMEN

El crecimiento urbano y el mal diseño en sus drenajes, generan complicaciones de escorrentía superficial en tiempos de lluvia, es por ello que se ha generado propuestas de Sistemas de Drenaje Sostenible alrededor del mundo (CONAMA, 2018). En tal sentido la presente revisión sistemática tuvo como objetivo: Investigar estudios sobre drenaje urbano a nivel nacional e internacional. Para ello se consultó artículos en: Google Académico, Redalyc.org, Scielo y el repositorio virtual de UPN. Se clasificó según: el año, entre 2009 y 2020; el idioma en español e inglés, enfocándose a la rama de la ingeniería y arquitectura urbana. Así mismo se realizó una revisión de 18 artículos, de los cuales 13 fueron seleccionados como fuentes primarias. Por otro lado, se tuvo una limitación debido a los escasos estudios del drenaje urbano en la ciudad de Cajamarca. Finalmente, se concluye que, en el ámbito internacional han comenzado a buscar soluciones y han optado por los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (Soriano Martínez , 2012). En el Perú ciudades como Ayacucho y Apurímac, cuentan con un drenaje pluvial con un diseño sofisticado (RPP, 2017), mientras que en la ciudad de Cajamarca se tiene un sistema de drenaje convencional (Yañez Portal , 2015).

**PALABRAS CLAVES:** Drenaje pluvial, drenaje sostenible, drenaje urbano, SUDS.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

(Soriano Martínez , 2012) menciona que actualmente las propuestas de drenaje sostenible alrededor del mundo se han visto incrementadas debido a la problemática generada por la desorganizada urbanización y diseños defectuosos en drenajes de muchas de las grandes ciudades del mundo. Las grandes áreas metropolitanas están afrontando en la actualidad uno de los más importantes retos en la gestión de aguas de lluvia, particularmente en los eventos de tormenta. Los sistemas de saneamiento y drenaje urbano producen en la actualidad un gran número de vertidos no controlados, que introducen altas cargas de contaminación al medio receptor.

(Dolz Ripollés & Gómez , 1994) señala que, como consecuencia de la actividad urbanizadora, los cauces naturales que conformaban la red hidrográfica original suelen ser profundamente alterados, lo que afecta de forma directa a su capacidad de desagüe debido a que una cuenca del tipo urbana suele tener mayor superficie impermeabilizada y por tanto se propicia la existencia de inundaciones debido al aumento de los coeficientes de escorrentía. Toda la problemática anteriormente descrita se agrava en determinadas zonas donde se presentan con relativa frecuencia precipitaciones de corta duración, pero de intensidad extrema a lo que los sistemas de drenaje actuales no se logran abastecer por lo que terminarían fallando y provocando dichas inundaciones.

Por ejemplo, en los distritos Herne Hill y Dulwich que forman parte del municipio Southwar que se encuentra ubicado al sureste de Londres usaron nuevos métodos para el drenaje pluvial.

Como señala (Thames Wader , 2016) en Herne Hill y Dulwich (Londres) han sufrido problemas de grandes Inundaciones especialmente en los años 1984, 2004 y 2007, causando daños a viviendas, negocios, comunidades e infraestructura pública. Ante esta situación que

encarna los principios de Sistemas de Drenaje Sostenible, que consiste en capturar y manejar el agua superficial, que incluye construir terrazas y muros para interceptar y atenuar hasta 51 000 m<sup>3</sup> de agua, también la construcción de áreas de almacenamiento bajo la superficie para proporcionar mayor capacidad para almacenar agua de inundación y proporcionar una ruta de salida eficiente desde el parque para aguas pluviales. Así mismo mantiene que estos sistemas produjeron ahorros en tiempo y costo.

En uno de nuestros países vecinos, Colombia, (Ocampo , Carvajal Escobar , & Peña , 2019) nos indica que la proliferación de deficientes sistemas de drenaje urbano y la aparición de eventos hidro-climatológicos extremos asociados a la variabilidad climática y el cambio climático ha potenciado la ocurrencia de inundaciones en las ciudades. Complementando (Ávila, 2012) nos resume que, en La ciudad de Barranquilla, Colombia, presenta una de las problemáticas de drenaje pluvial más importantes en el mundo, debido a que cerca de 100 km de la malla vial, incluyendo vías principales, se convierten en ríos urbanos todos los años durante la temporada de lluvia, con caudales entre 30 y 100 m<sup>3</sup>/s.

En el ámbito nacional (Lima Apaza & Quispe Chipa, 2018) nos indica que en la ciudad de Arequipa durante las épocas de Verano Austral (enero y febrero) sufre periodos de precipitaciones de gran intensidad y corta duración, debido a la forma del relieve que posee, uno de los problemas causados por dichas precipitaciones en el medio urbano son las inundaciones que se dan regularmente en determinadas zonas. Esto junto a mala gestión de estas aguas de lluvia por parte de los gobernantes propician los eventos catastróficos antes mencionados.

En tanto en la ciudad de Cajamarca, existen problemas con el drenaje como lo manifiesta El ingeniero Julio Urbiola del Carpio, para él hay un sistema del drenaje mal operado en la ciudad de Cajamarca, como otras ciudades de la sierra, donde no se ha considerado el período de lluvias; explicó además que como la ciudad está en una ladera, el

agua de la lluvia discurre desde la parte alta a la zona baja, inundando algunas casas, negocios y vías en los sectores de Fonavi II y Qhapaq Ñan, donde se ubica la municipalidad. La misma posición compartió el director del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en Cajamarca, Víctor Cabrera Rodríguez, explica que la mayoría de las casas se inundaron por no tener un sistema adecuado de evacuación, en un evento de precipitación extrema. (El comercio, 2015). Es por ello que se justifica la importancia del presente trabajo, el cual trata de realizar una revisión de la literatura científica, a través de investigaciones que muestren los drenajes urbanos en ámbito nacional e internacional.

De ese modo tomando en cuenta la problemática y las respuestas de la situación actual del mundo con respecto a los drenajes urbanos, se formula la pregunta de investigación: ¿Qué se ha investigado acerca de los tipos de drenajes?, ¿Se ha investigado si existen drenajes óptimos en el Perú y otras ciudades del mundo que garanticen sostenibilidad? Es así que la presente investigación tiene como objetivo principal: Investigar estudios sobre drenaje urbano a nivel nacional e internacional. Y Como objetivos secundarios, buscar información relevante sobre dichos drenajes, clasificar la información se acuerdo a su importancia para el estudio, por último, analizar y estudiar la información selecta.

De esta forma con el estudio de los artículos de investigación, se dará una información más sintetizada sobre los drenajes óptimos y no óptimos a nivel internacional y nacional. Que nos pueden ayudar posteriormente a realizar las comparaciones correspondientes y analizar la aplicación de nuevos sistemas de drenaje a nivel nacional.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El siguiente artículo de investigación pertenece a un estudio de revisión sistemática de la literatura científica; porque busca, analiza, estudia, sintetiza y clasifica todo conocimiento existente de trabajos realizados y registrados por diferentes investigadores y profesionales, generando así un modelo general de investigación o un procedimiento de actuación general que se aplica en el ciclo entero de la investigación en el marco del problema planteado: ¿Qué se ha investigado acerca de los tipos de drenajes?, ¿Se ha investigado si existen drenajes óptimos en el Perú y otras ciudades del mundo que garanticen sostenibilidad?, estas interrogantes nos permitirán la búsqueda de información significativa, para posteriormente determinar los drenajes óptimos existentes a nivel nacional e internacional en la tesis de investigación.

La revisión sistemática de desarrolló por etapas bien específicas, primero la definición del tema, formulación de las preguntas de investigación, búsqueda de información en base de datos, selección mediante los procesos de exclusión e inclusión y finalmente el análisis y síntesis de la información más relevante.

La búsqueda de la información se realizó a través de 4 palabras clave: drenaje pluvial, drenaje sostenible, drenaje urbano y SUDS. Así mismo para los criterios de inclusión se tomó en cuenta la relación con las preguntas de investigación, la calidad de la información, el idioma y la antigüedad, estos criterios permite realizar una evaluación crítica de los trabajos publicados.

El estudio contempla toda aquella búsqueda registrada en el idioma español e inglés, para el estudio de la información en el idioma ingles se utilizó el “Traductor de Cambridge”, ya que presente una traducción más entendible. Para el criterio de antigüedad se incorporó información comprendida entre los años 2009 y 2020 para tener un enfoque mucho más

actualizado de la información investigada, y en cuanto a disciplina fue enfocado en la rama ingeniería y arquitectura urbana.

Además, para la obtención de información se tuvo en cuenta las tesis y artículos de investigación publicados en las bases de datos y los meta-buscadores, los cuales se utilizaron: Google Académico, Redalyc.org, Scielo y el repositorio virtual de UPN. A continuación, se presenta la descripción de todas las bases de datos consultadas:

- 1. GOOGLE ACADÉMICO:** Google Académico es un buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica (Odite, 2019) (ver anexo A), este buscador recopila tanto base de datos primarias como secundarias, la cantidad de artículos que el buscador arroja con las palabras clave se adjuntan en la siguiente tabla.

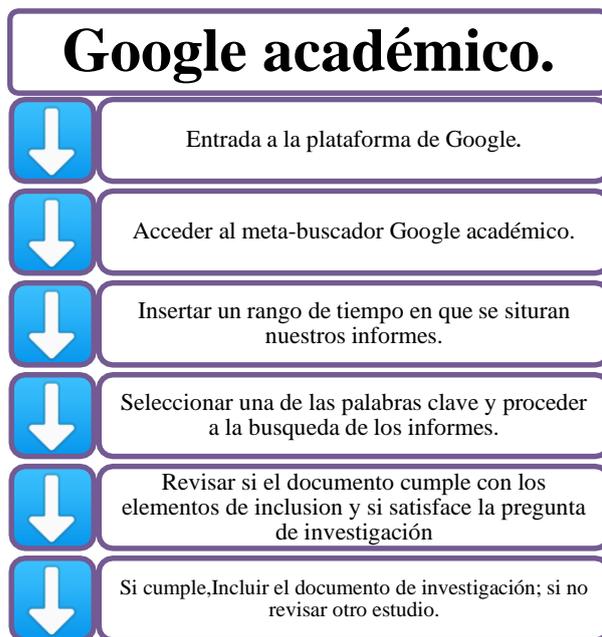
*Tabla N° 1: Búsqueda de información en Google Académico utilizando palabras claves*

Herramienta virtual	Palabras clave	N° de artículos	%
Google Académico	Drenaje pluvial	15900	32.24
	Drenaje sostenible	15300	32.88
	Drenaje urbano	15500	33.31
	SUDS	732	1.57
<b>Total de artículos revisados</b>		<b>46532</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

Así mismo como se mencionó anterior mente se adjunta el flujograma con el cual se realizará la revisión de los artículos pertinentes a la investigación en la plataforma de google académico.

Figura N° 1: Flujograma para la revisión de artículos en Google académico.



*Fuente propia*

2. **REDALYC.ORG:** Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Impulsada por la UAEM para la difusión de la ciencia en acceso abierto (redalyc, 2020). En este buscador la información asegura un alto índice de calidad debido a que el buscador recopila solamente artículos de investigación de distintas universidades de Europa y América latina (ver anexo B), la cantidad de artículos que el buscador arroja con las palabras clave se adjuntan en la siguiente tabla.

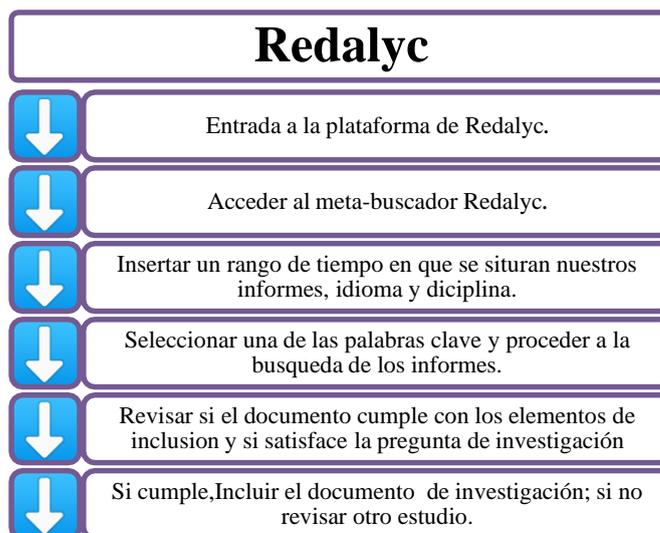
Tabla N° 2: Búsqueda de información en Redalyc.org utilizando palabras claves.

Herramienta virtual	Palabras clave	N° de artículos	%
Redalyc.org	Drenaje pluvial	8401	73.03
	Drenaje sostenible	1549	13.47
	Drenaje urbano	1549	13.47
	SUDS	4	0.03
<b>Total de artículos revisados</b>		<b>11503</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

Así mismo como se mencionó anterior mente se adjunta el flujograma con el cual se realizará la revisión de los artículos pertinentes a la investigación en la plataforma de Redalyc.org.

Figura N° 2: Flujograma para la revisión de artículos en Redalyc.



*Fuente propia*

**3. SCIELO:** Scielo (Scientific Electronic Library Online o Biblioteca Científica Electrónica en Línea) es un proyecto de biblioteca electrónica, que permite la publicación electrónica de ediciones completas de las revistas científicas (Scielo, 2018). Scielo recopila informes y artículos de investigación que pueden convertirse en base de datos primarias y secundarias (ver anexo C), la cantidad de artículos que el buscador arroja con las palabras clave se adjuntan en la siguiente tabla.

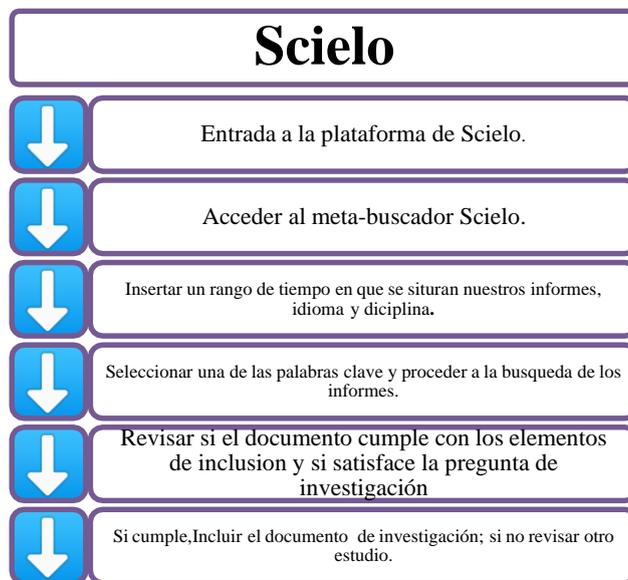
Tabla N° 3: Búsqueda de información en Scielo utilizando palabras claves

Herramienta virtual	Palabras clave	N° de artículos	%
Scielo	Drenaje pluvial	30	73.17
	Drenaje sostenible	1	2.43
	Drenaje urbano	5	12.20
	SUDS	5	12.20
<b>Total de artículos revisados</b>		<b>41</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

Así mismo como se mencionó anterior mente se adjunta el flujograma con el cual se realizará la revisión de los artículos pertinentes a la investigación en la plataforma de Scielo.

*Figura N° 3: Flujograma para la revisión de artículos en Scielo.*



*Fuente propia*

**4. Repositorio UPN:** Un repositorio es un espacio centralizado donde se almacena, organiza, mantiene y difunde información digital, habitualmente archivos informáticos, que pueden contener trabajos científicos, conjuntos de datos o software (Definición, 2014). El repositorio UPN es fuente de datos primarios debido a que la información que presenta está comprobada en la práctica y teóricamente (ver anexo D), la cantidad de artículos que el buscador arroja con las palabras clave se adjuntan en la siguiente tabla.

*Tabla N° 4: Búsqueda de información en el repositorio UPN utilizando palabras claves*

Herramienta virtual	Palabras clave	N° de artículos	%
<b>Repositorio UPN</b>	Drenaje pluvial	6	73.17
	Drenaje sostenible	3	2.43
	Drenaje urbano	4	12.20
	SUDS	0	12.20
<b>Total de artículos revisados</b>		<b>41</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

Así mismo como se mencionó anterior mente se adjunta el flujograma con el cual se realizará la revisión de los artículos pertinentes a la investigación en la plataforma del repositorio UPN.

Figura N° 4: Flujograma para la revisión de artículos en el repositorio UPN.



*Fuente propia*

Así como se puede visualizar el número de artículos es muy elevado, se revisó la mayor cantidad de artículos posibles y a partir de la información inicial y mediante tablas de resultados se ha clasificado la recolección de información que describen el estudio con campos como: título de revista científica, fuente, autores, lugar y año, metodología usada en la investigación y los resultados obtenidos por el autor.

Tabla N° 5: Selección de la información de acuerdo a su importancia

N°	Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Importancia
01	Repositorio UPN	Kevin Alberto chávarry Rabanal	Evaluación de las deficiencias y fallas en la infraestructura y mobiliario urbano de la zona monumental de Cajamarca – propuestas de mejora	Cajamarca – Perú	2018	ALTO
02	Google Académico	Daniel Castro, Joseba Rodríguez, Jorge Rodríguez y Francisco Ballester.	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)	Cantabria, España	2005	BAJO

03	Scielo	Karen Isabeles Deniz, Ángel Olavarría Sánchez, Ana Quintanilla Montoya, Jesús Ríos Aguilar.	Adaptación metodológica en el diseño y desarrollo urbano de bajo impacto para el manejo de aguas pluviales en colima, México	Colima, México	2019	BAJO
04	Google Académico	Sara Momparler, Perales Ignacio Andrés-Doménech	Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia.	Valencia, España	2015	ALTO
05	Google Académico	Manuel Valentín Gómez	Hidrología urbana	Barcelona, España	2007	MEDIO
06	Google Académico	García González, Eduardo; Ibáñez Gallego, María Paz; Mosqueara Martínez, Gonzalo	Análisis crítico de la problemática y las soluciones adoptadas a nivel europeo en la gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos. posibles aplicaciones en España	Zaragoza, España	2012	MEDIO
07	Google Académico	Juan Carlos Bertoni y Jorge Adolfo Maza	Aspectos asociados a las inundaciones urbanas en Argentina	Buenos aires, <u>Argentina</u>	2004	BAJO
08	Redalyc.org	Sanhueza Ugarte	Contaminación en escorrentía pluvial urbana. aspectos generales	Barcelona, <u>España</u>	2012	ALTO
09	Scielo	Bonifacio Fernández	Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas	Santiago, Chile	2004	MEDIO
10	Redalyc.org	Karla José Guanipa Rivero, América Libertad Lugo Aguilar, Jean Carlos Rincón Ortiz	Análisis de sensibilidad de parámetros hidrológicos e hidráulicos del modelo SwIm y su aplicación en Sistemas de Drenaje Urbano	Venezuela	2019	BAJO
11	Google Académico	Ángela Lara García. Ana Prieto Thomas	Integración de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la rehabilitación del espacio urbano	Sevilla, España	2014	BAJO
12	Google Académico	Luis Abel Yana Galarza	Diagnóstico y diseño del drenaje urbano considerando el flujo no permanente – caso Cajabamba – Perú	Cajamarca, Perú	2018	MEDIO
13	Google Académico	Diana Cecilia Marchena Ávila.	Techos verdes como Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible	Bogotá, Colombia	2012	ALTO
14	Repositorio UPN	Yañez Portal, Eric Paul	Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en el jr. Angamos y jr. Santa Rosa	Cajamarca, Perú	2015	ALTO
15	Google Académico	José F. y Angus Pedro Pablo, Peris García, Sara Perales Momparler, Ignacio Andrés Doménech Ignacio Escuder Bueno	El agua en Benaguasil. un viaje en el tiempo.	España	2015	ALTO

16	Google Académico	Jaime Añazco	Barahona	Análisis y diseño para solución de aguas lluvias mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible aplicando la técnica de firmes permeables en condominio Ercilla, comuna de Temuco, IX región de la Araucanía.	Temuco-Chile	2014	ALTO
17	Google Académico	RRPP noticias		huamanga preparada para enfrentar lluvias con sistema de drenaje pluvial	Ayacucho-Perú	2009	ALTO
18	Google Académico	Flores Juro, Gilberto Tejada Escalante, Abdel Lázaro Hernán		Instalación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Chuquibambilla, provincia de Grau – Apurímac	Abancay - Apurímac	2017	ALTO

*Fuente propia*

De los 18 artículos, se han excluido aquellas investigaciones de las diferentes herramientas virtuales donde la metodología no abastecía la información pertinente para la investigación realizada, no respondían la pregunta de investigación o no ayudaba a completar los objetivos.

**Cuadro de exclusión:**

En el presente cuadro de exclusión se considera la información clasificada como baja que no es relevante, como investigaciones que estudian a los Sistema de Drenaje Urbano de forma muy general, los cuales no guardan relación con los sistemas de drenaje en las ciudades; siendo un total de 05 investigaciones excluidas.

*Tabla N° 6: Exclusión de los estudios no relevantes*

N°	Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Motivo de exclusión
01	Google Académico	Daniel Castro, Joseba Rodríguez, Jorge Rodríguez y Francisco Ballester.	Sistemas Urbanos De Drenaje Sostenible (SUDS)	Cantabria, España	2005	La información expuesta son datos relevantes para formar una idea básica pero la fecha de publicación y la existencia de artículos más recientes nos hacen descartar este estudio.

02	SciELO	karen Isabeles Deniz, Ángel Olavarría Sánchez, Ana Quintanilla Montoya, Jesús Ríos Aguilar.	Adaptación metodológica en el diseño y desarrollo urbano de bajo impacto para el manejo de aguas pluviales en Colima, México	Colima, México	2019	Nula relevancia con el artículo elaborado, el estudio no responde a la pregunta de investigación, presenta un desarrollo que no se alinea al objetivo general de investigación.
03	Google Académico	Juan Carlos Bertoni Y Jorge Adolfo Maza	Aspectos asociados a las inundaciones urbanas en Argentina	Buenos aires, Argentina	2004	Aborda el tema de una manera muy superficial, menciona más a los fenómenos meteorológicos asociados a la inundación y no ayuda a completar los objetivos de investigación.
04	Redalyc.org	Karla José Guanipa Rivero, América Libertad Lugo Aguilar, Jean Carlos Rincón Ortiz	Análisis de sensibilidad de parámetros hidrológicos e hidráulicos del modelo Swiming y su aplicación en sistemas de drenaje urbano	Venezuela	2019	Presentación de propuestas mediante la proyección elaborada por programas, no refleja la realidad actual de un sistema de drenaje internacional, por lo tanto, no responde a la pregunta de investigación
05	Google Académico	Ángela Lara García, Ana Prieto Thomas	Integración de sistemas urbanos de drenaje sostenible en la rehabilitación del espacio urbano	Sevilla, España	2014	No responde a la pregunta de investigación, los temas tratados van más en la rehabilitación de la arquitectura urbanística, no trata los temas de la realidad actual de una ciudad en específico por lo que no se considerará para el informe.

*Fuente propia*

### Cuadro de inclusión:

En el siguiente cuadro se tiene la información más relevante y clasificada como alta, que responden directamente a las preguntas de investigación. Se tiene un total de 13 investigaciones incluidas. Las cuales se muestran en la siguiente tabla:

*Tabla N° 7: Inclusión de los estudios más relevantes*

N°	Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Motivo de inclusión
01	Repositorio UPN	Kevin Alberto Chávarry Rabanal	Evaluación de las deficiencias y fallas en la infraestructura y mobiliario urbano de la zona monumental de Cajamarca –propuestas de mejora	Cajamarca – Perú	2018	Brinda una aproximación del daño que existe en la ciudad de Cajamarca a causa de los daños causados por el drenaje mal diseñado.
02	Google Académico	Manuel Gómez Valentín	Hidrología urbana	Barcelona, España	2007	Analiza el sistema actual del sistema de drenaje de la ciudad de Barcelona, brinda la opción de realizar una comparación del sistema de drenaje pluvial.
03	Google Académico	Soriano Martínez, Lucía	Análisis crítico de la problemática y las soluciones adoptadas a nivel europeo en la gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos. Posibles aplicaciones en España	Zaragoza, España	2012	Gestión de la problemática pluvial, además de brindar posibles soluciones mediante la gestión de agua en la ciudad de España.
04	Scielo	Bonifacio Fernández	Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas	Santiago, Chile	2004	La ciudad de Chile al tener otra geografía y tener otra cuenca urbana, brinda información sobre la forma que afecta la geomorfología en el drenaje urbano
05	Google Académico	Luis Abel Yana Galarza	Diagnóstico y diseño del drenaje urbano considerando el flujo no permanente – caso Cajabamba – Perú	Cajamarca, Perú	2018	Expone una situación cercana a la realidad dentro del departamento de Cajamarca, por lo que sirve para realizar la comparativa con respecto a otros países y evaluar utilidad y deficiencias.
06	Repositorio UPN	Yañez Portal, Eric Paul	Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en el jr. Angamos y Jr. Santa Rosa	Cajamarca, Perú	2015	Expone la realidad dentro de la ciudad de Cajamarca, por lo que sirve para realizar la comparativa con respecto a otros países y evaluar utilidad y deficiencias.
07	Google Académico	Sara Perales Momparler, Ignacio Andrés-Doménech	Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia.	Valencia, España	2015	Brinda una alternativa sostenible sobre la gestión del agua de lluvia, y acciones a considerar sobre el drenaje pluvial en España.

08	Redalyc.org	Sanhueza Ugarte	Contaminación en escorrentía urbana. aspectos generales	Barcelona, España	2012	Ayuda a evaluar los problemas que acarrea no solo un mal diseño urbano sino la falta de gestión sobre esta arquitectura.
09	Google Académico	Diana Cecilia Marchena Ávila	Techos verdes como sistemas urbanos de drenaje sostenible	Bogotá, Colombia	2012	Propuestas tentativas de proyectos lo que ayuda con el control de aguas pluviales.
10	Google Académico	José f. Y Anguís Pedro Pablo	El agua en Benaguasil. Un viaje en el tiempo.	Valencia, España	2015	Presenta un modelo exitoso de SUDS, el cual fue ejecutado mediante un proyecto denominado Aquaval, así mismo menciona que se tuvo resultados positivos con respecto al control de aguas de lluvia.
11	Google Académico	Jaime Barahona Añazco	“Análisis y diseño para solución de aguas lluvias mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible aplicando la técnica de firmes permeables en condominio Ercilla, comuna de Temuco, región de la Araucanía”	Temuco, Chile	2017	Nos plantea una nueva tecnología en la elaboración de drenajes urbanos, nos muestra que no solo se trata de seguir utilizando los sistemas convencionales, sino que también es posible innovar en la utilización de sistemas constructivos.
12	Google Académico	RPP Noticias	Huamanga preparada para enfrentar lluvias con sistema de drenaje pluvial	Ayacucho, Perú	2009	Muestra que la implementación de SUDS es posible en el Perú y en cualquier ciudad del mundo por lo que se incluye en el estudio como una muestra cercana de lo que puede elaborarse.
13	Google Académico	Flores Juro, Gilberto Tejada Escalante, Abdel Lázaro Hernán	“Instalación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Chuquibambilla, provincia de Grau – Apurímac”	Apurímac, Perú	2017	Muestra la tentativa e importancia que tienen actualmente el correcto diseño de los drenajes urbanos no solo por ingeniería sino también por salubridad.

*Fuente propia*

Finalmente, se tiene una síntesis de las 13 investigaciones incluidas, las cuales serán consideradas para trabajar en la investigación y se detallan a continuación:

(Chávarry Rabanal , 2018) menciona en su investigación que en la ciudad de Cajamarca se evaluó la situación de la infraestructura y mobiliario urbano de la zona monumental de Cajamarca y sus deficiencias y fallas. Para lo cual se recolectó datos de las dimensiones, así como del estado en el que se encuentran. Los resultados en fallas obtenidas fueron: En veredas, el 68% cumple con el ancho normado y solo el 41% cumple en la altura normada; así como solo el 12% cumple con no poseer gradas y el 21% cumple con no presenta cambios de nivel. Con respecto a calzada, se obtuvo que el 88% cumple con el ancho normado y el 99% cumple con la longitud de calzada; para gibas, cumplen con el ancho normado pero el 33% no cumple con la altura establecida; mientras que en cruces peatonales se cumple con el largo normado, pero solo el 79% cumple con el ancho establecido.; para lo que es drenaje pluvial, se concluyó que solo el 49% de cuadras analizadas posee cunetas; así mismo solo el 38% de las calles en observación presenta sumideros (ver anexo E).

(Gómez Valentín, 2007) indica que en muchos más casos los diseños de las redes de alcantarillado han sido producto de la improvisación, con una falta de visión global del problema a escala de ciudad. En ocasiones la falta de datos reales de lluvia, indispensables para una buena estimación previa de caudales de escorrentía y otras veces porque se emplean todavía procedimientos de cálculo muy ambiguos, dan como resultado el que nos encontramos con unas redes actuales con capacidades de desagüe muy deficientes. Por esta problemática es que surge un diseño que minimiza los volúmenes de inundación. La calidad del diseño propuesto viene fundamentada en el estudio hidrológico e hidráulico realizado, que considera los parámetros que rigen dichos comportamientos extraídos de un estudio a partir de medidas tomadas sobre la misma red de alcantarillado a rehabilitar (ver anexo F).

(Soriano Martínez , 2012) en su estudio brinda propuestas de algunas medidas preventivas que permitan avanzar hacia una gestión integrada y planificada de las aguas pluviales en España. Estas medidas abarcan los ámbitos normativo, legislativo, económico y social. La adopción de las estrategias integradas de gestión de las aguas pluviales deberá llevar no sólo a la mitigación de los problemas que pueden ocasionar esta agua, pero también a su puesta en valor para los habitantes de las ciudades y la recuperación de los ecosistemas asociados.

(Fernández , 2004), señala que el norte y parte de la zona central de Chile son un buen ejemplo de comportamiento de zonas áridas y semiáridas, con promedios anuales de precipitación inferiores a 300 mm y una gran variación temporal y espacial. Uno de los aspectos clave de las urbanizaciones de bajo impacto es la mantención y uso de los cauces naturales, de manera que no sólo cumplan con su función habitual de drenaje y almacenamiento temporal de las aguas lluvia, sino que también se incorporen como infraestructura urbana de uso público: como parque, área de recreación, o reserva paisajística (ver anexo G).

(Yana Garlarza, 2018) en su estudio de drenaje pluvial para la ciudad de Cajabamba, que está ubicada en el departamento de Cajamarca. La cuenca urbana de estudio tiene una superficie de 162 ha aproximadamente, con topografía de pendiente pronunciada y altos índices de impermeabilidad del suelo. Estas características, junto a la configuración de las calles de la ciudad, ocasionan que en temporadas de lluvias intensas se presenten problemas de inundación en las calles y la constante erosión de una vía de comunicación hacia cuatro comunidades. La situación se ve aún más comprometida por las edificaciones construidas sobre los cauces principales de las quebradas, convirtiéndolas en un tipo de conducto cerrado en diversos tramos importantes de las ciudades.

(Yañez Portal , 2015), evaluó el estado actual, el diseño hidráulico y las competencias en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, Cajamarca, con la finalidad de determinar las causas que determinan la ineficiencia del sistema de drenaje, ya que en tiempos de alta precipitación de lluvias, los niveles de esta alcanzan índices elevados lo que causa serios problemas a la población cajamarquina por un ineficiente sistema drenaje pluvial, la sobrecarga pluvial propicia inundaciones en zonas topográficamente bajas y erosiones en los cursos de agua por el incremento de la velocidad de escorrentía; impactando desfavorablemente en las superficies expuestas de edificaciones e infraestructura vinculadas a estos espacios.

(Perales Momparler & Doménech, 2015)La necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva diferente a la convencional, que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, está llevando a un aumento progresivo a nivel mundial del uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), también conocidos como BMP's (Best Management Practices). La filosofía de los SUDS es reproducir, de la manera más fiel posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana. Es así que existen españoles que cuentan con esta alternativa innovadora, eficiente y más sostenible de gestionar el agua de lluvia (ver anexo H)

(Sanhueza Ugarte, 2012), ha estudiado la escorrentía pluvial urbana incluyendo la variable de calidad del agua al problema de la cantidad nos acerca a la búsqueda de sistemas sustentables, que en este caso no solo busca evitar volúmenes de agua en superficie que generen daños a las personas por inundaciones, sino además conseguido esto, evitar los impactos que las cargas contaminantes puedan generar en el medio receptor.

(Marchena Ávila , 2012), señala que en Colombia se proponen de estrategias que se pueden implementar, para fomentar la construcción de techos verdes y algunos estudios como la adaptación de los métodos de cálculo de capacidad hidráulica, el análisis del

comportamiento térmico de los techos verdes mediante un estudio de transferencia de calor. Así mismo señala que los techos verdes son sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) conformados por múltiples capas, que se instalan en la cubierta de las edificaciones con diferentes intenciones como la captación de agua lluvia con el fin de reducir los volúmenes de escorrentía.

(Ballaster Olmos , Peris García , Perales Momparler, Dómececln, & Escuder Bueno, 2015), indican que, en Benaguasil, España. Mediante un proyecto llamado Aquaval, el cual tuvo como objetivo principal seleccionar, aplicar y promover soluciones innovadoras para reducir los impactos de la cantidad y calidad de la escorrentía urbana, basándose en el mejor uso del paisaje y la morfología de los municipios, con el fin de integrar las infraestructuras para el agua de lluvia mediante Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS) que aporten al mismo tiempo mejoras para la vida ciudadana y el medio ambiente, promoviendo así la gestión de las aguas pluviales como un componente clave de la ciudad sostenible (Ver anexo I).

(Brahona Aazco, 2014), mediante un proyecto inmobiliario “Condominio Ercilla”, ubicado en Chile, donde aplicaron la técnica de “Pavimentos permeables de adoquines de hormigón” para dar solución al drenaje de aguas lluvias y a los pavimentos interiores del condominio. Este Sistema Urbano de Drenaje Sostenible” (SUDS), son una solución en sí mismos, además de un complemento a los sistemas ya existentes. Se componen por técnicas de carácter preventivo que simulan el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización y cuya filosofía consiste en considerar las aguas pluviales como un recurso y no como un desecho o problema.

(RPP, 2017), afirma que, en ciudad de Huamanga, Ayacucho, existe un sistema de acumulación de aguas pluviales, que discurren por debajo de las calles por un canal de un diámetro de 2.5 metros de ancho por 2 de profundidad, tapados con una especie de rejillas de concreto, ha evitado afectaciones a los pobladores hasta el momento. Este moderno

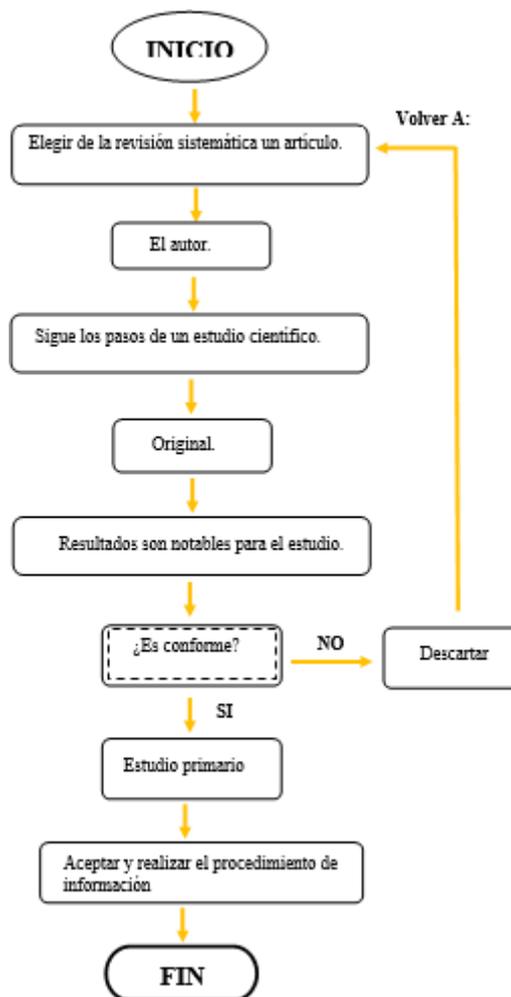
sistema de drenaje pluvial, evita inundaciones en la ciudad en temporada de lluvias (ver anexo J).

(Gilberto & Tejada Escalante , 2017) Con el afán de atender la deficiencia de servicios básicos de infraestructura en la Ciudad de Chuquibambilla, se hace urgente la necesidad de contar con un sistema de alcantarillado pluvial, que permita mejorar la calidad de vida y salud de los habitantes. Es necesario evitar que las de aguas provenientes de las lluvias de estanque, constituyéndose en una fuente de proliferación de bacterias y mosquitos causantes de muchas enfermedades infecto contagiosas, así como perjudicando el libre tránsito de personas y vehículos, por lo que la población no puede desarrollar sus actividades cotidianas con normalidad. Por ello es que se plantean la evacuación de aguas pluviales en la ciudad de Chuquibambilla, Apurímac.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Del total de los 18 artículos revisados se seleccionaron 13 artículos que exponen la situación actual de los drenajes y propuestas, estos artículos de investigación pasaron las etapas de selección donde se consideró que el artículo presente un autor, siga los pasos de un estudio científico, sea original, detalle su metodología, además de contestar las preguntas y resolver los objetivos de la investigación y que sus resultados sean relevantes, de no ser el caso se los excluye. Con esto se seleccionaron fuentes primarias y secundarias dependiendo de la relevancia y la calidad de información que brindan unas con respecto de otras.

*Figura N° 5: Flujograma de los criterios de elegibilidad para un estudio primario*



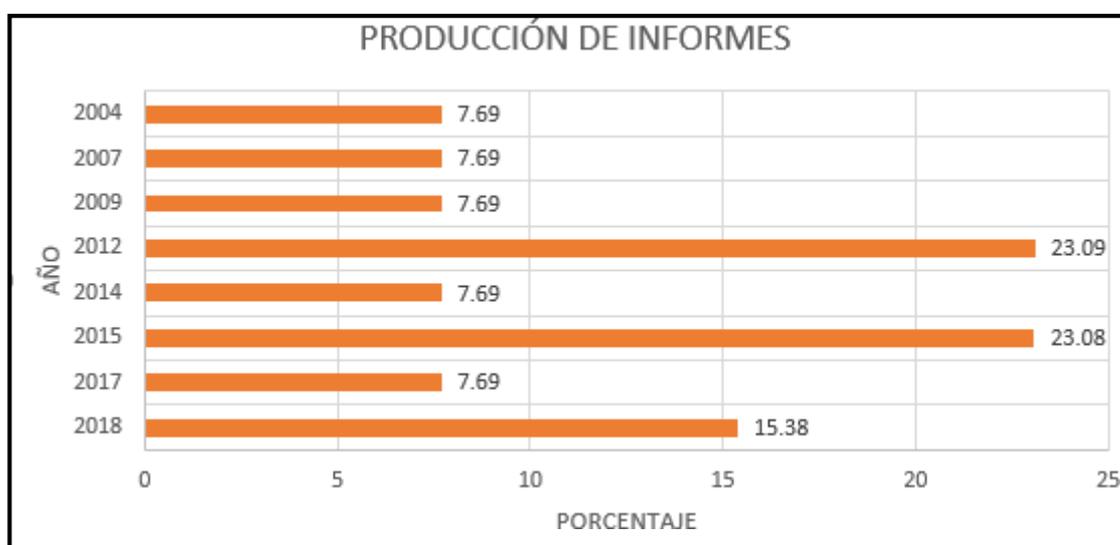
*Fuente propia*

### CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS:

Se presentan las características de los 13 estudios primarios de manera globalizada, como el porcentaje de artículos publicados por año, por país de procedencia, por tipo de base de datos consultada, por palabra clave de búsqueda, por tipo de estudio y por idioma. En el gráfico, se especifica el porcentaje de artículos publicados en las bases de datos, entre los años 2009 y 2020. Cabe mencionar que la antigüedad de los artículos en la revisión sistemática se consideró de 10 años, pero existió dos estudios empíricos de mucha importancia que permitieron el desarrollo de la investigación por lo que se los considero como bases primarias de información.

Como se muestra en la figura 06 la selección de archivos abarca desde los años 2004 hasta 2018 vemos que los años 2012 y 2015, representando un porcentaje de 23.09%; de la búsqueda también se obtuvo estudios recientes sumando un porcentaje de 15.38% (2018), como se mencionó con anterioridad los estudios recopilados en los años 2004 y 2007 son los que, si bien no cumplen con el intervalo de tiempo propuesto en la metodología, muestran datos útiles para la investigación.

*Figura N° 6: Porcentaje de estudios publicados por año.*



*Fuente propia*

Así mismo en la Tabla N° 8 se adjunta el porcentaje de estudios por países, se intentó abarcar una visión global intentando comparar realidades globales, de esta comparación se obtuvo que España y Perú tienen la mayor cantidad de estudios con un 38.46% en ambos casos (5 artículos de investigación), la razón de la procedencia de los artículos se debe a los avances que tienen cada ciudad.

*Tabla N° 8: Porcentaje de artículos publicados por país de procedencia*

<b>FUENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Perú</b>	5	38.46
<b>España</b>	5	38.46
<b>Chile</b>	2	15.38
<b>Colombia</b>	1	7.7
<b>TOTAL:</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

En la Tabla N° 9 se muestran la cantidad de ensayos de cada base de datos, teniendo en cuenta el monopolio de que Google académico significa en el mundo de la investigación podemos observar que el 69,23% de la fuente de Scielo se obtuvo un porcentaje de 7.69% y finalmente de Redalyc.org se obtuvo un porcentaje de 7.69%.

*Tabla N° 9: Porcentaje de artículos publicados por tipo de base de datos consultada.*

<b>FUENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Repositorio UPN</b>	2	15.38
<b>Google Académico</b>	9	69.23
<b>Scielo</b>	1	7.69
<b>Redalyc.org</b>	1	7.69
<b>TOTAL:</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

Consiguiente se tiene la Tabla N° 10 donde se muestra la cantidad de estudios que data de cada palabra clave, se puede observar que la palabra clave “Drenaje sostenible” cuenta con la cantidad de 3 informes (15.38%), la palabra clave “Drenaje pluvial” tiene 4 informes lo que corresponde a un total de 30.77% del total de informes al igual que la palabra “SUDS” y finalmente “Drenaje urbano” con dos artículos lo que corresponde a un (15.38%).

*Tabla N° 10: Porcentaje de artículos publicados por tipo de palabra clave de búsqueda*

<b>FUENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Drenaje sostenible</b>	3	23.08
<b>Drenaje pluvial</b>	4	30.77
<b>Drenaje sostenible</b>	2	15.38
<b>SUDS</b>	4	30.77
<b>TOTAL:</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

En la tabla N° 11, se da a constatar el porcentaje de artículos publicados según el tipo de estudio, podemos observar en la tabla N°11 la mayoría de los estudios considerados para la presente revisión son Artículos de investigación con la cantidad de 53.85% (7 artículos) seguido por Tesis con un 38.46% (5 tesis) y finalmente una noticia con el porcentaje de 7.69%

*Tabla N° 11: Porcentaje de artículos publicados por tipo de estudio*

<b>FUENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Tesis</b>	5	38.46
<b>Noticias</b>	1	7.69
<b>Artículos</b>	7	53.85
<b>TOTAL:</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>

*Fuente propia*

En la tabla N° 12, se especifica el porcentaje de artículos publicados según el tipo de metodología utilizada, ya sea cualitativa o cuantitativa. Como se puede observar 4 de los artículos seleccionados son de tipo cuantitativo (30.77%) y 9 del total son cualitativos (69.23%).

*Tabla N° 12: Porcentaje de artículos publicados por tipo de metodología*

FUENTE	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Cuantitativo	4	30.77
Cualitativo	9	69.23
<b>TOTAL:</b>	<b>13</b>	<b>100</b>

*Fuente propia*

Finalmente, en la tabla N° 13 se describe el porcentaje de artículos publicados según el idioma, se consideraron 12 estudios primarios en el idioma español que hacen el 92.30% y 1 estudio en inglés que representa 7.69%.

*Tabla N° 13: Porcentaje de artículos publicados por idioma.*

FUENTE	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Español	12	92.30
Inglés	1	7.69
<b>TOTAL:</b>	<b>13</b>	<b>100</b>

*Fuente propia*

### **Análisis global de los estudios:**

Para poder realizar el análisis global de los estudios primero se optó por la codificación de cada uno de los estudios según su procedencia; identificando el código generado; el cual es por orden alfabético, lugar y año, autor finalizando con el título.

*Tabla N° 14: Código generado para estudios que tienen como origen "PERÚ"*

<b>CODIGO GENERADO</b>	<b>LUGAR- AÑO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TITULO</b>
<b>A</b>	Cajamarca-2018	Kevin Alberto Chávarry Rabanal	Evaluación de las deficiencias y fallas en la infraestructura y mobiliario urbano de la zona monumental de Cajamarca –propuestas de mejora
<b>B</b>	Cajamarca-2018	Luis Abel Yana Galarza	Diagnóstico y diseño del drenaje urbano considerando el flujo no permanente – caso Cajabamba – Perú
<b>C</b>	Cajamarca-2015	Yañez Portal, Eric Paul	Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en el Jr. Angamos y Jr. Santa Rosa
<b>D</b>	Ayacucho-2009	RPP Noticias	Huamanga preparada para enfrentar lluvias con sistema de drenaje pluvial
<b>E</b>	Apurímac -2017	Flores Juro, Gilberto Tejada Escalante, Abdel Lázaro Hernán	instalación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Chuquibambilla, provincia de Grau – Apurímac

*Fuente propia*

*Tabla N° 15: Código generado para estudios que tienen como origen "ESPAÑA"*

<b>CODIGO GENERADO</b>	<b>LUGAR- AÑO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TITULO</b>
<b>F</b>	Barcelona- 2007	Manuel Gómez Valentín	Hidrología urbana
<b>G</b>	Zaragoza - 2012	García González, Eduardo; Ibáñez Gallego, María Paz; Mosqueara Martínez, Gonzalo Soriano Martínez, Lucía	Análisis crítico de la problemática y las soluciones adoptadas a nivel europeo en la gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos. posibles aplicaciones en España

<b>H</b>	Valencia - 2015	Sara Perales Momparler, Ignacio Andrés-Doménech	Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia.
<b>I</b>	Barcelona - 2012	Sanhueza Ugarte	Contaminación en escorrentía pluvial urbana. aspectos generales
<b>J</b>	Valencia- 2015	José f. Y Anguís Pedro Pablo	El agua en Benaguasil. un viaje en el tiempo.

*Fuente propia*

*Tabla N° 16: Código generado para estudios que tienen como origen "CHILE"*

<b>CODIGO GENERADO</b>	<b>LUGAR - AÑO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TITULO</b>
<b>k</b>	Santiago - 2004	Bonifacio Fernández	Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas
<b>I</b>	Temuco - 2014	Jaime Barahona Añazco	Análisis y diseño para solución de aguas lluvias mediante Sistemas Urbanos de Drenaje sostenible aplicando la técnica de firmes permeables en condominio Ercilla, comuna de Temuco, IX región de la Araucanía"

*Fuente propia*

*Tabla N° 17: Código generado para estudios que tienen como origen "COLOMBIA"*

<b>CODIGO GENERADO</b>	<b>LUGAR AÑO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TITULO</b>
<b>M</b>	Bogota-2012	Diana Cecilia Marchena Ávila	Techos verdes como Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

*Fuente propia*

Para el análisis global de estudios se analiza los resultados según el método de la investigación ya sea cualitativos o cuantitativos, aquellos que brindan aproximaciones del estado del drenaje urbano, o sobre la utilidad de los SUDS de forma experimental son los cuantitativos, y aquellos que exponen los resultados de manera descriptiva son los cualitativos. Por consiguiente, se agrupan los estudios en la siguiente tabla.

*Tabla N° 18: Análisis global de artículos de los estudios primarios*

CODIGO GENERADO	METODOLOGÍA		RESULTADOS
	TIPO	HALLAZGOS	OBTENIDOS
A	Cualitativo	El análisis del centro histórico, con respecto al mobiliario urbano. <b>Herramienta utilizada:</b> Hojas de observación y de encuesta.	Fallas en la infraestructura y mobiliario urbano de 14 calles y 8 áreas de recreación pública pertenecientes a la Zona Monumental de Cajamarca.
B	Cuantitativo	La metodología se realizó bajo el esquema general del diseño de sistemas de drenaje pluvial propuesto por la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua de México, 2016) y se utilizó el modelo hidrológico e hidráulico SWMM <b>Tecnología utilizada:</b> Modelo SWMM	Mediante el uso del programa SWMM 5.1 se han logrado identificar 8 sectores críticos en la ciudad de Cajabamba, comprobándose que el actual drenaje urbano es insuficiente para captar las aguas pluviales, tal como sucede con la realidad
C	Cualitativo	Se busca la problemática a través de la descripción de las actividades, procesos y personas de esta manera recolectando datos e identificando la relación que existen entre las variables. <b>Herramienta utilizada:</b> Hojas de observación y de encuesta.	Se demostró que la eficiencia de operación (Eo), que evalúa la calidad de la operación del sistema de drenaje es más del 100%, es decir, que las secciones existentes están sometidas a caudales mayores a su capacidad provocando inundaciones en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa.

D	Cualitativo	<p>Identificar las razones del cambio de sistema de drenaje y sus implicaciones actuales en la comunidad.</p> <p><b>Herramienta utilizada:</b></p> <p>Informe periodístico.</p>	<p>Este sistema de acumulación de aguas pluviales, que discurren por debajo de las calles por un canal de un diámetro de 2.5 metros de ancho por 2 de profundidad, tapados con una especie de rejillas de concreto, ha evitado afectaciones a los pobladores hasta el momento.</p>
E	Cuantitativo	<p>Estudio que analiza el correcto funcionamiento de un diseño bien elaborado de drenaje urbano.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Estudio hidrológico.</p>	<p>El tema de la reducción de las vulnerabilidades en el sistema de drenaje pluvial, por impactos ante los eventos adversos de origen natural o antrópicos, se ha analizado tomando en cuenta la ubicación de la estructura, la condición actual, en el caso de sistemas en funcionamiento, y definiendo diseños técnicamente adecuados a ser incorporados en etapa del diseño del proyecto.</p>
F	Cualitativo	<p>Las deficiencias de los diseños actuales y una metodología para reducir las cargas contaminantes por escorrentía.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Reporte de metodologías</p>	<p>La opción de recurrir a obras de ingeniería, grandes colectores, etc. soluciones que podríamos denominar “duras” desde un punto de vista ambiental, no debe hacernos olvidar que son posibles otro tipo de actuaciones más “blandas”.</p>
G	Cualitativo	<p>Estudio que identifica el insuficiente de la red de drenaje además de problemas en la gestión.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Revisión de literatura</p>	<p>Insuficiente dimensionamiento de la red de drenaje además de una mala gestión de las avenidas en los cauces receptores de esas aguas o de la carrera de marea en ámbitos costeros, los perjuicios ocasionados por estas crecidas pueden pasar de pequeñas molestias para los ciudadanos a cuantiosos daños materiales y de vidas humanas.</p>

H	Cualitativo	<p>Registro del funcionamiento del sistema SUDS después de su puesta en obra.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Reporte de metodología.</p>	<p>Con un buen planeamiento, diseño, construcción y mantenimiento, los SUDS pueden mitigar muchos de los efectos adversos que la escorrentía urbana provoca al medio ambiente.</p>
I	Cualitativo	<p>Registro de contaminantes en la cuenca, y su impacto en el ecosistema.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Revisión de metodología.</p>	<p>La forma como se ha estudiado la escorrentía pluvial incluyendo la variable de calidad del agua al problema de la cantidad nos acerca a la búsqueda de sistemas sustentables, que en este caso no solo busca evitar volúmenes de agua en superficie que generen daños a las personas por inundaciones, sino además conseguido esto, evitar los impactos que las cargas contaminantes puedan generar en el medio receptor.</p>
J	Cualitativo	<p>El ejemplo de la cultura de del SUDS y su impacto en el modo de vida de residentes de una ciudad.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Registro literario.</p>	<p>La correcta metodología logra mitigar los impactos negativos de la escorrentía pluvial, aunque se ocasiones por eventos climáticos desastrosos o por eventos aislados de los que no se tiene registro.</p>
K	Cuantitativo	<p>Estudio que identifica agentes externos que contribuyen al control de escorrentía pluvial del sistema de drenaje.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Estudio de tormentas e hidrogramas.</p>	<p>Desde el punto de vista hidrológico, se trata de minimizar la generación de escorrentía urbana, disminuyendo la impermeabilización, favoreciendo la infiltración y el almacenamiento; mantener y potenciar la red de drenaje natural, mediante la conservación de cauces y humedales, y favorecer la captura y almacenamiento de agua.</p>
L	Cuantitativo	<p>Estudio sobre la aplicación de tecnologías para el desarrollo de SUDS.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Estudio de tormentas e hidrogramas.</p>	<p>La aplicación del sistema resulta ser sostenible, evacuan la escorrentía hacia un cauce natural o medio receptor logrando reducir la carga en el cauce aliviando el sistema principal.</p>

M	Cualitativo	<p>Estudio sobre la aplicación exitosa de un sistema SUDS.</p> <p><b>Metodología utilizada:</b></p> <p>Registro literario.</p>	<p>La aplicación del sistema conocido como cubiertas verdes no solo contribuye en la evacuación de la escorrentía pluvial de manera efectiva sino que también lleva consigo mas ventajas tales como reducción de la temperatura ambiente y protección contra rayos UV.</p>
---	-------------	--	--

*Fuente propia*

### **Comparación de los resultados entre los estudios primarios:**

Una vez analizados los informes se procede con su comparación en este caso se realizará con dos etapas, con el finde de responder a preguntas de investigación formularas. En la tabla N°19 se analizan los estudios que dan a conocer el estado actual de los drenajes alrededor del mundo.

Antes de esto debemos entender que la red de drenaje ciudadana actúa como una cuenca hídrica, donde la escorrentía superficial es drenada por las pendientes diseñadas y la geografía de la zona para unirse con su afluente y posteriormente derivarse hacia una zona de descargue (Ramírez, 2004). Por ende, en la mayoría de casos el sistema de drenaje urbano suele ser analizado como como eso, una cuenca hidrológica, que está sometida a un ciclo hidrológico.

*Tabla N° 19: Comparación del estado actual del drenaje urbano global.*

CARACTERÍSTICAS/ CODIGO	TITULO	PAÍS- CIUDAD	ESTADO DEL SISTEMA
F	Hidrología Urbana	España- Barcelona	<p>En Barcelona, La urbanización de una cuenca modifica su respuesta hidrológica frente a una determinada lluvia. La urbanización conlleva la alteración de las redes de drenaje natural (construcción de colectores y encauzamientos que aumentan la velocidad del agua hacia aguas abajo de la cuenca) además, la lluvia de fuertes intensidades da lugar a importantes caudales punta debido a las elevadas pendientes que presentan las cuencas y la baja permeabilidad de las áreas urbanas.</p> <p>Estos factores se agudizan por el estado de abandono que muchas veces sufren estas estructuras.</p>
G	Análisis crítico de la problemática y las soluciones adoptadas a nivel europeo en la gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos. posibles aplicaciones en España	Zaragoza- España	<p>Las administraciones públicas afrontan los problemas de gestión de las pluviales de manera impositiva y discrecional, de arriba hacia abajo. Los políticos prefieren llevar a cabo actuaciones visibles antes que adoptar medidas de gestión que mejoren la eficiencia de todo el sistema. Además, El reparto de funciones entre las distintas administraciones limita la adopción de soluciones integrales que afecten a distintos ámbitos competenciales (ayuntamientos – confederaciones, aguas – industria – agricultura – urbanismo).</p> <p>El crecimiento de las zonas impermeables en las ciudades modifica los flujos naturales del ciclo hidrológico, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. La reducción de espacios vegetados reduce en primera instancia la interceptación natural y la evapotranspiración. El aumento de la impermeabilidad redundará en una reducción de la infiltración. Como consecuencia</p>

H	<p>Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia.</p>	<p>Valencia, España</p>	<p>de todo ello, se generan volúmenes de escorrentía netamente mayores, y además, se aceleran los tiempos de respuesta, por lo que aumenta el riesgo de inundaciones.</p> <p>Es decir, El desarrollo urbano conlleva una serie de impactos que generan a su vez efectos negativos sobre los medios receptores. Por una parte, se generan en los sistemas convencionales problemas de cantidad, cuando los índices de urbanización superan las planificaciones iniciales, y consecuentemente, las infraestructuras quedan infra dimensionadas, dando lugar a inundaciones.</p>
K	<p>Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas</p>	<p>Santiago, Chile</p>	<p>La urbanización progresiva del suelo se relaciona con muchos conflictos del hábitat contemporáneo. Las inundaciones, agravadas por la incapacidad de los suelos pavimentados para absorber las lluvias, son un ejemplo potente de esta interacción, en zonas áridas como lo es Santiago de Chile, la precipitación corta pero intensa generan gran escurrimiento, de manera que los cauces menores tienen muy poco uso como elementos de drenaje de aguas lluvia; como son diseñados para hacerse cargo de grandes tormentas, su empleo a plena capacidad es aún menor, esto sumado a la urbanización que compacta e impermeabiliza grandes cantidades del suelo de la cuenca y con las crecidas que son cada vez mayores, más violentas y más contaminadas, las aguas lluvia provocan daños por inundaciones incluso durante pequeñas tormentas, como ha ocurrido en Santiago y otras ciudades de Chile</p>
B	<p>Diagnóstico y diseño del drenaje urbano considerando el flujo no permanente – caso Cajabamba – Perú</p>	<p>Cajabamba- Perú</p>	<p>Es muy común utilizar el método racional y el flujo permanente para el diseño del drenaje urbano; sin embargo, dicho método no toma en cuenta la variación de la lluvia a lo largo del tiempo y el flujo permanente no considera la variación temporal de los parámetros hidráulicos (velocidad, tirante y caudal). Sus limitaciones no permiten estudiar los diversos fenómenos</p>

hidráulicos, por lo que el diseño del drenaje urbano suele presentar una serie de incertidumbres. Lo que genera que los diseños elaborados tiendan a fallar debido a esta incertidumbre provocada por no considerar parámetros que muchas veces varían con respecto a la meteorología.

A	Evaluación de las deficiencias y fallas en la infraestructura y mobiliario urbano de la zona monumental de Cajamarca – propuestas de mejora	Cajamarca – Perú	Nos indica que la zona monumental de la ciudad de Cajamarca no cuenta con un drenaje pluvial adecuado y suficiente, por lo que no se abarca y resulta como desencadenante de problemas, tales como desbordes y vías completamente sumergidas que impide el paso de transeúntes.
---	---	------------------	---

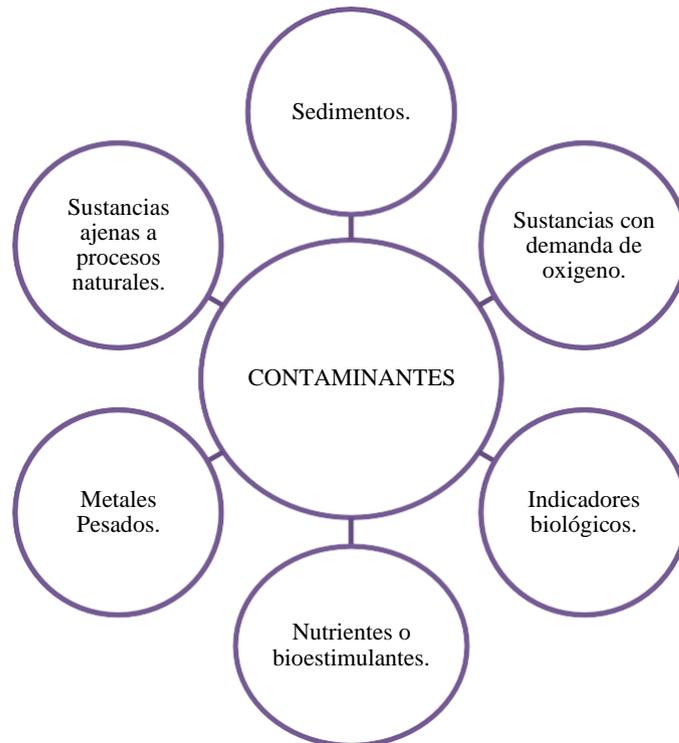
*Fuente propia*

Podemos observar que la mayoría de sistema de drenajes urbanos del mundo tiene problemas o falencias, además de identificar que la problemática tiene múltiples raíces desde política hasta error en la toma de muestra para el diseño, si bien cada problemática es aislada y comparten ciertas similitudes ningún problema es igual a otro, sin embargo, estas similitudes son las que debemos tener en cuenta para el planteo y elaboración de nuevos sistemas que sean óptimos.

Sin embargo, el impacto que tienen los sistemas de drenajes actuales y los problemas que acarrear las precipitaciones en suelo urbano. Para (Sanhueza Ugarte, 2012), tienen principalmente dos incidencias, la primera de ellas de tipo cuantitativa, es por esto que los sistemas de drenaje urbanos, superficiales, y subterráneos, tienen como objetivo, evitar o minimizar inundaciones y sus daños. En segundo término, están las incidencias de tipo cualitativas. En el diseño de alcantarillas no se consideraban los contaminantes que llegaban a la red ni tampoco su vertido en el medio receptor. Es decir, la cuenca en épocas secas

funciona como un sedimentador de contaminantes arrastrados por viento o la escorrentía de ligeras precipitaciones, esto producto de multitud de actividades hechas por la urbe. En la figura se muestra los contaminantes presentes en las cuencas ciudadanas según Ugarte.

*Figura N° 7: Contaminantes presentes en la cuenca urbana*



*Fuente: (Sanhueza Ugarte, 2012)*

Podemos observar que las cuencas en su mayoría están expuestas a altos grados de contaminación, tales como: Plomo, hierro, sustancias que al llegar tienen contacto con agua quitaría el oxígeno de esta afectando a nivel biológico, sedimentos e incluso veneno producto de alguna actividad urbana, por lo que se debe analizar su impacto en la disposición final de la escorrentía pluvial.

De esto, podemos tomar como base o definir que un sistema óptimo de drenaje es aquel que no solo distribuye correctamente la precipitación ocasionada por las lluvias de manera rápida y segura, sino que también es aquel que asegura la higienización del sistema urbano, con una correcta disposición o neutralización del riesgo proveniente del agua de lluvia lo que vendríamos a definir como un SUDS (sistema de drenaje urbano sostenible).

Viendo los problemas antes vistos hay muchos países que intentan a poco adentrarse en los SUDS, desarrollando nuevas tecnologías y propuestas ingenieriles y arquitectónicas. cómo se puede observar en la tabla N°20

*Tabla N° 20: Comparación de SUDS en el mundo*

CARACTERISTICAS/ CODIGO	TITULO	PAÍS- CIUDAD	SUDS
J	El agua en Benaguasil. un viaje en el tiempo.	Benaguasil- España	El crecimiento urbano acelerado provocó que la gestión de agua de lluvia cambiase la forma en la que el agua de lluvia y agua producto de actividades domésticas fueran tratadas y evacuadas, es caso documentado en el informe es el del parque Costa de la Ermita, Tras su remodelación, esta zona verde tiene como principal objetivo la reducción de la cantidad de escorrentía y de sedimentos que llegan hasta la avenida principal del casco urbano. Para ello se han construido tres cuencos vegetados conectados entre sí que retienen y filtran la escorrentía que proviene de la montaña. El agua acumulada se evapotranspira o se infiltra en pocas horas, recargando el acuífero, en lugar de discurrir calle abajo, provocando sobresaturación de la red de drenaje.
M	Techos verdes como Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible	Bogotá- Colombia	Las cubiertas verdes consisten en múltiples capas, que se instalan en la cubierta de las edificaciones con diferentes intenciones como la captación de agua lluvia con el fin de reducir los volúmenes de escorrentía, la generación de hábitat para diferentes especies, o simplemente por su valor estético (Ávila, 2012), esta metodología famosa en ciudades como New York, Londres, Copenhague y actualmente propuesta

			<p>para la ciudad de Bogotá tienen ventajas tanto estéticas como ecológicas tales como la captación del 50% al 80% de la escorrentía que cae en el techo, refrigeración y reflejar rayos UV, reducción de la temperatura de la ciudad y la generación de más espacios verdes.</p>
I	<p>Análisis y Diseño para solución de aguas lluvias mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible aplicando la técnica de firmes permeables en condominio Ercilla, comuna de Temuco, IX región de la Araucanía</p>	<p>Temuco- Chile</p>	<p>Para el clima en la región de la Araucanía, caracterizado por una reducción del periodo seco con un aumento de precipitaciones que solo reducen su frecuencia en verano. El diseño y dimensionamiento de cualquier sistema de gestión de aguas lluvias urbanas debe considerar las variaciones de las precipitaciones (BARAHONA AÑAZCO, 2014), para dicha problemática los sistemas SUDS, pavimentos porosos, en este caso resultan una gran forma de administrar la escorrentía ocasionada por dichas aguas de lluvia, ya que el sistema se encarga de aliviar el cause principal destinando el volumen de la escorrentía hacia una quebrada lo que reduce la sedimentación y los volúmenes desalojados en el cauce principal.</p>
D	<p>Huamanga preparada para enfrentar lluvias con Sistema de Drenaje Pluvial</p>	<p>Ayacucho- Perú</p>	<p>Después de que un huaico dejara inoperativo el sistema de drenaje de la ciudad produjo una reforma con la construcción de un sistema de acumulación de aguas pluviales, que discurren por debajo de las calles por un canal de un diámetro de 2.5 metros de ancho por 2 de profundidad, tapados con una especie de rejillas de concreto, esta ha evitado afectaciones a los pobladores hasta el momento.</p>

---

E	<p>Instalación del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Apurímac-Chuquibambilla, provincia de Grau – Apurímac</p>	<p>de Apurímac-Perú</p> <p>Genera una propuesta en busca de mitigar que las de aguas provenientes de las lluvias de estanque producto de inundaciones las cuales se conviertan en una fuente de proliferación de bacterias y mosquitos causantes de muchas enfermedades, mediante la aplicación de un correcto alcantarillado se verá reducido la cantidad de personas afectadas por la época de lluvias.</p>
---	---	---

---

*Fuente propia*

Como podemos observar, es posible crear sistemas de drenaje urbano óptimos y sostenible, lo sistemas SUDS son prueba de esto, que si bien novedosos, no son algo del otro mundo su aplicación puede ser global y la ayuda que brindan en la gestión de agua de lluvias en las ciudades contribuye no solo al bienestar sino también a la salubridad, ecologismo y confort ciudadano.

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

1. Se realizó la revisión sistemática acerca de sistemas de drenaje sostenible o SUDS, en donde inicialmente se revisaron 18 artículos de distintas bases de datos de los cuales solo 13 pasaron la revisión final y por ser considerados como estudios primarios.
2. Se revisaron bases de datos tales como EBSCO, REDALYC, GOOGLE ACADEMICO y el repositorio de UPN de los cuales Google académico tiene la mayor cantidad de informes con una cantidad de 13 artículos de información primaria.
3. Al revisar los 13 artículos seleccionados se ha concluido que la gran mayoría de ciudades carecen de un sistema de drenaje pluvial adecuado, la mayoría de estas tienen problemas en época de lluvias donde sus sistemas recolectores terminan colapsando, trayendo consigo inundaciones y en algunos casos como lo hemos confirmado problemas de salud (dengue, Chikunguña, etc.), sin embargo ciudades pioneras en el cambio han comenzado a buscar soluciones y han optado por los SUDS (Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible) mejorando así la gestión del agua de lluvias y con ello la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.
4. Se ha investigado la importancia de ahondar más en el tema de los SUDS debido a que no existe solo una metodología para llevarlos a cabo, sino que la aplicación de nuevas tecnologías y el ingenio de los que las diseñan pueden contribuir en elaborar un SUDS para cada realidad ciudadana, con la revisión de la literatura científica logramos apreciar la aplicación de cubiertas verdes, parques y jardines denominados “humedales”, concretos Porosos y alcantarillado central en un pavimento.
5. Se logró identificar que la problemática más recurrente al momento de evaluar el estado de un sistema de drenaje urbano es el bajo nivel de planificación urbanista que las ciudades con bruscos crecimientos poblacionales tienen, lo que ocasiona la construcción de alcantarillados defectuosos y por ende la pésima gestión del agua de lluvias, sin embargo,

no es el único problema que presentan estos sistemas, sino también muchas veces están expuestos al abandono y a la mala ejecución.

6. Existen diseños óptimos de drenajes urbanos y que poco a poco van tomando relevancia en el diseño urbanístico, el Perú por su parte no se ha quedado atrás, sin embargo, estamos lejos de solucionar el problema en ciudades ubicadas en la sierra norte incluyendo la ciudad de Cajamarca que tiene drenajes convencionales.

### **LIMITACIONES**

1. Al desarrollo de la elaboración de la revisión sistemática se tuvo una limitación: no se tiene estudios enfocados a puntos críticos ni propuestas de desarrollo de proyectos del drenaje urbano en la ciudad de Cajamarca.

### **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda el análisis de más estudios enfocados al drenaje urbano. Para identificar todas las realidades posibles de cada ciudad. Debido a que es de interés para solucionar problemas que se enfrenta la población en tiempos de lluvia.
2. Aplicar una búsqueda minuciosa y selección de información con el fin de seleccionar la fuente que respondan a la pregunta de investigación.
3. Respecto al presente título se la revisión sistemática, después de un análisis de la información es recomendable proponer propuestas de solución al drenaje convencional usado en Cajamarca, las cuales pueden ir implementando con los llamados Sistemas de Drenaje Sostenible.
4. Realizar estudios, investigaciones y simulaciones enfocados al drenaje urbano, teniendo en cuenta la realidad cajamarquina para determinar si existen propuestas de diseños que se puedan aplicar en la ciudad de Cajamarca.

## REFERENCIAS

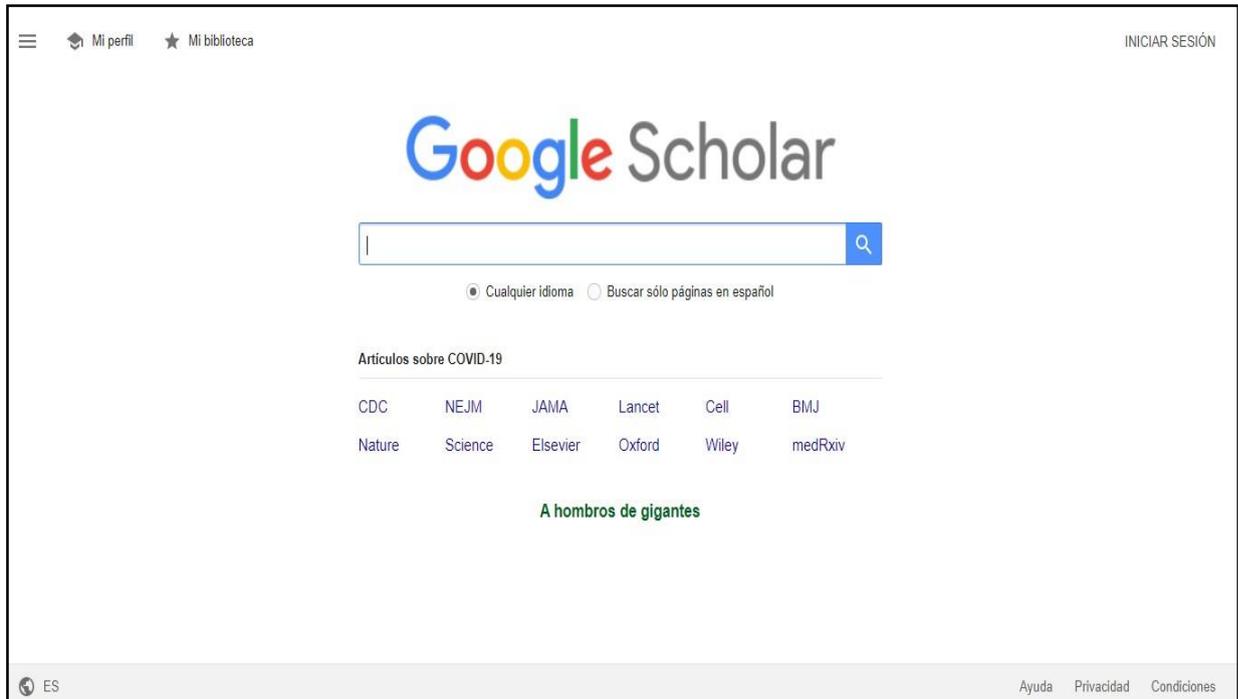
1. Ávila, H. (25 de Octubre de 2012). *Revista de ingeniería*. Obtenido de Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio: <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121025826010.pdf>
2. Ballaster Olmos , J., Peris García , P., Perales Momparler, S., Dómececln, I., & Escuder Bueno, I. (2015). Obtenido de [http://observatoriagua.uib.es/repositori/asoc\\_benaguasila.pdf](http://observatoriagua.uib.es/repositori/asoc_benaguasila.pdf)
3. Brahona Aazco, J. (2014). Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcib224a/doc/bmfcib224a.pdf>
4. Chávarry Rabanal , K. (14 de septiembre de 2018). *Repositorio Institucional UPN*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13942>
5. Definición. (2014). Obtenido de <https://definicion.de/repositorio/>
6. Dolz Ripollés , J., & Gómez , M. (1994). *Ingeniería del agua* . Obtenido de Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores: <https://iwaponline.com/IA/article/1/1/55/68130/ProblematICA-del-drenaje-de-aguas-pluviales-en>
7. El comercio. (13 de enero de 2015). Obtenido de El comercio - Cajamarca : <https://elcomercio.pe/peru/cajamarca/lluvia-cajamarca-causo-inundacion-mal-sistema-drenaje-323858-noticia/>
8. Fernández , B. (julio de 2004). *SciELO*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-69962004005700017](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962004005700017)
9. Gilberto , F., & Tejada Escalante , A. (2017). *Repositorio Universidad tecnológica de los Andes* . Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/57>
10. Gómez Valentín, M. (noviembre de 2007). *Flumen* . Obtenido de <http://www.hidrojing.com/wp-content/uploads/2014/04/Seminario-de-hidrolog%C3%ADa-urbana.pdf>
11. Lima Apaza, M., & Quispe Chipa, L. (2018). *Repositorio Institucional UNSA*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5784>
12. Marchena Ávila , D. (2012). *Repositorio Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11131>
13. Ocampo , C., Carvajal Escobar , Y., & Peña , L. (06 de Mayo de 2019). *Ingeniería y Competitividad* . Obtenido de Evaluación del sistema de drenaje urbano oriental de Cali ante escenarios de variabilidad climática apoyados en la simulación con el Modelo de Gestión de Aguas Pluviales: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30332019000200002&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30332019000200002&script=sci_arttext&lng=en)
14. Odite. (20 de mayo de 2019). *DIDACTALIA*. Obtenido de <http://odite.ciberespinal.org/comunidad/ODITE/recurso/que-es-google-academico-y-como-funciona/cda1750c-c19c-4f81-883e-e2f68ecc2e1d>

15. Perales Momparler, S., & Doménech, I. (2015). *Ovacen*. Obtenido de <https://ovacen.com/wp-content/uploads/2015/05/gestion-del-agua-en-el-planeamiento.pdf>
16. redalyc. (2020). Obtenido de <https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk00WCvd84KBX26vpg-meyKyH1DI2-Q%3A1590421443458&ei=w-fLXpLIG4DH5OUP8NatwAQ&q=Redalyc.org>
17. RPP. (29 de marzo de 2017). Obtenido de <https://rpp.pe/peru/ayacucho/sistema-de-drenaje-pluvial-evita-inundaciones-en-huamanga-noticia-1040294>
18. Sanhueza Ugarte. (2012). *Revista Ingeniería de Obras Civiles* . Obtenido de <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1963>
19. Scielo. (28 de Septiembre de 2018). Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/>
20. Soriano Martínez , L. (2012). *CONAMA*. Obtenido de <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama11/CT%202010/1891517529.pdf>
21. Thames Wader . (Enero de 2016). *Case Study - Delivering Flood* . Obtenido de <https://www.thameswater.co.uk/-/media/site-content/corporate-responsibility/pdfs/climate-change/0100tw-arp2-3-case-study--herne-hill.pdf>
22. Yana Garlarza, L. (2018). *Repositorio Nacional de Ingeniería*. Obtenido de [https://www.ina.gob.ar/congreso\\_hidraulica/resumenes/LADHI\\_2018\\_RE\\_139.pdf](https://www.ina.gob.ar/congreso_hidraulica/resumenes/LADHI_2018_RE_139.pdf)
23. Yañez Portal , E. (2015). *Repositorio Institucional UPN* . Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/4916?show=full>

## ANEXOS

## Anexo A: Herramienta virtual Google Académico

Figura N° 8: Buscador Google Académico



Fuente: Google Académico.

## Anexo B: Herramienta virtual Redalyc.org

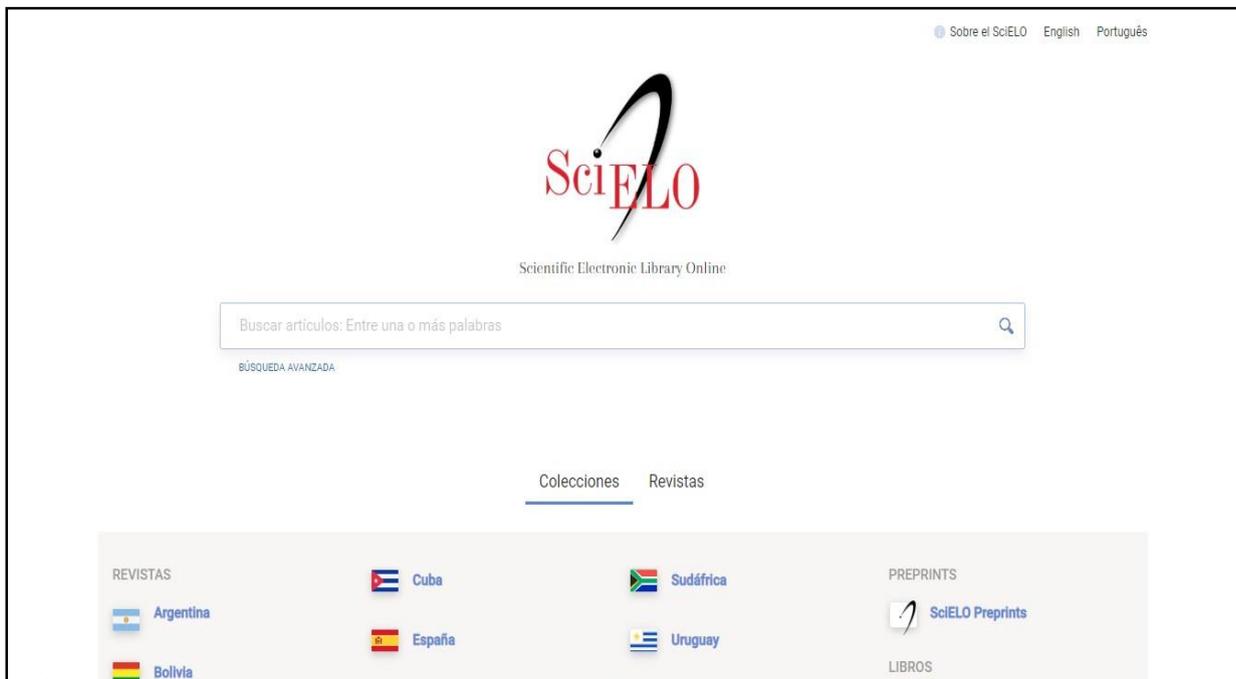
Figura N° 9: herramienta virtual Redalyc.org



Fuente: Redalyc.org

## Anexo C: Herramienta virtual Scielo

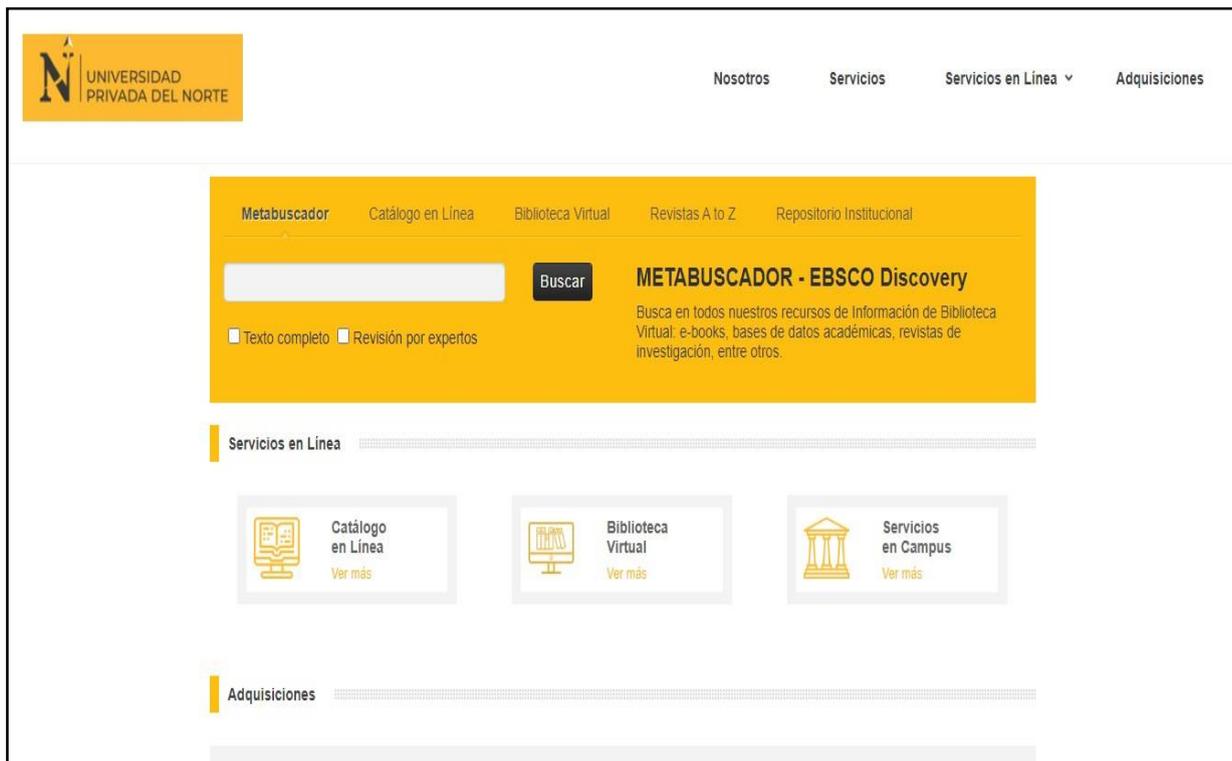
Figura N° 10: Herramienta virtual Scielo



*Fuente: Scielo.*

## Anexo D: Herramienta repositorio virtual UPN

Figura N° 11: Metabusador UPN



Fuente: Repositorio UPN

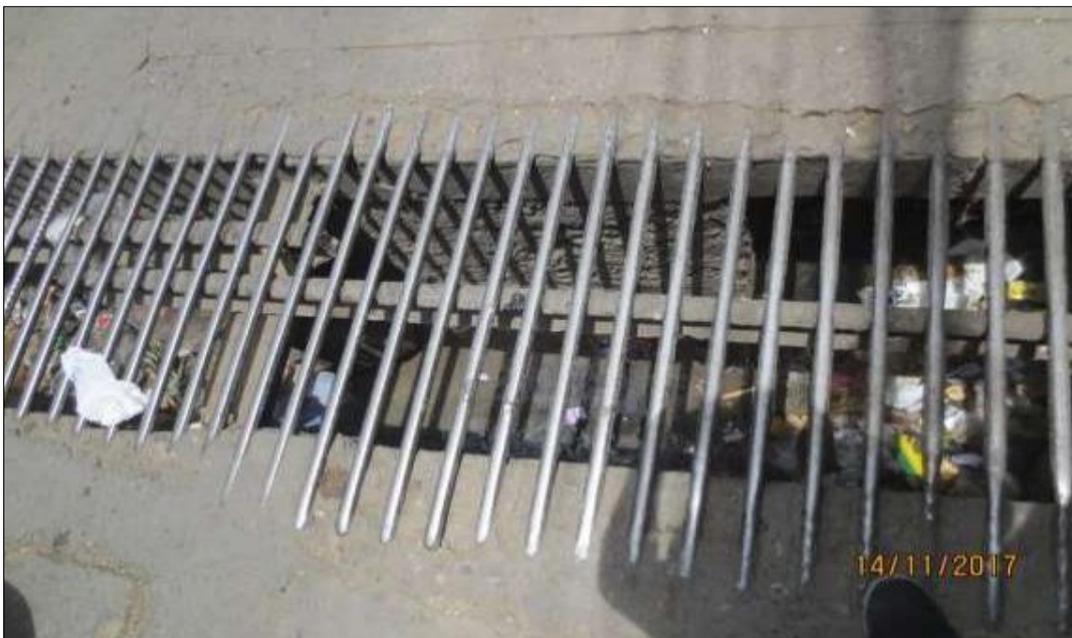
## Anexo E: Ubicación y estado del drenaje, ubicado en la zona monumental de Cajamarca

*Figura N° 12: Ubicación de la zona monumental de la ciudad de*



*Fuente: Municipalidad de Cajamarca, 2017*

*Figura N° 13: Sumideros llenos de basura en Jr. Apurímac*



*Fuente: (Chávarry Rabanal , 2018)*

*Figura N° 14: Estado de las cunetas en Jr. Tarapacá*



*Fuente: (Chávarry Rabanal , 2018)*

## Anexo F: Drenaje en Barcelona, España

*Figura N° 15: Cuneta filtrante. Sant Boi de Llobregat*



*Fuente: (Gómez Valentín, 2007)*

*Figura N° 16: Depósitos de infiltración*



*Fuente: (Gómez Valentín, 2007)*

## Anexo G: Manejo de agua de lluvias en Chile

Figura N° 18: Manejo del drenaje pluvial, mediante parques



Fuente: Google Fotos

Figura N° 17: Esquema del drenaje mediante parques o cuencas verdes



Fuente: Google fotos.

## **Anexo H: Drenaje en Valencia, España**

*Figura N° 19: Cunetas verdes en Valencia, España.*



*Fuente: Google Fotos.*

## Anexo I: Drenaje en Benaguasil.

Figura N° 20: Sistema de Drenaje Urbano en Benaguasil.



Fuente: (Ballaster Olmos , Peris García , Perales Momparler, Dómececln, & Escuder Bueno, 2015)

## *Anexo J: Drenaje pluvial en Huamanga, Ayacucho*

*Figura N° 21: Drenaje pluvial en Huamanga, Ayacucho.*



*Fuente: Google Fotos*

*Figura N° 22: Drenaje en Huamanga.*



*Fuente: Google fotos*