

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Revisión sistemática sobre la influencia e importancia de un sistema de drenaje pluvial en las ciudades, años 2017 a 2021

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

AUTOR

Lesly Tatiana Sanchez Zapata

ASESOR

Ronald Esteban Villanueva Maguiña

<https://orcid.org/0000-0002-3707-5503>

Chiclayo, 2022

Tesina

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	revistas.javeriana.edu.co Fuente de Internet	1%
7	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	blogdelagua.com Fuente de Internet	1%
9	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen	3
Abstract	4
Introducción	5
Marco teórico	8
Antecedentes	8
Bases teóricas	13
Metodología	16
Población y Muestra de estudio	16
Metodología, técnicas e instrumentos para la recolección de Información	17
Procesamiento del análisis de información	17
Resultados	19
Relación de estudios sobre la importancia de un diseño de drenaje pluvial en las ciudades ..	19
Análisis de los estudios	20
Resultados de las investigaciones	31
Conclusiones	33
Recomendaciones	34
Referencias	35
Anexos.....	38

Resumen

El crecimiento demográfico desordenado de la población y las deficientes gestiones políticas para el diseño de ciudades que hagan frente a eventualidades o desastres naturales generan daños socioeconómicos y deterioros a las infraestructuras. En épocas de lluvias, se generan dificultades por la escorrentía superficial que se descontrola y llega a inundar ciudades y pueblos, saturando los sistemas de drenaje sanitario y pluvial, llevándolos hasta el colapso. El estudio sobre la importancia y planificación del diseño de drenajes pluviales en las ciudades del Perú y del mundo, tiene como objetivo investigar artículos y tesis de nivel nacional e internacional, que ayuden y faciliten identificar los puntos ineficientes de las infraestructuras actuales, poder evaluar y comparar la necesidad del sistema de drenaje pluvial para combatir un panorama de fuertes lluvias y estimar una mejor postura de las ciudades del Perú a futuros siniestros ambientales. La metodología empleada para la presente revisión sistemática, tienen como finalidad una descripción básica que permita, mediante la búsqueda, sintetizar estudios y coordinar los conocimientos existentes de investigaciones anteriores registradas por profesionales; definidas entre los años 2017 y 2021, enfocados a la ingeniería y arquitectura urbana. Los resultados expuestos recalcan la importancia y necesidad del sistema, ya que el problema nace de infinidad de causas, se plantean similitudes para dar una respuesta frente a los requerimientos de las ciudades, las necesidades de la población y una mejor planificación urbanística.

Palabras Claves: Drenaje pluvial, sistema de alcantarillado, drenaje urbano, planificación urbanística.

Abstract

Unregulated population growth and deficient political management for the design of cities to cope with natural disasters or contingencies generate socioeconomic damage and deterioration of infrastructure. In rainy seasons, difficulties are generated by surface runoff that gets out of control and floods cities and towns, saturating the sanitary and storm drainage systems, leading to their collapse. The study on the importance and planning of storm drainage design in the cities of Peru and the world, aims to investigate articles and theses of national and international level, to help and facilitate the identification of inefficient points of the current infrastructure, to evaluate and compare the need for storm drainage system to combat a scenario of heavy rains and estimate a better position of the cities of Peru to future environmental disasters. The methodology used for the present systematic review, have as purpose a basic description that allows, through the search, to synthesize studies and coordinate the existing knowledge of previous researches registered by professionals; defined between the years 2017 and 2021, focused on urban engineering and architecture. The exposed results emphasize the importance and necessity of the system, since the problem is born from an infinity of causes, similarities are raised to give an answer in front of the requirements of the cities, the needs of the population and a better urban planning.

Keywords: Storm drainage, sewerage system, urban drainage, urban planning.

Introducción

A nivel mundial existe siempre concentración en grandes ciudades, demostrando la tendencia de la población a establecerse, incrementando las demandas de los servicios y productos, presentando siempre dificultades al ser administradas. La cantidad y calidad del agua es una de estas principales demandas. Con el desarrollo de las civilizaciones, se ha trabajado en las mejoras del tratamiento y saneamiento del agua, controlando su producción, abastecimiento y drenaje del recurso hídrico; así como también para prevenir y erradicar varias enfermedades, permitiendo el crecimiento demográfico de la población. [1]

Europa viene aplicando sistemas de drenaje para poder tener un aprovechamiento de las aguas provenientes de las lluvias y precipitaciones; este interés progresivo tiene como causa el precio alto que tiene el agua como un producto consumible. Los países europeos saben que necesitan nuevas medidas para aplicar tecnologías y programas que ayuden a administrar mejor sus recursos, que son cada vez más escasos. [2]

Asia que es un continente sumamente extenso, en algunos de sus países que lo conforman tiene una problemática de inundaciones y sequías. Sus áreas metropolitanas están enfrentando una escasez del recurso hídrico. Una de sus soluciones en la que están basándose para solucionarlo es aprovechar el agua proveniente de las lluvias. La escasez de agua ligado a un aumento de temperatura, está afectando la biodiversidad no solo en estas zonas, sino a lo largo de todo el planeta. [1]

En México existen zonas que carecen de una planificación en su urbanización, donde la construcción y diseños de sistemas de drenaje pluvial no están presentes en las gestiones locales, originando que estas localidades confronten problemas de inundaciones, traducéndose en pérdidas monetarias a la población, a instituciones públicas y también las privadas. [3]

En Latinoamérica existe un amplio desconocimiento sobre la aplicación de sistemas de drenaje pluvial y de aprovechamiento de las aguas provenientes de las precipitaciones. En la República de Venezuela, existe una gestión movilizadora por el Plan Estratégico Caracas 2020, donde se ha proyectado el progreso en la mejora de su sistema de drenaje pluvial, iniciando desde su planificación hasta la etapa de mantenimiento. Tratando de mantener de manera óptima y eficiente sus sistemas de aprovechamiento del recurso, la operación de las redes de suministro de agua potabilizada, manejo de sus fuentes, su traslado y movilización hasta las plantas de tratamiento, eficiente distribución de sus líneas de conducción y almacenamientos en los respectivos

reservorios. Esto es para darle mejores condiciones de vida a sus pobladores y una mejor gestión de recursos, así como también un mantenimiento y balance “verde” del medio ambiente. [4]

En la costa del Perú, en el pasado enero del año 2017, nuevamente aconteció el “fenómeno del Niño” causado por un calentamiento veloz de las aguas de la costa peruana, afectando poblaciones enteras desde la región de Ica hasta el norte, frontera con Ecuador. Las inundaciones ocasionadas por lluvias intensas, tormentas costeras y deslizamientos de tierra se mantuvieron durante varios meses provocando 162 pérdidas de vidas humanas y afectando a un aproximado de 1.5 millones de habitantes, sumado a esto la damnificación de cientos de miles de hogares en el Perú, dejando sin acceso a las zonas afectadas, ya que infinidad de comunidades y pueblos sufrieron daños en las infraestructuras de comunicación, de autopistas y carreteras, imposibilitando la ayuda que se necesitaba de manera urgente. [5]

La importancia de un sistema de drenaje pluvial se observa en un ambiente de alta intensidad de lluvias entre los meses de febrero y abril, causando estragos en la costa peruana y el norte del Perú se vuelve intransitable para personas y vehículos. Cada vez es más frecuentes y costoso enfrentar este tipo de fenómeno natural, teniendo grandes daños y pérdidas por la carencia de este sistema.

El problema radica en que la sociedad y los ingenieros están enfrentado desafíos de sanidad y de un deficiente suministro de infraestructuras necesarias e importantes para el manejo y gestión de los recursos hídricos, sin tener a la mano tecnologías sostenibles. Frente a esta problemática se cuestiona la importancia de un sistema de drenaje Pluvial en las ciudades, donde se necesitan medios que hagan frente a las posibles inundaciones debido a las lluvias intensas que acontecen cada 3 o 7 años en el Perú. [6]

Para ello, se plantea como objetivo general analizar y recalcar la necesidad de considerar este Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial; identificando las carencias en las infraestructuras de las ciudades, para contribuir en el desarrollo de la población en el Perú. Asimismo, se ha establecido: identificar los puntos ineficientes de las infraestructuras actuales con respecto al drenaje pluvial, evaluar y comparar la eficacia que tendría un nuevo diseño incluyendo este sistema y dar un panorama teórico de cuál sería la postura de la ciudad del Perú frente a las futuras inundaciones y siniestros ambientales.

Se justifica esta investigación con los siguientes aspectos: Técnicamente se necesita nuevas y mejores infraestructuras a lo largo del país para hacerle frente a las adversidades naturales que

pueden acontecer y damnificar a las poblaciones. Económicamente, al desarrollar y gestionar nuevas infraestructuras, se espera que se reduzcan los daños y pérdidas socioeconómicas en los distintos lugares que pueden verse afectados. Ambientalmente se espera tener un mejor manejo del recurso hídrico proveniente de las aguas de lluvias y precipitaciones, evitando las inundaciones y destrucciones de hábitats necesarias en nuestro ecosistema, así como proliferación de enfermedades. Socialmente, darle una mejora de infraestructura a nuestras ciudades para ofrecerles a sus pobladores una mejor calidad de vida y que cuenten con todas las herramientas para hacer frente ante las eventualidades. [7]

Marco teórico

Antecedentes

A Nivel Internacional

En el año 2019 los investigadores U. Ngamalieu et al. [8], según su investigación “Optimización multiobjetivo para drenaje Pluvial urbano o Rehabilitación de Redes de Alcantarillado a través de Tuberías Instalación de tanques de sustitución y almacenamiento”, parten de la idea de que se ha relacionado las inundaciones provocadas por intensas lluvias con los costos que se tienen para cubrir los daños ocasionados por estas, teniendo como objetivo dar una solución novedosa combinando una mejora del drenaje pluvial en la ciudad de Bogotá, en un nuevo sistema a base de tuberías de mayor diámetro y tanques de almacenamiento. Como resultado obtuvieron un conjunto de soluciones eficientes para ser implementadas por los municipios encargados de las gestiones y decisiones, presentando un algoritmo de optimización multiobjetivo que se basa en el software NSGA-II para la rehabilitación de las redes de drenaje pluvial. Este Software tiene en cuenta las limitaciones del presupuesto y ofrece alternativas de solución, permitiendo alcanzar los objetivos frente a la realidad económica disponible. Concluyendo que, con un mayor número de inversiones en las infraestructuras de sistemas de drenaje pluvial, reduce los costos que se tendría frente a daños ocasionados por inundaciones, radicando así su importancia. Es necesario evaluar los presupuestos que tienen los distritos en nuestro país y dar soluciones factibles frente a nuestras necesidades.

En el año 2019 se realizó una investigación por N. Jia et al. [9] titulada “Efectos de las formas urbanas en los sistemas de drenaje separados: Una perspectiva de ciudad virtual” donde se plantea como objetivo estudiar y desarrollar un modelo integrado de una nueva ciudad-drenaje que separa los sistemas de aguas residuales y aguas pluviales. Sus resultados muestran que las estructuras de drenaje en las ciudades desempeñan un rol sumamente importante en las siguientes dimensiones: la eficacia y la adaptabilidad de los sistemas de drenaje de aguas pluviales funcionando aparte de los sistemas de aguas residuales. El aumento de las lluvias llega a colapsar un drenaje de aguas

residuales aumentándole y sobrepasando los caudales de diseño, e incrementando las arenas en las tuberías. Concluyendo que la planificación urbana, tanto en zonas construidas como en las que se están proyectando, debe inspirarse en una correcta planificación y separar ambos sistemas. Críticamente, este estudio puede ser de utilidad para proyectar ciudades virtuales, ya que se basa en una serie de modelamientos y suposiciones. Las ciudades y los sistemas de drenaje urbano son diversos y mucho más complejos, y en la realidad cualquier aproximación realizada o modelo cartográfico no llega a ser del todo “correcto”.

Según investigaciones realizadas en el año 2018 por Q. Zhou et al. [10] donde titulan su informe “Comparación de los impactos de la urbanización y el cambio climático en los volúmenes de inundaciones urbanas: importancia de la planificación urbana y la adaptación del drenaje” tuvieron como objetivo evaluar el papel trascendente que tiene el drenaje pluvial a nivel urbano en la mitigación de los volúmenes de agua producidas por inundaciones en una ciudad al norte de China, basando su estudio en las consecuencias del cambio climático, las intensas lluvias y cómo reaccionan los sistemas actuales de drenaje frente a estas adversidades. Sus resultados indicaron que no se ha realizado una mejora y actualización del drenaje pluvial entre el periodo de 1987 y 2010 quedando obsoletos los sistemas de drenaje pluvial actuales, observando que las urbanizaciones estudiadas han provocado crecimientos en las escorrentías superficiales de entre 208% a 413% por no contar con la infraestructura necesaria, pudiendo ser mejorada en función a un mejor rendimiento del Sistema de drenaje pluvial a lo largo de esta ciudad. Esto indica que la capacidad que tiene el drenaje en el transporte es limitada, y si se diera el caso de inundaciones, dejaría desprovista una ciudad con daños económicos a las infraestructuras actuales. Concluyeron mediante simulaciones y modelos para diferentes periodos de tiempo, que sus resultados manifiestan la importancia y necesidad para la implementación y mantenimiento de un sistema de drenaje pluvial urbano para poder afrontar los cambio y riesgos de las inundaciones.

En Bogotá, se realizó una investigación en el año 2019 por E. Villegas et al. [11] que fue titulada “Gestión estratégica del recurso pluvial urbano: condición actual en Colombia” en la cual se menciona que como objetivo principal se tiene la necesidad de

mejorar los sistemas de drenaje pluvial, crear nuevos patrones para la gestión del recurso proveniente de aguas pluviales, el cuál debe dejar atrás y poder superar eficientemente el tradicional sumidero y las tuberías subterráneas que al día de hoy se presentan obsoletas y algunas incluso inoperantes. Como resultado, indican que el problema está en los sistemas de drenaje actuales, ya que no se pueden actualizar o adecuar, ni mucho menos ensanchar y reemplazar a medida que la población y su demografía sigue incrementando. Concluyendo que los sistemas actuales crean ciudades vulnerables, que incluso, frente a siniestros de poca magnitud, ya sea el caso de una tormenta o lluvia prolongada, se ven perjudicadas con colapsos urbanos y catástrofes, como consecuencias perniciosas para la población, su economía y la infraestructura de la ciudad.

A Nivel Nacional

En el Norte del Perú, en el año 2018 M. Hernández [12] realizó la investigación “Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la Ciudad de Piura” donde analizaron la importancia de aplicar este sistema de evacuación de aguas provenientes de precipitaciones para proponer un drenaje eficiente que cumpla con las exigencias en dicha urbanización, y pueda recolectar, transportar y evacuar las aguas pluviales durante un fenómeno de lluvias intensas. Con la finalidad de reducir la escorrentía en un nivel más idóneo de acuerdo a la normativa que se da en sectores urbanos y como consecuencia facilitar un adecuado tránsito peatonal y vehicular. Como resultado primero demostraron mediante un cálculo de escorrentía y su flujo, aplicando métodos racionales, que el sistema actual es deficiente porque solo cuenta con alcantarillado sanitario, sin la capacidad trasladar mayores cantidades de aguas pluviales durante las lluvias. Gracias a esto pudieron plantear su diseño de drenaje pluvial cumpliendo con la normativa donde indica poder evacuar hasta 3 m³/s de caudal proveniente de lluvias, que son recepcionadas por estructuras hidráulicas estratégicamente colocadas; evitando las inundaciones en la zona. Concluyen que la importancia de su diseño trae un beneficio a nivel ambiental en sus habitantes, ya que pueden estar libres de muchos tipos de transmisiones y enfermedades originadas por

mosquitos que proliferan en la acumulación de aguas pluviales debido a la materia orgánica y al colapso de desagües.

En la Región de San Martín, J. Gamboa & E. Chuquilin [13] realizaron en el año 2019 la investigación “Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín” donde de acuerdo a la necesidad, su objetivo fue proponer y diseñar un nuevo sistema hidráulico y estructural de drenaje que contemple la capacidad eficiente de evacuar aguas pluviales.

Sus resultados les facilitaron calcular la Intensidad Máxima de Lluvia, pudiendo estimar el caudal máximo de escurrimiento necesario para evacuar cada tramo proyectado en su nuevo sistema, cumpliendo con dirigir todo el caudal posible de aguas provenientes de lluvias y encausarlo hasta llegar a los respectivos receptores. Concluyen que es importante diseñar e independizar los sistemas de aguas sanitarias y aguas pluviales para que funcionen mejor frente a las inundaciones, así se evitará condiciones de insalubridad, ofreciendo seguridad a la población.

La investigadora L. Chambi en el año 2018 [14] realizó el “Análisis y diseño de la red de alcantarillado y drenaje pluvial en el distrito de Alto Selva Alegre “El Mirador” provincia de Arequipa mediante el programa SWMM 5.1” donde su objetivo fue modelar, mediante un previo análisis, la simulación y evaluación de proponer alternativas de solución frente a la necesidad e importancia de una red de alcantarillado y drenaje pluvial en dicho sector. Primero radican la importancia de su estudio partiendo de que el 100% de las viviendas en el sector cuentan con drenaje sanitario y el 0% cuenta con drenaje pluvial originado que el agua acumulada generada en épocas de lluvias intensas, escurra hacia sectores más bajos dirigido hacia centro poblados originando daños en las infraestructuras, problemas de salud y economía en toda esta población. El resultado de su diseño cumple con los lineamientos de la Norma OS-060 [15] y la Norma OS-070 [16] donde se indica que toda habilitación que sea nueva y esté ubicada en sectores donde se manifiestan lluvias mayores a los 10mm en un lapso de 24 horas, deben contemplar de manera indispensable un sistema eficiente de alcantarillado pluvial. Concluyen que la importancia del sistema reside en disminuir el

volumen de agua y su escorrentía no solo en el distrito estudiado, sino también en los alrededores de la ciudad, evitando el paro de las actividades socioeconómicas debido a los deterioros en las infraestructuras y en las superficies de rodadura de las pistas, ocasionados por las precipitaciones intensas.

En el año 2018, los investigadores J. Peña & A. Rocha [17] plantearon la investigación “Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Pasaje Anturio Urbanización Palmira, Independencia Huaraz 2018” proclamando como objetivo primero diagnosticar el comportamiento de agua pluvial y el diseño actual del sistema de drenaje pluvial, y según las solicitudes elaborar estudios y diseñar una mejora. Como resultado pudieron facilitar un sistema óptimo de evacuación de aguas pluviales asumiendo un borde libre de aproximadamente 30 cm y un tirante normal de 0.60 m, dando una altura del alcantarillado, con finalidad pluvial, de 0.36 m; estimándolo en 0.50m por cuestiones constructivas. Concluyendo que la mejora debe ser traída por la población de la Municipalidad distrital de Independencia, exigiendo las gestiones respectivas para concretar el proyecto.

A Nivel Local

En el año 2017, los investigadores A. Delgado & D. Gonzales [18] en su investigación titulada “Diseño de un drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017”, tienen como objetivo evitar problemas de contaminación producto de las inundaciones causadas por lluvias intensas, y dificultar la saturación excesiva de las alcantarillas de drenaje sanitario para poder ofrecer una mejora en la calidad de vida de todos los pobladores en esta ciudad. El resultado de su diseño de drenaje pluvial está constituido por 26,970 m de canaletas con las dimensiones de 0.20m hasta 0.30m del ancho efectivo y 0.10m a 0.40m de altura; mostrándose favorable para cumplir las solicitudes necesarias que necesita la ciudad en cuanto al manejo de las aguas residuales y cumpliendo con los manejos pertinentes del medio ambiente, con el fin de evitar más daños a éste.

En la ciudad de Chiclayo, en el año 2019 se ha realizado la investigación por A. Izquierdo & J. Zeña [19] titulada “Diseño del drenaje pluvial urbano en la zona urbana del distrito de Santa Cruz” para el departamento de Cajamarca. Donde uno de sus principales objetivos son proporcionar un diseño óptimo de una nueva red de drenaje que contemple la evacuación de aguas pluviales y que cumpla con los requerimientos mínimos de seguridad que facilita el Reglamento Nacional de Edificaciones [20]. Como resultado creyeron conveniente terminar la evacuación de las aguas producidas por intensas precipitaciones, diseñando canales de salida por cada vertiente que se tiene, definido en una Base de 30cm y una Altura de 50cm con un tirante de diseño de 27cm, cada canal ubicado estratégicamente. Concluyendo en poder facilitar un diseño eficiente basado en un presupuesto total de s/.4'515,593.23 nuevos soles, con acciones que responden a las necesidades y condiciones medioambientales teniendo una importante magnitud en la zona de lo proyectado.

Bases teóricas

Normativas que rigen el Diseño

Como todo proyecto de infraestructuras, los diseños de sistemas de drenaje pluvial urbano se guían bajo disposiciones legales dispuestos por cada país. Para el Perú, se debe tener consideración de los siguientes reglamentos:

- Norma Técnica Peruana OS 060 [15]
- Código Sanitario del Perú, promulgado por el Decreto de Ley N° 17505
- Reglamento Nacional de Ley de Recursos hídricos, promulgado por el Decreto de Ley N° 29338
- Ley General del Drenaje Pluvial, promulgada por el Decreto de Ley N° 1356
- Norma Técnica Peruana OS 100 “Infraestructuras Sanitarias para Poblaciones Urbanas”
- Norma Técnica Peruana IS 100 “Instalaciones Sanitarias para Edificaciones”

Alcantarillas

Se define como alcantarilla a todo el sistema que incluye tuberías y redes de estructuras hidráulicas que asisten a un rápido flujo y transporte de las aguas industriales, residuales y pluviales desde donde se originan hasta su disposición final. [21]

El sistema de alcantarillado trabaja por el efecto de la gravedad, producto de la pendiente que se contempló en el diseño. [22]

Alcantarillado Pluvial

Constituido por una red de estructuras de concreto, que según su geometría cuenta con variaciones en sus secciones, ya que puede diseñarse de diferentes formas como cuadradas, circulares, rectangulares o trapezoidales. [23]

Dichas estructuras conducen las escorrentías de una ciudad provenientes de las lluvias y precipitaciones. Necesario cuando los lugares frecuentan altos volúmenes de lluvias fuertes por periodos importantes de tiempo, otorgando una evacuación eficiente de aguas pluviales y prevén su dirección hacia los sistemas de drenaje sanitario. [24]

Aguas Pluviales

Son las aguas provenientes de precipitaciones pluviales, originadas por nubes formadas en el mar y son medidas en lt/s; sus intensidades pueden ser moderadas, bajas, altas y torrenciales. Cuando las precipitaciones son torrenciales tienden a descargar grandes cantidades de agua sobre la superficie del suelo y generalmente arrastran tierra, hojas, arenas, basura y otros desechos. [25]

Cuando no se dispone de un sistema de drenaje pluvial, existen problemas con las aguas que llegan a ingresar a las edificaciones, viviendas y casas, ocasionando malestares a la población e incluso pérdidas económicas, radicando la importancia de controlar las aguas pluviales. [22]

Alcantarillado pluvial urbano

Son los Sistemas construidos y colocados estratégicamente en las ciudades que tienen la función de captar eficientemente y redirigir las aguas provenientes de lluvias, su objetivo es que puedan evacuar estas aguas de las ciudades, alejándolas de las edificaciones para evitar los colapsos en las estructuras y minimizar los daños que

puedan causar en el entorno urbano. Es por eso que estas estructuras deben dar seguridad y facilitar un desarrollo natural en la vida de los usuarios en las principales calles y avenidas, asegurando la libre transitabilidad de los vehículos y pobladores durante los periodos de lluvia. [21]

Sistema de drenaje pluvial

Conjunto de estructuras conformado por los resumideros, los colectores y pozos, generalmente contruidos con concreto; que permiten el libre flujo de las aguas provenientes de precipitaciones para impedir que surjan inundaciones en las propiedades, edificaciones y en las vías de comunicación. [26]

Componentes Principales de un sistema de Drenaje pluvial típico

De acuerdo con Pérez [27], los sistemas de drenaje pluvial se subdividen en:

- Captación: se consideran los sumideros, o las conexiones que en el domicilio captan el agua proveniente d ellos techos y de los patios.
- Conducción: disponen de las aguas pluviales que han sido previamente recolectadas con dirección a su disposición final.
- Conexión y mantenimiento: su función es facilitar el mantenimiento de las alcantarillas. Contribuyen también con las conexiones de varios tramos de la red.
- Vertederos: son las estructuras donde se dispondrá finalmente las aguas pluviales, asegurando una libre descarga del sistema sin obstáculos.

Diseño de un sistema de drenaje pluvial

El agua que no llega a ser filtrada por el suelo, tiende a escurrir por las calles y pistas hacia las partes mas bajas, esto debido a un efecto de gravedad, donde se espera que sean conducidas hacia arroyos naturales y evitar su acumulación. [28]

Se necesita conocimientos de ingeniería enfocados a implicar la eficiencia y economía en el diseño de estructuras. Existen métodos sistemáticos que requieren una data para dar concepción al sistema de alcantarillado, partiendo de un calculo sobre las cantidades de lluvia y precipitaciones, que ayuda a determinar la geometría de la red,

así como el perfil, el posible trazo en planta, los diámetros y cada una de las pendientes necesarias. [18]

Metodología

Esta investigación corresponde a un estudio de revisión sistemática de trabajos previos realizados y de literatura científica; tiene como finalidad analizar mediante una búsqueda, sintetizar estudios y coordinar los conocimientos existentes de las investigaciones registradas por profesionales, generalizando un modelo a partir de estas nociones, que aplique al ciclo entero de la presente investigación, respondiendo el problema planteado: cuestionar la importancia de un sistema de drenaje pluvial en las ciudades del Perú, ¿cuáles son los puntos ineficientes de las infraestructuras actuales con respecto al drenaje pluvial?, ¿cuál sería la eficacia que tendría una nueva ciudad en el Perú diseñada incluyendo este sistema? ¿cuál sería la postura de las ciudades del Perú frente a las futuras inundaciones y siniestros ambientales? Para responder estas dudas se necesita una búsqueda de información reveladora que sirva como criterio que sustente los drenajes pluviales.

Se considera una investigación básica y recopilatoria.

Población y Muestra de estudio

Población

Como población se considera las investigaciones realizadas con anterioridad que evaluaron la importancia de un estudio sobre el diseño de drenaje pluvial en las ciudades del Perú y del mundo. Incluyendo artículos científicos y tesis que hayan sido realizadas en los últimos 04 años.

Muestra

Se consideraron 10 Artículos Científicos y/o Tesis desarrolladas en el Perú y el mundo en un contexto de los últimos 4 años.

Metodología, técnicas e instrumentos para la recolección de Información

TABLA 1

Método de recopilación de Datos

Técnica	Instrumento	Elemento de la Población
Análisis de la Documentación	Ficha para el Análisis Verificar Anexos N° 01	Artículos Científicos y Tesis

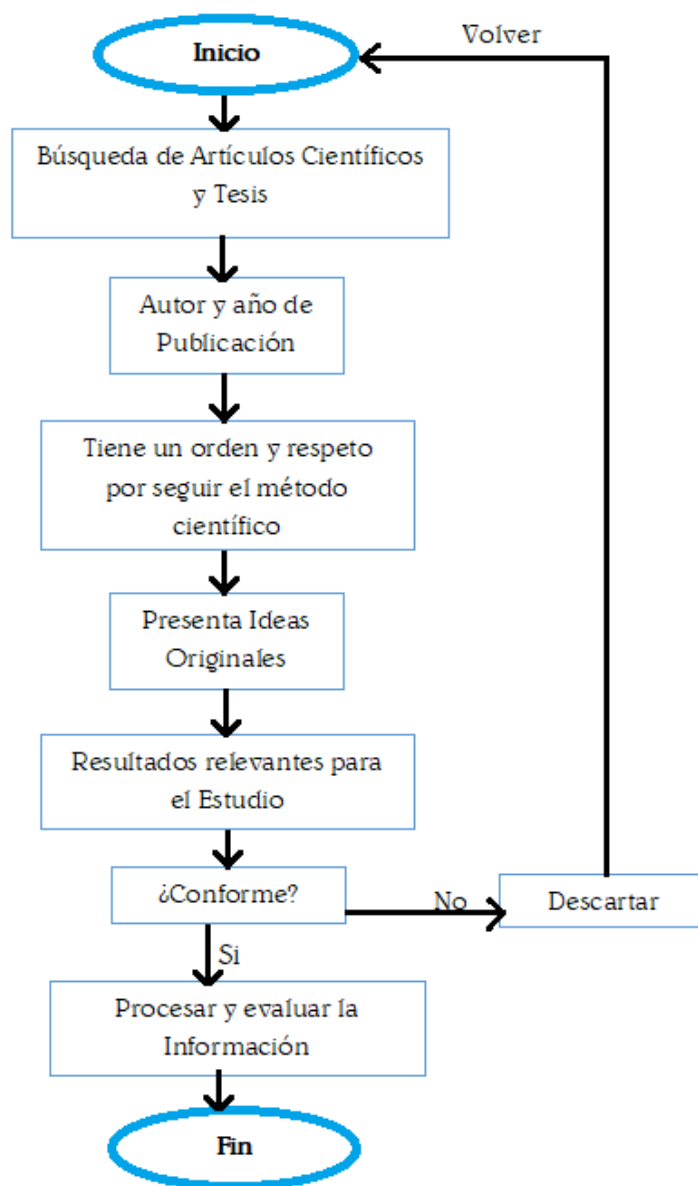
Nota: Elaboración propia

Procesamiento del análisis de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva de la información necesaria con respecto a artículos científicos y tesis en diferentes bases de revistas y repositorios estudiantiles, así como otras fuentes educativas que facilitan información. Se consiguió seleccionar la información mediante el instrumento correspondiente a la ficha para el análisis, el cual brinda la siguiente evaluación: la metodología que se utiliza en la investigación, el año de su publicación y los resultados obtenidos.

Figura 1

Flujograma de los criterios para elegir una investigación



Nota: Elaboración Propia

Resultados

Las siguientes 10 investigaciones revisadas exponen la importancia, la situación actual y la necesidad de los sistemas de drenaje pluvial en las ciudades del Perú y del mundo; han sido recopiladas por etapas de selección donde se ha considerado que los autores sigan los pasos del método científico para la resolución de artículos científicos y tesis, que sean originales en sus ideas, detallen la metodología empleada y finalicen respondiendo sus objetivos propios planteados dando resultados que sean relevantes a la presente revisión sistemática.

Relación de estudios sobre la importancia de un diseño de drenaje pluvial en las ciudades

TABLA 2

Tabla de la relación entre los artículos científicos y tesis con respecto a su año de publicación y la fuente de obtención

N^o	Tipo	Autor	Título	Lugar	Base de Datos	Año
01	Artículo Científico	U. Ngamalieu, J. Martínez, P. Iglesias y D. Mora	Optimización multiobjetivo para drenaje Pluvial urbano o Rehabilitación de Redes de Alcantarillado a través de Tuberías Instalación de tanques de sustitución y almacenamiento	Curicó, Chile	ResearchGate	2019
02	Artículo Científico	N. Jia, R. Sitzenfrei, W. Rauch, S. Liang y Y. Liu	Efectos de las formas urbanas en los sistemas de drenaje separados: Una perspectiva de ciudad virtual	Beijing, China	MDPI - Publisher of Open Access Journals	2019
03	Artículo Científico	Q. Zhou, G. Leng, J. . Su y Y. Ren	Comparación de los impactos de la urbanización y el cambio climático en los volúmenes de inundaciones urbanas: importancia de la planificación urbana y la adaptación del drenaje	Pekín, China	ScienceDirect	2019
04	Artículo Científico	E. Villegas, G. Sandoval, E. Casas, O. Cortés y L. Molina	Gestión estratégica del recurso pluvial urbano: condición actual en Colombia	Bogotá, Colombia	Revista Javeriana	2019
05	Tesis de Pregrado	Manuel Hernandez	Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la Ciudad de Piura	Piura, Perú	Repositorio de la Universidad Privada de Piura	2018
06	Tesis de Pregrado	Gamboá, James;	Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado	San Martín, Perú	Repositorio de la Universidad	2019

		Chuquilin, Elvin	pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín		Nacional de San Martín	
07	Tesis de Pregrado	Luisa Chambi	Análisis y diseño de la red de alcantarillado y drenaje pluvial en el distrito de Alto Selva Alegre “El Mirador” Provincia de Arequipa, mediante el programa SWMM 5.1	Arequipa, Perú	Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín	2018
08	Tesis de Pregrado	A. Delgado & D. Gonzales	Diseño de un drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape	Lambayeque, Chiclayo	Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	2017
09	Tesis de Pregrado	J. Peña & A. Rocha	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Pasaje Anturio Urbanización Palmira	Huaraz, Perú	Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo	2018
10	Tesis de Pregrado	A. Izquierdo & J. Zeña	Diseño del drenaje pluvial urbano en la zona urbana del distrito de Santa Cruz	Lambayeque, Perú	Repositorio de la Universidad Señor de Sipán	2019

Nota: Elaboración propia

Análisis de los estudios

Para realizar un análisis y estudio global de las investigaciones recopiladas, se optó primero por llenar las fichas de análisis para resumir lo más importante plasmado por cada autor.

Análisis de las investigaciones realizadas en los últimos 4 años.

TABLA 3
Investigación N° 01

Título	Comparación de los impactos de la urbanización y el cambio climático en los volúmenes de inundaciones urbanas: importancia de la planificación urbana y la adaptación del drenaje [9]
Institución	School of Civil and Transportation Engineering, Guangdong University of Technology
Lugar y Fecha	Pekín, China 2019
Autores	Zhou, Qianqian ; Leng, Guoyong; Su, Jiongheng
Objetivos	Una mejor gestión de las inundaciones urbanas, generalmente mediante la mejora de los sistemas de drenaje y su importancia
Problema investigado	la afección de las lluvias, directamente la escorrentía superficial, la frecuencia y magnitud de las inundaciones. La capacidad de las ciudades para hacer frente a las precipitaciones intensas.
Solución y respuesta	Al notar que la capacidad que tiene el drenaje en el transporte es limitada, ofrecen una mejor gestión de las inundaciones urbanas en la mejora de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial
Conclusión	es esencial incorporar el papel del sistema de drenaje pluvial en la evaluación de las condiciones cambiantes de las inundaciones urbanas en el contexto del cambio climático y la urbanización

Nota: Elaboración Propia

TABLA 4
Investigación N° 02

Título	
Optimización multiobjetivo para drenaje Pluvial urbano o Rehabilitación de Redes de Alcantarillado a través de Tuberías Instalación de tanques de sustitución y almacenamiento [7]	
Institución	Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca
Lugar y Fecha	Curicó, Chile
Autores	Ngamalieu, Ulrich; Martínez, Javier; Iglesias, Pedro; Mora, Daniel
Objetivos	Implementar medidas efectivas para asegurar que las ciudades estén preparadas para afrontar lluvias de gran intensidad
Problema investigado	Falta de interés en la implementación de sistemas de drenajes en las ciudades
Solución y respuesta	Propone un algoritmo de optimización multiobjetivo basado en el NSGA-II para la rehabilitación de redes de drenaje urbano mediante la sustitución de tuberías y la instalación de tanques de almacenamiento
Conclusión	Es sumamente importante la implementación de sistemas de drenaje pluvial en las ciudades, pero la decisión de solucionarlo depende de varios factores: disponibilidad presupuestaria, nivel de riesgo y normativa administrativa,

Nota: Elaboración Propia

TABLA 5
Investigación N° 03

Título	Efectos de las formas urbanas en los sistemas de drenaje separados: Una perspectiva de ciudad virtual [8]
Institución	School of Environment, Tsinghua University
Lugar y Fecha	Beijing, China
Autores	Jia, Ning ; Sitzenfrei, Robert ; Rauch, Wolfgang ; Liang , Shan ; Liu, Yi
Objetivos	Implementar medidas efectivas para asegurar que las ciudades estén preparadas para afrontar lluvias de gran intensidad
Problema investigado	viabilidad económica, la eficacia y la adaptabilidad de los sistemas de drenaje pluvial
Solución y respuesta	Resuelven mediante simulaciones de sistemas de drenaje pluvial el cumplimiento de sus objetivos, facilitando una mejor respuesta de las ciudades al norte de china, reduciendo la escorrentia que se acumula y afecta a los pobladores durante epoca de lluvias
Conclusión	La utilidad de las ciudades virtuales, se basa en una serie de supuestos. Mientras que las ciudades y los sistemas de drenaje urbano son complejos y diversos en realidad, cualquier aproximación o modelo de mapeo no puede ser del todo "correcto"

Nota: Elaboración Propia

TABLA 6
Investigación N° 04

Título	Gestión estratégica del recurso pluvial urbano: condición actual en Colombia [10]
Institución	Fundación Universidad de América
Lugar y Fecha	Bogotá, Colombia 2019
Autores	Villegas, Ernesto ; Sandoval, Gustavo; Casas, Elvia ; Cortés, Oscar; Molina, Luis
Objetivos	Aportar beneficios técnicos y económicos tanto a la ciudad como a los ciudadanos. Proporcionar un análisis comparativo de las normas/regulaciones urbanas en cinco países europeos y las actualmente vigentes en Colombia, y el factor principal a considerar al diseñar arquitecturas sensibles al diseño pluvial
Problema investigado	Las condiciones actuales que definen la gestión del recurso hídrico urbano de lluvia en Colombia. La falta y necesidad de diseñar futuras ciudades incluyendo sistemas de diseño pluvial urbano
Solución y respuesta	Las edificaciones deben responder de manera eficiente y responsable a la gestión del recurso pluvial, y para ello se requiere que durante el proceso de diseño, los arquitectos tengan en cuenta los sistemas de captación, almacenamiento, distribución y aprovechamiento de las aguas lluvias.
Conclusión	En Colombia existen malas políticas públicas teniendo en cuenta el agua de lluvia. Asimismo, en los esfuerzos de planificación aún no existe ningún proyecto que integre el agua de lluvia como parte del diseño urbano o del paisaje urbano en las ciudades colombianas contemporáneas

Nota: Elaboración Propia

TABLA 7
Investigación N° 05

Título	Diseño de drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura [11]
Institución	Universidad de Piura
Lugar y Fecha	Piura, Perú 2018
Autores	Hernández, Manuel
Objetivos	Analizar la importancia de aplicar este sistema de evacuación de aguas provenientes de precipitaciones para proponer un drenaje eficiente que cumpla con las exigencias en dicha urbanización, y pueda recolectar, transportar y evacuar las aguas pluviales durante un fenómeno de lluvias intensas
Problema investigado	Reducir la escorrentía en un nivel más idóneo de acuerdo a la normativa que se da en sectores urbanos que perjudica y no facilita un adecuado tránsito peatonal y vehicular
Solución y respuesta	Plantear un diseño de drenaje pluvial cumpliendo con la normativa donde indica poder evacuar hasta 3 m ³ /s de caudal proveniente de lluvias, que son recepcionadas por estructuras hidráulicas estratégicamente colocadas; evitando las inundaciones en la zona
Conclusión	Concluyen que la importancia de su diseño trae un beneficio a nivel ambiental en sus habitantes, ya que pueden estar libres de muchos tipos de transmisiones y enfermedades originadas por mosquitos que proliferan en la acumulación de aguas pluviales debido a la materia orgánica y al colapso de desagües.

Nota: Elaboración Propia

TABLA 8
Investigación N° 06

Título	Diseño del Drenaje pluvial Urbano de la zona Urbana del distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, 2017 [18]
Institución	Universidad Señor de Sipán
Lugar y Fecha	Lambayeque, Perú 2017
Autores	Izquierdo, Anderson; Zeña, Junior
Objetivos	Proporcionar un diseño óptimo de una nueva red de drenaje que contemple la evacuación de aguas pluviales y que cumpla con los requerimientos mínimos de seguridad que facilita el Reglamento Nacional de Edificaciones
Problema investigado	Falta de drenaje pluvial proyectado y estimado para la ciudad de Santa Cruz
Solución y respuesta	terminar la evacuación de las aguas producidas por intensas precipitaciones, diseñando canales de salida por cada vertiente que se tiene, definido en una Base de 30cm y una Altura de 50cm con un tirante de diseño de 27cm, cada canal ubicado estratégicamente
Conclusión	facilitar un diseño eficiente basado en un presupuesto total de s/.4'515,593.23 nuevos soles, con acciones que responden a las necesidades y condiciones medioambientales teniendo una importante magnitud en la zona de lo proyectado

Nota: Elaboración Propia

TABLA 9
Investigación N° 07

Título	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Pasaje Anturio Urbanización Palmira, Independencia Huaraz 2018 [16]
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Lugar y Fecha	Huaráz, Perú 208
Autores	Peña, Jimmy; Rocha, Alfredo
Objetivos	diagnosticar el comportamiento de agua pluvial y el diseño actual del sistema de drenaje pluvial, y según las solicitudes elaborar estudios y diseñar una mejora
Problema investigado	Estructuras insuficientes para hacer frente a lluvias intensas productos de precipitaciones que duran largos periodos de tiempo
Solución y respuesta	podieron facilitar un sistema óptimo de evacuación de aguas pluviales asumiendo un borde libre de aproximadamente 30 cm y un tirante normal de 0.60 m, dando una altura del alcantarillado, con finalidad pluvial, de 0.36 m; estimándolo en 0.50m por cuestiones constructivas
Conclusión	la mejora debe ser traída por la población de la Municipalidad distrital de Independencia, exigiendo las gestiones respectivas para concretar el proyecto

Nota: Elaboración Propia

TABLA 10
Investigación N° 08

Título	Análisis y diseño de la red de alcantarillado y drenaje pluvial en el distrito de Alto Selva Alegre “El Mirador” provincia de Arequipa mediante el programa SWMM 5.1 [13]
Institución	Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
Lugar y Fecha	Arequipa, Perú 2018
Autores	Chambi, Luisa
Objetivos	Mejorar la calidad de vida de los pobladores mediante un diseño de drenaje pluvial que cubra las necesidades cuando se presenten lluvias intensas
Problema investigado	Analizan que el 100% de las viviendas en el sector cuentan con drenaje sanitario y el 0% cuenta con drenaje pluvial originado que el agua acumulada generada en épocas de lluvias intensas, escurra hacia sectores más bajos dirigido hacia centro poblados originando daños en las infraestructuras, problemas de salud y economía en toda esta población
Solución y respuesta	El resultado de su diseño cumple con los lineamientos de la Norma OS-060 [14] y la Norma OS-070 [15] donde se indica que toda habilitación que sea nueva y esté ubicada en sectores donde se manifiestan lluvias mayores a los 10mm en un lapso de 24 horas, deben contemplar de manera indispensable un sistema eficiente de alcantarillado pluvial
Conclusión	la importancia del sistema reside en disminuir el volumen de agua y su escorrentía no solo en el distrito estudiado, sino también en los alrededores de la ciudad, evitando el pare de las actividades socioeconómicas debido a los deterioros en las infraestructuras y en las superficies de rodadura de las pistas, ocasionados por las precipitaciones intensas.

Nota: Elaboración Propia

TABLA 11
Investigación N° 09

Título	Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor Provincia de Moyo bamba [11]
Institución	Universidad Nacional de San Martín
Lugar y Fecha	Tarapoto, Perú 2019
Autores	Gamboa, James; Chuquilin, Elvin
Objetivos	proponer y diseñar un nuevo sistema hidráulico y estructural de drenaje que contemple la capacidad eficiente de evacuar aguas pluviales
Problema investigado	Falta de Diseño Pluvial Urbano en la Urbanización Popular La Unión.
Solución y respuesta	Estimaron el caudal máximo de escurrimiento necesario para evacuar cada tramo proyectado en su nuevo sistema, cumpliendo con dirigir todo el caudal posible de aguas provenientes de lluvias y encausarlo hasta llegar a los respectivos receptores
Conclusión	es importante diseñar e independizar los sistemas de aguas sanitarias y aguas pluviales para que funcionen mejor frente a las inundaciones, así se evitará condiciones de insalubridad, ofreciendo seguridad a la población

Nota: Elaboración Propia

TABLA 12
Investigación N° 10

Título	Diseño de un drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017[16]
Institución	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Lugar y Fecha	Lambayeque Perú 2019
Autores	Delgado, Anibal; Gonzales, Diego
Objetivos	evitar problemas de contaminación producto de las inundaciones causadas por lluvias intensas, y dificultar la saturación excesiva de las alcantarillas de drenaje sanitario para poder ofrecer una mejora en la calidad de vida de todos los pobladores en esta ciudad
Problema investigado	Consecuencias perniciosas socioeconómicas y salubres de no contar con un sistema de drenaje pluvial en las ciudades
Solución y respuesta	Un diseño de drenaje pluvial constituido por 26,970 m de canaletas con las dimensiones de 0.20m hasta 0.30m del ancho efectivo y 0.10m a 0.40m de altura; mostrándose favorable para cumplir las solicitudes necesarias y cumpliendo con los manejos pertinentes del medio ambiente
Conclusión	Los costos de los daños producidos por las lluvias, son en la infraestructuras, edificaciones, pistas y en la salud de la población por contaminación al saturamiento de las redes de drenaje sanitario. Debe evitarse implementando mejores sistemas de drenaje y separar el sanitario del pluvial

Nota: Elaboración Propia

Resultados de las investigaciones

- a) En todas las investigaciones se puede observar la importancia y necesidad que tienen los autores en contar con el diseño de drenajes pluviales implementados en las ciudades del mundo y del Perú; incluso las ciudades que cuentan con el sistema tienen inconvenientes y falencias. El problema proviene de múltiples causas, desde las políticas y gestiones en los sectores estudiados, hasta errores de su planificación y de diseño. Cada causa de los problemas es independiente, pero existe similitudes que se deben tener en cuenta para la elaboración de nuevos sistemas de drenaje pluvial que puedan responder eficientemente a las solicitudes de las ciudades.

- b) La importancia de erradicar los puntos ineficientes que pueden tener los sistemas de drenajes pluviales se verifica cuando las fuertes precipitaciones a lo largo del mundo perjudican a las poblaciones de manera socioeconómica damnificando sus estructuras, inundando viviendas, edificios, y destruyendo carreteras y pistas. Incluso en el Perú generan sobresaturación de los drenajes sanitarios, ocasionando contaminación de sus residuos que originan proliferación de enfermedades.

- c) Los diseños de drenaje pluvial en el Perú deben contar con la eficacia de solucionar dos cuestiones: la primera incidencia es que el diseño debe contemplar sistemas de drenaje pluvial separado del sistema de drenaje sanitario, dándoles la capacidad de funcionar frente a grandes caudales de agua, tanto superficiales como subterráneos, para poder evitar así las inundaciones en las superficies de las calles y los daños causados por estas. La segunda incidencia es que en el diseño de las estructuras hidráulicas que contemplan los sistemas de drenaje, no están incluidos los contaminantes que pueden arrastrarse de las aguas de lluvias a las redes sanitarias, ni tampoco la capacidad final de los vertederos, la cual se ve aumentada.

- d) Se necesita que las ciudades del Perú cuenten con la implementación de los sistemas de drenaje pluvial, para funcionar de manera óptima y eficiente frente a las precipitaciones intensas que acontecen a lo largo del país, no solo distribuyendo las aguas provenientes de lluvias de manera vertiginosa e inequívoca, sino también asegurando una higiene en el sistema urbano en general y de las infraestructuras que lo conforman, con una adecuada

práctica que neutralice la escorrentía elevada que se manifiesta en las calles, facilitando un sistema de drenaje pluvial urbano y sostenible.

Según el análisis de las investigaciones revisadas, es posible diseñar sistemas de drenaje pluvial óptimo y sostenibles, ya que facilitan alternativas de solución en la ingeniería que son factibles y aplicables en todo el mundo, proporcionando una mejor gestión del agua proveniente de lluvias en las ciudades, suministrando el bienestar de las sociedades, la salubridad de las poblaciones y el confort de los ciudadanos.

Conclusiones

1. Se realizó una extensa revisión sistemática sobre la importancia de incluir el diseño de los drenajes pluviales en las ciudades del Perú y el mundo, donde se analizaron 10 investigaciones provenientes de diferentes bases de datos, considerados como estudios primarios.
2. Al inspeccionar los artículos científicos y tesis, se ha ultimado la noción de que la gran mayoría de ciudades necesitan y carecen de un sistema óptimo y adecuado para tratar las aguas provenientes de precipitaciones fuertes, ya que, la mayoría de sistemas ha terminado por colapsar y superar los diseños, lo cual genera inundaciones y problemas de salud. Ya se encuentra en el itinerario de las gestiones gubernamentales de cada ciudad, buscar soluciones factibles para mejorar la gestión del agua de lluvia, facilitando una mejor calidad para vivir a los habitantes de estas ciudades.
3. Al nivelar la problemática frecuente cuando se ha evaluado los sistemas de drenaje pluvial, se tiene que existe una baja planificación urbanista de parte de los responsables, con un crecimiento acelerado de la demografía, resultando en estructuras hidráulicas defectuosas y pésima gestión de las precipitaciones.
4. El Perú poco a poco va tomando conciencia de lo que se necesita para gestionar una mejor calidad de vida para sus pobladores, existiendo investigaciones y diseños óptimos que pueden funcionar eficientemente frente a las adversidades que traen las lluvias torrenciales. No obstante, aun estamos lejos dar solución al problema específico que hace sobrellevar falencias y fastidios a los ciudadanos en nuestro país que sufren de los estragos de la falta de estos sistemas.

Recomendaciones

- 1.** Es recomendable analizar estudios enfocados al drenaje pluvial de nivel urbano, ya que se necesita aun dar con las realidades específicas que acontecen en cada ciudad cuando sufren de lluvias intensas.
- 2.** Se debe destinar una búsqueda escrupulosa para la selección de las investigaciones y la información que se extrae de estas, con el fin de tener fuentes confiables que respondan a los problemas de la investigación.
- 3.** Proponer siempre como futuros ingenieros solucionar problemas reales que den respuesta eficiente a las adversidades naturales, facilitando una mejor calidad de vida a nivel socioeconómico, mejor gestión política y mejores condiciones de salubridad.

Referencias

- [1] L. Romero, «Integración de una tecnología de agua pluvial con calidad en el municipio de toluca a partir de la vivienda Urbana,» Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, 2015.
- [2] L. Molina-Prieto, «Gestión urbana del recurso pluvial: estrategias, políticas y normativa urbana en cinco países europeos,» Grupo de Investigación: Territorio y Habitabilidad, n° 639X , pp. 125-130, 12 Junio 2015.
- [3] M. Rosales, J. Salas y A. Rodríguez, «Manejo del drenaje pluvial mediante control de la fuente de escurrimientos superficiales,» Culcyt, vol. Drenaje Pluvial, n° 56, pp. 1-5, 2015.
- [4] Alcaldía del Área Metropolitana de Caracas, «Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020,» CIDEU, Julio 2014.
- [5] SENAMHI, «Programa Presupuestal 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por desastres.,» ENFEN, Lima, 2017.
- [6] Save the Children , «www.savethechildren.es,» Elvira Sanz Urgoiti, 2 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.savethechildren.es/actualidad/en-que-consiste-el-fenomeno-de-el-nino>. [Último acceso: 20 Junio 2021].
- [7] M. Rosales, J. Salas y A. Rodríguez, «Manejo del drenaje pluvial mediante control de la fuente de escurrimientos superficiales,» CulcyT, vol. 12, n° 56, pp. 5-14, 2015.
- [8] U. Ngamalieu, J. Martínez, P. Iglesias y D. Mora, «Multi-Objective Optimization for Urban Drainage or Sewer Networks Rehabilitation through Pipes Substitution and Storage Tanks Installation,» Water, vol. 11, n° 935, 2019.
- [9] N. Jia, R. Sitzenfrei, W. Rauch, S. Liang y Y. Liu, «Effects of Urban Forms on Separate Drainage Systems: A Virtual City Perspective,» Water, vol. 11, n° 758, pp. 3-18, 2019.
- [10] Q. Zhou, G. Leng, J. . Su y Y. Ren, «Comparison of urbanization and climate change impacts on urbanflood volumes: Importance of urban planning and drainage adaptation,» Science of the Total Environment, vol. 658, pp. 24-33, 2018.
- [11] E. Villegas, G. Sandoval, E. Casas, O. Cortés y L. Molina, «Gestión estratégica del recurso pluvial urbano: condición actual en Colombia,» Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, vol. 12, n° 24, pp. 4-18, 2019.

- [12] M. Hernández, «Diseño de drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura,» Universidad de Piura, Piura, 2018.
- [13] J. Gamboa y E. Chuquilin, «Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor Provincia de Moyobamba,» Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, 2019.
- [14] L. Chambi, «ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y DRENAJE PLUVIAL EN EL DISTRITO DE ALTO SELVA ALEGRE “EL MIRADOR” PROVINCIA DE AREQUIPA MEDIANTE EL PROGRAMA SWMM 5.1”,» Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, 2018.
- [15] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma OS-060 Drenaje Pluvial Urbano,» El Peruano, Lima, 2021.
- [16] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma OS-070 Redes de Aguas Residuales,» El Peruano, Lima, 2019.
- [17] J. Peña y A. Rocha, «Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Pasaje Anturio Urbanización Palmira, Independencia Huaraz 2018,» Universidad Cesar Vallejo, Huaráz, 2018.
- [18] A. Delgado y D. Gonzales, «“Diseño de un drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017”,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo , Chiclayo, 2019.
- [19] A. Izquierdo y J. Zeña, «Diseño del Drenaje pluvial Urbano de la zona Urbana del distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, 2017,» Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2019.
- [20] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» El Peruano, Lima, 2020.
- [21] SIAPE, «CAP. 3 ALCANTARILLADO SANITARIO,» de Lineamientos Técnicos para Factibilidades, Mexico D.F., Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2014, pp. 1-38.
- [22] INDECOPI, «Ley General del Drenaje Pluvial,» EL Peruano, Lima, 2018.

- [23] D. López, E. Jaramillo y A. Ramírez, «Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Guayaqui,» HOLOPRAXIS Ciencia, Tecnología e Innovación, vol. 4, n° 1, pp. 82-94, 2020.
- [24] A. Ojeda, C. Álvarez y D. Orona, «Drenaje pluvial sostenible. Una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora,» Revista de la Facultad de Arquitectura Universidad Autónoma de Nuevo León , vol. XIV, n° 20, pp. 53-69, 2019.
- [25] G. Diego, «Aguas pluviales en Campeche. Sistema de alcantarillado pluvial para la Colonia de Santa Lucia,» Revista de Ingeniería Civil, vol. 2, n° 3, pp. 1-4, 2018.
- [26] Z. Xue, «Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible,» Universidad de Alcalá, Madrid, 2020.
- [27] R. Pérez, «Diseño y construcción de alcantarillados de aguas residuales, pluvial y drenajes en carreteras,» ECOE Ediciones, Cartagena, 2019.
- [28] «Fuentes de Contaminacion del drenaje Pluvial,» FINGUACH, vol. 3, n° 9, pp. 10,11, 2016.

Anexos**Anexos N° 01**

Ficha para el Análisis

Título	
Institución	
Fecha y Lugar	
Autores	
Objetivos	
Problema Investigado	
Solución y Respuesta	
Conclusión	

Nota: Elaboración propia