



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta técnica para el drenaje pluvial en el Asentamiento  
Humano 13 de Abril del distrito de la Arena, Piura, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

More Silva, Jose Miguel ([orcid.org/0000-0003-4106-5196](https://orcid.org/0000-0003-4106-5196))

Ramos Silva, Elio Vladimir ([orcid.org/0000-0002-2531-2815](https://orcid.org/0000-0002-2531-2815))

**ASESOR:**

Mgtr. Vinces Renteria, Manuel Alberto ([orcid.org/0000-0002-0210-0852](https://orcid.org/0000-0002-0210-0852))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme y bendecirme siempre, sobre todo, por darme la sabiduría para concluir satisfactoriamente una más de mis metas.

A mis padres y hermanos, por su constante apoyo incondicional para cumplir mis objetivos personales y profesionales.

A mi esposa, por apoyarme en cada decisión y proyecto planteado en este camino de formación profesional, y a mis hijas por regalarme momentos de felicidad y motivarme al crecimiento profesional.

**José Miguel More Silva**

Al creador de todas las cosas, el que me otorga día a día las fuerzas y la sabiduría para afrontar cada situación de la vida, a ti mi Dios amado.

A mi madre, que me ha formado con valores y principios, y que ahora desde el cielo me cuida y me guía.

A mi padre, por ser como es e impulsarme a seguir adelante y poder concluir con cada una de las metas que me propongo, siendo esta una de las principales metas alcanzadas.

A mi amada novia, por su apoyo incondicional que me ha incentivado a superar cada obstáculo de mi vida y que siempre está a mi lado celebrando cada logro alcanzado, recalcando las bondades de la vida, que me ha ayudado a mejorar como ser humano y como profesional.

**Elio Vladimir Ramos Silva**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme en cada paso que doy y por todas las oportunidades que ha puesto en mi camino.

A mis padres y hermanos por nunca dejar de creer en mí y que, con su esfuerzo y confianza mutua, impulsaron una más de mis metas.

A mi esposa por su comprensión y apoyo incondicional, por ser parte de la decisión de continuar con mi formación profesional.

A la Universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales en una de muchas carreras universitarias.

**José Miguel More Silva**

A Dios, por prestarme la vida y colocar en mi camino a personas excepcionales e inolvidables que son mi modelo a seguir.

A mi madre, por su cuidado y su enseñanza a no desfallecer, ni rendirme, lo cual me ha ayudado a concluir mi carrera profesional de forma exitosa.

A mi amada novia, por tu apoyo y tu compañía durante todo este arduo camino y por compartir conmigo alegrías y fracasos.

**Elio Vladimir Ramos Silva**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VINCES RENTERIA MANUEL ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Propuesta Técnica para el Drenaje Pluvial en el Asentamiento Humano 13 de Abril del Distrito de la Arena, Piura, 2023", cuyos autores son MORE SILVA JOSE MIGUEL, RAMOS SILVA ELIO VLADIMIR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 06 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MANUEL ALBERTO VINCES RENTERIA DNI: 08583126 ORCID: 0000-0002-0210-0852	Firmado electrónicamente por: MAVINCESV el 08- 02-2024 01:35:56

Código documento Trilce: TRI - 0737304





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, MORE SILVA JOSE MIGUEL, RAMOS SILVA ELIO VLADIMIR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Propuesta Técnica para el Drenaje Pluvial en el Asentamiento Humano 13 de Abril del Distrito de la Arena, Piura, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
MORE SILVA JOSE MIGUEL <b>DNI:</b> 46194853 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4106-5196	Firmado electrónicamente por: JMORIES190 el 16-02-2024 08:31:31
RAMOS SILVA ELIO VLADIMIR <b>DNI:</b> 70666195 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2531-2815	Firmado electrónicamente por: ERAMOSS13095 el 16-02-2024 08:35:36

Código documento Trilce: INV - 1534897

## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	iv
Declaratoria de originalidad de los autores .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
III.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
III.2. Variables y operacionalización.....	17
III.3. Población, muestra y muestreo.....	17
III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
III.5. Procedimientos .....	21
III.6. Método de análisis de datos .....	21
III.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN .....	58
VI. CONCLUSIONES.....	63
VII. RECOMENDACIONES .....	64
● REFERENCIAS .....	65
● ANEXOS.....	75

## Índice de tablas

Tabla 1.	Población de los predios urbanos del distrito de La arena.	18
Tabla 2.	Cotas de Altitudes Máximas y Mínimas	28
Tabla 3.	Datos de Estación Meteorológica San Miguel – Catacaos	29
Tabla 4.	Precipitación máxima en 24 horas (Estación San Miguel - Catacaos)	29
Tabla 5.	Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel	31
Tabla 6.	Determinación de la precipitación máxima en diferentes periodos.	36
Tabla 7.	Ecuación de ajuste de correlación potencial múltiple	34
Tabla 8.	Valores de $I_{máx}$ , para diferentes D en min y para T = 5, 10, 20 y 50 años	35
Tabla 9.	Cálculo del tiempo de concentración de las cuencas	40
Tabla 10.	Cálculo de Caudal por el Método Racional	40
Tabla 11.	Resumen de Áreas de interferencia en cuenca	42
Tabla 12.	Resumen de áreas en microcuencas	44
Tabla 13.	Áreas de microcuenca N° 01	44
Tabla 14.	Áreas de microcuenca N° 02	44
Tabla 15.	Áreas de microcuenca N° 03	45
Tabla 16.	Áreas de microcuenca N° 04	45

## Índice de figuras

Figura 1.	Esquema de diseño de investigación	16
Figura 2.	Representación gráfica de la curva IDF	36
Figura 3.	Parámetros de Coeficientes de Escorrentía	38
Figura 4.	Delimitación de cuenca en zona de estudio.	41
Figura 5.	Delimitación de microcuencas.	43
Figura 6.	Cálculos hidráulicos Microcuenca 01, en programas Hcanales	47
Figura 7.	Cálculos hidráulicos Microcuenca 02, en programas Hcanales	48
Figura 8.	Cálculos hidráulicos Microcuenca 03, en programas Hcanales	49
Figura 9.	Cálculos hidráulicos Microcuenca 04, en programas Hcanales	50
Figura 10.	Sumideros según tipo de empalme	51
Figura 11.	Sumideros de tipo S4	52
Figura 12.	Velocidad Máxima para tubería de alcantarillado (m/s)	53
Figura 13.	Mínimos de tuberías en colectores de agua de lluvia	54

## Resumen

La presente investigación tiene la importancia de dar una solución a las inundaciones que se presentan periódicamente, y una serie de enfermedades que se desprende de este contexto, afectando directamente a la población, en busca de mejorar la calidad de vida, la protección de ecosistemas y mejora de infraestructura para las futuras generaciones. Por tanto, plantea el objeto de elaborar una propuesta técnica de drenaje pluvial, para lo cual aborda un enfoque cuantitativo, con un estudio de tipología aplicada y un diseño no experimental, siendo la muestra evaluada el área 0.27 Ha, en el cual se desarrolló la recolección de datos topográficos e hidrológicos. Se obtuvo como resultado que el terreno es de tipo depresión por sus características superficiales entre 23.50 a 14.00 m.s.n.m.; que el caudal de diseño  $1.93\text{m}^3/\text{s}$  determinado mediante el método racional, con una precipitación máxima de 74.85mm según el método de Gumbel, en un periodo de retorno de 10 años. En ese sentido, se concluye con la propuesta técnica de valor presupuestal de S/ 1'269,978.95, que comprende un diseño hidráulico de tuberías de alcantarillado pluvial, de diámetro 50", en una longitud de 1,310.70m, con cota inicial 13.00 y final 11.68 m.s.n.m., y velocidad media de 1.62m/s.

Palabras clave: Hidrología, inundaciones, drenaje, precipitación.

## Abstract

The present investigation has the importance of providing a solution to the floods that occur periodically and a series of diseases that emerge from this context that directly affect the population, in search of improving the quality of life, the protection of ecosystems and improving infrastructure for future generations. Therefore, it raises the objective of developing a technical proposal for storm drainage, for which it addresses a quantitative approach, with a study of applied typology and a non-experimental design, with the sample evaluated being the area of 0.27 Ha, in which the collection of topographic and hydrological data. The result was that the terrain is depression type due to its surface characteristics between 23.50 to 14.00 meters above sea level; than the design flow 1.93m<sup>3</sup>/s determined by the rational method, with a maximum precipitation of 74.85mm according to the Gumbel method, in a return period of 10 years. In this sense, it is concluded with the technical proposal with a budget value of S/ 1,269,978.95, which includes a hydraulic design of storm sewer pipes, with a diameter of 50", in a length of 1,310.70m, with initial elevation 13.00 and final elevation 11.68 m.a.s.l., and average speed of 1.62 m/s.

Keywords: Hydrology, floods, drainage, precipitation.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años como fue en el 2017, “El Niño Costero” – Perú, causó un sin número de inundaciones, que fueron devastadoras y destructivas para todo el país, siendo Piura la ciudad más afectada.

La Organización Panamericana de la Salud (2017), basado en el reporte del Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación - SINPAD, actualizado reporta que, al 17 de mayo de 2017, se registran 231,874 damnificados; 1'129,013 afectados y 143 fallecidos. Así mismo precisa que 25, 700 viviendas han colapsado, un total de afectados de 258,545 e inhabitables 23,280.

Por otra parte, Noticias ONU (2023), informa que en el periodo de lluvias Perú, se vio afectado por eventos climatológicos como el fenómeno de El Niño Costero, conocido también como “Ciclón Yaku”, precisando que se ha tenido un acumulado de lluvias muy importante, generando inundaciones impactantes en tres departamentos del norte: Tumbes, **Piura** y Lambayeque. Entre las cifras oficiales que informa precisa que se afectaron 146,539 viviendas, 99 fallecidos y 13 desaparecidos a nivel nacional.

En este caso nos referimos al asentamiento humano 13 de abril, del Distrito de la Arena, Provincia de Piura – Piura, que no solo en este último periodo lluvioso fue impactado, sino que en todos los periodos de lluvia por encontrarse en zona baja (Bajo Piura), de la Región Piura, se ha observado que en la Calle 28 de julio, carece de un sistema de drenaje pluvial, que permita la recolección de las aguas de lluvias, que se acumulan anualmente en el área de estudio.

La idea principal de elaborar este proyecto es mitigar los impactos ocasionados por la acumulación de las aguas pluviales. Bajo esos conceptos se elabora la propuesta técnica para drenaje pluvial, en beneficio del asentamiento humano 13 de abril del distrito de la Arena, a fin de mejorar las evacuaciones de las aguas pluviales y contrarrestar daños por inundaciones de viviendas y calles, convirtiéndose en vías o calles intransitables, lo cual genera incomodidad a la población, y una mala vista a al asentamiento humano 13 de abril del Distrito de la Arena. El proyecto se basará en los conceptos teóricos y generalidades normados, para lo cual se realizará un análisis de estudio hidrológico para determinar la lluvia de diseño.

**Formulación del Problema:** Cada año la naturaleza nos recuerda lo vulnerable que somos, en cada periodo de lluvias. Principalmente durante el período que va de diciembre a abril, en nuestro país y en muchas otras naciones, se producen estos sucesos naturales que afectan directamente a la población, incluso en una amenaza de muerte.

A nivel internacional, según la página web BBC NEWS MUNDO (2023), informa que las intensas lluvias y vientos en Chile han dejado dos muertos y más de mil habitantes damnificados, inundaciones dadas en la zona centrosur de Chile, por lo que el presidente Gabriel Boric, visitó la región del Maule, declarándose en “Estado de catástrofe”.

Así también, EURONEWS (2023) registra que, en la Región de Emilia Romagna de la República de Italia, han fallecido trece personas y miles de millones de daños materiales tras las inundaciones ocasionadas por las lluvias. Por otra parte, señala que, en 36 horas de lluvia, se registra como si fuese una lluvia de seis meses, situaciones que pueden empeorar, con la crecida de los ríos.

Por otra parte, a nivel nacional, el 12 de marzo del 2023, fueron declarados en estado de emergencia por afectación de daños a causa de las intensas precipitaciones de lluvias, 6 Departamentos, 28 Provincial y 148 Distritos del Perú (Decreto Supremo N° 034-2023-PCM, 2023).

En la región Piura, el asentamiento humano 13 de abril, del Distrito de la Arena, ha sido duramente impactado por las grandes acumulaciones de aguas de lluvia, específicamente los habitantes que rodean la calle 28 de julio, por carecer de un sistema de drenaje pluvial.

En ese sentido, el estudio se enfoca en plantear una solución a la realidad problemática de inundaciones que se da a raíz de las constantes lluvias. Asimismo, provocando un foco de diferentes enfermedades y epidemias por infección, causada por el crecimiento excesivo de bacterias. y, en consecuencia, de las acumulaciones de aguas y lodos, que muchas veces pueden causar la muerte.

Por lo tanto, planteamos en la presente investigación, el siguiente problema general: ¿Cuál es la propuesta técnica de drenaje pluvial ante las inundaciones en el Asentamiento Humano 13 de abril del Distrito de la Arena?

Asimismo, se plantean los **problemas específicos**: ¿De qué manera influye el estudio topográfico en el desarrollo de la propuesta de drenaje para evacuar las aguas pluviales que originan la inundación?; ¿Cuánto influirá el estudio hidrológico en el desarrollo de la propuesta técnica del sistema de drenaje para contrarrestar las inundaciones que se dan por las precipitaciones de lluvias?; ¿Cuáles son las cuencas del área de estudio, para lograr la propuesta de drenaje pluvial en el Asentamiento Humano 13 de abril del Distrito de la Arena?

La **justificación del problema** de la investigación se centra en el asentamiento humano 13 de abril del Distrito de la Arena, que en la actualidad carece de un sistema de drenaje para evacuar las aguas pluviales, debido a que existen cuencas ciegas con la necesidad de ser atendidas para contrarrestar la problemática de inundaciones y una serie de enfermedades que se desprende de este contexto que afecta directamente a la población. Por lo cual está es la justificación de la necesidad de proponer y diseñar un drenaje pluvial, cuyos resultados podrán ser referidos para su cuestionamiento de parte de las autoridades locales, como parte de un plan de desarrollo urbano. En cuanto a la **Justificación** Teórica, la investigación tiene finalidad de diseñar un sistema de drenaje pluvial, desarrollando un análisis donde se aplicaran los conceptos teóricos y técnicos, debidamente establecidos en la Norma CE 040 Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones, así mismo en las normas (OS.060, E030, E050), así como también la revisión y aplicación de manuales de diseño, que nos permitirá realizar un diseño más estructurado y adecuado, en la medición y cálculo previo, en nuestro ámbito de estudio para el resultado final que es diseño, en relación al cálculo hidráulico, por otra parte en aplicación de la normativa establecida por la Ley N° 27446, entre otros. Respecto a la **Justificación social**, en primer lugar, porque, es para el beneficio de la población perjudicada, a causa de las inundaciones frecuentes de la zona, que se originan en los periodos de lluvia, de tal

manera se busca mejorar y optimizar la calidad de vida de los habitantes y, en segundo lugar, este proyecto de investigación de alguna manera nos ayudará a entender la razón, del porqué, es que existe la necesidad de la creación de un sistema de drenaje pluvial, siendo de provecho como parte de un plan de desarrollo urbano, en beneficio de la población. De la misma manera cuenta con **Justificación técnica**, porque nos ayudará a evaluar y proponer un diseño de drenaje pluvial ciñéndose a los parámetros de diseño que establece las normativas vigentes aplicables, a fin de que se logren mejores resultados, para el cual se deberá, considerar también su mantenimiento periódico, ya que en el periodo lluvioso los sistemas de drenaje colapsan, así mismo en los periodos no lluviosos, estos se ven reducidos por residuos sólidos, por ello, resulta básico y necesario sus debidos mantenimientos, para mantener su desarrollo normal, de tal manera garantizar el correcto funcionamiento del sistema, así como la salud e integridad de los habitantes, de esta forma también mantendrá el tránsito vehicular normal, beneficiando a las personas que habitan en el asentamiento humano 13 de abril del Distrito de la Arena. Finalmente se tiene **Justificación práctica**, ya que se desarrollarán, estudios básicos como son: levantamiento topográfico, estudio hidrológico; a nivel técnico que ayudarán en el desarrollo del diseño del sistema de drenaje pluvial, para los cuales se buscará el apoyo de las autoridades locales, en el periodo vigente.

En la presente investigación, se plantea la **hipótesis general**: La propuesta técnica de drenaje, posibilitará una conducción para las evacuaciones de las aguas pluviales del asentamiento humano 13 de abril, del Distrito de la Arena - Piura. Así también se han planteado las **Hipótesis Específicas**: el sistema de drenaje, comprenderá un sistema de conducción y evacuación directa por gravedad, por medio sumidero de recolección, sistema de redes buzones; el diseño de drenaje pluvial será una opción para solucionar la problemática actual de inundaciones, que impactan a los habitantes; la identificación de las cuencas en el área de estudio lograrán la determinación de los puntos críticos para la propuesta de drenaje pluvial del Asentamiento Humano 13 de Abril del Distrito de la Arena – Piura.

El **Objetivo General**, del presente proyecto es: Elaborar una propuesta técnica de drenaje pluvial en el Asentamiento Humano 13 de abril del Distrito de la Arena - Piura, para evacuar las aguas pluviales; para el cual se establecen los **Objetivos Específicos**: Realizar el **levantamiento topográfico** en la zona de estudio del asentamiento humano 13 de abril del Distrito de la Arena – Piura; Elaborar un **estudio hidrológico** en el área de estudio en el asentamiento humano 13 de abril del Distrito de la Arena – Piura; **Definir las cuencas** en el área de estudio, para lograr la propuesta de drenaje pluvial del Asentamiento Humano 13 de Abril del Distrito de la Arena – Piura.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, en la investigación realizada por Quinchanegua (2022), en su estudio titulado: “Construcción modelo hidráulico drenaje urbano con el software SWMM 5.1, caso estudio distrito Altagracia Tunja-Boyacá”, utilizó una metodología en el cual toma como muestra los datos de la lluvia escorrentía, logrando a obtener como resultado un modelo en software SWMM 5.1, concluyendo que este software facilita la evaluación de diversas situaciones siempre que se cuente con datos reales del sistema de drenaje pluvial, como los patrones de lluvia y la documentación de caudales de aguas residuales representativos.

Por su parte, García et al (2018), desarrolla el “Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya”, (Trabajo de Seminario para optar el título de Ingeniero Civil) considerando que la zona de estudio es Managua, teniendo como objetivo; “Diseñar el sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción - Masaya”. Este estudio se realizó mediante la metodología de enfoque cuantitativo – mediante la recolección de datos. Realizó un estudio hidrológico para definir las precipitaciones máximas en función de distribución de probabilidad de Gumbel, intensidades máximas que permiten graficar las curvas

IDF, y el caudal máximo mediante el método. El área de estudio los divide en dos subcuencas, con un área de SC01 de 1.4294Km<sup>2</sup>, SC02 con un área de 0.6219Km<sup>2</sup>, considerando el aporte de dos líneas de corrientes de agua que convergen al casco urbano, en la primera con un caudal de 3.276 m<sup>3</sup>/s y la segunda con un aporte de caudal de 1.347 m<sup>3</sup>/s. Para el diseño de la tubería empleo la fórmula de Manning, así misma estima los costos que devengaría el desarrollo del proyecto. Finalmente, de acuerdo a los cálculos realizados del diseño hidráulico del sistema del drenaje, proponen la cantidad de 1,188 ml de tuberías de conducción de 15" a 48" de diámetro, 31 buzones de inspección, 76 sumideros y 4 rejillas, que evacuarán las aguas de forma eficiente y segura, así mismo que el presupuesto referencial asciende a S/ 1'688,525.91.

En tanto, Chompa (2018), en su estudio de diseño de una red de drenaje pluvial mediante un algoritmo de optimización y la revisión de su funcionamiento hidráulico, tuvo objetivo, proponer una metodología de diseño para una red de conducción de drenaje pluvial que estime mejorar el costo total de las redes, ciñéndose al cumplimiento de diferentes circunstancias hidráulicas, el cual definirá la mejor composición de tuberías en la red, tanto como profundidades y pendientes, para lo cual se valió de la metodología basada en los Algoritmos Genéticos (AG's), se observó en los resultados de la simulación unidimensional en ambos escenarios (estático y dinámico), el diseño de la red fue adecuada, ya que no se observan incapacidades que originan inundaciones, llegando a la conclusión de que este estudio de investigación permitirá diseñar redes a fin de reducir los riesgos de sobrecargas e inundaciones.

De la misma manera, Trapote (2020), estudia la "Influencia de los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en el diseño de colectores y en el riesgo de inundación", (Tesis de pregrado) considerando que la zona de estudio es España, teniendo como objetivo; "evaluar la influencia de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en el diseño de los colectores de aguas pluviales". Esta investigación se realizó mediante la metodología de enfoque cuantitativo – descriptivo. Obteniendo, como conclusión, que, con los sistemas urbanos de drenaje sostenible, reduce el caudal de

escorrentía y, en consecuencia, se reduce el diámetro del colector de drenaje, que de igual manera disminuyen los posibles impactos de colapsos del colector e inundaciones de la zona.

**En tanto, Hernández (2020)**, en su estudio de propuesta de drenaje pluvial en Av. Tintal de Bogotá D.C., quien desarrolla una propuesta de implementación de métodos diferentes a los tradicionales para realizar la evacuación de las aguas de lluvia en la Av. Tintal DE BOGOTA, debido a que mediante dicho sistema se realiza la valoración de las áreas verdes y parques recreacionales como paisajismos del desarrollo urbano, logrando que estas áreas realicen la retención de las aguas de las lluvias, permitiendo la absorción del agua hacia el subsuelo aportando al sostenimiento de medio ambiente y del sistema hídrico natural. Por tanto, concluye que la propuesta técnica de drenaje pluvial más apropiada está compuesta por zanjas de infiltración, cunetas, áreas verdes, cisternas de recolección, áreas de bioretención, cuencas secas de drenaje y pavimentos permeables. Dicho estudio guarda relación con la evaluación de Ojeda, Álvarez y Orona (2020) quienes desarrollaron estudios en el campus universitario para lograr evacuar el agua de lluvias, por medio del uso de herramientas y parámetros topográficos, hidráulicos, hidrológicos y sociales a fin de definir los caudales que se originan de las aguas pluviales a causa de su escurrimiento en las doce microcuencas identificadas, en consecuencia de los estudios y procesos estadísticos de las máximas lluvias diarias de 34 años respecto a una serie anual climático que se registra en la red meteorológica en el centro urbanístico de la ciudad. Ya establecidos los caudales para recoger y desembocar el agua pluvial, se determinaron los elementos hidráulicos básico y necesarios; por último, para lograr un aprovechamiento sostenible se precisó el método para sacar provecho del agua en la conducción del agua pluvial.

Mediante el estudio de Parada-Molina, Suarez y Jiménez (2020) se determinó la factibilidad de la creación de un modelo de eliminación de las aguas de lluvia mediante pozos de infiltración, a nivel domiciliario, en áreas de la jurisdicción de Xalapa, México y Veracruz. La factibilidad se dispuso mediante la examinación de diferentes aspectos como; sociales, económicos, técnicos y ambientales, que impactan o podrían impactar

en el proyecto en la creación e implementación del método de eliminación de agua de lluvias por medio de pozos de infiltración superficial, en el área de estudio. Como resultados de factibilidad, determina que las personas tienen el interés en acoger y realizar inversión en servicios de instalación, para el sistema de drenaje propuesto (66.67 %), por su costo bajo (75 %), zonas con características físicas estables (83 %), propiedades que resultan básicas y necesarias en el desarrollo en proyectos de este tipo, considerando también que los beneficios ambientales se reflejan en un porcentaje alto (91.67 %). Por el contrario, De Horta y Pino (2021), que hace saber que La Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), tiene una gran problemática debido a las inundaciones originadas por las aguas pluviales. Por lo tanto, existe la necesidad de realizar una evaluación de la hidrología en la residencia de estudios, a través de la aplicación de modelos numéricos. Por ello resalta que, las inundaciones que se dan en la red de la beca, se deben específicamente a deficiencias de diseño, caso que se agrava por la carencia de mantenimiento del sistema existente.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Pérez (2019), quien desarrolla el estudio denominado: Análisis hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en el sector parco chico, ciudad de Pomabamba, Ancash - Perú, con el objetivo de plantear un diseño de estructuración de eliminación de las aguas de lluvias que se acumulan en dicho sector, para los estudios, se efectuó una evaluación de la hidrología, realizando la proyección de 10 años de retorno, calculando la precipitación máxima de 129.165 mm con la metodología de Gumbel y el caudal máximos por el método racional. De la misma manera busca determinar las estructuras necesarias para la recolección de las aguas de lluvias, así como las necesarias para su eliminación. Se concluyó que, para un correcto diseño de drenaje pluvial se debe de asumir un periodo de retorno de 25 años, lo cual difiere a la normatividad que estipula un periodo de retorno de 10 años, lo cual ha evidenciado que las estructuras existentes no son suficientemente para la total evaluación de las aguas de lluvias, siendo necesario su actualización y recuperación, con la finalidad de proteger los diferentes bienes del municipio y los pobladores que año a año se ven afectados por las lluvias inclementes en dicho sector.

De la misma manera Cordero y Huata (2022) en su estudio realizó la propuesta para mejorar el proceso de eliminación de agua de lluvias en el barrio Ura, Chavín de Huántar, mediante el método aplicada, bajo el diseño no experimental de corte transversal, para lo cual evaluó el sistema existente y una población de 317 personas de las zonas. Como resultado obtuvieron que el sistema se encuentra de regular a bueno, debido a que la infraestructura pluvial requiere de mantenimiento y limpieza, por consiguiente, necesita mínimas reparaciones. Por tanto, concluye que, debido a los resultados de la condición del sistema, se presenta una propuesta de mejoramiento de la infraestructura para lograr la óptima operatividad y tiempo de servicio del sistema en funcionamiento. Similar resultado obtuvo Apaza (2020), mediante su estudio realizó una propuesta que solucione la evacuación de aguas de lluvia en el centro histórico de Puno, basándose en un tipo aplicada- cuantitativa, no experimental- transversal, para lo cual realizó la evaluación de dos áreas de dicha ciudad. Como resultado se obtuvo que el sistema existente es deficiente, por lo que se delimitó en 03 microcuencas, asimismo determino la precipitación máxima por método de Gumbel en el periodo de retorno de 10 años con una precipitación de 44.53 mm, obteniendo un caudal de 4.80 m<sup>3</sup>/s. Por tanto, concluye, presentado una propuesta técnica de drenaje adecuado para la evacuación pluvial, logrando que se conserve los bienes culturales de la localidad, y de la misma manera la salud, economía y calidad de vida en los pobladores.

Asimismo, Gutiérrez (2021), mediante su estudio de propuesta de evaluación con el objeto de mejora de eficacia del procesamiento de agua pluvial de la Junta Vecinal Leoncio Prado en Tacna, recaudo la información requerida para realizar su diseño de evaluación de aguas pluviales, para lo cual realizó un levantamiento topográfico, así como la búsqueda de información hidrológica en el portal de SENAMHI. Mediante la topografía se establecieron las zonas más anegadas, y con la hidrología se determinó el caudal para el diseño de la propuesta de drenaje. Finalmente determinó la propuesta de drenaje pluvial, compuesta por sumideros longitudinales y paralelos a las calzadas, alcantarillas de conducción, lo cuales se dirigen las aguas de la lluvia hacia los depósitos de almacenamiento, para posteriormente ser evaluados de manera lenta

hacia áreas colindantes. Por su parte Ocampo, Carvajal-Escobar y Peña (2019), analizaron la conducta hidráulica del sistema de drenaje pluvial urbano en el oriente de Cali, en el transcurso de la ocurrencia a los acontecimientos de lluvia máxima, basado en el Modelo de Gestión de Aguas Pluviales. De tal manera se determinó las situaciones complicadas en el sistema de drenaje pluvial. Se precisa que esta información puede ser de suma importancia en la proyección y aplicación de futuras obras de saneamiento e hidráulicas, siendo de base o guía para mejorar la evacuación de las aguas de lluvias en el área materia de estudio, y la mejora de calidad de vida y cuidados de los bienes de la población beneficiaria.

En el ámbito local, se encontró la investigación Bocanegra, J. y Jacinto, G. (2022), mediante su investigación de mejora de proceso de evaluación de aguas de lluvia de la cuenca Quinta Ana María de Piura, realizó la evaluación de los caudales racionales y las áreas más críticas en la zona intervenida de Piura, encontrando que la urbanización la Ribera y Quinta Ana María son las más afectadas por el fenómeno del niño suscitado en la ciudad, por lo que también determinó las zonas aledañas que aportan a la cuenca como las urbanizaciones El Golf, San Eduardo y los Geranios. Finalmente concluyeron que el método de eliminación de agua de lluvia intervenida, no es suficiente para drenar el caudal de escorrentía, en consecuencia, realizan la propuesta de drenaje pluvial comprendida por parque inundables, franjas de áreas verdes, cisternas de almacenamiento y bombeo de caudal pluvial hacia el río Piura.

Finalmente, se observa que en la investigación de Silva (2020), titulada Propuesta de diseño de colectores de eliminación de aguas de lluvias en las avenidas La Mar y Alfonso Ugarte sector sur del distrito de Colán – Paita – Piura, buscó proponer el diseño de colectores para eliminar el agua de lluvia, en base a la normatividad peruana de drenajes pluviales, llegando a la conclusión de que la pendiente topográfica es de 0.19% que resulta aceptable y pertinente en el drenaje por arrastre, sin embargo las estructuras existentes se encontraban en mal estado como su principal componente, la vía canal de evacuación de las precipitaciones, recomendando su mantenimiento total.

Respecto a las bases teóricas para la presente investigación, nos remitimos a lo indicado por la Ley General de Drenaje Pluvial (2018), la cual indica que la adecuada evaluación natural de las aguas de lluvias, las cuales debe de ser referidas a su disposición final es en el mar, para lo cual se asumirá en primera instancia a las cuencas hidrológicas, dirigidas hacia ríos quien a su vez entrega en causal hacia la disposición final.

Levantamiento Topográfico:

Define las características relativas de una superficie terrestre, la misma que se encarga de representar una porción en un plano mediante procedimientos y escalas determinadas para una correcta representación gráfica que permita la revisión y análisis de las existencias (Alcantara,2017).

Estudio hidrológico: tiene la finalidad de definir los causes del agua de lluvia en una zona de estudio determinado, asimismo se establece las lluvias máximas de diseño y la caracterización de la cuenca, para lo cual se plasma en un documento la información recolectada de dichas características climatológicas (Norma Técnica OS. 060 ,2017).

De la misma manera es importante referirnos a la Norma Técnica OS. 060 (2017), la cual indica las estructuras principales para un correcto diseño de evaluación de las aguas de lluvias, recomendando tener en cuenta desde la captación, el estudio topográfico, hidrológico, flujo uniforme, caudal y disposición final. Por tanto, aquí se establece que, para lograr la correcta evacuación de las aguas de lluvias, se debe de proyectar un sistema de alcantarillado subterráneos, compuesto de estructuras de recolección, y colector capaces de transportar todo el caudal de la cuenca ciega hacia su disposición final; de la misma manera, indica considerar el periodo de lluvias y el tiempo de retorno, tomando un criterio técnico de evacuación por arrastre natural en primera instancia, y luego elementos de evacuación a desnivel, logrando a través de la topografía, vincular diferentes cuencas que sigan la línea natural de drenaje pluvial hacia el subsuelo y en su defecto hacia el mar.

Para la elección de la tipología del diseño de drenaje pluvial no remitimos a estudios en los que se diferencian los tipos de drenaje pluvial existen, encontrándose el tipo de drenaje pluvial por arrastre, para lo cual se consideró la propuesta de **Hernández-Jiménez (2018)**, quienes plantean un sistema de propuesta de drenaje pluvial, para la urbanización El Chilcal ubicada en Piura, en dicho estudio se determinó que la topografía era de tipo depresión, donde según su topografía de esta superficie presenta variaciones de cota desde los 32.20 hasta los 28.24 m.s.n.m., lo cual evidencia que dicha zona es propensa a sufrir reiteradas inundaciones en cada evento de lluvia, por lo tanto, se valió determinar el tiempo de concentración en total la zona intervenida para realizar la propuesta técnica más apropiada con las estructuras con la capacidad de lograr el correcto drenaje. El diseño del drenaje pluvial, permitirá recaudar el caudal de escorrentía originado por las precipitaciones, mediante sumideros en las calzadas para evaluar y conducir por tubería a su disposición final. Este proyecto determino que el área evaluada está integrada por 6 microcuencas, las cuales tienen un área de 66,900 m<sup>2</sup> la primera, la segunda 64,800m<sup>2</sup>, la tercera 49,000 m<sup>2</sup>, la cuarta 81,400. m<sup>2</sup>, la quinta 37,800 m<sup>2</sup>, y la sexta 66,900 m<sup>2</sup>. El caudal máximo fue calculado mediante el método racional, con un total de 3,00 m<sup>3</sup>/s. Finalmente, concluye que la propuesta de drenaje pluvial mediante drenaje por gravedad para lo cual determina un diámetro de tubería de 0.60 m y 1.00m del colector principal de evacuación pluvial con disposición final en río, por tanto, determina un presupuesto de S/ 1'461,396.70.

Se han identificado dos tipos de drenaje pluvial, uno por sistema de arrastre y otro por sistema de bombeo, donde se ha determinado que para el diseño de ambos sistemas se rigen por la normativa de drenaje de agua de lluvias en zonas urbanas OS.060. DRENAJE PLUVIAL URBANO. En ese sentido, para el diseño del drenaje pluvial, según la normatividad de Drenaje Pluvial en zonas urbanas OS.060, estipula la construcción de hoyos de percolación y rejillas de recolección entre otras orientaciones que establece el mismo, bajo el planteamiento de determinadas distancias para las tuberías de conducción y transporte y su debida trayectoria. Por consiguiente, se plantea los perfiles longitudinales correspondientes a las vías sus pendientes,

especificaciones técnicas de las tuberías de transporte en todos los tramos, con la finalidad de lograr que todo el sistema propuesto tenga una correcta operatividad.

De la misma manera, se procede a detallar el marco teórico en base al Manual de hidrología, Hidráulica y drenaje, que nos brinda los lineamientos para la efectuar la investigación de manera óptima a fin de lograr desarrollar los objetivos de estudio.

**LLUVIA:** comprende la caída de agua en estado líquido en gotas pequeñas de 0.5mm en promedio de forma dispersa sobre cualquier superficie.

**INTENSIDAD:** comprende la cantidad de agua lluvia que cae en una determinada área en un periodo de tiempo, midiéndose en unidades milímetros por hora.

**ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA:** se refiere q las estaciones que registran y miden las cantidades de lluvia que cae en una zona específica.

**CAUDAL:** es la determinación de la cantidad máxima de agua que se acumula en un área determinada y que puede ser conducida de un punto crítico hacia una disposición final de mayor capacidad.

**ESCORRENTÍA SUPERFICIAL:** es el agua que no es posible infiltrarse al subsuelo debido a las características del terreno.

**CLIMA:** comprende las variaciones de las condiciones ambientales, en relación a la atmosfera en un determinado periodo.

**CUENCA:** Es el área de estudio determinado que nos permite definir un punto crítico de encausamiento de aguas pluviales sin salidas por gravedad natural.

**MICROCUENCA:** se refiere a la delimitación de las áreas internas que captan caudales de manera independiente que son trasladadas al punto crítico de la cuenca principal.

**CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE:** se definen por la longitud del cauce principal, características del terreno y dimensiones de sección los cuales son importantes para definir el tiempo de concentración de la lluvia.

**CURVA INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA:** es una herramienta que permite relacionar la intensidad de lluvia, su duración en un determinado periodo que se puede presentar indicadores máximos de lluvia.

**METODO RACIONAL:** se define como un método empírico que relaciona la intensidad máxima, el área de estudio y el coeficiente de escorrentía afectado por el factor de seguridad ya establecido con finalidad de determinar el caudal máximo, la misma que se aplica para zonas urbanas menores o igual que 3km<sup>2</sup>.

**PERIODO DE RETORNO:** se define como la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones de lluvia.

Para zonas urbanas de menor captación de aguas de lluvia, la norma establece un periodo de retorno 2 a 10 años

**TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:** se define por la duración del recorrido del agua de lluvia desde un punto alejado en una cota más alta de la cuenca hasta la cota más baja o punto crítico de esta.

**AutoCAD Civil 3D:** es un programa que facilita el proceso de información para diseños con propósito de estudios de ingeniería que nos permite conocer las condiciones de estado actual a fin de analizar las ventajas y desventajas del proyecto (AUTODESK JOURNAL, 2021).

Respecto a las variables planteadas, se buscó los conocimientos que plantean diferentes especialistas en drenaje pluvial y por ende en la propuesta de diseño, encontrando que la Variable: Drenaje pluvial comprende la evacuación y recuperación

de las aguas de lluvia hacia el subsuelo, para así compensar el difícil del drenaje de agua de lluvia que deja de captar el suelo producto de la masificación de las urbanizaciones para lo cual se puede utilizar diferentes métodos como la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo mediante la acumulaciones de agua en almacenes para su posterior utilización así como la filtración por pozos de percolación, lo cuales a medida que pasa el tiempo, los investigadores buscan innovar los métodos de utilización de agua de lluvia mediante almacenamiento, infiltración, pozos, represas y otros (Gonçalves y otros, 2016). No obstante, en los casos de falta de dichos estudios en la zona de intervención, se puede realizar la toma de información de datos estadísticos de zonas aledañas a la evaluada, por lo que se podrá realizar la evaluación del drenaje pluvial a través de información lo más cercana posible al área evaluada (Mul, 2009).

En cuanto a la Variable Propuesta de Drenaje: En base del reglamento de Drenaje Pluvial Urbano- OS.060, la propuesta de drenaje pluvial comprende el planteamiento unificado de estructuras adecuadas para la correcta evacuación y escurrimiento de las aguas de lluvias en un determinado lugar con la finalidad de evitar aniegos y perjuicio, por lo que se da inicio mediante la evaluación de las estructuras a plantear para el almacenaje de las aguas de lluvia, así como de plantas percolación que pueden ser proyectadas de manera paralelas a la vías o calles, lo cuales deben ser diseñados conforme a la normatividad, de la misma manera se plantean las tuberías de emisión y conducción de ser el caso para permitir la evaluación total de las aguas de lluvia acumuladas, por lo que se determinan las medidas de los tramos así como su flujo guardando relación con la topografía de la zona intervenida.

### III. METODOLOGÍA

#### III.1. Tipo y diseño de investigación

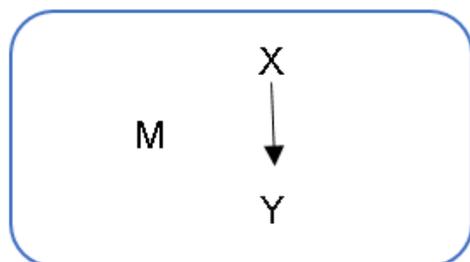
##### Tipo de investigación

En el estudio será aplicada, debido a que son necesarios las capacidades y teorías científicas para la ejecución de una investigación básica, de la misma manera se pretende ampliar los conocimientos de la problemática en la zona intervenida siendo de aplicación inmediata a la realidad de la muestra de estudio mas no crea nuevas teorías de estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

##### Diseño de investigación

De acuerdo a lo establecido por Hernández, Fernández y Baptista (2014), el presente estudio es de diseño No Experimental, toda vez que se efectúa una observación de sucesos de la realidad o determinados sucesos que representan una problemática. Por tanto, es pertinente indicar que la variable drenaje pluvial que es independiente no puede ser manipulada ni experimentada a conveniencia, por ello será observada para el desarrollo de la realidad problemática en estudio, y que dará lugar a la variable dependiente de propuesta técnica para la evacuación de aguas pluviales.

Figura 1. Esquema de diseño de estudio.



Donde:

M= Área de intervención

X= Drenaje pluvial

Y= Propuesta técnica

### **III.2. Variables y operacionalización**

El estudio evalúa las variables de drenaje pluvial y la propuesta técnica para las evacuaciones de las aguas pluviales, las cuales buscan mitigar los daños:

#### **Variable 1: Drenaje pluvial**

Comprende el análisis y observación en base al traslado de las aguas provenientes de precipitaciones, las cuales tiempo un periodo de lluvia, caudal de precipitación los cuales se ven afectados por la topografía del lugar permitiendo que se acumulen en las cuencas ciegas, donde se concentran, dando por los datos para el reconocimiento de la situación de la zona a intervenir para su posterior predimensionamiento de las estructuras correspondientes (Ramos Vigilio, 2020).

#### **Variable 2: Propuesta Técnica para las evacuaciones de las aguas pluviales**

Comprende la elaboración de una alternativa de sistema para la evacuación de las aguas de lluvia, bajo el procesamiento previo de la realidad problemática, dando como resultado un conjunto de estructuras dimensionadas para la correcta eliminación del agua estancada en cuencas ciegas. (Ramos Vigilio, 2020).

### **III.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Constituye un ítem de gran relevancia, para el desarrollo de la investigación, el cual es un conjunto de individuos o zona de intervención con diversos rasgos similares que se llevan en común y con varios puntos a analizar que los caracterizan propias de su área o jurisdicción (Hernández-Sampieri, y Mendoza, 2018).

Para el estudio, esta población se encuentra conformada por los predios urbanos del Distrito de La Arena según el siguiente detalle:

Tabla 1. Población de los predios urbanos del distrito de la arena.

Distrito de La Arena: Predios Urbanos según localidad					
Localidad	Total predios	Número de Predios titulados	Número de predios sin titular		
			Total	Saneados	Sin sanear
Total	10,069	53,78	4,691	10,21	3,670
AA.HH.13 de Abril	881	481	400	20	380
Alto de Los Castillos	431	227	204	204	
Alto de Los Mores	284	211	73	73	
Casagrande	834	796	38	38	
Chatito	489	416	73	73	
La Arena	1,513	1,472	41	41	
Loma negra	796	657	139	139	
Monte grande Centro	75	43	32	32	
Monte grande Sur	131	75	56	56	
Pampa de Los Silva	90	43	47	47	
Río Viejo Norte	266	191	75	75	
Santa Elena	361	301	60	60	
Vichayal	628	465	163	163	
AA.HH. El Milagro	63		63		63
AA.HH. La Victoria	372		372		372
AA.HH. Las Malvinas	323		323		323
AA.HH. Nvo. Monte grande	405		405		405
AA.HH. San Pedro	215		215		215
Alto de La Cruz	303		303		303
Alto de Los Litano	85		85		85
Alto de Los Mechatos	75		75		75
Casarana	40		40		40
Chaquira	151		151		151
El Peñal	46		46		46
El Porvenir	115		115		115
Jesús María	51		51		51
Laguna de Los Pardo	196		196		196
Nuevo Alto de Los More	135		135		135
Pampa Chica	90		90		90
Río Viejo Sur	184		184		184
San Sebastián	171		171		171
Sincape	169		169		169
Yapatera	101		101		101

Fuente: Municipalidad Distrital de La Arena

- **Criterios de inclusión:**

- Área de la zona de intervención de A.H. 13 de Abril, del distrito de la Arena.
- Área que aportan caudal hídrico hacia la cuenca ciega ubicada en la calle 28 de Julio del A.H. 13 de Abril, del distrito de la Arena.
- Áreas de cuencas ciegas diferentes a la evaluada, que aporten caudal hídrico por rebose.
- Área de la cuenca ciega ubicada en la calle 28 de Julio del A.H. 13 de Abril, del distrito de la Arena.
- Área de calles que cuente con pendientes direccionadas hacia la cuenca ciega en estudio.

- **Criterios de exclusión:**

- Área que no se encuentre en la zona de intervención del A.H. 13 de Abril, del distrito de La Arena.
- Áreas que no aporten caudal hídrico hacia la cuenca ciega ubicada en la calle 28 de Julio del A.H. 13 de Abril, del distrito de la Arena.
- Áreas de cuencas ciegas que no aporten caudal hídrico por rebose a la cuenca ciega evaluada.
- Áreas diferentes a la cuenca ciega ubicada en la calle 28 de Julio del A.H. 13 de Abril, del distrito de la Arena.
- Áreas de calles que no cuenten con pendientes direccionadas hacia la cuenca ciega en estudio.

**Muestra:**

Comprende una porción o parte de la población con la cual se efectuará la evacuación de la investigación. Por consiguiente, existen procedimientos para obtener la muestra. Esta muestra es una representación de la población (Hernández-Sampieri, y Mendoza, 2018). Siendo la muestra de estudio el área del A.H. 13 de Abril del Distrito de La Arena, Piura.

**Muestreo:** se basa en un muestreo no probabilístico debido a que los investigadores determinan la muestra a evaluar por criterio de conveniencia (Hernández-Sampieri, y Mendoza, 2018), puesto que se toma el área de la zona que se pretende intervenir en la problemática específica de las inundaciones presentadas en el área del A.H. 13 de Abril del Distrito de La Arena, área que influye en una cuenca ciega ubicada en la calle 28 de Julio.

**Unidad de análisis:**

El estudio trabaja con la muestra del área del A.H. 13 de Abril que aporta caudal hídrico hacia la cuenca ciega ubicada en la calle 28 de julio de dicha localidad.

### **III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos**

Para la elaboración de este proyecto se realizaron diferentes inspecciones técnicas oculares, a fin de recabar la información necesaria, como la observación. Para la obtención y análisis de datos, se llevó a cabo un estudio documental que implicó la recopilación y revisión de datos meteorológicos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Estos datos se obtuvieron de la estación meteorológica más cercana a la zona de investigación, que es la estación San Miguel, situada en el Distrito de Catacaos.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

En el desarrollo de este proyecto, se emplearon instrumentos vinculados a la recolección de información mediante fichas bibliográficas y de revisión literaria, esto como aporte del marco teórico que fundamenta la investigación, así como la recolección de datos directamente en campo como es el levantamiento topográfico, datos que dan lugar a una comprensión más precisa de la realidad problemática evaluada, así como el desarrollo de una óptima propuesta técnica de drenaje pluvial,

para lo cual es estudio se enmarca en los estudios realizados como es el estudio de Topografía, Hidrología. Para este último se tomaron en cuenta los datos meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

### **III.5. Procedimientos**

Para la ejecución del presente proyecto de investigación, se procedió a realizar la recolección de la información in situ, que es específicamente el levantamiento topográfico, se procedió a la elaboración de planos topográficos.

Así mismo, para la recolección de la precipitación máxima en 24 horas, se acudió al SENAMHI, obteniendo datos desde el año 1987 hasta el año 2023 de la estación más cercana del área de estudio: Estación: San Miguel del Distrito de Catacaos ubicada en las coordenadas 5°14'46.33"S 80°14'3.69"W, altitud 24 msnm. Finalmente, para la elaboración de la propuesta técnica se realizó posterior al procesamiento y análisis de la información obtenida, teniendo como base o guía principal los parámetros de diseño establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS 060- Drenaje Pluvial Urbano.

### **III.6. Método de análisis de datos**

Se procedió a evaluar los datos mediante el estudio topográfico el cual se efectuó previa evaluación del área de influencia, procediendo a establecer la ubicación de los puntos estratégicos para la instalación del equipo topográfico y otros necesarios para la recolección de los datos de campo, con la finalidad de obtener de manera precisa el estado situacional del área evaluada que direcciona a un buen planteamiento de la propuesta técnica de drenaje pluvial. De la misma manera, se realizó el estudio hidrológico mediante la recolección de datos meteorológicos registrados por Senamhi, en la Cuenca San Miguel, ubicado en el Distrito de Catacaos.

Bajo el contexto antes expuesto, se procedió al análisis de los datos de manera visual, que fueron procesados mediante software adecuados como Office 2019 para la elaboración del informe, Autocad Civil 3D, para el levantamiento Topográfico y planteamiento de planos, programa Hcanales para el dimensionamiento de la red de conducción de las aguas pluviales, google earth para delimitar manualmente la cuenca, hidroesta 2 para el procesamiento de datos estadísticos en el estudio hidrológico.

### **III.7. Aspectos éticos**

Esta investigación se realizó en consideración de los principios éticos y las buenas conductas básicas y necesarios para la investigación, precisando que se ha desarrollado, según lo establecido en la norma ISO, para citar correctamente la información que en parte sustente la investigación, citando al autor y el año recaudada de diferentes investigaciones, vinculados o relacionado siempre con el tema de estudio, tanto en el planteamiento y solución del problema y en el marco teórico. Se precisa también que se ha respetado la normativa vigente de la guía de desarrollo del proyecto de investigación propuesta por nuestra casa de estudio, Universidad César Vallejo, asimismo algunos conceptos tomados de la normativa vigente respecto al diseño de sistemas de drenaje para las evacuaciones pluviales.

## IV. RESULTADOS

Antes de presentar los hallazgos, se recopilan cierta información fundamental y esencial, la cual ha sido considerada en la elaboración de este proyecto.

### 4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

#### 4.1.1 DATOS GENERALES

La ubicación geográfica y política de la zona o área de investigación es la siguiente:

##### a. Ubicación Geográfica

Está situado en la región de la Costa Norte, con coordenadas geográficas aproximadas de 532557.315 E y 9409390.816 N, a una elevación media de 18 metros sobre el nivel del mar.



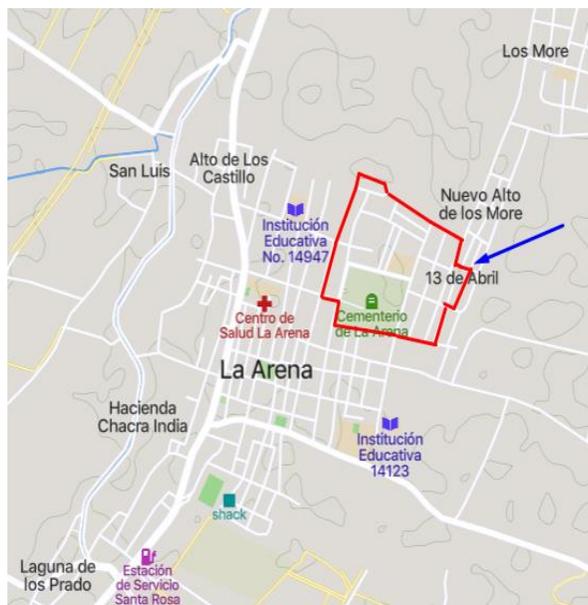
Ubicación a nivel de Departamento y Provincia

Fuente: Cenepred



Ubicación a nivel de Distrito de la Arena

Fuente: Cenepra



Ubicación a nivel del AA.HH. 13 de Abril

Fuente: Adaptado de plataforma digital Mapcarta

## b. Ubicación Política

Departamento : Piura.

Provincia : Piura.

Distrito : La Arena.

Localidad : AA.HH. 13 de Abril.

La realización de un estudio topográfico es crucial para la evaluación del terreno en cualquier proyecto. En el caso de este proyecto, se llevó a cabo el levantamiento utilizando instrumentos de nivel topográfico, cinta métrica, miras telescópicas y otros. Una vez recopilados los datos en el campo, se importan al software para crear una base de datos, y luego se procede a transferir la información al software AutoCAD Civil 3D. A través de este proceso, se generan los planos topográficos que incluyen las líneas de contorno.

### • Terreno

Los datos recopilados a través del estudio topográfico revelan que el terreno en la zona investigada es mayoritariamente plano, ya que las inclinaciones son suaves.

### • Instrumentos y Recursos

- 01 cinta métrica de 8 mts.
- Estacas de madera y acero.
- 01 nivel topográfico.
- 01 cámara de fotos.
- 01 pintura esmalte roja.
- 02 radios comunicadores.
- 01 brocha pequeña.

- Cuadrilla de trabajo.

Definido como el número de personas que llevaron a cabo el estudio topográfico, en cumplimiento con las regulaciones de construcción establecidas por CAPECO 2018, con el fin de lograr la funcionalidad requerida, participaron:

- 01 operador de equipo topográfico.
- 01 ayudante topógrafo.

- Trabajo en campo:

Se ejecutaron empleando un nivel de ingeniero, lo cual implica la recolección de datos de campo de puntos estratégicos del terreno y las existencias determinando la diferencia de niveles que existen entre ellos. Estos datos serán posteriormente procesados mediante un software Civil 3D, para la elaboración del modelado de la superficie existente de la zona intervenida. La finalidad es llevar a la práctica lo que ya se ha planificado. Esto incluye coordinar el alquiler del equipo, gestionar el transporte, contratar al personal necesario, supervisar que el trabajo se ajuste a lo establecido en la fase de planificación, recopilar los datos esenciales y asegurarse de que toda la información requerida para crear los planos sea recopilada de manera precisa.

- Trabajo en Gabinete:

En el proceso de análisis de los datos recolectados en campo, se realizó una cuidadosa revisión de cada dato necesario para evitar duplicaciones y el uso de nomenclaturas similares. Se tomaron medidas preventivas para garantizar la precisión y la coherencia en cada plano elaborado.

Siguiendo lo mencionado, los datos registrados en la hoja de cálculo de Microsoft Excel se dirigieron a un programa informático específicamente configurado para esta tarea, como el software CIVIL 3D. Este programa se encargó de generar cada plano, incluyendo las curvas de nivel a intervalos de 0.50 metros. Además, se diseñaron los perfiles longitudinales de cada calle, incorporando otras especificaciones topográficas.

Cada lámina se escala de manera adecuada según 1:750 para permitir una visualización detallada de las características geométricas de las calles dentro del área de estudio. Los planos de perfiles longitudinales se representaron en escalas verticales (1:10) y horizontales (1:100). Las progresivas se colocaron cada veinte metros en las curvas y tramos rectos de las avenidas de acuerdo con las normativas establecidas en la OS 060 de la R.N.E. para asegurar que los planos se ajusten a los requisitos reglamentarios.

#### Planimetría: Poligonal Abierta

Para comenzar, en la planificación del sistema de drenaje pluvial, se estableció una delimitación del área de estudio que debe realizarse a nivel topográfico con el propósito de llevar a cabo una evaluación estratégica destinada a la gestión del flujo de agua. A este proceso se le conoce como "planimetría" (López, 1995, p. 312).

Este tipo de poligonal se utiliza específicamente en la fase de levantamiento topográfico, y se refiere principalmente a poligonales abiertas o cerradas que se emplean para establecer la referencia espacial de cada punto en un terreno. La realización de la poligonal es un paso esencial antes de llevar a cabo el proceso de levantamiento topográfico, ya que se necesitan datos precisos para determinar la ubicación de cada punto en el terreno, líneas y áreas identificadas, y para abarcar todo el conjunto de puntos del levantamiento. Por lo tanto, estas poligonales se definen mediante la colocación de piedras y estacas de hierro que permanecen inmóviles a lo largo de cada calle y avenida, asegurando una referencia constante (Navarro, 2008).

Para llevar a cabo este procedimiento, se inició con la localización del punto de inicio en el primer segmento, que se encontraba en la intersección de la calle 28 de Julio y la Avenida Cementerio. Luego, se determinó el ángulo necesario para conectar el primer y el segundo punto, los cuales fueron capturados utilizando un nivel de ingeniero. El siguiente paso implicó la medición del azimut en los lados primero y segundo, ya que, a partir del tercer punto, el proceso se repitió de manera inalterada para cada punto en la poligonal abierta, asegurando que se tuviera a la vista tanto el

punto anterior como el posterior de la estación correspondiente.

#### 4.1.2. CARTOGRAFÍA

La topografía de la zona de estudio, correspondiente al asentamiento humano 13 de abril, zona norte de la Ciudad de la Arena.

Básicamente se utilizó el Google Earth, y el catastro de la ciudad, verificado por el levantamiento topográfico propio realizado.

Este trabajo se desarrolló en las calles del AA.HH. 13 de Abril del Distrito de La Arena, Provincia de Piura, Región Piura, se tomó en cuenta 01 BM existente en la Av. Cementerio. Se realizaron mediciones detalladas a intervalos de 5 metros con el fin de crear líneas de contorno cada 0.50 metros. El proceso comenzó en la zona de menor altitud de la Avenida. Cementerio y se culminó en la parte más Alta en la Av. San Sebastián. Se obtuvo la siguiente Información:

**Tabla N° 2 Cotas de Altitudes Máximas y Mínimas**

Altitudes Máximas y Mínimas			
Calle	Norte (m)	Este (m)	Cota (m.s.n.m.)
Calle 28 de Julio	9409390.816	532557.315	14.00
Av. San Sebastián	9409387.867	532882.660	23.50

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

##### 4.2.1. PLUVIOMETRÍA

Para el estudio hidrológico de la propuesta de sistema de drenaje pluvial, la información considerada o tomada en cuenta pertenece a la estación meteorológica San Miguel del distrito de Catacaos, estación más cercana a la zona de estudio.

Por ende, los datos meteorológicos que se emplearon para el desarrollo del estudio hidrológico, fueron recolectados de la página principal de SENAMHI, obteniendo datos desde el año 1987 hasta el año 2023.

Tabla 3: Datos de Estación Meteorológica San Miguel – Catacaos

<b>Departamento</b>	<b>: Piura</b>	<b>Latitud</b>	<b>: 5° 14' 46.33"</b>
<b>Provincia</b>	<b>: Piura</b>	<b>Longitud</b>	<b>: 80° 41' 3.69"</b>
<b>Distrito</b>	<b>: Catacaos</b>	<b>Altitud</b>	<b>: 24</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Precipitación máxima en 24 horas (Estación San Miguel - Catacaos)

<b>PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS</b>		
<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Ppmax (mm)</b>
1	1973	26.00
2	1974	2.00
3	1975	6.40
4	1976	100.30
5	1977	19.60
6	1978	30.00
7	1979	3.50
8	1980	8.00
9	1981	12.00
10	1982	7.50
11	1983	95.50
12	1984	6.20
13	1985	9.50
14	1986	5.80
15	1987	22.00
16	1988	8.20
17	1989	12.50
18	1990	3.50
19	1991	2.80
20	1992	100.30
21	1993	23.00
22	1994	20.00
23	1995	3.20

<b>24</b>	1996	4.50
<b>25</b>	1997	37.20
<b>26</b>	1998	81.90
<b>27</b>	1999	10.80
<b>28</b>	2000	10.00
<b>29</b>	2001	77.40
<b>30</b>	2002	68.00
<b>31</b>	2003	5.50
<b>32</b>	2004	5.20
<b>33</b>	2005	6.00
<b>34</b>	2006	11.70
<b>35</b>	2007	3.30
<b>36</b>	2008	36.80
<b>37</b>	2009	12.90
<b>38</b>	2010	30.10
<b>39</b>	2011	7.00
<b>40</b>	2012	14.70
<b>41</b>	2013	25.70
<b>42</b>	2014	5.60
<b>43</b>	2015	28.80
<b>44</b>	2016	1.80
<b>45</b>	2017	126.10
<b>46</b>	2018	6.10
<b>47</b>	2019	17.80
<b>48</b>	2020	4.00
<b>49</b>	2021	4.60
<b>50</b>	2022	0.80
<b>51</b>	2023	93.70

---

Fuente: SENAMHI

#### 4.2.2. ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA PROBABLE

Para determinar la frecuencia probabilística, se procedió a analizar los datos recaudados de la fuente de SENAMHI, de tal manera obtener el cálculo estadístico por medio del modelo de distribución de Gumbel, establecido en Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Tabla N°5 Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

No	Año	Precipitación (mm)	
		xi	(xi - x) ^2
1	1973	26.00	1.39
2	1974	2.00	520.73
3	1975	6.40	339.28
4	1976	100.30	5697.29
5	1977	19.60	27.24
6	1978	30.00	26.84
7	1979	3.50	454.53
8	1980	8.00	282.90
9	1981	12.00	164.34
10	1982	7.50	299.97
11	1983	95.50	4995.72
12	1984	6.20	346.69
13	1985	9.50	234.69
14	1986	5.80	361.75
15	1987	22.00	7.95
16	1988	8.20	276.21
17	1989	12.50	151.77
18	1990	3.50	454.53
19	1991	2.80	484.86
20	1992	100.30	5697.29
21	1993	23.00	3.31
22	1994	20.00	23.23
23	1995	3.20	467.41
24	1996	4.50	412.89
25	1997	37.20	153.27
26	1998	81.90	3258.17
27	1999	10.80	196.55
28	2000	10.00	219.62
29	2001	77.40	2764.70
30	2002	68.00	1864.55
31	2003	5.50	373.25
32	2004	5.20	384.93
33	2005	6.00	354.18
34	2006	11.70	172.12
35	2007	3.30	463.09
36	2008	36.80	143.53
37	2009	12.90	142.08

<b>38</b>	2010	30.10	27.88
<b>39</b>	2011	7.00	317.54
<b>40</b>	2012	14.70	102.41
<b>41</b>	2013	25.70	0.78
<b>42</b>	2014	5.60	369.39
<b>43</b>	2015	28.80	15.84
<b>44</b>	2016	1.80	529.90
<b>45</b>	2017	126.10	10257.72
<b>46</b>	2018	6.10	350.42
<b>47</b>	2019	17.80	49.27
<b>48</b>	2020	4.00	433.46
<b>49</b>	2021	4.60	408.83
<b>50</b>	2022	0.80	576.94
<b>51</b>	2023	93.70	4744.51
	<b>SUMA</b>	<b>1265.8</b>	<b>50407.74</b>

Fuente: elaboración propia

Para proceder a calcular las precipitaciones diarias máximas probables para distintos periodos de retorno, se debe aplicar la función para el modelo de probabilidad:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Por lo que, para efectuar dicho cálculo, es necesario calcular la Media, Desviación estándar y 2 constantes, para la aplicación del método probabilística de Gumbel:

Determinación de la Media:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 24.82mm$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{f=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 31.75mm$$

Parámetro de concentración:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 24.76mm$$

Parámetro de localización:

$$u = \bar{x} - 0.45 * S = 10.53mm$$

Después de los cálculos realizados, procedemos a proporcionar la información detallada de las máximas precipitaciones diarias probables de acuerdo al método de Gumbel, para diversas frecuencias que incluyen intervalos de 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años en términos de su periodo de recurrencia, Es importante precisar que la Universidad de Gestión de Riesgos (2015), señala que, de acuerdo al análisis de miles de estaciones con el fin de seleccionar un valor que refleje adecuadamente las precipitaciones máximas en la cuenca en cuestión, se ha determinado que es necesario aplicar una corrección del 13 % para estandarizar a un intervalo de observación fijo y uniforme.

Tabla 6: Determinación de la precipitación máxima en diferentes periodos

<b>Periodo Retorno</b>	<b>Variable Reducida</b>	<b>Precip. (mm)</b>	<b>Prob. de ocurrencia</b>	<b>Corrección intervalo fijo</b>
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	19.6037	0.5000	22.1522
5	1.4999	47.6634	0.8000	53.8597
10	2.2504	66.2414	0.9000	74.8528
25	3.1985	89.7147	0.9600	101.3776
50	3.9019	107.1285	0.9800	121.0552
75	4.3108	117.2501	0.9867	132.4926
100	4.6001	124.4138	0.9900	140.5876
500	6.2136	164.3574	0.9980	185.7238

Fuente: Elaboración propia

Para establecer la precipitación de diseño, aplicamos la metodología de Dick Peschke (Guevara, 1991), la cual vincula la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas, proponiendo la siguiente ecuación:

$$P_d = P_{24h} \left( \frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

Q= precipitación total (mm)

C= duración en minutos

P24= precipitación máxima en 24 horas (mm).

Luego para el cálculo de la intensidad, se halla dividiendo la precipitación Pd entre la duración en horas.

Los cálculos de precipitación de diseño e intensidad se adjuntan en los **anexos 3 y 4**.

Después de encontrar los datos estadísticos, se ha encontrado la ecuación de ajuste de la Intensidad Máxima de diseño, para una duración y periodo específico, mediante el programa Hidrosta2, reportando la siguiente fórmula:

Tabla 7: Ecuación de ajuste de correlación potencial múltiple

Ecuación	R	R^2	Se
$I_{m\acute{a}x} = 258.2871 * T^{(0.3597)} * D^{(-0.7502)}$	0.9869	0.9739	13.3628

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se muestra distintos valores de Imáx, en diferentes periodos de retornos y duración:

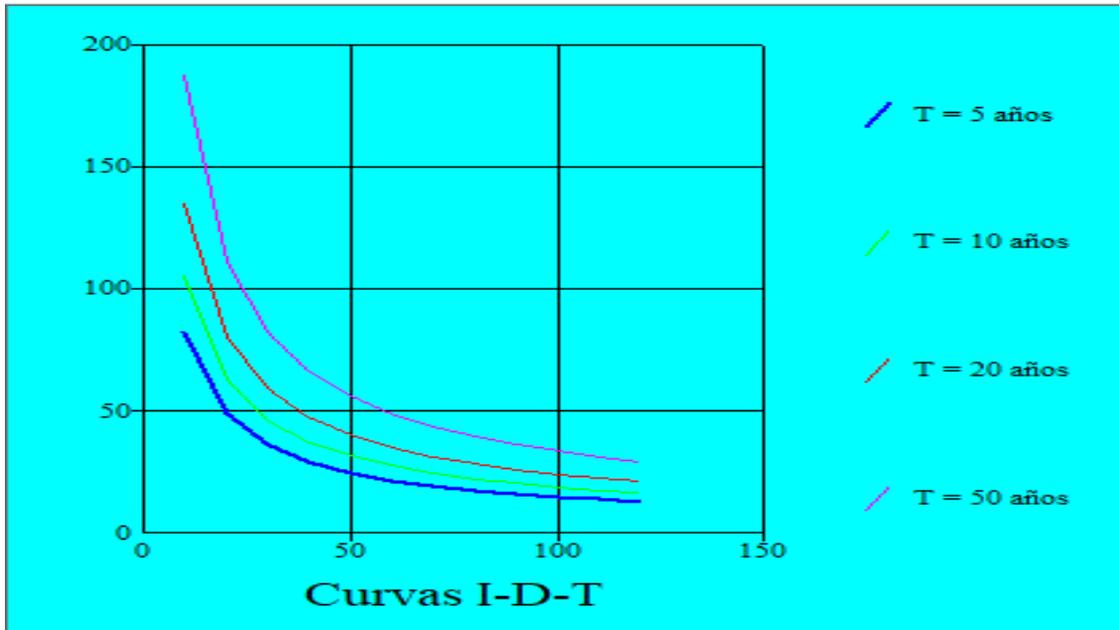
Tabla 8: Valores de  $I_{m\acute{a}x}$ , para diferentes D en min y para T = 5, 10, 20 y 50 años

Duración D	T = 5 años	T = 10 años	T = 20 años	T = 50 años
10	81.91	105.10	134.86	187.51
20	48.70	62.49	80.18	111.48
30	35.93	46.10	59.15	82.24
40	28.95	37.15	47.67	66.28
50	24.49	31.42	40.32	56.06
60	21.36	27.41	35.17	48.90
70	19.03	24.41	31.33	43.56
80	17.21	22.09	28.34	39.40
90	15.76	20.22	25.94	36.07
100	14.56	18.68	23.97	33.33
110	13.55	17.39	22.32	31.03
120	12.70	16.29	20.91	29.07

Fuente: Elaboración propia

Se ha realizado el cálculo matemático en la ecuación general expuesta anteriormente, del cual se ha obtenido la siguiente curva IDF para distintos periodos de retorno.

Figura 2. Representación gráfica de la curva IDF



Fuente: Elaboración propia

Ya establecida la fórmula de las curvas IDF. Introduciendo en esta el tiempo de retorno (años) y el tiempo de concentración (minutos), para cada microcuenca, se calculará la intensidad máxima para cada área.

#### 4.2.3. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE ESCURRIMIENTO

En el cálculo del caudal de escorrentía, se ha aplicado la ecuación del método racional. Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, este enfoque se utiliza comúnmente en cuencas con una extensión menor a 10 km<sup>2</sup>. Además, la norma OS.060 especifica que este método es apropiado para cuencas que no excedan los 13 km<sup>2</sup>.

Por lo que, establece la función siguiente:

$$Q=0.278*CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño en m<sup>3</sup>/seg

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima mm/hr

A: Área de cuenca Km<sup>2</sup>

Como se puede apreciar para el cálculo del caudal de escurrimiento debemos tener en cuenta los factores o parámetros que se relacionan directamente, en este caso el coeficiente de escorrentía, área de zona en Km<sup>2</sup>, y la intensidad de precipitación.

De esta manera, se procedió a calcular los caudales requeridos para llevar a cabo la evacuación en las secciones mencionadas. Además, es esencial tener en cuenta el coeficiente de escorrentía según lo estipulado en la normativa OS.060.

### **Determinación del coeficiente de escorrentía C**

En el estudio hidrológico, este coeficiente es importante, para determinar del caudal máximo, el cual depende de las características de la superficie del terreno, y que pueden ser determinadas los datos estandarizados en la siguiente tabla establecida en la norma O.S. 060:

Figura 3. Parámetros de Coeficientes de Escorrentía

Características de la superficie		Coeficiente de Escorrentía
<b>Calles</b>		
	Pavimento Asfáltico	0.70 a 0.95
	Pavimento de Concreto	0.80 a 0.95
	Pavimento de Adoquines	0.70 a 0.85
<b>Veredas</b>		0.70 a 0.85
<b>Techos y Azoteas</b>		0.75 a 0.95
<b>Césped, suelo arenoso</b>		
	Plano ( 0 - 2% ) Pendiente	0.05 a 0.10
	Promedio ( 2 - 7% ) Pendiente	0.10 a 0.15
	Pronunciado (>7% ) Pendiente	0.15 a 0.20

Fuente: Normativa OS.060

Según el estudio realizado se ha identificado que la cuenca está conformada por calles adoquinados para el cual se consideró un coeficiente de 0.85, y calles con en terreno natural de tipo arenoso, para el cual se consideró un coeficiente de 0.15, según las características del terreno, así también en partes cuenta con veredas para lo cual se toma el mismo valor de 0.85, y para las viviendas se está clasificando como áreas techadas con un parámetro de 0.95, datos considerados para un periodo de retorno de 10 años.

### Determinación del Tiempo de concentración

Se define como tiempo de concentración, al tiempo para lo cual toda la cuenca comienza a fluir, este es el tiempo de flujo desde el punto más alejado hidráulicamente de la cuenca y depende directamente de la longitud y pendiente del recorrido del curso de agua.

Para la aplicación del Método Racional se calculó el tiempo de concentración para diferentes periodos de retorno y usando la fórmula de la Federal Aviation Administration (FAA) y Kirpich; obteniéndose dos resultados diferentes, por lo tanto, para el cálculo del caudal se seleccionó el mayor Tiempo de concentración, resultante de la aplicación de la primera fórmula.

#### FÓRMULA DE LA FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA)

$$T_c = 0.7035 \cdot (1.1 - C) \cdot L^{0.5} / S^{0.333}$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración en minutos.

$C$  = Coeficiente de escorrentía para el periodo de retorno seleccionado

$L$  = Longitud de la trayectoria del flujo en metros.

$S$  = Pendiente de la trayectoria del flujo en m/m.

#### FÓRMULA DE KIRPICH:

Para cuencas urbanas el tiempo de concentración se calcula con la fórmula propuesta por Kirpich

$$T_c = [0.86L^3/H]^{0.385}$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración, en hrs.

$L$  = Longitud del cauce principal, en km.

$H$  = Desnivel entre los extremos del cauce principal, en m.

Tabla 9: Cálculo del tiempo de concentración de las cuencas

CUENCA	INFORMACION DE LAS CUENCAS					FEDERAL		Tc (Seleccionado) (minutos)
	Longitud, L (m)	Desnivel, H (m)	Pendiente, S (m/m)	Área, A (Km2)	C	AVIATION ADMINISTRATION Tc (minutos)	KIRPICH Tc (minutos)	
Tr= 10 años MICROCUENCA 01	483.40	9.00	0.019	0.066	0.42	39.53	10.53	39.53
Tr= 10 años MICROCUENCA 02	337.21	5.50	0.016	0.045	0.58	26.25	8.40	26.25
Tr= 10 años MICROCUENCA 03	420.87	9.50	0.023	0.083	0.54	28.36	8.79	28.36
Tr= 10 años MICROCUENCA 04	380.81	2.00	0.005	0.080	0.69	32.25	14.26	32.25

Fuente: Elaboración propia

### Cálculo del caudal de diseño

Al aplicar la fórmula o ecuación para dicho cálculo por el método racional se tienen los siguientes resultados que se detallan en la tabla 10:

Tabla 10: Cálculo de Caudal por el Método Racional

ÁREA	INFORMACIÓN DE LA CUENCA		CALCULO DE CAUDAL (Tr=10 años)		
	Área. (A) (Km2)	Tc (minutos)	C	I max. (mm/h)	Q máximo (m3/s)
MC – 01 (Q1)	0.066	39.53	0.42	37.478	0.29 m3/S
MC – 02 (Calle 28 de Julio)	0.045	26.25	0.58	50.949	0.37 m3/S
MC – 03 (Av. Cementerio-Este)	0.083	28.36	0.54	48.078	0.60 m3/S
MC – 04 (Av. Cementerio-Oeste)	0.080	32.25	0.69	43.666	0.67 m3/S
<b>CAUDAL TOTAL (M3/S)</b>					<b>1.93 m3/S</b>

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. DEFINICIÓN DE CUENCAS

#### 4.3.1. DEFINICIÓN DE CUENCA DE ESTUDIO

Este cálculo de Áreas y Pendientes se realiza acorde al levantamiento topográfico realizado in situ.

A continuación, se muestra el área de la cuenca de estudio, la misma que comprende un total de 273,805.00 m<sup>2</sup>.

Figura 4. Delimitación de cuenca en zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia - Adaptado del Google Earth

Tabla 11: Resumen de Áreas de interferencia en cuenca.

Descripción	Área (m2)
Área Total de Cuenca	273,805.00
Área de Viviendas	177,160.27
Área de Pavimento Adoquinado	12,699.25
Área de Calles en Terreno Natural	83,945.48

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. DEFINICIÓN DE MICROCUENCAS EN ÁREA DE ESTUDIO

Luego de la evaluación de la cuenca principal del AA.HH. 13 de Abril, se observó que existen 4 microcuencas definidas por 4 cauces que se unen en un mismo punto crítico ubicado en la Calle 28 de Julio, según se observa:

Figura 5. Delimitación de microcuencas.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Resumen de áreas en microcuencas

ÁREA	M2
MICROCUENCA 01	66,310.36
MICROCUENCA 02	45,301.38
MICROCUENCA 03	82,523.94
MICROCUENCA 04	79,669.32
<b>TOTAL</b>	<b>273,805.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se procede a detallar las áreas que comprenden cada microcuenca:

Tabla 13: Áreas de microcuenca N° 01

DESCRIPCION	Área Parcial
<b>MICROCUENCA 01</b>	<b>66,310.36</b>
Viviendas	30,029.31
B	3,462.05
C	2,828.05
H	8,122.87
I	7,030.80
J	2,443.92
K	3,918.08
L	2,223.54
Área de Calles en Terreno Natural	36,281.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Áreas de microcuenca N° 02

DESCRIPCION	área Parcial
<b>MICROCUENCA 02</b>	<b>45,301.38</b>
Viviendas	32,762.01
D	3,548.56
E	3,771.50
F	15,327.72
M	5,241.71
O	4,872.52
Área de Calles en Terreno Natural	12,539.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Áreas de microcuenca N° 03

DESCRIPCION	Área Parcial
<b>MICROCUENCA 03</b>	<b>82,523.94</b>
<b>Viviendas</b>	<b>47,472.09</b>
N	4,249.15
P	3,526.72
Q	2,684.32
R	7,608.31
S	7,777.88
T	3,558.25
U	2,459.14
V	4,573.06
W	6,142.47
X	2,377.34
Y	2,515.45
Área de Calles en Terreno Natural	27,739.24
Área de Calles con Pavimento	
Adoquinado	7,312.61
Calle Cementerio punto de recolección	3,004.92
Calle N°01	1,678.75
Av. San Sebastián	1,190.97
Calle S/N	1,437.97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Áreas de microcuenca N° 04

DESCRIPCION	Area Parcial
<b>MICROCUENCA 04</b>	<b>79,669.32</b>
<b>Viviendas</b>	<b>66,896.86</b>
A	11,711.19
G	55,185.67
Area de Calles en Terreno Natural	7,385.82
Área de Calles con Pavimento	
Adoquinado	5,386.64
Calle Cementerio punto de recolección	5,386.64

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL

##### 4.4.1. DISEÑO HIDRÁULICO

El drenaje pluvial dentro de la zona de estudio se efectuará de manera superficial por las vías internas, como se muestra en los planos correspondientes. Según el estudio topográfico, las vías tienen una pendiente mínima longitudinal de 0.005 m/m, mientras que la pendiente transversal en las vías es de 0.02 m/m.

Se ha realizado el cálculo para determinar la escorrentía superficial en el área de estudio, para un periodo de retorno de 10 años; para ello se ha distribuido el área total en 04 microcuencas, las cuales reúnen su caudal en un mismo punto crítico ubicado en la calle 28 de Julio.

Para el sistema de drenaje de vías y calles, se ha verificado la capacidad de las vías, mediante el programa Hcanales. Con los siguientes resultados según cada microcuenca de análisis:

**-Caudal de Microcuenca 01= 0.29 m<sup>3</sup>/s**

Sección típica de vía

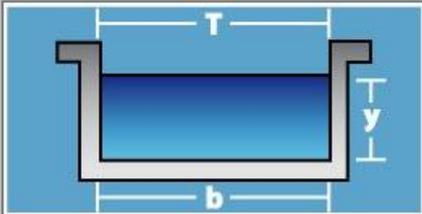
Ancho de vía = 4 mt

**Figura 6. Cálculos hidráulicos Microcuenca 01, en programas Hcanales**

 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular
 - □

<p>Lugar: <input type="text" value="AA.HH 13 ABRIL"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="MC-01- CALLE S/N"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="CONCRETO"/></p>
---	---

<p><b>Datos:</b></p> <p>Caudal (Q): <input type="text" value="0.29"/> m<sup>3</sup>/s</p> <p>Ancho de solera (b): <input type="text" value="4"/> m</p> <p>Talud (Z): <input type="text" value="0"/></p> <p>Rugosidad (n): <input type="text" value="0.016"/></p> <p>Pendiente (S): <input type="text" value="0.019"/> m/m</p>	
---	--

<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.0575"/>	m	Perímetro (p): <input type="text" value="4.1151"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2302"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.0559"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="4.0000"/>	m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.2600"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.6770"/>		Energía específica (E): <input type="text" value="0.1385"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>		

 <b>Calcular</b>	 <b>Limpiar Pantalla</b>	 <b>Imprimir</b>	 <b>Menú Principal</b>	 <b>Calculadora</b>	 <b>Reporte</b>
---	---	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar en la figura 6, que el tirante normal es de 0.0575, con una velocidad de 1.26m/s.

**-Caudal de Microcuenca 02= 0.37 m<sup>3</sup>/s**

Sección típica de vía

Ancho de vía = 6 mt

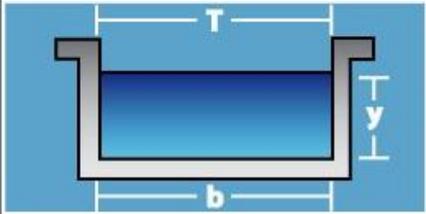
**Figura 7. Cálculos hidráulicos Microcuenca 02, en programas Hcanales**

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	AA.HH 13 ABRIL	Proyecto:	TESIS
Tramo:	MC-02- CALLE S/N	Revestimiento:	CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	0.37	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	6	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.016	
Pendiente (S):	0.016	m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	0.0548	m	Perímetro (p):	6.1095	m
Área hidráulica (A):	0.3285	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.0538	m
Espejo de agua (T):	6.0000	m	Velocidad (v):	1.1263	m/s
Número de Froude (F):	1.5368		Energía específica (E):	0.1194	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				







Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar en la figura 7, que el tirante normal es de 0.0548, con una velocidad de 1.1263m/s.

**-Caudal de Microcuenca 03= 0.60 m<sup>3</sup>/s**

Sección típica de vía

Ancho de vía = 6 mt

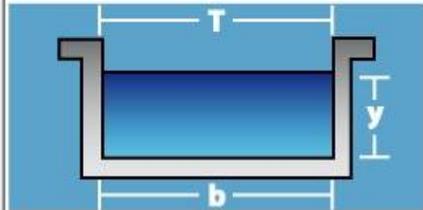
**Figura 8. Cálculos hidráulicos Microcuenca 03, en programas Hcanales**

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **AA.HH 13 ABRIL** Proyecto: **TESIS**  
 Tramo: **4C-03- AV. CEMENTARIO OE** Revestimiento: **CONCRETO**

**Datos:**

Caudal (Q): **0.60** m<sup>3</sup>/s  
 Ancho de solera (b): **6** m  
 Talud (Z): **0**  
 Rugosidad (n): **0.016**  
 Pendiente (S): **0.016** m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y): **0.0734** m Perímetro (p): **6.1467** m  
 Área hidráulica (A): **0.4401** m<sup>2</sup> Radio hidráulico (R): **0.0716** m  
 Espejo de agua (T): **6.0000** m Velocidad (v): **1.3632** m/s  
 Número de Froude (F): **1.6070** Energía específica (E): **0.1681** m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora Reporte

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar en la figura 8, que el tirante normal es de 0.0734, con una velocidad de 1.3632m/s.

**Caudal de Microcuenca 04= 0.67 m<sup>3</sup>/s**

Sección típica de vía

Ancho de vía = 10 mt

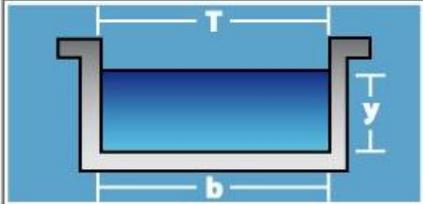
**Figura 9. Cálculos hidráulicos Microcuenca 04, en programas Hcanales**

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	AA.HH 13 ABRIL	Proyecto:	TESIS
Tramo:	MC-04- AV. CEMENTARIO ES	Revestimiento:	CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	0.67	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	10	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.016	
Pendiente (S):	0.005	m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	0.0815	m	Perímetro (p):	10.1630	m
Area hidráulica (A):	0.8151	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.0802	m
Espejo de agua (T):	10.0000	m	Velocidad (v):	0.8219	m/s
Número de Froude (F):	0.9192		Energía específica (E):	0.1159	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calculador Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora Reporte

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar en la figura 9, que el tirante normal es de 0.0815, con una velocidad de 0.8219m/s.

De los resultados de cálculos hidráulicos de las microcuencas se obtiene que la velocidad máxima 1.3632m/s, la misma que se encuentra por debajo del límite establecido en la norma técnica OS. 060, que precisa que la velocidad máxima es de 6m/s, por tanto, las condiciones de velocidad cumplen con la norma.

En cuanto al tirante hidráulico, se considera que la zona de estudio correspondiente a la microcuenca 01 (calle s/n) y microcuenta 02 (Av. 28 de Julio), cuente con una

vereda de circulación peatonal, la misma que actuará como sardinel con una altura de 15cm, es decir las veredas tienen un peralte mucho mayor a los tirantes resultantes, Respecto a la microcuenca 03 (Av. Cementerio Este) y microcuenca 04 (Av. Cementerio Oeste), cuentan con un sardinel existente de 15 cm.

De los resultados de cálculos hidráulicos de las microcuencas se obtiene que el mayor tirante encontrado es 0.0815, el cual es menor que la altura del sardinel existente (0.15m), bajo ese razonamiento, se determina que no hace falta realizar alguna estructura en especial, puesto que dicha sección de vía existente es suficiente para evacuar las aguas pluviales. Por lo tanto, se confirma que la capacidad de la vía principal de cada microcuenca, es suficiente para discurrir las aguas pluviales.

Respecto al punto crítico ubicado en la Av. 28 de Julio, considerando las condiciones del estudio topográfico, cuencas e hidrología, se realiza la propuesta técnica de evacuación pluvial mediante drenaje pluvial por arrastre, el cual se compone de estructuras de captación mediante sumidero, transporte mediante colector y su disposición final, en canal de concreto de evacuación existente.

Según la normativa C.E.040, inciso c), del artículo 16.3, establece que, para evacuar las aguas de lluvia provenientes de calles ciegas, se utilizan los sumideros de tipo S4 de la tipología expuesta en dicha norma:

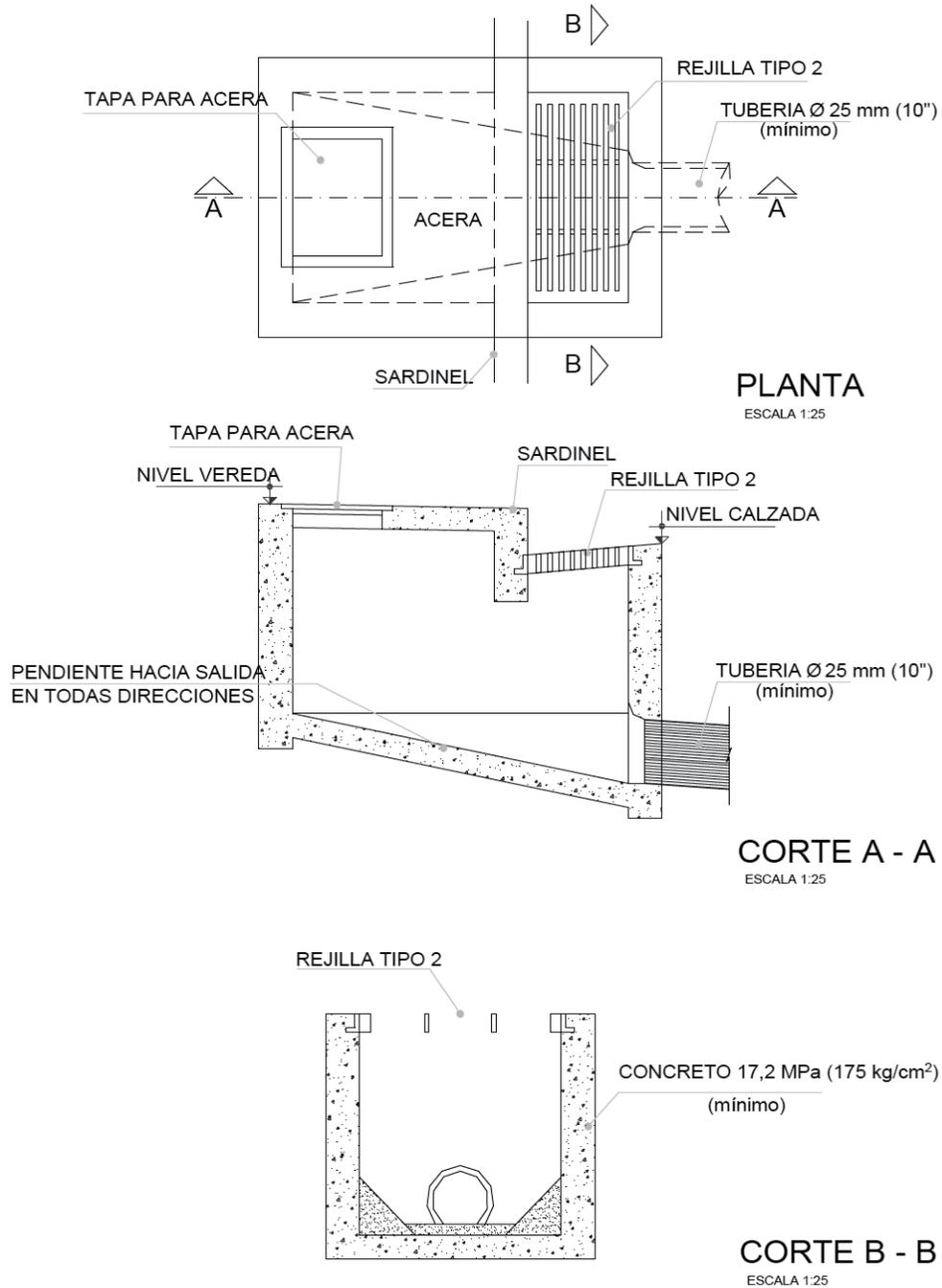
Figura 10. Sumideros según tipo de empalme

Tipo de empalme	Sumideros	Anexo II: Hidráulica
Tipo S1	Tipo grande conectado a la cámara. Corresponde a sumideros del tipo mixto	Ver Figura 5
Tipo S2	Tipo grande conectado a la tubería. Corresponde a sumideros del tipo mixto	Ver Figura 6
Tipo S3	Tipo chico conectado a la cámara	Ver Figura 7
Tipo S4	Tipo chico conectado a la tubería	Ver Figura 8

Fuente: Norma CE 0.40.

Por lo tanto, el sumidero que se propone en el presente estudio, queda establecido según la normativa C.E.040, según la figura 11:

**Figura 11. Sumideros de tipo S4**



Fuente: Norma CE 0.40.

Según la normativa OS.060, establece que, para los colectores de agua de lluvia, se pueden utilizar conductores cerrados. En este estudio por criterio se ha considerado utilizar conductores cerrados, debido a que las aguas se reúnen a una cuenca ciega, por lo que existe la necesidad de conducir mediante tuberías a un determinado punto, que es un canal de evacuación.

Asimismo, se debe considerar las condiciones de la evacuación por gravedad, en la cual la norma técnica CE 0.40, refiere que debe descargar libremente, con el nivel de agua en el conducto de descarga hasta 1m sobre los niveles máximos esperados, para evitar la obstrucción y destrucción de la infraestructura de drenaje pluvial.

En cuanto a la velocidad establecida por la norma OS. 060, para las tuberías que transportan agua con fragmentos de arena y grava, establece el valor de 6,0m/s, como velocidad máxima, según la figura 12:

**Figura 12. Velocidad Máxima para tubería de alcantarillado (m/s)**

Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)		
Material de la Tubería	Agua con fragmentos de Arena y Grava	
Asbesto Cemento		3,0
Hierro Fundido Dúctil		3,0
Cloruro de Polyvinilo		6,0
Poliéster reforzado con fibras de vidrio		3,0
Arcilla vitrificada		3,5
Concreto armado de:	140 Kg/cm <sup>2</sup>	2,0
	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3,3
	250 Kg/cm <sup>2</sup>	4,0
	280 Kg/cm <sup>2</sup>	4,3
	315 Kg/cm <sup>2</sup>	5,0
Concreto armado de >	280 Kg/cm <sup>2</sup>	6,6
curado al vapor		

Fuente: Normativa OS.060

Así mismo, la norma técnica OS 0.60., señala que los diámetros mínimos serán los indicados en la siguiente figura. El cual nos detalla los parámetros mínimos para el dimensionamiento del colector que configure la propuesta técnica del presente estudio.

**Figura 13. Mínimos de tuberías en colectores de agua de lluvia**

Mínimos de Tuberías en Colectores de agua de lluvia	
Tipo de Colector	Diámetro Mínimo (m)
Colector Troncal	0,50
Lateral Troncal	0,40*
Conductor Lateral	0,40*

Fuente: Normativa OS.060

### Diseño hidráulico de tuberías de alcantarillado

Para este diseño se ha tomado la ecuación de Manning, que nos permite encontrar las condiciones del funcionamiento, velocidad y profundidades de la sección de la tubería, mediante la siguiente formula:

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} A$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

A = Área de la sección de flujo (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi D^2}{4\pi D} = \frac{D}{4}$$

Donde:

P = Perímetro mojado (m)

D = Diámetro de la tubería (m<sup>2</sup>)

S = Pendiente de la tubería

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

Ahora, del radio hidráulico se define la relación D/4, que se sustituye en la ecuación de Manning, quedando la siguiente:

$$D = 1.548 \left[ \frac{n * Q}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$D = 1.548 \left[ \frac{0.009 * 1.93}{0.001^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$D = 1.23m = 1.25m$$

Al aplicar la ecuación para determinar el diámetro de la tubería, según el resultado se tiene que seleccionar el diámetro superior comercial, que en este caso resulta un diámetro de 1.23 = 1.25m.

Para comprobar la velocidad máxima permisible, establecido en la norma OS. 060, aplicamos la fórmula de Manning, donde obtenemos que la velocidad es de 1.62m/s:

$$V = \left( \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \right)$$

$$V = \left( \frac{0.3125^{2/3} \times 0.001^{1/2}}{0.009} \right)$$

$$\underline{V = 1.62m/s}$$

En resumen, tenemos que el caudal  $Q=1.93$ , y el diámetro de la tubería  $\varnothing = 1.25m$ , la misma que cumple con la norma OS.060 respecto al diámetro requerido, cuando dice que el diámetro mínimo para una troncal principal debe ser de 0.50m. Así mismo se verificó que la velocidad de diseño se encuentra dentro del parámetro mínimo y máximo permisible, según lo establecido en la norma OS. 060, que señala que la velocidad mínima debe ser de 0.90m/s, así mismo indica que la velocidad máxima permisible para tuberías PVC, no debe superar los 6 m/s.

#### **Estimación del presupuesto referencial de la inversión del proyecto:**

Para el desarrollo del presupuesto referencial para sistema de drenaje pluvial propuesto, ha sido desarrollado en consideración de los siguientes puntos básicos:

- Definición de las partidas relacionadas directamente para la ejecución de la propuesta.
- Las partidas de movimiento de tierras se miden en metros lineales, en diferentes alturas, esto según las características del terreno, resultantes del estudio topográfico.
- El diámetro del suministro e instalación de la tubería se ha determinado mediante el diseño hidráulico, que resulta un diámetro  $\varnothing = 1.25m$ .
- Las partidas de buzones se determinan, también según las diferentes alturas que presenta el terreno, según los resultados del estudio topográfico.
- Para el cálculo de precios unitarios de cada partida, respecto a materiales, se han considerado los costos registrados en LA REVISTA DE COSTOS – CAPECO, noviembre 2023. Así mismo para el precio unitario de la mano de obra, se ha considerado los precios establecidos en el BOLETIN TÉCNICO – CAPECO, 2023.
- El porcentaje de gastos generales y utilidad considerado en el pie de

presupuesto son referenciales, es decir no tienen cálculo de sustento, sin embargo, sin embargo, son porcentajes que comúnmente se consideran en los presupuestos de obras.

En consecuencia, de los resultados de los estudios realizados se ha determinado que el presupuesto referencial de inversión para la ejecución del sistema de drenaje propuesto asciende a **S/ 1' 269,978.95 (Un millón quinientos nueve mil cuatrocientos cincuenta y cuatro Soles con cuarenta y cinco céntimos)**, sustentado en los metrados de cada partida afectado por su respectivo precio unitario, (Ver anexo 8).

## V. DISCUSIÓN

El estudio presentado efectuó un levantamiento topográfico para representar las curvas de nivel del terreno natural en la zona de investigación. Este levantamiento se llevó a cabo utilizando el software Civil 3D. Además, se realizó el estudio hidrológico para la determinación de los parámetros hidrológicos para la formulación de propuesta técnica. Finalmente, se realizó la definición de las cuencas mediante el análisis de las curvas de altitudes con pendientes, se observó una gradación de niveles desde menores a mayores. Por lo tanto, se considera necesario gestionar el drenaje de las precipitaciones utilizando la gravedad.

En ese sentido, se planteó como primer objetivo específico realizar el levantamiento topográfico en la zona de estudio del asentamiento humano 13 de abril del Distrito de la Arena – Piura, esto en base al aporte de Alcántara (2017), quien sostiene que el levantamiento Topográfico define las características relativas de una superficie terrestre, la misma que se encarga de representar una porción en un plano mediante procedimientos y escalas determinadas para una correcta representación gráfica que permita la revisión y análisis de las existencias. Considerando esto, en la presente investigación se analizó la información recolectada, encontrando que en el área de estudio existe una altitud máxima de 23.50 m.s.n.m. y una altitud mínima de 14.00 m.s.n.m., con una diferencia de altitudes de 9.50m, por tanto, la topografía se clasifica en tipo depresión, por tanto, se encuentra expuesto a las inducciones en los periodos de lluvia.

Estos resultados son coincidentes con lo obtenido por Hernández-Jiménez (2018), quien determinó que la topografía de su área de estudio era de tipo depresión, ya que la superficie presenta variaciones de cota desde los 32.20 hasta los 28.24 m.s.n.m.

Con esto se evidencia que el sistema de drenaje pluvial debe adaptarse a las características topográficas de la superficie para controlar la velocidad y la pendiente para que no incumplan los valores mínimos y máximos de las normas. Si la pendiente es muy pronunciada se debe colocar cámaras de caída para controlar la velocidad, según refiere Pérez (2015).

En base al objetivo específico 2, elaborar un estudio hidrológico en el área de estudio en el asentamiento humano 13 de abril del Distrito de la Arena – Piura, esto en base a lo establecido por la Norma Técnica OS. 060 (2017), quien sostiene que el estudio hidrológico tiene la finalidad de determinar el comportamiento de las aguas de los causes a su paso por una zona de estudio determinado, asimismo se establece las lluvias máximas de diseño y la caracterización de la cuenca, para lo cual se plasma en un documento todas las posibles afecciones y repercusiones hidráulicas que una construcción o terreno puede padecer, e incluso beneficiarse, por la influencia de una masa de agua. Considerando esto, en la presente investigación se analizó la información recolectada, encontrando que la precipitación máxima es de 74.85 mm, con un diseño en periodo de retorno de 10 años, finalmente determinando el caudal total de la cuenca, según el método racional, es de 1.93 m<sup>3</sup>/s.

Estos resultados son coincidentes con lo obtenido por Apaza (2020), quien determinó que la precipitación máxima por método de Gumbel en el periodo de retorno de 10 años con una precipitación de 44.53 mm, obteniendo un caudal de 4.80 m<sup>3</sup>/s. Asimismo, el estudio guarda relación con la investigación de Pérez (2019), realiza un diseño con un periodo de retorno de 10 años, determinar la precipitación máxima con la metodología de Gumbel de 129.165 mm, y en cuanto al caudal de diseño aplica el método racional.

Con esto se evidencia que los estudios de hidrología son básicos y necesarios, comúnmente se da al inicio de una construcción o modificaciones de cualquier tipo de infraestructura, ya sea en una zona urbana o rural. Por ende, estos estudios deben desarrollarse obligatoriamente, en los diferentes sectores que lo requieran; cabe recalcar que en el sector de construcción de pavimentos siempre es aplicable, así como en todo tipo de obras viales como, pistas de aeropuertos u otras instalaciones. Por otra parte, también se aplica en los desarrollos de urbanización residencial o industrial, como es en el presente caso para la elaboración de una propuesta técnica para el drenaje pluvial de la zona intervenida, según refiere Norma Técnica OS. 060 (2017).

En base al objetivo específico 3, definir las cuencas en el área de estudio, para lograr la propuesta de drenaje pluvial del Asentamiento Humano 13 de Abril del Distrito de la Arena – Piura, esto en base a lo establecido por la Norma Técnica OS. 060 (2017), sostiene que una cuenca hidrográfica, es una zona o área natural delimitada por la definición de su cauce principal. Las micro cuencas son áreas de delimitadas internas encauzamientos de aguas, en el interior de la cuenca principal. Por ello, la delimitación de una cuenca comprende definición y demarcación de las áreas que drenan superficialmente en donde las precipitaciones de lluvia (principalmente las pluviales) que se conducen superficialmente a un mismo punto de concentración para ser drenadas hasta un punto o efluente final. Considerando esto, en la presente investigación se analizó la información recolectada, encontrando que el área de cuenca total es de 273,805.00 m<sup>2</sup>, estableciéndose 4 micro cuencas definidas por 4 cauces que se unen en un mismo punto crítico ubicado en la Calle 28 de Julio; para lo cual se logró determinar que las microcuencas abarcan un área de 66,310.36 m<sup>2</sup>; 45,301.38 m<sup>2</sup>, 82,523.94 m<sup>2</sup>, 79,669.32 m<sup>2</sup> respectivamente. Estos resultados son coincidentes con lo obtenido por Apaza (2020), quien determinó que su área de estudio se dividía en 3 microcuencas, siendo estas 429 hectáreas, 31.38 hectáreas y 19.33 Hectáreas, respectivamente. Asimismo, el estudio guarda relación con la investigación de Hernández-Jiménez (2018), quien analiza su área de estudio compuesta por 6 microcuencas, las cuales tienen un área de 66,900 m<sup>2</sup> la primera, la segunda 64,800m<sup>2</sup>, la tercera 49,000 m<sup>2</sup>, la cuarta 81,400. m<sup>2</sup>, la quinta 37,800 m<sup>2</sup>, y la sexta 66,900 m<sup>2</sup>.

Con esto se evidencia que las microcuencas identifican zonas de influencia en el aporte de escorrentía durante un evento de lluvias, definiendo las superficies y el cauce principal de cada microcuenca. Luego del análisis de estas, nos ha permitido evaluar el aporte de drenaje interno para definir que estas aguas se pueden conducir de manera superficial por medio de las vías existentes, no siendo necesario el diseño de estructuras especiales, según refiere el Manual de Hidrología y Drenaje (2011).

En base al objetivo general, elaborar una propuesta técnica de drenaje pluvial en el Asentamiento Humano 13 de abril del Distrito de la Arena - Piura, para evacuar las aguas pluviales, desarrollada en aplicación de lo establecido por la Normativa Técnica OS. 060 (2017), quien sostiene que el sistema de drenaje pluvial, que evacua caudales que tienen la probabilidad de ocurrencia de 2 a 10 años, asimismo precisa que estos tipos de sistemas están conformados por tuberías que actúan como redes o conductos, estructuras de obras civiles, entre otras obras complementarias, el mismo que tiene entre unos de sus principales objetivos de evacuar, control y conducir las aguas pluviales, evitando o disminuyendo la probabilidad de acumulación o concentración. De tal manera mitigar la problemática con cierto nivel de seguridad la generación de molestias por inundación y daños materiales y humanos.

Considerando esto, en la presente investigación se analizó la información recolectada, procediéndose de acuerdo a la norma OS. 060, se procedió al diseño hidráulico de las tuberías de alcantarillado pluvial, en aplicación de la ecuación de Manning se obtuvo que el diámetro de la tubería es de 0.58 m, asumiéndose un diámetro comercial de 1.25 m que equivale a 50", en una longitud de 1,310.70 metros. Respecto a la estimación del presupuesto referencial para la ejecución de propuesta técnica se ha obtenido la suma total de S/ 1'269,978.95 (Un millón quinientos nueve mil cuatrocientos cincuenta y cuatro Soles con cuarenta y cinco céntimos). Estos resultados son coincidentes con lo obtenido por García et al (2018), el mismo que aplica la misma metodología para obtener su propuesta técnica determinando un diseño hidráulico del sistema del drenaje por arrastre, proponiendo la cantidad de 1,188 ml de tuberías de conducción de 15" a 48" de diámetro, 31 buzones de inspección, 76 sumideros y 4 rejillas, que evacuarán las aguas de forma eficiente y segura, así mismo que el presupuesto referencial asciende a S/ 1'688,525.91. Asimismo, el estudio guarda relación con la investigación de Hernández-Jiménez (2018), quien define su propuesta de drenaje pluvial mediante el drenaje por arrastre para lo cual determina un diámetro de tubería de 0.60 m y 1.00m del colector principal de evacuación pluvial con disposición final en río, por tanto, determina un presupuesto de S/ 1'461,396.70.

Con esto se evidencia que la propuesta de drenaje pluvial, es una opción para solucionar la problemática actual de inundaciones, que a su vez se logrará mejorar las condiciones de vida de la población beneficiaria, enfocado a solucionar la problemática de inundaciones existentes, en zona urbana específica, que básicamente se plantea actuaciones que permitan restituir de una forma artificial, según refiere el Manual de Hidrología y Drenaje (2011).

## VI. CONCLUSIONES

**Primera:** Se determinó por medio los resultados, que en el área de estudio existe una altitud máxima de 23.50 m.s.n.m. y una altitud mínima de 14.00 m.s.n.m., con una diferencia de altitudes de 9.50m, por tanto, la topografía se clasifica en tipo depresión, por tanto, se encuentra expuesto a las inducciones en los periodos de lluvia.

**Segunda:** El estudio hidrológico reporta una precipitación máxima de 74.85 mm según el método de Gumbel, con un diseño en periodo de retorno de 10 años; asimismo se calculó el tiempo de concentración mediante la comparación del método de la Federal Aviation Administration (FAA) y el método de Kirpich asumiendo el valor máximo. Finalmente se obtuvo el caudal de cada microcuenca siendo estas 0.29m<sup>3</sup>/s en la cuenca 1; 0.37m<sup>3</sup>/s en la cuenca 2; 0.60m<sup>3</sup>/s de la cuenca 3 y 0.67m<sup>3</sup>/s en la cuenca 4; dando un total de 1.93 m<sup>3</sup>/s, según el método racional.

**Tercera:** El área total de la cuenca es de 273,805.00 m<sup>2</sup>, estableciéndose 4 micro cuencas definidas por 4 cauces que se unen en un mismo punto crítico ubicado en la Calle 28 de Julio; las cuales abarcan un área de 66,310.36 m<sup>2</sup>; 45,301.38 m<sup>2</sup>, 82,523.94 m<sup>2</sup>, 79,669.32 m<sup>2</sup> respectivamente.

**Cuarta:** Se elaboró la propuesta técnica de drenaje pluvial mediante el diseño hidráulico de las tuberías de alcantarillado pluvial, en aplicación de la ecuación de Manning se obtuvo que el diámetro de la tubería es de 0.58 m, asumiéndose un diámetro comercial de 1.25 m que equivale a 50", en una longitud de 1,310.70 metros, determinándose que el colector tendrá una cota inicial de 13.00 m.s.n.m. y una cota de llegada de 11.68 m.s.n.m., con una velocidad media de 1.62m/s el cual se encuentra dentro de los parámetros permisibles que indica la norma O.S. 060. Se ha estimado un costo referencial para la ejecución de propuesta técnica de S/ 1'269,978.95.

## VII. RECOMENDACIONES

**Primera:** A las autoridades de la jurisdicción, se recomienda que, para ejecutar este proyecto es básico y necesario realizar una ingeniería de detalle como un estudio de suelos, estudio de instalaciones existentes, impacto ambiental, un plan de operación y mantenimiento para la correcta operatividad de proyecto.

**Segunda:** En cuanto a la ejecución del proyecto, se recomienda a la unidad ejecutora, que dichas actividades sean programadas en los periodos no lluviosos de la zona en mención.

**Tercera:** Al Alcalde de la municipalidad Distrital de La Arena, se le recomienda realizar charlas de inducción a la población beneficiaria con la finalidad de obtener una correcta operatividad del sistema propuesto.

**Cuarta:** A los futuros investigadores, realizar estudios donde se considere la implementación cisternas, tanques o lagunas artificiales a fin de almacenar las aguas de lluvia para hacer frente a posibles contextos de escases del recurso hídricos.

## ● REFERENCIAS

ALCANTARA, Dante. 2014. *Topografía y sus aplicaciones*. Primera Edición. México D.F: México, 2014. pág. 01. ISBN: 978-607438-943-2.

APAZA LOPEZ, Asunción Madu. *Propuesta de solución para la evacuación de aguas pluviales en el Centro Histórico de Puno, 2020*. B.m.: [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil] Universidad César Vallejo, Lima, 2020. Disponible en: [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV\\_INST/175ppoi/alma991002878664007001](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/175ppoi/alma991002878664007001)

Autodesk, s.f. Civil 3D. Latino América Autodesk [en línea]. [Fecha de consulta: 01 Octubre 2023]. Disponible en: <https://latinoamerica.autodesk.com/>

BOCANEGRA ALARCON, Jorge Luis y JACINTO GÓMEZ, Mauricio Gabriel. *Mejoramiento del sistema de drenaje pluvial de la cuenca Quinta Ana María de Piura* [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil] Universidad de Piura, Piura, 2022. Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5802>

BBC NEWS MUNDO. Las imágenes de las inundaciones en el sur y centro de Chile por las que el presidente Boric declaró "estado de catástrofe" [En línea]. Chile: BBC.com, 2023 [Fecha de consulta: 01 Octubre 2023]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/articles/c3glez6268qo>

CHOMPA ABARCA, Juan Antonio. *Diseño de una red de drenaje pluvial mediante un algoritmo de optimización y la revisión de su funcionamiento hidráulico*. [En línea] [Tesis de Maestría] Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México, 2018 [Fecha de consulta: 16 de mayo 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000783157>

CORDERO LIRIO, Jhony y HUATA ROSALES, Miguel Angel. *Propuesta de mejoramiento del sistema de drenaje pluvial en el barrio Ura, Chavín de Huántar, Huari, Áncash, 2022*. B.m.: [Tesis para optar al título de Ingeniero Civil] Universidad César Vallejo, Áncash, 2022. [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV\\_INST/175ppoi/alma991002946006607001](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/175ppoi/alma991002946006607001)

DE HORTA, Patricia Ruth y CÓRDOVA LÓPEZ, Luis Fermín. *Simulación numérica de la red de drenaje pluvial de la cuenca Gancedo*. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 2021, XLII (1), pp. 18-32. ISSN 2788-6050, RNPS 2066.

<http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v42s1/1680-0338-riha-42-s1-18.pdf>

EURONEWS. Italia | Al menos 13 muertos y pérdidas de miles de millones en las inundaciones de Emilia-Romaña [En línea]. Italia: Euronews.com, 2023 [Fecha de consulta: 01 Octubre 2023]. Disponible en:

<https://es.euronews.com/2023/05/18/mas-fallecidos-y-perdidas-de-miles-de-millones-de-euros-en-las-inundaciones-de-emilia-roma>

CUTI MERMA, Kevin Alexander. *Drenaje pluvial urbano en la Localidad de Espinar, Provincia de Espinar, Región Cusco* [Tesis para optar al título de Ingeniero Civil] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, 2018. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5759>

Gonçalves, L. Barbassa, A. y Pereira, T. *El Proyecto Paisajístico como elemento integrador e identificador de técnicas compensatorias de drenaje. I Congreso Internacional Towards Green Cities*. Mérida, México 2016.

GARCÍA HERNANDEZ, Yorling Carolina, MONTOYA LÓPEZ, Noel José y RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ Donald Ismael. *Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya*. [Tesis para optar al título de Ingeniero Civil] Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2018.

<https://repositorio.unan.edu.ni/5008/1/94342.pdf>

GUTIERREZ ACARAPI, Rolando Ruiz. *Propuesta de evacuación para mejorar la eficiencia en el tratamiento de aguas pluviales en la Junta Vecinal Leoncio Prado, Tacna – 2021*. B.m: [En línea] [Tesis para título de Ingeniero Civil] Universidad César Vallejo, Tacna, 2021 [Fecha de consulta: 16 de mayo 2023] Disponible en:

[https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV\\_INST/175ppoi/alma99100\\_2880121607001](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/175ppoi/alma99100_2880121607001)

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, John Wilson. *Propuesta de implantación de sistemas alternativos de drenaje pluvial urbano en el proyecto vial avenida Tintal de Bogotá D.C.* [Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil]. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, 2020 [Fecha consulta: 29 de septiembre 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1248>

HERNANDEZ, Sampieri, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. México D.F: McGraw-Hill, 2014. pág. 600. ISBN: 9781456223960

HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, Manuel. Darío. *Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura* [En línea] [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad de Piura, Piura, 2018, Perú. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3714>

Ley General de Drenaje Pluvial. 2018. Decreto Legislativo N° 1356 que aprueba la ley general de drenaje pluvial - Vivienda Construcción y Saneamiento. Vivienda, construcción y saneamiento. [Ley General]. Lima, Lima, Perú: Diario el Peruano, 2018.

JULCA JARA, Bruno. *Propuesta del dren de evacuación de aguas pluviales en el Jr. Leoncio Prado tramo Av. Aviación – Jr. Amazonas y su efecto en la transitabilidad, Chimbote – Ancash - 2019. B.m* [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita]. Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Ancash, 2019. [Fecha de consulta: 11 Setiembre 2023] Disponible en: [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002876305107001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any.contains.PROPUUESTA%20DE%20DRENAJE%20PLUVIAL&sortby=rank&facet=searchcreationdate,include,2019%7C,%7C2022&offset=0](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002876305107001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any.contains.PROPUUESTA%20DE%20DRENAJE%20PLUVIAL&sortby=rank&facet=searchcreationdate,include,2019%7C,%7C2022&offset=0)

Ministerio de Transporte y Comunicación. 2011. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. [Manual]. Lima, Lima, Perú: MTC, 2011.

MORALES MENDOZA, Rodrigo Alexander. *Diseño de drenaje Pluvial para mejorar la accesibilidad en el Caserío de Rinconada Distrito de Catacaos Provincia de Piura*. [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita]. Universidad Cesar Vallejo, Catacaos, Piura, 2022. [Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002952981507001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any.contains,Dise%C3%B1o%20de%20drenaje%20Pluvial%20para%20mejorar%20la%20accesibilidad%20en%20el%20Caser%C3%ADo%20de%20Rinconada%20Distrito%20de%20Catacaos%20Provincia%20de%20Piura&sortby=rank](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002952981507001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any.contains,Dise%C3%B1o%20de%20drenaje%20Pluvial%20para%20mejorar%20la%20accesibilidad%20en%20el%20Caser%C3%ADo%20de%20Rinconada%20Distrito%20de%20Catacaos%20Provincia%20de%20Piura&sortby=rank)

MUL, Marloes, et al. *Understanding hydrological processes in an ungauged catchment in Sub-Saharan Africa*. CRC Press Inc., 2009. [fecha de Consulta 28 de Septiembre de 2023]. ISBN 978-0-415-54956-1. Disponible en: [https://www.samsamwater.com/library/Understanding\\_hydrological\\_processes\\_in\\_an\\_ungauged\\_catchment.pdf](https://www.samsamwater.com/library/Understanding_hydrological_processes_in_an_ungauged_catchment.pdf)

Niño Cotrina, Jhoan Marco; García Chozo, Michelle Xiomara. *Diseño y optimización del sistema de drenaje de las aguas pluviales de la urbanización El Chilcal*. [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita]. Universidad de Piura, Piura 2021. [Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4840>

Norma Técnica OS. 060. Drenaje Pluvial Urbano. [Norma Técnica]. Lima, Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.

Noticias ONU. Las inundaciones causadas por El Niño costero en Perú ya han afectado a 400.000 personas [En línea]. Piura: NU.org, 2023 [Fecha de consulta: 01 Octubre 2023]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2023/05/1520492>

Quinchanegua Pineda, Nelyda Lorena. *Construcción modelo hidráulico drenaje urbano con el software SWMM 5.1 caso estudio distrito Altagracia Tunja-Boyacá*. [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita] Universidad Santo Tomás, Tunja-Boyaca, 2022. [Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO\\_223013db8428563d1937c3e116269bab](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO_223013db8428563d1937c3e116269bab)

Ocampo, Camilo, Carvajal-Escobar, Yesid, Peña Luis E. Storm Water Management Model Simulation and Evaluation of the Eastern urban drainage system of Cali in the face of climate variability scenarios. *Ingeniería y Competitividad* [en línea]. 2019, 21(2), [fecha de Consulta 28 de Septiembre de 2023]. ISSN: 0123-3033. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291362343002>

Ojeda de la cruz, Arturo, Álvarez Chávez, Clara Rosalia. y Orona Llano, David Carlos (2020). Sustainable stormwater drainage. A rain water management alternative at the University of Sonora. *Contexto*. XIV. (20) 53-69 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85100677165&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=drenaje+pluvial&sid=607f73eba1f960a5bf58c610162d64f9&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28drenaje+pluvial%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=>

Parada-Molina, Paulo César; Suárez Guerrero, Ana Isabel; Jiménez Huerta, Joaquín; Cervantes Pérez, Juan; Silva Blanco, Lily Ariadna. (2020). Drenaje urbano sostenible: una alternativa para Xalapa, Veracruz, México. *Sociedad y Ambiente*, 23(1), 1-16. <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121025826010.pdf>

Pérez, R. P. (2015). Diseño y construcción de alcantarillados: sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Quintana Ordoñez, Mireya Patricia. *Análisis y diseño de drenaje pluvial para A.H. Los Algarrobos I y II etapa* [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita] Universidad de Piura, Piura, 2021. [Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4975>

RAMÍREZ CHASNAMOTE, Ellen a Karolina WALLER LÓPEZ. *Diseño de la red de drenaje pluvial para mejorar la accesibilidad en las localidades de Alfonso Ugarte y Paucar, Picota, San Martín. B.m.*: [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita] Universidad César Vallejo, 2019.[Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002880086307001&context=L&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,PROPUESTA%20DE%20DRENAJE%20PLUVIAL&sortby=rank&facet=searchcreationdate,include,2019%7C,%7C2022&offset=0](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002880086307001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,PROPUESTA%20DE%20DRENAJE%20PLUVIAL&sortby=rank&facet=searchcreationdate,include,2019%7C,%7C2022&offset=0)

Ramos Vigilio, John Williams. *Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en la avenida 28 de agosto del distrito de Amarilis, Huánuco*. [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita]Universidad de Huánuco, Huánuco, 2021.[Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3033;jsessionid=7B65177FE738B00A74671DAF65612F95>

Rocha, A. (2007). Hidráulica de tuberías y canales. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Silva Zevallos, Edwin Jhonatan. *Propuesta de diseño de colectores para el drenaje pluvial de las calles La Mar y Alfonso Ugarte sector sur del distrito de Colán – Paita – Piura*, 2019. [En línea] [Tesis de Ingeniería Civil, inédita] Universidad Cesar Vallejo, Paita, Piura, 2019. [Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51690>

JAUME, Arturo Trapote. Influencia de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en el diseño de colectores y en el riesgo de inundación. *En Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes. Universitat d' Alacant/Universidad de Alicante*, 2020. p. 787-796. Recuperado de: [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES\\_e3bae9d4d39b8d7d0e1e25b628b3fcac](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES_e3bae9d4d39b8d7d0e1e25b628b3fcac)

Universidad Nacional de Gestión de Riesgo. Curvas IDF Chinavita. 2015 <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19735/CURVAS%20IDF%20Chinavita.pdf?sequence=16&isAllowed=y>

UMAÑA QUIRÓS, Braulio. *Diagnóstico y propuesta de soluciones en la red de alcantarillado pluvial del Campus Central del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Cartago)*. [En línea] [Maestría en Ingeniería hidráulica y medio ambiente, inédita] Universitat politécnica de valencia, Costa Rica, Cartago, 2018. [Fecha de consulta: 12 Setiembre 2023] Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106828/UMA%c3%91A%20-%20DIAGN%c3%93STICO%20Y%20PROPUESTA%20DE%20SOLUCIONES%20EN%20LA%20RED%20DE%20ALCANTARILLADO%20PLUVIAL%20DEL%20CAMPUS%20CENT....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ANEXOS

ANEXO 1

*Matriz de operacionalización de la variable Drenaje pluvial*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Drenaje pluvial	El Drenaje Pluvial comprende el análisis a partir de la evacuación de las aguas producto de precipitaciones, con una capacidad de recolección en relación a un tiempo de concentración y almacenamiento, dando por los datos para el reconocimiento de la situación de la zona a intervenir para su posterior pre dimensionamiento de las estructuras correspondientes. (Ramos, 2020).	Es el conjunto de obras que permiten un manejo adecuado de las aguas pluviales, es necesario considerar los procesos de conducción, y evacuación de los mismos. (Ramos, 2020).	Topografía	Planos de Planta	Razón
				Planos de Perfil	
				Área	
			Pluviometría	Precipitación Máxima Probable	
				Precipitación máxima en distintos periodos	
				Intensidad Máxima	
				Gráfica de Intensidad - Duración – Frecuencia para lluvia máxima	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

*Matriz de operacionalización de la variable Propuesta Técnica para la evacuación de las aguas pluviales*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Propuesta técnica para la evacuación de aguas pluviales	Comprende la elaboración de una alternativa de sistema para la evacuación de las aguas de lluvia, bajo el procesamiento previo de la realidad problemática, dando como resultado un conjunto de estructuras	El diseño del sistema de drenaje pluvial urbano dependerá de la información obtenida a partir de la cantidad de precipitaciones anuales i/o diarias que se presentan a lo largo de los años en la ciudad de Piura, cabe recalcar que dicha información de las precipitaciones se obtiene del ente SENHAMI y además de proyectos antecesores que se asieron con la misma línea de investigación. (Ramos, 2020).	Hidrología	Caudal máximo	Nominal
				Tiempo de concentración	
			Diseño de drenaje	Altura de lluvia de diseño	
				Modelamiento Hidráulico	
				Obras de Drenaje	

---

dimensionadas  
para la correcta  
eliminación del  
agua estancada  
en cuencas  
ciegas (Ramos,  
2020).

---

Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 3

#### *Precipitación de diseño en diferentes periodos de retorno y tiempos de concentración*

Tr	P diaria	Min	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480
		P 24h	<b>0.17</b>	<b>0.25</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
			<b>0.29</b>	<b>0.32</b>	<b>0.38</b>	<b>0.45</b>	<b>0.54</b>	<b>0.59</b>	<b>0.64</b>	<b>0.68</b>	<b>0.71</b>	<b>0.76</b>
2		22.152	6.4	7.1	8.4	10.0	11.9	13.2	14.2	15.0	15.7	16.8
5		53.860	15.5	17.2	20.5	24.3	28.9	32.0	34.4	36.4	38.1	40.9
10		74.853	21.6	23.9	28.4	33.8	40.2	44.5	47.8	50.6	52.9	56.9
25		101.378	29.3	32.4	38.5	45.8	54.5	60.3	64.8	68.5	71.7	77.0
50		121.055	34.9	38.7	46.0	54.7	65.0	72.0	77.3	81.8	85.6	92.0
75		132.493	38.2	42.3	50.3	59.9	71.2	78.8	84.7	89.5	93.7	100.7
100		140.588	40.6	44.9	53.4	63.5	75.5	83.6	89.8	95.0	99.4	106.8
500		185.724	53.6	59.3	70.6	83.9	99.8	110.4	118.7	125.5	131.3	141.1

Tr	P diaria	Min	600	720	840	960	1080	1200	1320	1440	2880
		P 24h	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>48</b>
			<b>0.80</b>	<b>0.84</b>	<b>0.87</b>	<b>0.90</b>	<b>0.93</b>	<b>0.96</b>	<b>0.98</b>	<b>1.00</b>	<b>1.19</b>
2		22.152	17.8	18.6	19.4	20.0	20.6	21.2	21.7	22.2	26.3
5		53.860	43.3	45.3	47.1	48.7	50.1	51.5	52.7	53.9	64.1
10		74.853	60.1	62.9	65.4	67.6	69.7	71.5	73.2	74.9	89.0
25		101.378	81.4	85.2	88.6	91.6	94.3	96.9	99.2	101.4	120.6
50		121.055	97.3	101.8	105.8	109.4	112.7	115.7	118.5	121.1	144.0
75		132.493	106.4	111.4	115.8	119.7	123.3	126.6	129.6	132.5	157.6
100		140.588	113.0	118.2	122.9	127.0	130.8	134.3	137.6	140.6	167.2
500		185.724	149.2	156.2	162.3	167.8	172.8	177.4	181.7	185.7	220.9

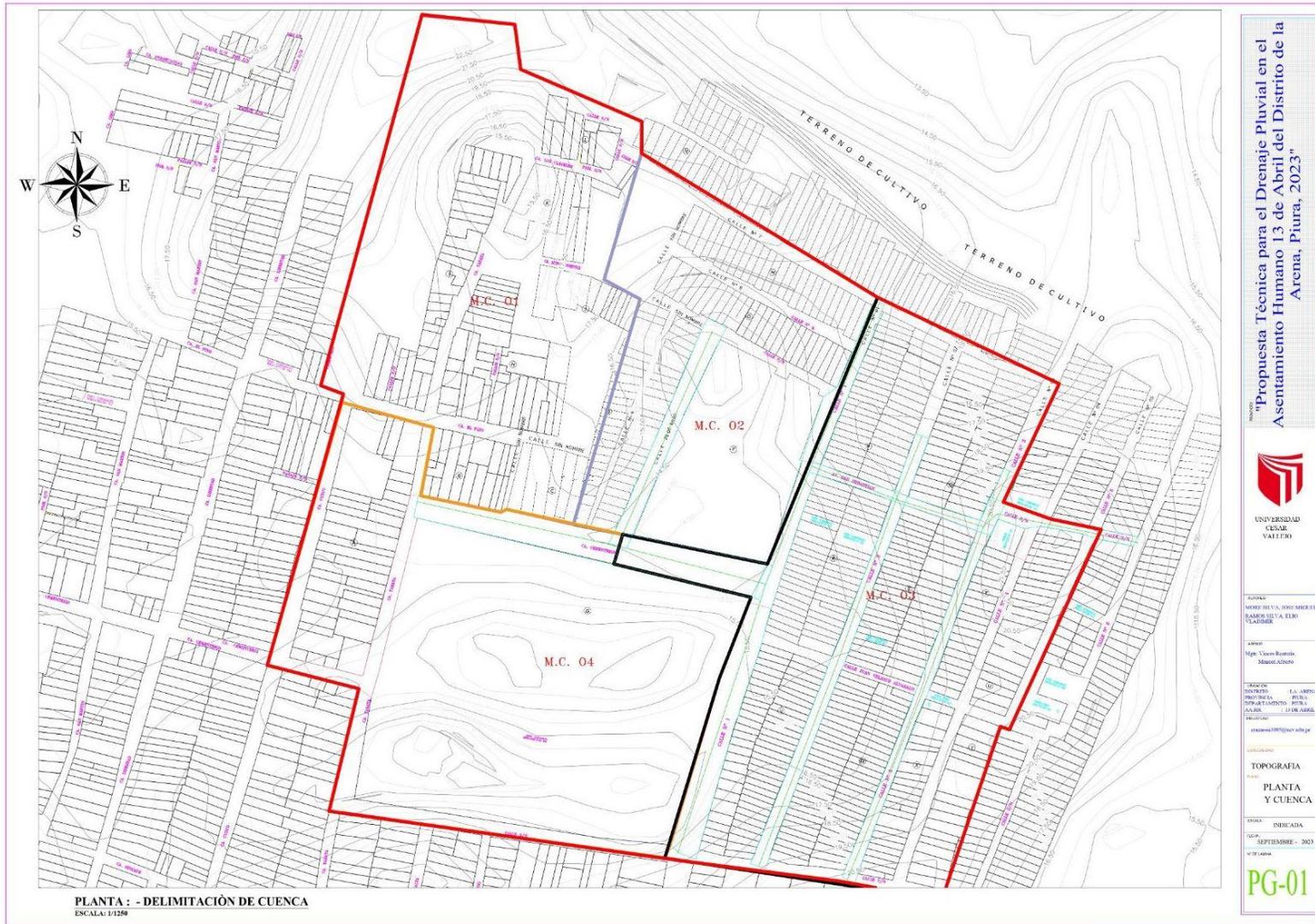
## ANEXO 4

### *Intensidad máxima en diferentes periodos de retorno y tiempos de concentración*

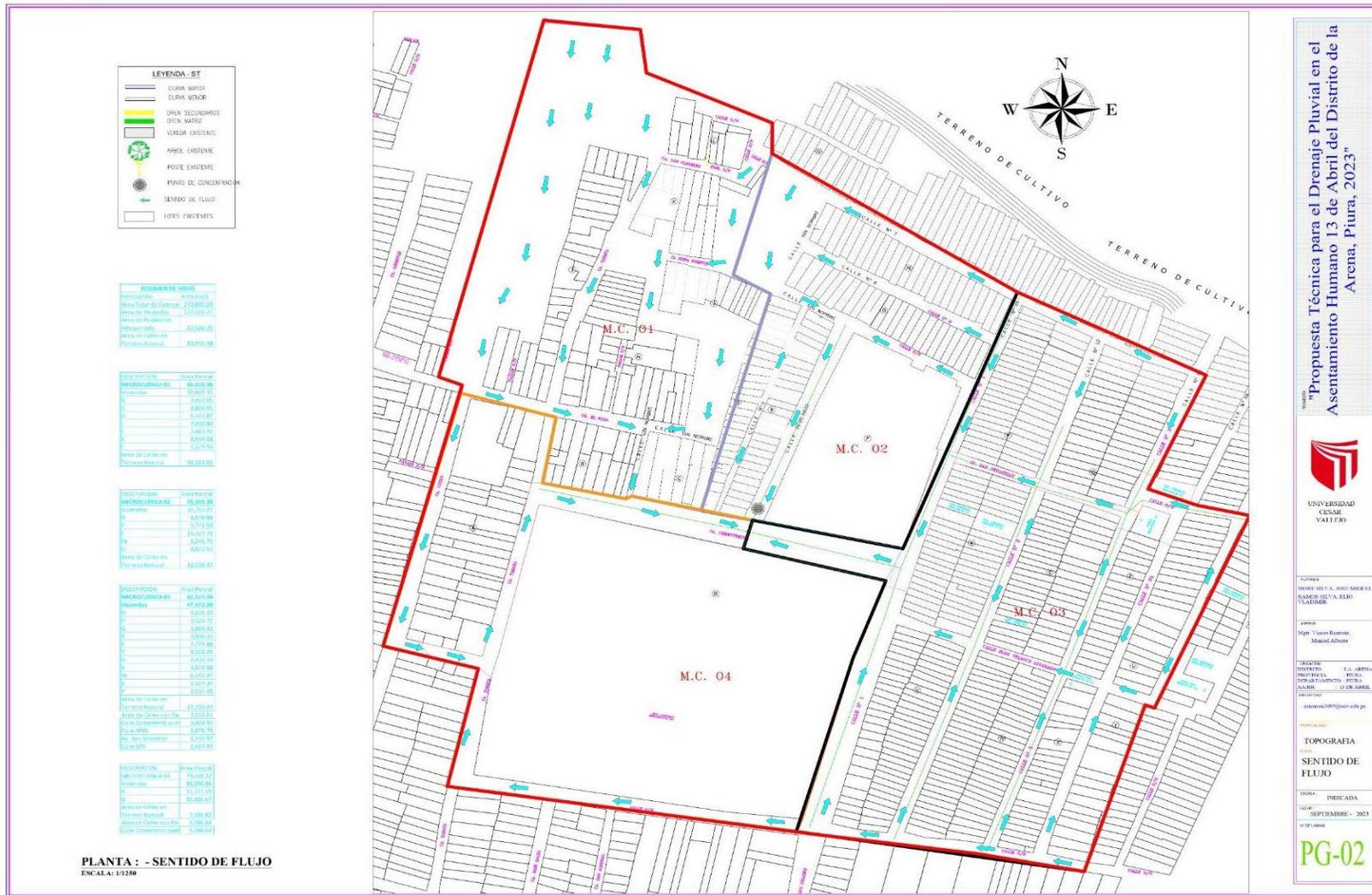
<b>i (mm/h)</b>	<b>Tr</b>	<b>0.17</b>	<b>0.25</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
	2	38.368	28.308	16.832	10.008	5.951	4.391	3.538	2.993	2.611	2.104
	5	93.288	68.827	40.925	24.334	14.469	10.675	8.603	7.278	6.347	5.116
	10	129.649	95.654	56.876	33.819	20.109	14.836	11.957	10.114	8.822	7.109
	25	175.592	129.550	77.031	45.803	27.234	20.093	16.194	13.698	11.948	9.629
	50	209.673	154.695	91.982	54.693	32.521	23.993	19.337	16.357	14.266	11.498
	75	229.485	169.311	100.673	59.860	35.593	26.260	21.164	17.902	15.614	12.584
	100	243.506	179.655	106.824	63.518	37.768	27.865	22.457	18.996	16.568	13.353
	500	321.683	237.334	141.120	83.910	49.893	36.811	29.667	25.095	21.888	17.640

<b>i (mm/h)</b>	<b>Tr</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>48</b>
	2	1.780	1.552	1.383	1.251	1.145	1.058	0.985	0.923	0.549
	5	4.327	3.774	3.362	3.042	2.785	2.573	2.396	2.244	1.334
	10	6.014	5.245	4.673	4.227	3.870	3.576	3.329	3.119	1.854
	25	8.145	7.104	6.328	5.725	5.241	4.843	4.509	4.224	2.512
	50	9.726	8.483	7.557	6.837	6.259	5.783	5.384	5.044	2.999
	75	10.645	9.284	8.271	7.483	6.850	6.329	5.893	5.521	3.283
	100	11.295	9.852	8.776	7.940	7.268	6.716	6.253	5.858	3.483
	500	14.922	13.015	11.594	10.489	9.602	8.872	8.260	7.739	4.601

# Anexo 5: Plano de delimitación de microcuencas



# Anexo 6: Planos de flujo de drenaje



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 "Propuesta Técnica para el Drenaje Pluvial en el Asentamiento Humano 13 de Abril del Distrito de la Arena, Piura, 2023"



PROFESOR  
 RAMON SILVA ELDO VALDEAR  
 AUTOR  
 Mgtr. Víctor Benavente  
 ASISTENTE

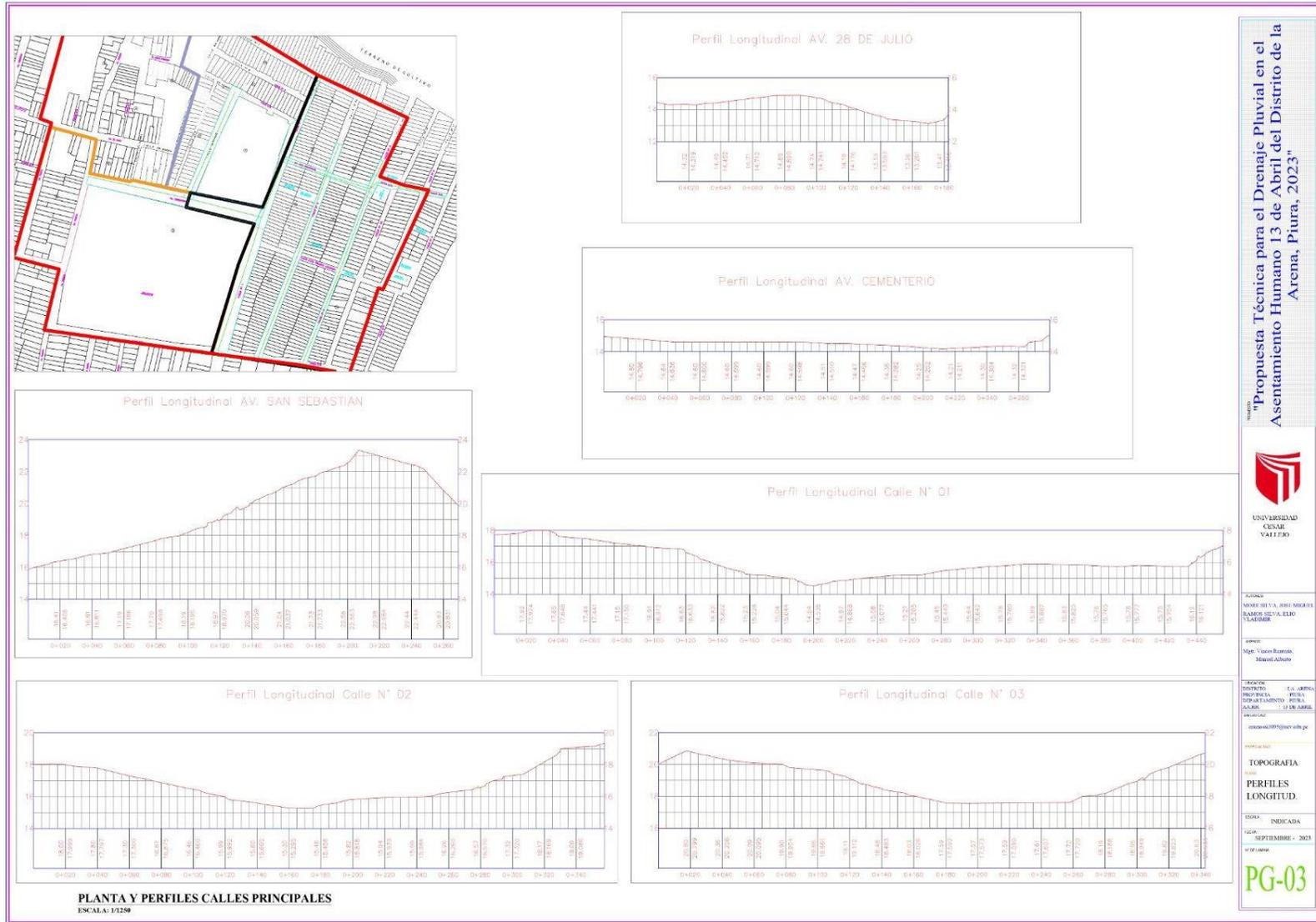
TÍTULO  
 PROYECTO DE DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL EN EL ASENTAMIENTO HUMANO 13 DE ABRIL DEL DISTRITO DE LA ARENA, PIURA, 2023

TOPOGRAFIA  
 SENTIDO DE FLUJO

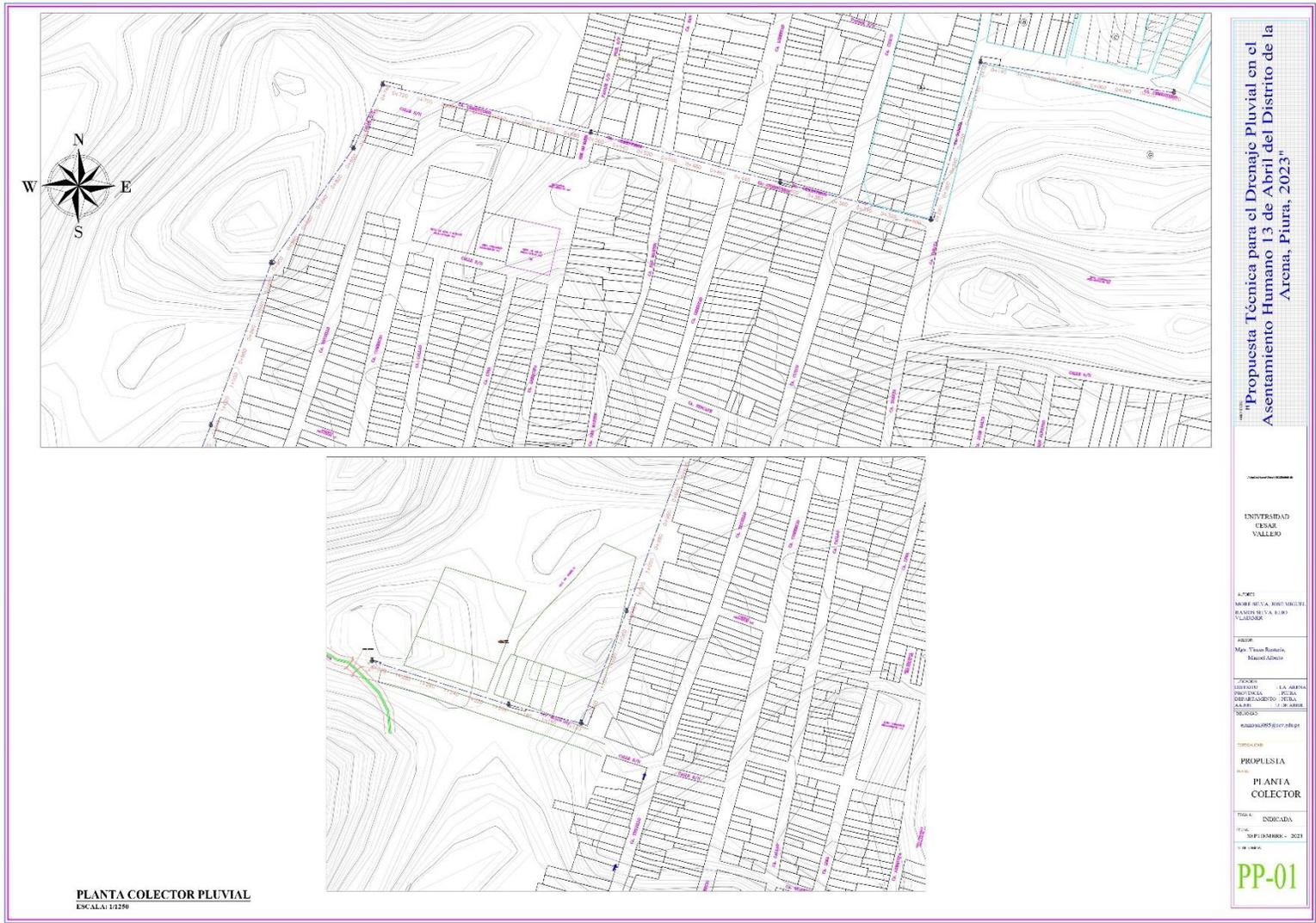
ESCALA: INDICADA  
 FECHA: SEPTIEMBRE - 2023

PG-02

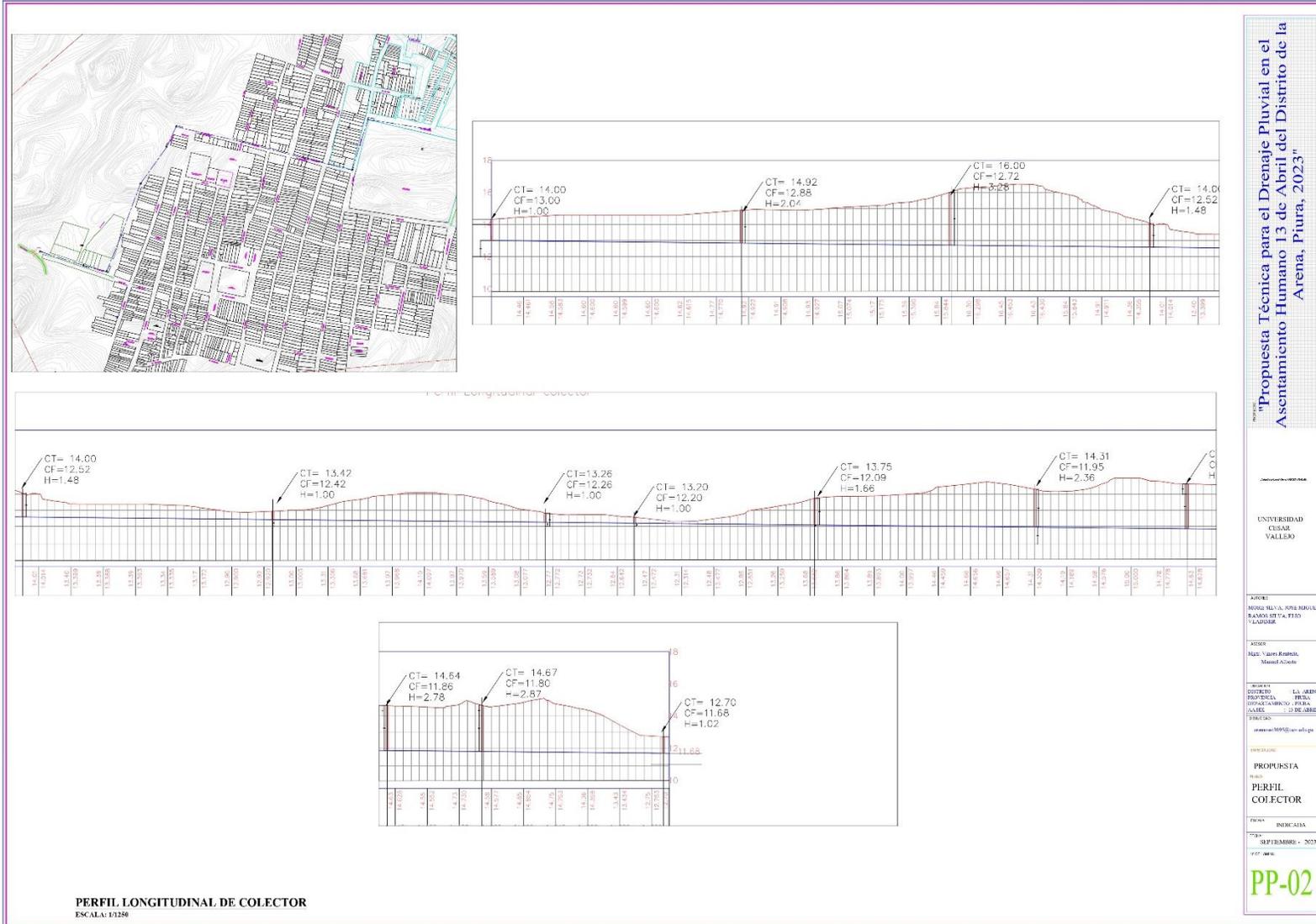
# Anexo 7: Planos de perfiles



# Anexo 8: Planta de Colector Propuesto



# Anexo 9: Plano de perfil de Colector Propuesto



"Propuesta Técnica para el Drenaje Pluvial en el Asentamiento Humano 13 de Abril del Distrito de la Arena, Piura, 2023"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESOR

Alfonso Valdes Rueda, Manuel Acosta

INSTITUCIÓN: LA OMBRA PROFESOR: PIURA (DIPLOMADO EN INGENIERÍA CIVIL) ASISTENTE: 330000000

PROPUESTA  
PERFIL  
COLECTOR

INDICADA  
SEPTIEMBRE - 2023

PP-02

## Anexo 8: Presupuesto Referencial

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO	PROPUESTA TECNICA DE DRENAJE PLUVIAL EN EL ASENTAMIENTO HUMANO 13 DE ABRIL DEL DISTRITO DE LA ARENA - PIURA				
UBICACION	DPTO: PIURA PROV: PIURA DIST: LA ARENA; AA-HH 13 DE ABRIL				
FECHA	24/11/2023				
Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial
1	<b>PRESUPUESTO DE PROPUESTA TECNICA DE DRENAJE PLUVIAL</b>				
1.1	<b>Sistema de red de drenaje pluvial</b>				
1.1.1	<b>Trabajos preliminares</b>				
1.1.1.1	Trazo, nivel y replanteo con equipo	m	1310.70	1.91	2,503.44
1.1.1.2	Cinta plastica señalizadora p/limite de seguridad de obra	m	393.03	0.85	334.08
1.1.1.3	Puente de madera provisional p/pase peatonal	und	4.00	616.43	2,465.72
1.1.2	<b>Movimiento de tierras</b>				
1.1.2.1	Ex cavacion c/equipo alcantarillado hprom. <= 1.50 m.	m	536.44	16.97	9,103.39
1.1.2.2	Ex cavacion c/equipo alcantarillado hprom. 1.51 a <= 2.00 m.	m	659.01	20.35	13,410.85
1.1.2.3	Refine y nivelacion en terreno normal hasta h= 1.51 hasta 3.00 m.	m	1310.70	3.43	4,495.70
1.1.2.4	Cama de material propio p/tuberia e=0.10 m.	m	1310.70	3.48	4,561.24
1.1.2.5	Relleno protector c/mat. propio zarandeado h=1.50 hasta 3.00 m., s/clave tub. desagüe	m	1310.70	5.81	7,615.17
1.1.2.6	Entibado y desentibado de madera desde h=2.51 a 3.00 m.	m	295.29	69.09	20,401.59
1.1.2.7	Eliminacion de material excedente, distancia de 5km.	m³	434.93	15.03	6,537.00
1.1.3	<b>Suministro e instalacion de tuberia de pvc</b>				
1.1.3.1	Suministro e instalacion de tuberia pvc c uf, sn4 d=650 mm	m	1310.70	508.69	666,739.98
1.1.4	<b>Pruebas Hidraulicas</b>				
1.1.4.1	Prueba hidraulica + escorerentia para tuberia de d=630	m	1310.70	15.20	19,922.64
1.1.5	<b>Buzones, Tapones y Empalmes</b>				
1.1.5.1	Colocacion de afirmado e= 0.20 m	m²	13.57	52.03	706.15
1.1.5.2	Solado de 2"	m²	13.57	44.71	606.80
1.1.5.3	Buzón Ø=1.20m hasta h=1.50m (fc=210kg/cm2)	und	6.00	2,188.40	13,130.40
1.1.5.4	Buzón Ø=1.20m hasta h=1.51m hasta h=2.00m (fc=210kg/cm2)	und	1.00	2,593.91	2,593.91
1.1.5.5	Buzón Ø=1.20m hasta h=2.01m hasta h=2.50m (fc=210kg/cm2)	und	2.00	2,959.01	5,918.02
1.1.5.6	Buzón Ø=1.20m hasta h=2.51m hasta h=3.00m (fc=210kg/cm2)	und	3.00	3,786.16	11,358.48
1.1.5.7	Dado de concreto 0.90 x 0.90 x 0.90, tuberia de 630 mm	m³	4.37	429.29	1,877.71
1.1.6	<b>Sumideros tipo grande conectado a tuberia - S2</b>				
1.1.6.1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1.6.1.1	Trazo, nivel y replanteo con equipo	m	1.80	1.91	3.44
1.1.6.2	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
1.1.6.2.1	Ex cav. para sumidero	m	3.60	21.45	77.22
1.1.6.2.2	Colocacion de afirmado e= 0.20 m	m²	1.80	51.08	91.94
1.1.6.3	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				
1.1.6.3.1	Solado de 2"	m²	1.80	44.31	79.76
1.1.6.3.2	Concreto fc=210kg/cm2, sumidero	m³	4.49	456.15	2,048.11
1.1.6.3.3	Encofrado y descenofrado, para sumideros	m²	27.60	76.38	2,108.09
1.1.6.3.4	Acero corrugado fy=4200kg/cm, sumidero	kg	177.38	6.45	1,144.10
1.1.6.4	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>				
1.1.6.4.1	Marco y tapa para sumidero de 0.60x0.60	und	1.00	650.00	650.00
1.1.6.4.2	Marco y tapa de rejilla para sumidero de 0.80x0.80m	und	1.00	525.00	525.00
1.1.7	<b>Desmontaje y reposición de bloquetas</b>				
1.1.7.1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1.7.1.1	Trazo, nivel y replanteo con equipo	m	740.00	1.91	1,413.40
1.1.7.1.2	Desmtaje de bloquetas	m²	1480.00	8.58	12,698.40
1.1.7.2	<b>REPOSICIÓN DE BLOQUETAS</b>				
1.1.7.2.1	Conformacion de subrasante en pistas y estacionamientos	m²	1480.00	4.34	6,423.20
1.1.7.2.2	Base granular, e=0.20 m. (Doble cara fracturada)	m²	1480.00	21.90	32,412.00
1.1.7.2.3	Cama de arena, e=0.04 m.	m²	1480.00	8.95	13,246.00
1.1.7.2.4	Suministro y colocacion de adoquin de concreto 0.20x0.10x0.06 m.	m²	1480.00	66.81	98,878.80
1.1.7.2.5	Sellado y compactacion de adoquin de concreto	m²	1480.00	5.34	7,903.20
	<b>Costo Directo</b>				<b>973,984.93</b>
	Gastos Generales		10.00%		97,398.49
	Utilidad		5.00%		4,869.92
	<b>Parcial</b>				<b>1,076,253.34</b>
	I.G.V.		18.00%		193,725.60
	<b>TOTAL :</b>				<b>1,269,978.95</b>