



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño del dren de evacuación de aguas pluviales en la avenida
Nepeña – Casma – Ancash 2023

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

AUTOR:

Miniano Huamanchumo, Jorge Jeancarlos (orcid.org/0000-0001-9630-0288)

ASESOR:

Mgr. Monja Ruiz, Pedro Emilio (orcid.org/0000-0002-4275-763X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios porque siempre guía mi camino y en esta ocasión me da la oportunidad de presentación mi proyecto de investigación, a mi mamita Martha y mi tío Julio que se encuentran en el Cielo, ellos son mi ejemplo y, con su bendición durante todo este tiempo de estudio y trabajo, me guiaron en este proceso de la vida, por haberme dado en la vida personas maravillosas que me aconsejaron y me dieron su apoyo cuando más lo necesitaba.

A mi madre, Gladys Elvira Miniano Huamanchumo, por ayudarme desde un principio y demostrarme que todos los sueños se logran con trabajo y esfuerzo, por su amor incondicional, por su valentía, fuerza y coraje.

A mi futura esposa Elizabeth Mata Lizarbe, gracias por motivarme y ser mi fuerza cada día, gracias a ella que siempre me motivo y nunca dejo que desista de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A nuestro celestial y a mi familia por el apoyo ininterrumpido, puesto que, desde un inicio me motivaron para que sea un profesional y lograr mis objetivos académicos.

Al profesor Pedro Emilio Monja Ruiz, por todos estos meses de buenas enseñanzas y brindarme las indicaciones y/u observaciones necesarias para realizar mi investigación de la manera más eficiente y correcta posible.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MONJA RUIZ PEDRO EMILIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño del Dren de evacuación de aguas pluviales en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash 2023", cuyo autor es MINIANO HUAMANCHUMO JORGE JEANCARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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.

CHIMBOTE, 28 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PEDRO EMILIO MONJA RUIZ DNI: 17584590 ORCID: 0000-0002-4275-763X	Firmado electrónicamente por: PMONJA el 28-11- 2023 02:20:35

Código documento Trilce: TRI - 0668762





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MINIANO HUAMANCHUMO JORGE JEANCARLOS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño del Dren de evacuación de aguas pluviales en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MINIANO HUAMANCHUMO JORGE JEANCARLOS DNI: 45819280 ORCID: 0000-0001-9630-0288	Firmado electrónicamente por: JJMINIANO el 23-12- 2023 10:43:09

Código documento Trilce: INV - 1547510



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	177
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	177
3.1.1. Tipo de investigación	177
3.1.2. Diseño de la investigación.....	177
3.2. Variables y operacionalización	188
3.2.1. Variables:.....	188
3.2.2. Operacionalización de variables	18
3.3. Población, muestra y muestreo	199
3.3.1. Población	199
3.3.2. Muestra.....	199
3.3.3. Muestreo.....	199
3.3.4. Unidad de análisis.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.4.1. Técnica de recolección de datos.....	19

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos	211
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	233
V. DISCUSIÓN	433
VI. CONCLUSIONES	466
VII. RECOMENDACIONES	488
REFERENCIAS	499
ANEXOS	52
Anexo 1: Tabla de Operacionalización de las variables	53
Anexo 2: Matriz de Consistencia	54
Anexo 3: Informe topográfico.....	55
Anexo 4: Estudio Hidrológico – SENAHMI	78
Anexo 5: Cálculos y Resultados del caudal máximo de aporte	90
Anexo 6: Panel Fotográfico.....	97
Anexo 7: Normativa OS. 060: Drenaje pluvial urbano	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Coefficientes de escorrentía para utilizarse en el método racional</i>	10
Tabla 2: <i>C. de escorrentía promedio para áreas urbanas, para 5 y 10 años de período de retorno</i>	11
Tabla 3: <i>C. escorrentía utilizados para el método racional</i>	11
Tabla 4: <i>Coefficiente de rugosidad</i>	12
Tabla 5: <i>Ancho de solera (b)</i>	14
Tabla 6: <i>Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado</i>	15
Tabla 7: <i>Valores máximos recomendados de riego admisible de obras de drenaje.</i>	166
Tabla 8: <i>Períodos de retorno para diseño de obras de drenes en zonas de volumen de tránsito bajo.</i>	16
Tabla 10: <i>Caudales de aporte desde el punto de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500 que desaguaran en el sistema de dren de evacuación de aguas pluviales de la Av. Nepeña, Casma – Ancash.</i>	24
Tabla 11: <i>Caudales de aporte desde el punto de la progresiva del KM: 0+500 al KM: 1+126.7 que desaguaran en el sistema de dren de evacuación de aguas pluviales de la Av. Nepeña, Casma – Ancash.</i>	25
Tabla 12: <i>Caudal de aporte máximo acumulado del lado derecho desde el KM:0+000 hasta el KM: 0+500.</i>	27
Tabla 13: <i>Pendientes del lado derecho de la zona del KM: 0+000 al KM: 0+500</i>	27
Tabla 16: <i>Caudal de aporte máximo acumulado del lado izquierdo, desde el KM: 0+000 hasta el KM: 0+500</i>	31
Tabla 17: <i>Pendiente del lado izquierdo de la zona del KM: 0+000 al KM: 0+500.</i>	31
Tabla 18: <i>Caudal de aporte máximo acumulado del lado derecho, desde el KM: 0+500 al KM: 1+126.7</i>	35
Tabla 19: <i>Pendiente del lado diestro del KM: 0+500 al KM: 1+126.7</i>	36

Tabla 20: <i>Caudal de aporte máximo acumulado del lado izquierdo, desde el KM: 0+500 al KM: 1+126.7</i>	39
Tabla 21: <i>Pendientes de lado izquierdo de la zona del KM: 0+500 al KM: 1+126.7.</i>	40
Tabla 22: Operacionalización de Variables:	69
Tabla 23: Matriz de consistencia:	69
Tabla 24: <i>Vías y medios de acceso</i>	74
Tabla 25: <i>Códigos para el levantamiento Topográfico</i>	81
Tabla 26: <i>Cuadro de ubicación de coordenadas de los Puntos BMS (UTM WG-84)</i>	82
Tabla 27: <i>Cuadro de áreas de influencia del estudio</i>	86
Tabla 28: <i>Cuadro de cotas de terreno del estudio de cada tramo estudiado</i>	88
Tabla 29: <i>Pendientes desde el KM: 0+000 al KM; 1+126.7</i>	90
Tabla 30: <i>Cálculo de precipitación máxima</i>	102
Tabla 31: <i>Área de influencia de la Avenida Nepeña, Casma – Ancash entre el KM: 0+000 al KM: 0+500, considerando ambos lados de la vía</i>	104
Tabla 32: <i>Área de influencia de la Avenida Nepeña; desde el punto del KM: 0+500 al KM: 1+126.7 de los dos lados del terreno</i>	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista Satelital resaltada de celeste Av. Nepeña; resaltado de amarillo Vía Panamericana Norte.....	60
Figura 2: Vista Satelital.....	61
Figura 3: Mapa satelital ruta PE-14A Carretera Casma – Huaraz.....	62
Figura 4: Mapa satelital ruta PE-1N Panamericana Norte; Chimbote - Casma ...	62
Figura 5: Mapa satelital ruta PE-1N Panamericana Norte; Huarmey - Casma	63
Figura 6: Especificación técnica SOUTH NTS 382R10L.....	67
Figura 7: Trazo del alineamiento y ubicación de la progresiva 0+000, 0+100 Y 0+200	70
Figura 8: Trazo del alineamiento y ubicación de la progresiva 0+400, 0+500 Y 0+600	70
Figura 9: Trazo del alineamiento y ubicación de la progresiva 0+900, 1+000, 1+100 Y 1+1126.71.....	71
Figura 10: Selección del polígono de la progresiva 0+000 al 0+100.....	72
Figura 11: Con la ayuda del comando (li) obtenemos los datos técnicos del polígono como área, perímetro y coordenadas del vértice del polígono.	72
Figura 12: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+000 al KM: 0+250	73
Figura 13: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+250 al KM: 0+500	74
Figura 14: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+500 al KM: 0+750	74
Figura 15: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+750 al KM: 1+126.7	75
Figura 16: Referencia para el calculo de pendiente.....	76

RESUMEN

La investigación se centra en diseñar un dren para evacuar las aguas de las precipitaciones pluviales, garantizando seguridad a los ciudadanos de la zona en estudio. Para lograrlo, fue necesario calcular el caudal de aporte del área de precipitación en la Avenida Nepeña, realizar el estudio topográfico y calcular las características de diseño del dren. La metodología empleada es del tipo aplicado; posee un diseño no experimental; se tiene como población y muestra 1.127km. De los resultados, se obtuvo una sección de 0.30x0.40, un caudal de diseño para el lado derecho e izquierdo del KM: 0+000 – 0+500 de 0.153m³/s, un caudal de diseño para el lado derecho del tramo de KM: 0+500 – 1+126.7 de 0.143m³/s y un caudal de diseño para el lado izquierdo del tramo de KM: 0+500 – 1+126.7 de 0.142m³/s. Finalmente se concluye que: (1) Se obtuvieron los caudales de aporte máximos del tramo en estudio; (2) Se realizó el estudio topográfico, se obtuvo los valores de las áreas de influencia y las pendientes, de 0.9% para el tramo del KM: 0+000 al KM: 0+500, y de 0.77% para el tramo del KM: 0+500 al KM: 1+126.7; (3) Se obtuvieron las características de diseño propuesto del dren.

Palabras clave: Diseño, dren, aguas pluviales

ABSTRACT

The research focuses on designing a drain to evacuate rainwater, guaranteeing greater safety to the citizens of the study area. To achieve this, it was necessary to calculate the contribution flow of the precipitation area on Nepeña Avenue, carry out the topographic study and calculate the design characteristics of the drain. The methodology used is of the applied type; It has a non-experimental design; It is taken as a population and shows 1,127km. From the results, a section of 0.30x0.40 was obtained, a design flow for the right and left side of the KM: 0+000 – 0+500 of 0.153m³/s, a design flow for the right side of the section of KM: 0+500 – 1+126.7 of 0.143m³/s and a design flow for the left side of the section of KM: 0+500 – 1+126.7 of 0.142m³/s. Finally, it is concluded that: (1) The maximum contribution flows of the section under study were obtained; (2) The topographic study was carried out, the values of the areas of influence and the slopes were obtained, 0.9% for the section from KM: 0+000 to KM: 0+500, and 0.77% for the section from KM: 0+500 to KM: 1+126.7; (3) The proposed design characteristics of the drain were obtained.

Keywords: design, drain, rainwater.

I. INTRODUCCIÓN

El fenómeno del Niño, se da a nivel global, puesto que, el Océano Pacífico se sumerge en un calentamiento global cada año más agresivo, por lo que, en los últimos años, esto ha afectado considerablemente no solo en lo pluvial, sino en el calor que genera, produciéndose en algunas ciudades de Estados Unidos una temperatura que ascendía a los casi 40 grados Celsius; un valor realmente considerable que es difícil de recibir por parte de la población, porque puede generar muchas enfermedades a la piel y por las acciones tomadas puede producir mucho estrés, y esto, actualmente es la mayor causal para que surjan enfermedades desde leves hasta incurables.

En el ámbito internacional, en Latinoamérica, las zonas más afectadas son las tropicales, porque el niño costero además de golpear fuertemente con las precipitaciones pluviales, sumerge a las zonas tropicales en un calor terrorífico, siendo los países más afectados los de América del Sur, países como Brasil, Perú, Colombia, entre otros. Sin embargo, algunos de estos países si se encuentran preparados para magnitudes grandes de escorrentía generados por el fenómeno del niño, pero en su gran mayoría, no lo están al igual que Perú.

En marzo del presente año, el fenómeno del Niño en el Perú, hizo que se reflejarán grandes afectaciones como inundaciones y deslizamientos de suelos tanto en las zonas urbanas como agrícolas destruyendo las cosechas de la gente del campo, y demás daños materiales en muchas de las ciudades del país, sobre todo en la zona costa, por ser lugares que no están preparados para recibir tales daños pluviales, que cada año van incrementando su magnitud.

La región del departamento de Ancash tiene un elevado indicador de ocurrencia de desastres y/o eventos respecto al cambio climático, según SENAMHI (2018), siendo en las fechas de crecida de agua, aquella región que tiene registrado mayor severidad y cantidad de huaicos, u otros desastres provenientes de las precipitaciones pluviales a gran escala. En el contexto tratado, sobre el clima e hidrología, referente al fenómeno del niño costero e inundaciones, en los años recientes, se visualizaron un gran número de desastres en Casma, ocurridos principalmente, en el período 2015, 2017 y en este año 2023. En el año 2017, impactó con fuertes precipitaciones pluviales en toda la región Ancash desde

enero hasta el mes de mayo, el cual, atacó regionalmente todo el norte, causando afectaciones a múltiples pobladores y produjo afectaciones en las infraestructuras de las viviendas u otras construcciones de edificación, obras de carreteras e hídricas/hidráulicas, ocasionado singularmente por el incremento de escorrentía, producto de la gran magnitud de las precipitaciones pluviales y la puesta en marcha del accionar de quebradas que normalmente están adustas por períodos largos. Y en este año 2023, el fenómeno del Niño costero, llamado por muchos medios de comunicación como el ciclón Yaku, atacó a las regiones del norte entre marzo y abril, siendo las regiones mayormente devastadas pluvialmente las siguientes: Casma, Tumbes, Piura y algunos distritos de Lima. Se inquirió la problemática local de las vías principales de la ciudad de Casma, lo cual, logró avalorar la presente investigación. Uno de los problemas de mayor relevancia que aquejó a las ciudades del norte del país, ubicados en la costa litoral, fueron las épocas de precipitaciones pluviales, causadas por el fenómeno de el niño costero, las cuales, hipotéticamente se presentan normalmente cada 20 años, siendo originados por el calentamiento gradual del Océano Pacífico, y debido a ello, toda la costa norte del Perú sufre afectaciones a gran cantidad de escorrentía superficial generada por estos desastres climatológicos.

Además, la ciudad de Casma sufrió inundaciones de gran magnitud y la caída del puente Bailey que se encuentra al ingreso de la ciudad, el cual, unía el transporte de Lima hacia el norte; ocasionado por la crecida del Río Loco, debido a la activación de las quebradas de la zona sierra de la ciudad.

Debido a ello, se puede decir que la teoría del niño costero que se activa cada 20 años, es una negativa por los actos recientes. En consecuencia, es una necesidad actualmente poseer un sistema para evacuación de aguas pluviales en la mayoría de pistas de la ciudad de Casma, para poder redirigir estas aguas y que no se estanquen como piscina en todas las calles.

Adicionalmente, los incidentes pluviales sucedidos en el año 2017 y en el presente año 2023, ya no serían una preocupación para la población, la cual, con las experiencias acontecidas por estos fenómenos climáticos, tiene temor y/o miedo de que ocurra otra devastación; por ello, se debe anticipar y minimizar daños, creando la idea de un sistema de drenaje.

Por lo tanto, con esta investigación se dará el paso inicial, puesto que, un sistema de drenaje urbano nace desde el estudio topográfico hasta el propio diseño del dren, siendo prioridad desarrollarlo, para combatir las inundaciones en las calles, avenidas y la traída de muchos insectos debido al empozamiento de las aguas.

Con lo mencionado líneas arriba, se enuncia la siguiente interrogante ¿El diseño del sistema de dren permitirá evacuar las aguas pluviales de la avenida Nepeña – Casma – Ancash?, por lo que, se genera algunos problemas en específico, los cuales, consideran a los lineamientos para la respuesta a la interrogante principal que afecta a la ciudad de Casma ¿El cálculo del caudal máximo de aporte ayudará en el diseño del dren de evacuación de aguas pluviales en la Av. Nepeña de la ciudad de Casma?; asimismo, ¿El Estudio topográfico ayudará en la elaboración del diseño del dren de evacuación de aguas pluviales en la Av. Nepeña de la ciudad de Casma?; además, ¿El cálculo de las características para el diseño de un dren de evacuación de aguas pluviales nos aportará un diseño confiable y correcto?.

En respuesta a los problemas generados se planteó el siguiente objetivo general: Diseñar el dren de evacuación de aguas pluviales en la avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023, de igual forma se establecen los siguientes objetivos específicos: Determinar el caudal de aporte del área de influencia en la avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023; asimismo, realizar el Estudio topográfico del terreno de la Avenida Nepeña – Casma – Ancash 2023; y por último, determinar las características de diseño del dren: el caudal de diseño, pendiente, rugosidad, sección del dren (ancho de solera y tirante) y la velocidad, en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023.

La presente investigación, tiene una justificación científica, porque se ejecutaron las referencias de investigación encontradas, asimismo, se recopiló información de artículos de revisión de literatura científica y se formularon estrategias para lograr obtener los resultados que se proyectan en la presente; además la investigación, se justificó de modo técnico, puesto que, a través de cálculos hidráulicos, se logró el diseño de la sección estructural que contribuirá a mitigar los peligros originados por los desastres pluviales; además también, se justificó socialmente, puesto que, la población Casmeña es la beneficiada con el proyecto

de investigación, y con ello, las entidades locales pueden proyectarse para realizar el diseño planteado en las zonas críticas de la ciudad de Casma, y porque no, ejecutarlos prontamente; y por último se justificó económicamente porque con este proyecto, no se permiten más daños a las infraestructuras viales de la ciudad de Casma y permitirá la libre transitabilidad ante los desastres pluviales.

De tal manera, al analizar la problemática, los antecedentes y las referencias teóricas, se formuló la siguiente hipótesis: El diseño del dren en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023, permitirá evacuar las aguas provenientes de los desastres pluviales.

II. MARCO TEÓRICO

Las teorías relacionadas al proyecto de investigación se dividirán en una síntesis de los antecedentes encontrados referentes al tema tanto en el entorno internacional, nacional y local, adicionalmente, se considerarán teorías relacionadas al tema de investigación de acuerdo a las variables planteadas y sus dimensiones e indicadores.

En el espacio internacional se consideraron los siguientes estudios y/o artículos: Villagómez y Castellanos (2020), presenta como objetivo principal: Diseñar el drenaje de la losa deportiva de la Central de Tumbaco – Ecuador. Tiene como población toda la comunidad central Tumbaco y no posee muestra, puesto que se considera, toda la población en estudio. El instrumento de investigación es la observación. Se obtuvo como resultado: con la obtención de las curvas de nivel de la topografía, se pudo obtener la trayectoria hidráulica, por donde fluirá la escorrentía superficial, con lo cual se estudió hacia donde fluirá y evacuará el fluido de la escorrentía, producto de las precipitaciones pluviales. Finalmente se obtuvo como conclusión que un sistema de drenaje diseñado eficientemente permite ser incorporado en un campo deportivo con las características adecuadas, sin presentar inconvenientes. Brindando como aporte a la investigación, el estudio topográfico y cuan imprescindible es, referente al diseño de un dren y la obtención de pendientes.

Criollo (2021) de Colombia, plantea como objetivo principal: Diseñar el sistema de riego por aspersión y el dren de la losa principal de la Liga Zámbez. Tiene como población a toda la comunidad parroquiana de Zámbez del cantón Quito, asimismo, no posee muestra porque se estudia toda la población. Este estudio presenta como instrumento y técnica la Entrevista y observación directa. El estudio tiene como resultado el siguiente: se diseñó un dren que tendrá un diseño tipo rejilla, el mismo que permitirá la evacuación de esorrentía de 19.82 m³ en un lapso aproximado entre 45 minutos por medio de 38 drenes laterales. Finalmente se obtuvo como conclusión que el sistema de aspersión y drenaje, aportan positivamente en la calidad de vida, uso y sostenimiento en el tiempo del césped. Este estudio aporta la importancia del sistema de drenaje no solo urbanísticamente sino también en campos deportivos, brindándonos métodos para el cálculo de su diseño.

Para su artículo de revisión Chapman y Hall (2022) del Reino Unido, consolidaron como objetivo: Investigar cómo, los sistemas de dren mayormente del tipo sostenible pueden contribuir a la población en general en tiempos de aumento pluvial. Tuvieron como población al Reino Unido y como muestra, las infraestructuras de drenaje urbano en Cambridge. Como instrumentos de investigación se tiene las bibliografías y búsqueda en base de datos. Como resultado principal se tuvo que: destacan tres consideraciones clave para la planificación de desarrollos que sean sensibles a las redes de IG y/o las mejoren. Y finalmente como conclusión se llegó a lo siguiente: La apreciación de las contribuciones que puede tener la infraestructura de Sistemas de Drenaje Urbano ayudará a los desarrolladores a diseñar intervenciones de los mismos. Este estudio aporta a la presente investigación que deben diseñarse los sistemas hidráulicos planificándose a futuro para que incremente el desarrollo en las ciudades que no cuenten con estos sistemas.

Para su artículo de revisión Wang et al. (2023) de China, consideran como objetivo: Evaluar la presión del dren urbano en las principales ciudades de China. Los autores tienen como población a Beijing y como muestra las infraestructuras de sistema de drenaje urbano en Beijing. Como instrumentos de investigación se tienen bibliografías y búsqueda en base de datos. Resulto que: los volúmenes de inundaciones urbanas aumentarán y que se deben tomar medidas de

adaptación en los diseños de drenaje urbano para hacer frente a un riesgo de inundaciones urbanas. Y finalmente como conclusión se obtuvo que, se evaluó los cambios en la presión del drenaje urbano en una proyección del 2020 a 2099 resultando que los diseños de drenaje urbano en un futuro deben cambiar para combatir los cambios climáticos. Este estudio nos aporta, que los diseños de drenajes de evacuación de aguas, deben ser considerados a futuro, con una proyección mínima de 50 años (periodo de retorno).

El artículo de revisión de Hangbin y Mahjouri (2023) en la ciudad de Manchester, plantea como objetivo general establecer un marco bibliográfico en referencia a los drenes urbanos que permitirán incorporar las cualidades de la sostenibilidad a un entorno. Se utilizó como muestra los sistemas de drenaje de Manchester y como población al Reino Unido. Como instrumentos de investigación se tienen bibliografías, artículos de revisión de literatura e investigaciones narrativas. Como resultado, se obtiene que, el marco de diseño y las herramientas de soporte que se presentan en este trabajo pueden ayudar a identificar diseños de drenaje rentables. Finalmente se concluye que, los drenes se han diseñado considerando objetivos de rendimiento que pueden conducir a decisiones del diseño y creación final. Este estudio nos aporta, el valor económico que conlleva un sistema de drenaje hidrológico, el cual, tiene que ser considerado cuando se realiza el diseño para su ejecución real y prevenir daños por inundaciones y beneficiando las infraestructuras viales y de viviendas.

En el espacio nacional se consideraron los siguientes estudios y/o artículos:

Merlo y Soto (2020) de la ciudad de Cajamarca, en su artículo de revisión, plantea como objetivo: Investigar y determinar referencias de estudios explícitamente sobre drenajes urbanos pluviales, y a la vez buscar teorías que sustenten la necesidad de los drenajes pluviales. Se tuvo como población al Perú. Se tuvo como instrumentos de investigación las bibliografías e investigaciones narrativas. Como resultado se obtuvo que, es ciertamente posible en cualquier estado donde puedan existir precipitaciones de gran magnitud, crear y/o diseñar los drenes urbanos y en el mejor posible del tipo sostenible. Y como conclusión se tuvo: se efectuó la revisión sistemática acerca de toda la información sobre drenes y se revisaron datos en fuentes confiables,

y al revisar cada investigación, se manifiesta, que la gran parte de ciudades no cuentan con un drenaje pluvial urbano. Este estudio aporta a la presente investigación, informando la falta de sistema de drenes en el Perú, y su gran importancia para hacer frente en épocas de lluvia, como una excelente solución. Orozco y Rodríguez (2020) de la ciudad de Piura, presentan su proyecto de investigación, el cual, conlleva al siguiente objetivo: Diseñar el drenaje urbano, con el fin de enfrentar los acontecimientos pluviométricos e hidrológicos, utilizando el software SWMM. La muestra y población en estudio es el A.H. Micaela Bastidas, el método de recolección es la ficha de obtención de información/ datos. Como resultado, se obtuvo el Levantamiento topográfico y los cálculos hidráulicos y el presupuesto del dren planteado. Y finalmente como conclusión se puede manifestar que, se pudo mediante estadísticas calcular aproximadamente la magnitud de las precipitaciones, y a su vez, diseñar el cuan frecuente ocurren estos desastres climatológicos. Esto nos aporta las dimensiones a tener en cuenta para obtener los resultados de los objetivos planteados, puesto que, presenta como producto: topografía, cálculos hidráulicos y el costo de dicha estructura.

Para Mena y Talledo (2020) de la ciudad de Trujillo, presentan en su tesis, el siguiente objetivo principal: Desarrollar el diseño estratigráfico e hidrológico del sistema de dren en Trujillo. Como población se tiene las calles de Trujillo, y como muestra de estudio se tienen todas las vías del centro de Trujillo y como técnica para obtener los datos se utilizó una ficha de observación. El principal resultado obtenido es el cálculo de la estratigrafía y el diseño hidráulico de la red. Finalmente se concluye lo siguiente: Se desarrolló el estudio hidrológico con los datos estadísticos de la magnitud y los tiempos de las lluvias con los valores promedios. Este estudio nos aporta las dimensiones de estudio a tener en cuenta para obtener los resultados de los objetivos, puesto que, presenta como producto la topografía y el diseño hidráulico.

Para su artículo de revisión Sánchez (2022) de la ciudad de Chiclayo, presenta como objetivo general: Investigar diversos estudios referentes a los sistemas de drenajes pluviales urbanos a nivel nacional e internacional. Como población se tiene los estudios realizados con anterioridad y del último lustro; y como muestra se tuvo diversidad de artículos de revisión científica e investigaciones efectuadas

en el país y a nivel global en la última década. Como resultado principal se tiene que, el problema ocurre por las gestiones públicas y políticas que no consideran estos cambios infraestructurales cometiendo, errores en la realización de algún sistema pluvial. Y finalmente se concluye, cuán importante es actualmente incorporar en ciudades de bajo desarrollo el diseño de drenes. Este artículo nos brinda un gran aporte informativo, refiriendo la necesidad de los drenajes en el Perú y el mundo.

Para Cueva y Paz (2022) de Cajamarca, consideran como objetivo: Desarrollar el diseño de un dren urbano para provincia de San Miguel, debido a las lluvias y cambio de clima de gran escala. Posee como población a todas las calles que no cuentan con un dren pluvial en la zona mencionada en el objetivo; y como muestra en estudio se tiene a los habitantes de toda la zona investigada y se recopiló la información necesaria mediante un software. Finalmente, como conclusión se llegó a: El diseño del dren del proyecto, se constató en memorias de cálculo y referencias en base a la normativa peruana: Norma OS.060 del RNE aprobado con DS. Esta investigación nos aporta gran información a considerar, el cual, es que debe regirse el cálculo de la estructura considerando la Norma OS.060 del RNE, a su vez, nos da una opción de calcular el diseño del dren mediante un software.

En el espacio local se consideraron las siguientes investigaciones:

Para Julca (2022) de Chimbote, en su estudio conlleva como objetivo principal: Determinar cómo influye el sistema de drenaje pluvial en la transitabilidad del Jr. Leoncio Prado del Departamento de Ancash. La población considerada fue de 3302 conductores que normalmente circulan por el Jirón en estudio, y de ello, se determinó una muestra por 67 personas usando el método probabilístico. El instrumento a disponer es una ficha técnica y cuestionario, los cuales, fueron usados para obtener la información que logrará cumplir el objetivo planteado en la investigación. Finalmente se llegó a la conclusión: El drenaje pluvial es de gran necesidad en épocas de lluvias para todo el tramo de la vía del jirón en estudio. Este estudio es de gran aporte, puesto que, nos muestra las dimensiones a estudiar para lograr los objetivos establecidos, considerándose la topografía,

cálculos hidráulicos y el costo presupuestal del diseño del dren. Además, nos manifiesta la importancia de diseñar un dren de evacuación.

Agurto (2018), presenta su proyecto de investigación, en el cual, plantea como objetivo: Desarrollar el diseño del dren en la Avenida Pardo. La población considerada para este estudio toma toda la Av. Pardo desde el KM 23+870 al KM 25+560, y como muestra se considera 1.690 km de la vía a intervenir. Se consideró una guía de recolección de información como técnica, y el instrumento es la Observación Directa, la cual, facilita la recopilación de datos en la zona de intervención. Finalmente, concluye que, para el diseño del dren se considerará las características de la sección y los caudales de aporte cumpliendo los parámetros de la Norma OS-060 del RNE. Este estudio es de gran aporte, puesto que, nos muestra las dimensiones e indicadores a estudiar para lograr los objetivos establecidos, considerándose los cálculos hidráulicos y el costo presupuestal del dren. Además, nos manifiesta la importancia de diseñar un dren de evacuación siguiendo la Norma OS - 060 del RNE.

A continuación, se mencionarán teorías relacionadas al proyecto de investigación:

Agurto (2020, p. 34), define un dren de evacuación a un sistema que se determina a través de cálculos estadísticos y numéricos, realizado de material de concreto u otro añadido contra los diversos cambios climáticos que presente la zona en donde se realizara Estas tienen como objetivo evitar que las precipitaciones pluviales ejerzan daños infraestructurales y a la salud del poblador.

Para el diseño del dren de evacuación de aguas pluviales, se deben considerar los siguientes componentes de vital importancia:

Como primer componente principal, para el diseño del dren, se tiene El caudal máximo de aporte, para el cual, existen diversas teorías, siendo la más utilizada la del Método Racional, el cual, es utilizado urbanísticamente, donde el área a intervenir tiene como composición a subáreas de diversos aspectos y/o característica, asimismo, el caudal máximo que se proporciona mediante este método u forma se expresa de la siguiente forma:

$$Q=(C*L*A)/360$$

Dónde significan:

Q= Caudal de aporte (ltrs/seg)

C= Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia máxima horaria (mm/h)

A = Área de influencia (ha)

Para determinar el caudal de aporte, es preciso contar con los siguientes valores:

(a) El Coeficiente de Escorrentía; para seleccionar el valor del coeficiente de escorrentía, existen parámetros ya estipulados en la normativa peruana, debiendo considerarse los siguientes aspectos:

Tabla 1: Coeficientes de escorrentía para utilizarse en el método racional

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Asfalto	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Concreto / Techos							
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</i>							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menos del 50% del área)</i>							
Plano 0- 2%	0.25	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto menos del 50% al 75% del área)</i>							
Plano 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2-7	0.33	0.36	0.42	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.46	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor a 75% del área)</i>							
Plano 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<i>Áreas no Desarrolladas</i>							
Áreas de Cultivos	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Plano 0-2%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Promedio 2- 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pendiente Superior a 7%							
Pastizales	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Plano 0-2%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.59
Promedio 2-7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Pendiente Superior a 7%							
Bosques	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Plano 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Promedio 2-7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58
Pendiente Superior a 7%							

Fuente: Norma OS.060 del RNE

Tabla 2: C. de escorrentía promedio para áreas urbanas, para 5 y 10 años de período de retorno

Características de la Superficie	Coefficiente de Escorrentía
Calles	
Pavimento asfáltico	0,70 a 0,95
Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
Pavimento de adoquines	0,70 a 0,85
Veredas	0,75 a 0,95
Techos y Azoteas	
Césped, suelo arenoso	
Plano (0.2%) pendiente	0.005 a 0.10
Promedio (2-7%) Pendiente	0.10 a 0.15
Pronunciado (>7%) pendiente	0.15 a 0.20
Césped, suelo arcilloso	
Plano (0.2%) Pendiente	0.13 a 0.17
Promedio (2-7%) Pendiente	0.18 a 0.22
Pronunciado >7%) Pendiente	0.25 a 0.35
Praderas	0.20

Fuente: Norma OS.060 del RNE

Tabla 3: C. escorrentía utilizados para el método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		pronunciada >50	alta > 20%	media >5%	suave >1%	despreciable <1%
Sin Vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos Vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje (2010, p. 92)

(b) Intensidad de precipitación máxima horaria; este valor, se calcula de las estadísticas que nos brinda la Institución encargada de la meteorología e Hidrología del país/zona donde se realizará el diseño del drenaje pluvial. (c) Área de influencia; este se calcula en el ancho de vía, que será parte de recojo de las aguas provenientes de los desastres pluviales ocasionados en épocas del fenómeno del Niño Costero.

Como segundo componente principal se tiene las características de diseño, que para Agurto (2020, p. 25), las consideraciones y parámetros a tener en cuenta son: **(a)** Caudal de diseño, el cual, se define como el caudal máximo de escorrentía, producto de las precipitaciones pluviales. El caudal se interpreta como: V/T , y es expresado en $m^3/seg.$, $lts/seg.$, etc. (Manual de HHD, 2010, p. 69). **(b)** Pendiente; es aquel que brindará la inclinación del terreno, y además otorgará cual es el valor indicado para poder darle la caída necesaria para dirigir toda el agua pluvial hacia el dren de evacuación de aguas pluviales. Para Agurto (2020, p. 25), relaciona a la pendiente mínima de diseño con los diámetros, ya que conllevan una cierta correlación, estos diámetros serán utilizados para satisfacer la velocidad mínima la cual es de 0.90 m/s. Por otro lado, **(c)** el Coeficiente de rugosidad, es aquella que tiene valores respecto a Manning considerando como característica el acabado de las cunetas y el terreno. Se mostrarán los valores correspondientes a lo antes mencionado, brindados por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2010, p. 56).

Tabla 4: Coeficiente de rugosidad

Cunetas de las Calles	Coeficiente de Rugosidad (n)
a. Cuneta de concreto con acabado paleteado	0.012
b. Pavimento asfáltico	
1. Textura Liza	0.013
2. Textura Rugosa	0.016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1. Lizo	0.013

2. Rugoso	0.015
d. Pavimento de concreto	
1. Acabado con llano de Madera	0.014
2. Acabado escobillado	0.016
e. Ladrillo	0.016
f. Para cunetas con pendiente pequeña. Donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n en:	0.02

Fuente: *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2010, p. 56)*

Sección del canal; para ello se tiene el predimensionamiento y dimensionamiento de las partes del canal, los cuales son:

Tirante (y). – Es el espacio de manera vertical, medida desde la parte más baja del canal hasta la superficie de la escorrentía, según la página 80 del Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del 2020. Este es calculado de la siguiente manera: $d = \cos\beta$, donde β es el ángulo que se forma entre el fondo del canal y el plano horizontal.

Tirante normal (y_n). –Está ubicado dentro del canal, y este se puede obtener mediante el método del tanteo, considerando la muy conocida fórmula de Manning:

$$AR^{2/3} * Q * S^{1/2} / n$$

Dónde sus significados de las siglas de la fórmula, son las siguientes:

n = coeficiente de rugosidad

A = área hidráulica

R = radio hidráulico

S = pendiente (m/m)

Tirante crítico (y_c) – Se considera cuando el caudal a considerar es el mayor que presenta. La condición del flujo es determinada mediante el número de Froude (F), que su valor está considerado de la siguiente manera:

F = El valor es 1, cuando el flujo es crítico

F es mayor que 1, cuando el flujo es supercrítico

F es menor a 1, cuando el flujo es subcrítico

Se tiene:

$$F = V \sqrt{\frac{g * A}{T}}$$

Dónde:

V = velocidad media de sección

g = aceleración gravedad

A = área hidráulica de la sección

T = espejo de agua

Ancho de solera (b). – Es la parte baja del canal en toda el área. Para su obtención se puede tantear un valor para su ancho, para con ello, poder usar con mayor facilidad las fórmulas de cálculo de tirante. Una forma muy conocida para colocarle el valor a este ancho, es tomando en cuenta el caudal, que se muestra:

Tabla 5: Ancho de solera (b)

Material de la Tubería	Agua con fragmentos de Arena y Grava
Asbesto Cemento	3,0
Hierro Fundido Dúctil	3,0
Cloruro de Polivinilo	6,0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3,0
Arcilla vitrificada	3,5
Concreto Armado de: 140Kg/cm ²	2,0
210 Kg/ cm ²	3,3
250kg/cm ²	4,0
280Kg/cm ²	4,3
315Kg/cm ²	5,0
Concreto armado de >280 Kg/cm ² curado al vapor	6,6

Fuente: Morales ([s.f.], p. 46)

(c) Área de sección del dren y Perímetro Mojado; estos valores son calculados, de los valores obtenidos de la sección del dren, la base y el tirante. Por otro lado, tenemos el (d) Radio Hidráulico; este se obtiene de la división de los valores del área de sección y el perímetro mojado, con el fin de poder obtener la velocidad efectiva en el drenaje, que impida que se sedimente en su interior materiales de agregados como piedras y arenas. Y por último tenemos (e) la velocidad; la cual, para Agurto (2020, p. 25), se divide en: velocidad mínima y velocidad máxima; que, según Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2010, p. 62) la velocidad mínima requerida es de 0.60 m/s, para impedir que las partículas se sedimenten. Y la velocidad máxima se calcula para evitar en lo mayor posible cualquier erosión en las paredes de los canales, la velocidad tendrá como valores máximos los siguientes:

Tabla 6: Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado

Material de tubería	Agua con fragmento de Arena y Grava
Asbesto Cemento	3,0
Hierro Fundido Dúctil	3,0
Cloruro de Polivinilo	6,0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3,0
Arcilla vitrificada	3,5
Concreto Armado de 140kg/cm ²	2,0
210 Kg/cm ²	3,3
250 Kg/cm ²	4,0
280 Kg/cm ²	4,3
315kg/cm ²	5,0
Concreto armado de >280 kg/cm ² curado al vapor	6,6

Fuente: Manual de HHD (2010, p. 65)

Luego de haber mencionado los componentes mínimos para lograr el diseño de un dren, se definen algunos aspectos hidráulicos como:

El período de retorno; el cual es un aspecto muy importante, puesto que, todo sistema hidráulico, en este caso el drenaje pluvial, debe considerar para su diseño un período de 2 a 10 años. Este, es considerado porque, es la cual, justifica económicamente al dren en la zona donde será intervenida, siendo para los pueblos pequeños un periodo de 2 años y para las ciudades de gran tamaño serán diseñados para un periodo entre 10 a 25 años, siendo el valor máximo 25 años (MTC, 2000, p. 221).

Tabla 7: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descargas de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008.

Tabla 8: Períodos de retorno para diseño de obras de drenes en zonas de volumen de tránsito bajo.

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS
Puentes y Pontones	100
Alcantarillas de Paso	50
Alcantarillas de Alivio	10-20
Drenaje de la Plataforma	10

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008.

Adicionalmente, como aspecto importante, tenemos la Fórmula de Manning, que según Julca (2019, p. 21), nos dice que es el resultado de la presentación de la evaluación de las curvas. Debido a su aporte como solución en la rama hidráulica, es utilizado para calcular numéricamente el escurrimiento en canales abiertos, expresándose matemáticamente de la siguiente manera:

$$V = \frac{1}{n} R h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde las siglas significan:

V = Vel. Media

n = Coefic. de Rugosidad

R = radio hidráulico

S = Pendiente de energía

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada. Según Robles (2020, p. 25), considera que una investigación es aplicada porque se tiene una base teórica y que es aplicada como una solución frente a una problemática real.

3.1.2. Diseño de la investigación

El estudio presenta un diseño no experimental de alcance descriptivo y corte transversal con enfoque cuantitativo.

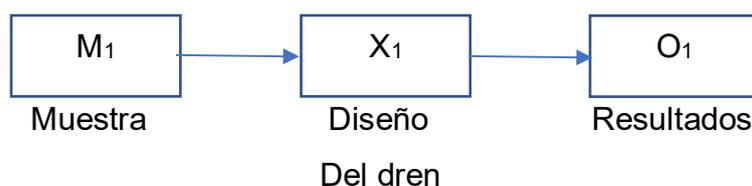
Según Julca (2019, p. 20), se considera un estudio con diseño no experimental, cuando la variable no es manipulada intencionalmente.

Según Agurto (2018, p.42), se considera un estudio de alcance descriptivo, cuando se utiliza el método de obtener información mediante la observación directa y será descrito el estudio sin la intervención del investigador; además la unidad de análisis que se considera en el proyecto ya está establecida.

Según Robles (2020, p. 25), una investigación es de corte transversal, cuando el estudio se realiza en un tiempo determinado, conteniendo un plazo para su presentación.

Según Orozco y Rodriguez (2020, p. 31), se considera un estudio con enfoque cuantitativo, puesto que, lo que se quiere es recopilar datos teniendo como fundamentos los conocimientos obtenidos durante el proceso de formación académica, estableciendo soluciones directas a la problemática planteada, contestando las preguntas estipuladas en el presente estudio.

Se presenta el esquema de la investigación:



Dónde se tiene que:

M₁: Representa la zona de intervención

X₁: Representa la información que será recogida

O₁: Resultados

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables:

Diseño del dren de evacuación de aguas pluviales.

Definición Conceptual: Orozco y Rodríguez (2020), manifiestan que, un sistema de drenaje es aquel, que es diseñado con el propósito de llevar el agua de las precipitaciones pluviales proveniente de la escorrentía, lo más rápido posible, sin permitir que el agua se empoce en el lugar establecido. Como función principal tiene el, direccionar, transportar y derivar las aguas de las precipitaciones.

Definición Operacional: El diseño del sistema en mención en el presente proyecto puede lograr desarrollarse según el diseño que se establecerá, teniendo en cuenta los datos que correspondan al lugar de investigación, componentes y también considerando su funcionamiento hidráulico.

Indicadores: Caudal máximo de aporte (m^3/s ; ltrs/s); Estudio Topográfico (%); Características del diseño del dren: caudal de diseño (m^3/s ; ltrs/s), pendiente (%), rugosidad (n), sección del canal (m) y velocidad (m/s); presupuesto (soles); metros (m^2 ; m^3 ; kg); y costos unitarios (soles).

Escala de medición: Intervalo

3.2.2. Operacionalización de variables

Aquí, se detalla las cualidades de las variables, sus dimensiones e indicadores a ser estudiados para lograr llegar al objetivo determinado. Se adjunta en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Se considera la población para el presente proyecto, el tramo de 1.127km, que corresponde a toda la longitud de la avenida Nepeña – Casma, el cual, también es considerado como la muestra de estudio.

3.3.2. Muestra

1.127km, que equivale a toda la longitud de la Av. Nepeña – Casma.

3.3.3. Muestreo

El muestreo es de tipo no probabilístico del tipo por conveniencia, porque se realizará a criterio y experiencia del responsable de la investigación.

Para Orozco y Rodriguez (2020, p. 32), un muestreo se considera no probabilístico, cuando la muestra es determinada por el que realiza la investigación y para la toma de decisiones serán determinadas a través de expertos en el área donde se desarrolla la investigación.

Es del tipo por conveniencia, porque el investigador quiere estudiar las características de un proyecto de gran escala, y sirve como base piloto para una investigación más extensa (Muguirra, párr. 8)

3.3.4. Unidad de análisis

1.127km del tramo en estudio

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este proyecto de investigación, se trabajará para la recolección de información con una guía de recolección de datos, que nos facilitará el diseño del sistema de dren de evacuación de aguas pluviales, el cual, es obtenido mediante el SENAHMI.

3.4.1. Técnica de recolección de datos

La técnica de permitirá recaudar los datos requeridos mediante observación del área de estudio, donde se efectuará el diseño del

dren de evacuación de aguas pluviales. Además, para la obtención de información de las estadísticas meteorológicas, se obtendrá mediante la Institución Pública SENAHMI, evaluando la magnitud de las precipitaciones pluviales en las épocas donde se manifiesta el niño costero.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recopilación de información, de acuerdo a la técnica considerada, es la Observación Directa y la ficha de revisión para la técnica del análisis documental del SENAMHI, las cuales, nos permitirá sistematizar la información recopilada del fenómeno del niño costero, sobre todo de las precipitaciones pluviales de gran magnitud. Con ello, se puede decir que los instrumentos aplicables son los estudios como tal, para lo cual, tenemos el estudio topográfico.

Con esta técnica e instrumento, se facilita la adquisición de información en la zona de estudio, donde se realizará los estudios y poder efectuar el diseño del dren; puesto que, se logrará visualizar como se inició el fenómeno pluvial y como afecta a la Av. Nepeña.

3.5. Procedimientos

En esta presente tesis, se realizó los procedimientos que corresponden a la técnica en estudio, que es, la observación directa en la Av. Nepeña, y esta se efectuó a través de una ficha para la obtención de la información en general descriptivas, como las características de las calles, la meteorología, tipo de construcción, sección a proyectar de acuerdo al terreno, y considerarlo en el diseño final del dren; y con ello arroje resultados de caudales máximos de aporte del lugar de investigación, se realizó la recolección de información pluviométrica mediante la Institución SENMAHI, y los cálculos hidráulicos e hídricos se realizaron por la metodología más conveniente para este tipo de estudio de diseño, el cual, es el método racional, puesto que la zona investigada es urbana con una longitud menor a 13 km², según lo estipula la norma O.S. 060: Drenaje Pluvial Urbano (2006, pág. 16) del RNE.

3.6. Método de análisis de datos

De los datos recopilados y para su interpretación, relacionados con el presente proyecto de investigación, se utilizó la estadística descriptiva, por lo cual, este estudio se enmarca en el método de análisis descriptivo, y lo que permitirá determinar la topográfica, metros y presupuesto, mediante el programa Civil 3d, Microsoft Excel y S10, de igual manera, usando la metodología de gráficos y diagramas, etc., correspondiente a la obtención meteorológica, utilizando el programa Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

Se cumplió con los lineamientos estipulados por la UCV, como la Guía de Elaboración y el Syllabus brindado por el docente.

Se cumplió con incluir los antecedentes internacionales, nacionales y locales, los cuales garantizan la ética de la información brindada en las líneas de la Introducción, Marco Teórico y todas las citas narradas. Y las referencias fueron realizadas en base a los lineamientos que establece la Norma ISO 690 -2.

Además, se consideró el principio de beneficencia, debido a que, los resultados que se obtengan permitirán redactar las recomendaciones que correspondan para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Av. Nepeña y porque no, también de la población de Distrito de Casma.

Asimismo, se considera el principio de no maleficencia, puesto que, el estudio fue realizado netamente con propósitos académicos, sin tener alguna intención negativa como, perjudicar o causar impactos dañinos para la población.

También esta investigación se considera como autónoma, puesto que, las investigaciones planteadas en el estudio, la variable, sus dimensiones, metodología de investigación, son propios del suscrito como autor, considerando que se recopila la información de cada investigación internacional, nacional y local, siendo estos, una ayuda cognitiva para desarrollar el presente proyecto de investigación. Por ende, el estudio se considera propio y/o autónomo, puesto que, presenta sus propias cualidades.

Y finalmente se consideró el principio de justicia, puesto que la investigación es puesta a revisión mediante el Turnitin, el cual, brinda el porcentaje (%) de similitud respecto a otras investigaciones.

IV.RESULTADOS

Los resultados, se realizarán en base a los objetivos propuestos, iniciando por el primer objetivo específico, el cual es calcular el caudal de aporte.

4.1. Caudal de aporte (Q)

Mediante el método racional por ser objeto de investigación una vía con distancia inferior a 13 km², donde el $Q \text{ APORTE} = CxIxA$

4.1.1. Coeficiente de Escorrentía (C)

Se obtuvo de acuerdo a las características del suelo de la Avenida Nepeña, el cual es asfalto, y es por donde escurrirá la escorrentía superficial. Asimismo, se está considerando el $P_{\text{RETORNO}}=10$ años por ser Casma mayormente urbanizada, por lo tanto, el $C_{\text{escorrentía}} = 0.81$, en referencia de la Normativa O.S. 0.60 drenaje pluvial, como se visualiza en el Anexo 7.

4.1.2. Intensidad de Lluvia (I)

Su valor es determinado mediante los datos obtenidos por el SENAMHI; y este es calculado de la siguiente manera:

Se necesita estimar el tiempo de concentración, el cual, es similar al tiempo de la lluvia, y de acuerdo con el “Manual de Hidrología, drenaje e hidráulica”, su concentración deberá estar concluida en el lapso de un día, porque, buscamos diseñar un dren capaz de dar la mayor cantidad de lluvia superficial, efectivo y funcional para los próximos eventos ocasionados por la naturaleza como las precipitaciones pluviales e inundaciones causadas por el fenómeno del Niño Costero. Los datos y el cálculo para lograr obtener la intensidad de lluvia son los siguientes:

Intensidad de Lluvia (I):

Se calcula con la siguiente formula:

$I = P/TD$, donde:

P = precipitación horaria (mm)

TD = tiempo de concentración (horas)

$$I = \frac{229.7}{24 \text{ horas}} = 9.57 \text{ mm/horas}$$

Interpretación: Se concluye, que, de los valores obtenidos por el SENAMHI, y del tiempo propuesto de concentración, resulta la cantidad de 9.57 mm/h de intensidad de lluvia. Además, la intensidad de las precipitaciones tiene una duración igual al tiempo de concentración del área a drenar, considerando un período de retorno de 10 años, igual al diseño de un sistema de dren de aguas pluviales, tal cual, lo señala la normativa OS.060.

4.1.3. Área de Influencia (A)

Se determinó las áreas de influencia del KM 0+000 al 0+500 de ambos lados de la vía de la Avenida Nepeña, Casma – Ancash, y el cálculo se puede visualizar en el Anexo 5.

Por lo tanto, teniendo el valor de la intensidad de lluvia, el coeficiente de escorrentía y las áreas de influencia del KM 0+000 al 0+500, se obtiene lo siguientes caudales de aporte:

Tabla 09: Caudales de aporte desde el punto de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500 que desaguaran en el sistema de dren de evacuación de aguas pluviales de la Av. Nepeña, Casma – Ancash.

Progresiva	Lado	Área influencia (Ha)	Intensidad mm/h	C. de escorrentía	(Q) _{Aporte} Q=C.E*INTENS. *AREA*/360M ³ /seg
0+000 – 0+100	Right	0.0497	9.57	0.81	0.0011
	Left	0.0485	9.57	0.81	0.0010
0+100 – 0+200	Right	0.0474	9.57	0.81	0.0010
	Left	0.0507	9.57	0.81	0.0011
0+200 – 0+300	Right	0.0568	9.57	0.81	0.0012
	Left	0.0609	9.57	0.81	0.0013
0+300 – 0+400	Right	0.0586	9.57	0.81	0.0013
	Left	0.0639	9.57	0.81	0.0014

0+400 – 0+500	Right	0.0854	9.57	0.81	0.0018
	Left	0.0919	9.57	0.81	0.0020

Fuente: Elaborada por el investigador

Interpretación: Se calculó los $Q_{\text{APORTE MÁXIMO}}$ perteneciente al lado derecho e izquierdo del terreno de la Avenida Nepeña – Casma – Ancash desde el punto de la progresivas del KM: 0+000 al KM: 0+500, y se obtuvo el $Q_{\text{Promedio lado izquierdo}}=0.0014 \text{ m}^3/\text{s}$ y el $Q_{\text{Promedio lado derecho}}=0.0013 \text{ m}^3/\text{s}$; además procedimiento de efectuación se muestra en el Anexo 5.

Ahora calcularemos el caudal máximo de aporte del KM 0+500 al 1+126.7 de ambos lados de la vía de la Avenida Nepeña, Casma – Ancash, considerando las áreas de influencia de este tramo calculadas en base al levantamiento topográfico y se puede visualizar en el Anexo3.

Tabla 10: Caudales de aporte desde el punto de la progresiva del KM: 0+500 al KM: 1+126.7 que desaguaran en el sistema de dren de evacuación de aguas pluviales de la Av. Nepeña, Casma – Ancash.

Progresiva	Lado	Área influencia (Ha)	Intensidad mm/h	C. de escorrentía	$(Q)_{\text{Aporte}} = C.E * INTEN S. * AREA / 360M^3 / seg$
0+500 – 0+600	Right	0.101	9.57	0.81	0.0022
	Left	0.089	9.57	0.81	0.0019
0+600 – 0+700	Right	0.097	9.57	0.81	0.0021
	Left	0.092	9.57	0.81	0.0020
0+700 – 0+800	Right	0.097	9.57	0.81	0.0021
	Left	0.083	9.57	0.81	0.0018
0+800– 0+900	Right	0.098	9.57	0.81	0.0021
	Left	0.064	9.57	0.81	0.0014
0+900– 1+126.7	Right	0.133	9.57	0.81	0.0029
	Left	0.120	9.57	0.81	0.0026

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Se calculó los $Q_{APORTE\ MÁXIMO}$ perteneciente al lado derecho e izquierdo del terreno de la Avenida Nepeña – Casma – Ancash desde el punto de la progresiva del KM: 0+500 al KM: 1+126.7 y se obtuvo el $Q_{Promedio\ lado\ izquierdo}=0.0020\ m^3/s$ y el $Q_{Promedio\ lado\ derecho}=0.0023\ m^3/s$; además procedimiento de efectuación se muestra en el Anexo 5.

4.2. Estudio Topográfico

Como segundo punto, en la obtención de resultados, se tiene el objetivo de realizar el estudio topográfico, el cual se encuentra en el anexo N°03.

4.3. Diseño hidráulico del dren del lado derecho de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500.

Como tercer objetivo, se tiene calcular las características del dren, para lograr obtener las dimensiones y el caudal de diseño del dren propuesto. Por lo que, se iniciará del KM: 0+000 – 0+500 del lado derecho.

Para el diseño, se calculará las características más significativas para un sistema de dren pluvial, en este caso considerándose de forma rectangular; se está contemplando redecillas de drenaje para cada tramo. Cabe mencionar que se consideró el “manual de hidrología, hidráulica y drenaje”, la Normativa Peruana O.S.060, y el estudio topográfico; para obtener el cálculo del $Q_{DISEÑO}$, las $V_{MÍNIMAS}$, ancho de solera, tirante, perímetro mojado, áreas, pendientes (s) máximas y mínimas, y otros a considerar para lograr al final obtener el diseño del dren; siendo estos los aspectos mínimos para determinar un buen diseño y funcionamiento del diseño del dren.

4.3.1. Caudal de Diseño (Q):

Para la sección del canal y su diseño se utilizó la expresión matemática del caudal de Manning.

La fórmula es la siguiente:

$$Q_{\text{diseño}} = VA = \left(\frac{1.00}{n}\right) AR \sqrt[3]{S}(si)$$

Tabla 11: Caudal de aporte máximo acumulado del lado diestro desde el KM:0+000 hasta el KM: 0+500.

Punto	Lado	Área influencia (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coefic. de escorr.	Q _{APORTE} (m ³ /seg)	Q _{APORTE ACUMULADO}
0+000 – 0+100	right	0.0497	9.57	0.81	0.0011	0.0011
0+100 – 0+200	right	0.0474	9.57	0.81	0.0010	0.0021
0+200 – 0+300	right	0.0568	9.57	0.81	0.0012	0.0033
0+300 – 0+400	right	0.0586	9.57	0.81	0.0013	0.0046
0+400 – 0+500	right	0.0854	9.57	0.81	0.0018	0.0064
Q_{aporte Total} (m³/seg)					0.0064	

Fuente: Elaborado por el investigador

interpretación: Para el Q_{DISEÑO} para el aporte máximo en la sección hidráulica, consecuentemente se procedió a realizar la sumatoria de todos los caudales de aporte máximos del lado diestro desde el KM 0+000 hasta el KM 0+500, con lo cual se obtuvo el Q_{APORTE TOTAL}=0.0064 m³/s, el mismo que, es igual al Q_{APORTE ACUMULADO}=0.0064 m³/s, hallado en todos los tramos considerados para lograr la uniformización de la sección y evitar que el diseño del dren falle.

4.3.2. Pendiente (S):

Tabla 12: Pendientes del lado derecho de la zona del KM: 0+000 al KM: 0+500

Punto	Lado	Distancia (M)	Pendiente (S%)
0+000 – 0+250	derecho	250	1.0
0+250 – 0+500	derecho	250	0.8

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Se visualiza las pendientes obtenidas desde el

KM: 0+000 al KM: 0+500 del lado derecho de la zona en estudio, para lograr posteriormente obtener las características de la sección del dren, tomando la pendiente aproximadamente cada 250m para mayor precisión, y esto se puede verificar en el Informe Topográfico ubicado en el Anexo 3.

4.3.3. Rugosidad (n):

La rugosidad, su coeficiente resulta igual a $n = 0.012$, en base a lo estipulado en la norma O.S.060 del RNE, como se visualiza en el Anexo 7.

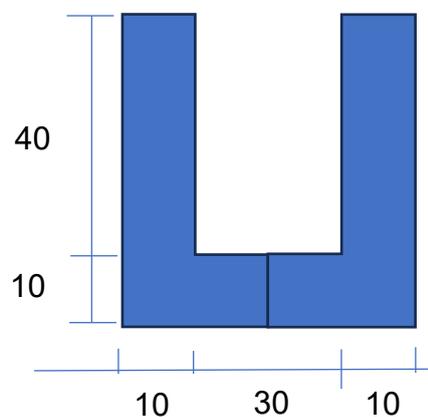
Interpretación: Para el drenaje pluvial se está contemplando realizarlo de concreto, por lo que, el coeficiente de rugosidad (n) es 0.012.

4.3.4. Ancho de solera (B):

Como se visualiza en la tabla 12, tengo como resultado igual a 0.0064, siendo este valor menor a 0.1, se asume que según Anexo 7; la solera (B) deberá ser = 0.30 m. a utilizarse en la sección del diseño del dren de evacuación de aguas pluviales.

4.3.5. Sección de canal:

La sección para el diseño del dren propuesto debe ser de forma rectangular, contemplando las siguientes medidas.



$$\frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n} (by) \left(\frac{by}{b+2y} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$0.0064 = \frac{1}{0.012} (0.30y) \left(\frac{0.30y}{0.30+2y} \right)^{\frac{2}{3}} 0.009^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Tirante (y)} = 0.112$$

4.3.6. Área de sección:

$$A = \text{base} * h = 0.30 * 0.112 = 0.034 \text{ m}^2$$

4.3.7. Perímetro mojado:

$$P = \text{base} + 2y = 0.30 + (2 * 0.112) = 0.524 \text{ m}$$

4.3.8. Radio hidráulico:

$$R = A / pm = 0.034 / 0.524 = 0.065 \text{ m}$$

4.3.9. Velocidad (v):

La velocidad para el dren propuesto deberá ser > 0.60 m/s para que no presente sedimentación de elementos finos dentro del dren.

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

$$V = \frac{1}{0.012} 0.065^{\frac{2}{3}} 0.009^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1.278 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{el cual es} > 0.60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad, en cumplimiento de los parámetros de la normativa, para que no se presente sedimentación en el dren ES CORRECTO, resultando este mayor a 0.60m/s.

4.3.10. Capacidad de canal:

$$A = \textit{base} * h = 0.30 * 0.40 = 0.12 \text{ m}^2$$

$$Q = \textit{Area} * \textit{Velocidad} = 0.12 * 1.278 = 0.153 \text{ m}^3/\text{s}$$

En la sección del dren, deberá acatar que el “Q” calculado por el método de Manning (Q) debe ser > al Q_{APORTE TOTAL} para que sea efectivamente el adecuado y pueda corroborarse sistemáticamente.

$$Q_{\text{MANNING}} > Q_{\text{APORTE}}$$

$$0.153 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0064 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, la sección ES CORRECTA, de acuerdo, con el “Q” proyectado.

4.4. Diseño Hidráulico del Dren de Evacuación de Aguas Pluviales del Lado Izquierdo de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500.

Como tercer objetivo, se tiene calcular las características del dren, para lograr obtener las dimensiones y el caudal de diseño del dren propuesto. Por lo que se realizará el cálculo del KM: 0+000 – 0+500 del lado izquierdo

Para el diseño, se calculará las características más significativas para un sistema de dren pluvial, en este caso considerándose de forma rectangular; se está contemplando redecillas de drenaje para cada tramo, Cabe mencionar que se consideró el “manual de hidrología, hidráulica y drenaje”, la Normativa Peruana O.S.060, y el estudio topográfico; para obtener el cálculo del Q_{DISEÑO}, las V_{MÍNIMAS}, ancho de solera, tirante, perímetro mojado, áreas, pendientes (s) máximas y mínimas, y otros a considerar para lograr al final obtener el diseño del dren; siendo estos los aspectos mínimos para determinar un buen diseño y funcionamiento del diseño del dren.

4.4.1. Caudal de Diseño (Q):

Para la sección del canal y su diseño se utilizó la expresión matemática del caudal de Manning.

La fórmula es la siguiente:

$$Q_{\text{diseño}} = VA = \left(\frac{1.00}{n}\right) AR \sqrt[3]{S}(\text{si})$$

Tabla 16: Caudal de aporte máximo acumulado del lado izquierdo, desde el KM: 0+000 hasta el KM: 0+500

Punto	Lado	Área influencia (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coefic. de escorr.	Q _{APORTE} (m ³ /seg)	Q _{APORTE ACUMULADO}
0+000 – 0+100	left	0.0485	9.57	0.81	0.0010	0.0010
0+100 – 0+200	left	0.0507	9.57	0.81	0.0011	0.0021
0+200 – 0+300	left	0.0609	9.57	0.81	0.0013	0.0034
0+300 – 0+400	left	0.0639	9.57	0.81	0.0014	0.0048
0+400 – 0+500	left	0.0919	9.57	0.81	0.0020	0.0068
Q_{aporte Total} (m³/seg)					0.0068	

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Para el Q_{DISEÑO} para el aporte máximo en la sección hidráulica, consecuentemente se procedió a realizar la sumatoria de todos los caudales de aporte máximos del lado izquierdo desde el KM 0+000 hasta el KM 0+500, con lo cual se obtuvo el Q_{APORTE TOTAL}=0.0068 m³/s, el mismo que, es igual al Q_{APORTE ACUMULADO}=0.0068 m³/s, hallado en todos los tramos considerados para lograr la uniformización de la sección y evitar que el diseño del dren falle.

4.4.2. Pendiente (S):

Tabla 17: Pendiente del lado izquierdo de la zona del KM: 0+000 al KM: 0+500.

Punto	Lado	Distancia (M)	Pendiente (S%)
0+000 – 0+250	Left	250	1.00
0+250 – 0+500	Left	250	0.8

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Se visualiza las pendientes obtenidas desde el KM: 0+000 al KM: 0+500 del lado izquierdo de la zona en estudio, para lograr posteriormente obtener las características de la sección del dren, tomando la pendiente aproximadamente cada 250m para mayor precisión, y esto se puede verificar en el Informe Topográfico ubicado en el Anexo 3.

4.4.3. Rugosidad (n):

La rugosidad, su coeficiente resulta igual a $n = 0.012$, en base a lo estipulado en la norma O.S.060 del RNE, tal y como se puede visualizar en el Anexo 7.

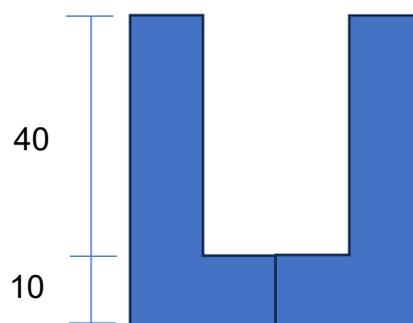
Interpretación: Para el dren planteado se está contemplando diseñarlo para su construcción en concreto, por lo que, el coeficiente de rugosidad (n) efectivamente es 0.012.

4.4.4. Ancho de Base de canal (B):

Como se obtuvo en la Tabla 18, el $Q_{APORTE\ TOTAL} = 0.0068$, y siendo este valor < 0.1 , se concluye de acuerdo a la Tabla 15 que la solera (B) = 0.30 para el diseño del dren propuesto

4.4.5. Sección de canal:

La sección para el diseño del dren propuesto debe ser de forma rectangular, contemplando el ancho de solera igual a 30cm según el ítem 4.3.4., y sus medidas se distribuirán de la siguiente manera:





$$\frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n} (by) \left(\frac{by}{b+2y} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$0.0068 = \frac{1}{0.012} (0.30y) \left(\frac{0.30y}{0.30+2y} \right)^{\frac{2}{3}} 0.009^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Tirante (y)} = 0.112$$

4.4.6. Área de sección de dren rectangular:

$$A = \text{base} * h = 0.30 * 0.112 = 0.034 \text{ m}^2$$

4.4.7. Perímetro mojado:

$$P = \text{base} + 2y = 0.30 + (2 * 0.112) = 0.524 \text{ m}$$

4.4.8. Radio hidráulico:

$$R = A / pm = 0.034 / 0.524 = 0.065 \text{ m}$$

4.4.9. Velocidad (v):

La velocidad para el dren propuesto deberá ser > 0.60 m/s para que no presente sedimentación de elementos finos dentro del dren. Además, para su cálculo ya se tienen los valores de R (radio hidráulico), S (pendiente) y n (Coeficiente de rugosidad), tal como se muestra, a continuación:

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

$$V = \frac{1}{0.012} 0.065^{\frac{2}{3}} 0.009^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1.278 \frac{m}{s}, \text{ el cual es } > 0.60 \frac{m}{s}$$

La velocidad, en cumplimiento de los parámetros de la normativa,

para que no se presente sedimentación en el dren ES CORRECTO, resultando este mayor a 0.60m/s.

4.4.10.Capacidad de canal:

$$A = \text{base} * h = 0.30 * 0.40 = 0.12 \text{ m}^2$$

$$Q = \text{Area} * \text{Velocidad} = 0.12 * 1.278. = 0.153. \text{m}^3/\text{s}$$

En la sección del dren, se debe acatar que el “Q” calculado por el método de Manning (Q) debe ser > al Q_{APORTE TOTAL} para que sea efectivamente el adecuado y pueda corroborarse sistemáticamente.

$$Q_{\text{MANNING}} > Q_{\text{APORTE}}$$

$$0.153 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0068 \text{m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, la sección ES CORRECTA, de acuerdo, con el “Q” proyectado.

4.5. Diseño Hidráulico del Dren de Evacuación de Aguas Pluviales del Lado Derecho de la progresiva del KM: 0+500 al KM: 1+126.7

Como tercer objetivo, se tiene calcular las características del dren, para lograr obtener las dimensiones y el caudal de diseño del dren propuesto. Por lo que se realizará el cálculo del KM: 0+500 – 1+1236.7 del lado derecho.

Para el diseño, se calculará las características más significativas para un sistema de dren pluvial, en este caso considerándose de forma rectangular; se está contemplando redecillas de drenaje para cada tramo, el cual, tendrá una salida de descarga. Cabe mencionar que se consideró el “manual de hidrología, hidráulica y drenaje”, la Normativa Peruana O.S.060: drenaje pluvial urbano, y el estudio topográfico; para obtener el cálculo del Q_{DISEÑO}, las V_{MÍNIMAS}, ancho de solera, tirante, perímetro mojado, áreas, pendientes (s) máximas y mínimas, y otros a

considerar para lograr al final obtener el diseño del dren; siendo estos los aspectos mínimos para determinar un buen diseño y funcionamiento del diseño del dren.

4.5.1. Caudal de Diseño (Q):

Para la sección del canal y su diseño se utilizó la expresión matemática del caudal de Manning.

La fórmula es la siguiente:

$$Q_{\text{diseño}} = VA = \left(\frac{1.00}{n}\right) AR^{\frac{2}{3}}\sqrt{S}(si)$$

Tabla 18: Caudal de aporte máximo acumulado del lado derecho, desde el KM: 0+500 al KM: 1+126.7

Punto	Lado	Área influencia (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coefic. de escorr.	Q _{APORTE} (m ³ /seg)	Q _{APORTE ACUMULADO}
0+500 – 0+600	right	0.101	9.57	0.81	0.0022	0.0022
0+600 – 0+700	right	0.097	9.57	0.81	0.0021	0.0043
0+700 – 0+800	right	0.097	9.57	0.81	0.0021	0.0064
0+800 – 0+900	right	0.098	9.57	0.81	0.0021	0.0085
0+900 – 1+126.7	right	0.133	9.57	0.81	0.0029	0.0114
Q_{aporte Total} (m³/seg)					0.0114	

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Para el Q_{DISEÑO} para el aporte máximo en la sección hidráulica, consecuentemente se procedió a realizar la sumatoria de todos los caudales de aporte máximos del lado derecho desde el KM 0+500 hasta el KM 1+126.7, con lo cual se obtuvo el Q_{APORTE TOTAL}=0.0114 m³/s, el mismo que, es igual al Q_{APORTE ACUMULADO}=0.0114 m³/s, hallado en todos los tramos considerados para lograr la uniformización de la sección y evitar que el diseño del dren falle.

4.5.2. Pendiente (S):

Tabla 19: *Pendiente del lado diestro del KM: 0+500 al KM: 1+126.7*

Punto	Lado	Distancia (M)	Pendiente (S%)
0+500 – 0+750	right	250.0	0.76
0+750 – 1+126.7	right	376.7	0.77

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Se visualiza las pendientes obtenidas desde el KM: 0+500 al KM: 1+126.7 del lado derecho de la zona en estudio, para lograr posteriormente obtener las características de la sección del dren, tomando la pendiente aproximadamente cada 250m – 376.7m para mayor precisión, y esto se puede verificar en el Informe Topográfico ubicado en el Anexo 3.

4.5.3. Rugosidad (n):

La rugosidad, su coeficiente resulta igual a $n = 0.012$, en base a lo estipulado en la norma O.S.060 del RNE, tal y como se puede visualizar en el Anexo 7.

Interpretación: Para el dren planteado se está contemplando diseñarlo para su construcción en concreto, por lo que, el coeficiente de rugosidad (n) efectivamente es 0.012.

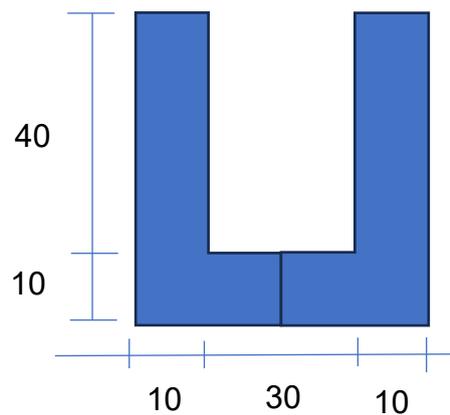
4.5.4. Ancho de Base de canal (B):

Como se obtuvo en la Tabla 18, el $Q_{APORTE\ TOTAL} = 0.0114$, y siendo este valor < 0.1 , se concluye de acuerdo a la Tabla 15 que el ancho de solera es $(B) = 0.30$ para el diseño del dren propuesto

4.5.5. Sección de canal:

La sección para el diseño del dren propuesto debe ser de forma rectangular, contemplando el ancho de solera igual a 30cm según el ítem 4.4.4., y sus medidas se distribuirán de la siguiente

manera:



$$\frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n} (by) \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$0.0114 = \frac{1}{0.012} (0.30y) \left(\frac{0.30y}{0.30 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} 0.0077^{\frac{1}{2}}$$

Tirante (y) = 0.117

4.5.6. Área de sección:

$$A = base * h = 0.30 * 0.117 = 0.0351 m^2$$

4.5.7. Perímetro mojado:

$$P = base + 2y = 0.30 + (2 * 0.117) = 0.534 m$$

4.5.8. Radio hidráulico:

$$R = A / pm = 0.0351 / 0.534 = 0.066 m$$

4.5.9. Velocidad (v):

La velocidad para el dren propuesto deberá ser > 0.60 m/s para que no presente sedimentación de elementos finos dentro del dren. Además, para su cálculo ya se tienen los valores de R (radio hidráulico), S (pendiente) y n (Coeficiente de rugosidad), tal como se muestra, a continuación:

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

$$V = \frac{1}{0.012} 0.066^{\frac{2}{3}} 0.0077^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1.194 \frac{m}{s}, \text{ el cual es } > 0.60 \frac{m}{s}$$

La velocidad, en cumplimiento de los parámetros de la normativa, para que no se presente sedimentación en el dren ES CORRECTO, resultando este mayor a 0.60m/s.

4.5.10. Capacidad de canal:

$$A = \text{base} * h = 0.30 * 0.40 = 0.12 \text{ m}^2$$

$$Q = \text{Area} * \text{Velocidad} = 0.12 * 1.278 = 0.153 \text{ m}^3/\text{s}$$

En la sección del dren, deberá acatar que “Q” calculado por el método de Manning (Q) debe ser > al Q_{APORTE TOTAL} para que sea efectivamente el adecuado y pueda corroborarse sistemáticamente.

$$Q_{\text{MANNING}} > Q_{\text{APORTE}}$$

$$0.143 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0114 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, la sección ES CORRECTA, de acuerdo, con el “Q” proyectado.

4.6. Diseño Hidráulico del Dren de Evacuación de Aguas Pluviales del Lado Izquierdo de la progresiva del KM: 0+500 al KM: 1+126.7

Como tercer objetivo, se tiene calcular las características del dren, para lograr obtener las dimensiones y el caudal de diseño del dren propuesto. Por lo que se realizará el cálculo del KM: 0+500 – 1+1236.7 del lado izquierdo.

Para el diseño, se calculará las características más significativas para un sistema de dren pluvial, en este caso considerándose de forma rectangular; se está contemplando redcillas de drenaje para cada

tramo, el cual, tendrá una salida de descarga. Cabe mencionar que se consideró el “manual de hidrología, hidráulica y drenaje”, la Normativa Peruana O.S.060, y el estudio topográfico; para obtener el cálculo del $Q_{\text{DISEÑO}}$, las $V_{\text{MÍNIMAS}}$, ancho de solera, tirante, perímetro mojado, áreas, pendientes (s) máximas y mínimas, y otros a considerar para lograr al final obtener el diseño del dren; siendo estos los aspectos mínimos para determinar un buen diseño y funcionamiento del diseño del dren.

4.6.1. Caudal de Diseño (Q):

Para la sección del canal y su diseño se utilizó la expresión matemática del caudal de Manning.

La fórmula es la siguiente:

$$Q_{\text{diseño}} = VA = \left(\frac{1.00}{n}\right) AR^{\frac{2}{3}}\sqrt{S}(si)$$

Tabla 20: Caudal de aporte máximo acumulado del lado izquierdo, desde el KM: 0+500 al KM: 1+126.7

Punto	Lado	Área influencia (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coefic. de escorr.	Q _{APORTE} (m ³ /seg)	Q _{APORTE ACUMULADO}
0+500 – 0+600	left	0.089	9.57	0.81	0.0019	0.0019
0+600 – 0+700	left	0.092	9.57	0.81	0.0020	0.0039
0+700 – 0+800	left	0.083	9.57	0.81	0.0018	0.0057
0+800 – 0+900	left	0.064	9.57	0.81	0.0014	0.0071
0+900 – 1+126.7	left	0.120	9.57	0.81	0.0026	0.0097
Q_{aporte Total} (m³/seg)					0.0097	

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Para el $Q_{\text{DISEÑO}}$ para el aporte máximo en la sección hidráulica, consecuentemente se procedió a realizar la sumatoria de todos los caudales de aporte máximos del lado izquierdo desde el KM 0+500 hasta el KM 1+126.7, con lo cual se obtuvo el $Q_{\text{APORTE TOTAL}}=0.0097 \text{ m}^3/\text{s}$, el mismo que, es igual al

$Q_{APORTE\ ACUMULADO}=0.0097\text{ m}^3/\text{s}$, hallado en todos los tramos considerados para lograr la uniformización de la sección y evitar que el diseño del dren falle.

4.6.2. Pendiente (S):

Tabla 21: Pendientes de lado izquierdo de la zona del KM: 0+500 al KM: 1+126.7

Progresiva	Lado	Distancia (M)	Pendiente (S%)
0+500 – 0+750	left	250.0	0.75
0+750 – 1+126.7	left	376.7	0.79

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Se visualiza las pendientes obtenidas desde el KM: 0+500 al KM: 1+126.7 del lado izquierdo de la zona en estudio, para lograr posteriormente obtener las características de la sección del dren, tomando la pendiente aproximadamente cada 250m – 376.7m para mayor precisión, y esto se puede verificar en el Informe Topográfico ubicado en el Anexo 3.

4.6.3. Rugosidad (n):

La rugosidad, su coeficiente resulta igual a $n = 0.012$, en base a lo estipulado en la norma O.S.060 del RNE, tal y como se puede visualizar en el Anexo 7.

Interpretación: Para el dren planteado se está contemplando diseñarlo para su construcción en concreto, por lo que, el coeficiente de rugosidad (n) efectivamente es 0.012.

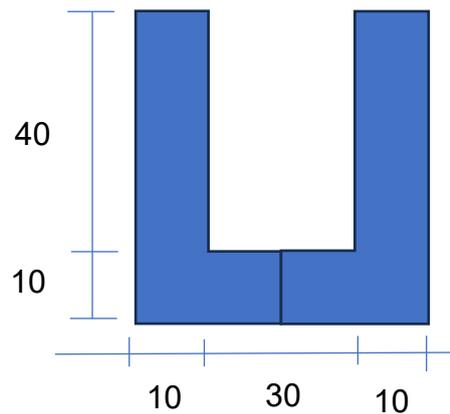
4.6.4. Ancho de solera (B):

Como se obtuvo en la Tabla 20, el $Q_{APORTE\ TOTAL} = 0.0097$, y siendo este valor < 0.1 , se concluye de acuerdo a los “indicadores Ancho de solera” ubicado en el Anexo 7, que el ancho de solera

es (B) = 0.30 para el diseño del dren propuesto.

4.6.5. Sección de canal:

La sección para el diseño del dren propuesto debe ser de forma rectangular, contemplando el ancho de solera igual a 30cm según el ítem 4.5.4., y sus medidas se distribuirán de la siguiente manera:



$$\frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n} (by) \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$0.0097 = \frac{1}{0.012} (0.30y) \left(\frac{0.30y}{0.30 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} 0.0077^{\frac{1}{2}}$$

Tirante (y) = 0.114

4.6.6. Área de sección:

$$A = base * h = 0.30 * 0.114 = 0.0342 m^2$$

4.6.7. Perímetro mojado:

$$P = base + 2y = 0.30 + (2 * 0.114) = 0.528 m$$

4.6.8. Radio hidráulico:

$$R = A / pm = 0.0342 / 0.528 = 0.065 m$$

4.6.9. Velocidad (v):

La velocidad para el dren propuesto deberá ser > 0.60 m/s para que no presente sedimentación de elementos finos dentro del

dren. Además, para su cálculo ya se tienen los valores de R (radio hidráulico), S (pendiente) y n (Coeficiente de rugosidad), tal como se muestra, a continuación:

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

$$V = \frac{1}{0.012} 0.065^{\frac{2}{3}} 0.0077^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1.182 \frac{m}{s}, \text{el cual es } > 0.60 \frac{m}{s}$$

La velocidad, en cumplimiento de los parámetros de la normativa, para que no se presente sedimentación en el dren ES CORRECTO, resultando este mayor a 0.60m/s.

4.6.10. Capacidad de canal:

$$A = \text{base} * h = 0.30 * 0.40 = 0.12 \text{ m}^2$$

$$Q = \text{Area} * \text{Velocidad} = 0.12 * 1.182 = 0.142 \text{ m}^3/\text{s}$$

En la sección del dren, deberá acatar que “Q” calculado por el método de Manning (Q) debe ser > al Q_{APORTE TOTAL} para que sea efectivamente el adecuado y pueda corroborarse sistemáticamente.

$$Q_{\text{MANNING}} > Q_{\text{APORTE}}$$

$$0.142 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0097 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, la sección ES CORRECTA, de acuerdo, con el “Q” proyectado.

V. DISCUSIÓN

Con los resultados que se obtuvieron mediante la presente investigación, se puede manifestar que se logró realizar el diseño del dren de evacuación de aguas pluviales en la Av. Nepeña del Distrito de Casma, siguiendo los parámetros de la Norma OS.060: Drenaje pluvial urbano.

Los resultados obtenidos, guardan relación con los antecedentes planteados como aporte para la presente investigación, sosteniendo resultados como los procesó Agurto (2018, p.55) y Julca (2021, p.69), quienes nos manifiestan que para el tipo de estudio se utiliza el cálculo del caudal de aporte máximo mediante el método racional, el cual es representado de la siguiente manera: $Q=(C \times I \times A)/360$, teniendo como base las precipitaciones pluviales ocurridas en los últimos años o en las fechas que nos brinde la Institución Pública meteorológica SENAHMI, la cual, mediante los datos brindados, se logró calcular, la intensidad de lluvia, siendo este igual a $I=9.57\text{mm/h}$. El indicador de escorrentía superficial se calculó en referencia a la tabla brindada por la Normativa O.S. 060: "Drenaje Pluvial Urbano", considerando el $P_{\text{RETORNO}}=10$ años por ser Casma mayormente urbanizada, por lo tanto, el $C_{\text{escorrentía}} = 0.81$. Por último, para obtener el $Q_{\text{aporte máximo}}$ se determinó el área de influencia por cada margen y aproximadamente a cada 100 metros, mediante el programa de Ingeniería AutoCAD Civil 3D, en la cual, se procesó el levantamiento topográfico realizado en la zona de intervención, y arrojó las áreas de influencia de cada margen desde el KM: 0+00 hasta el KM: 1+126.7. Por lo tanto, se logró calcular el caudal máximo de aporte ubicado en el KM:0+000 al M: 0+500 (margen izquierdo y derecho) y del KM: 0+500 al KM: 0+500 al KM: 1+126.7

Los resultados que se obtuvieron, guardan relación con los antecedentes planteados como aporte para la presente investigación, sosteniendo resultados como los procesó Agurto (2018, p.55) y Julca (2021, p.69), para la determinación del diseño de la sección del dren y el caudal de diseño. Se calculó el caudal total de aporte del margen derecho del KM:0+000 al M: 0+500, el cual resultó $0.0064\text{ m}^3/\text{s}$, la pendiente del margen derecho del

KM:0+000 al M: 0+500 resulta un promedio de 0.9%, calculado a cada 250m aproximadamente; y según la tabla 16 de la norma OS. 060, se tiene una rugosidad de $n=0.012$ por adaptarse a ser de Cuneta de concreto con acabado paletado; y según la tabla 17 de la norma OS. 060, se tiene un ancho de solera (b) de 30cm, puesto que, el caudal de aporte total es igual a 0.0064, y este valor es menor a 0.1. Una vez obtenido estos resultados, se calcula el tirante, el cual, es igual a $y= 0.112$, y con ello se calcula el perímetro mojado y el radio hidráulico, para poder obtener la velocidad, la cual resulta $V=1.194\text{m/s}$, el cual es mayor a 0.60, que según la normativa, es la velocidad mínima para evitar la sedimentación; por lo tanto, obtenida la velocidad y el área de la sección, se calcula el Q_{MANNING} , el cual, según la normativa resulta mayor al $Q_{\text{APORTE MÁXIMO}}$, cumpliendo los parámetros de aporte: $0.153 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0064\text{m}^3/\text{s}$. Se calculó el caudal total de aporte del margen izquierdo del KM:0+000 al M: 0+500, el cual resulto $0.0068 \text{ m}^3/\text{s}$, la pendiente del margen derecho del KM:0+000 al M: 0+500 resulta un promedio de 0.9%, calculado a cada 250m aproximadamente; y según la tabla 16 de la norma OS. 060, se tiene una rugosidad de $n=0.012$ por adaptarse a ser de Cuneta de concreto con acabado paletado; y según la tabla 17 de la norma OS. 060, se tiene un ancho de solera (b) de 30cm, puesto que, el caudal de aporte total es igual a 0.0068, y este valor es menor a 0.1. Una vez obtenido estos resultados, se calcula el tirante, el cual, es igual a $y= 0.112$, y con ello se calcula el perímetro mojado y el radio hidráulico, para poder obtener la velocidad, la cual resulta $V=1.278\text{m/s}$, el cual es mayor a 0.60, que según la normativa, es la velocidad mínima para evitar la sedimentación; por lo tanto, obtenida la velocidad y el área de la sección, se calcula el Q_{MANNING} , el cual, según la normativa resulta mayor al $Q_{\text{APORTE MÁXIMO}}$, cumpliendo los parámetros de aporte: $0.153 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0068\text{m}^3/\text{s}$. Se calculó el caudal total de aporte del margen derecho del KM:0+500 al KM: 1+126.7, el cual resulto $0.0114 \text{ m}^3/\text{s}$, la pendiente del margen derecho del KM:0+500 al KM: 1+126.7 resulta un promedio de 0.77%, calculado a cada 250m aproximadamente; y según la tabla 16 de la norma OS. 060, se tiene una rugosidad de $n=0.012$ por adaptarse a ser de Cuneta de concreto con acabado paletado; y según la tabla 17 de la norma OS. 060, se tiene un ancho de solera (b) de 30cm,

puesto que, el caudal de aporte total es igual a 0.0114, y este valor es menor a 0.1. Una vez obtenido estos resultados, se calcula el tirante, el cual, es igual a $y = 0.117$, y con ello se calcula el perímetro mojado y el radio hidráulico, para poder obtener la velocidad, la cual resulta $V = 1.194 \text{ m/s}$, el cual es mayor a 0.60, que según la normativa, es la velocidad mínima para evitar la sedimentación; por lo tanto, obtenida la velocidad y el área de la sección, se calcula el Q_{MANNING} , el cual, según la normativa resulta mayor al $Q_{\text{APORTE MÁXIMO}}$, cumpliendo los parámetros de aporte: $0.143 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0114 \text{ m}^3/\text{s}$. Se calculó el caudal total de aporte del margen izquierdo del KM:0+500 al KM: 1+126.7, el cual resulto $0.0097 \text{ m}^3/\text{s}$, la pendiente del margen izquierdo del KM:0+500 al KM: 1+126.7 resulta un promedio de 0.77%, calculado a cada 250m – 376.7m aproximadamente; y según la tabla 16 de la norma OS. 060, se tiene una rugosidad de $n = 0.012$ por adaptarse a ser de Cuneta de concreto con acabado paletado; y según la tabla 17 de la norma OS. 060, se tiene un ancho de solera (b) de 30cm, puesto que, el caudal de aporte total es igual a 0.0097, y este valor es menor a 0.1. Una vez obtenido estos resultados, se calcula el tirante, el cual, es igual a $y = 0.114$, y con ello se calcula el perímetro mojado y el radio hidráulico, para poder obtener la velocidad, la cual resulta $V = 1.182 \text{ m/s}$, el cual es mayor a 0.60, que según la normativa, es la velocidad mínima para evitar la sedimentación; por lo tanto, obtenida la velocidad y el área de la sección, se calcula el Q_{MANNING} , el cual, según la normativa resulta mayor al $Q_{\text{APORTE MÁXIMO}}$, cumpliendo los parámetros de aporte: $0.143 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0097 \text{ m}^3/\text{s}$.

VI.CONCLUSIONES

1. Se logró diseñar el dren de evacuación, propuesto como objetivo general.
2. Se obtuvo los caudales de aporte en la Av. Nepeña, usando el método más convencional, el cual, es el método racional, utilizado para áreas de influencia menores a 13km, considerando la normativa O.S. 060: drenaje pluvial urbano del RNE. Se obtuvo, del KM: 0+000 al KM: 0+500, como valor de intensidad de lluvia $I = 9.57$ mm/h, Coef. Escor. = 0.81, las áreas de influencia de ambos lados de la vía, y los caudales de aporte, de ambos lados del KM: 0+000 al KM: 0+500 descritos en la tabla 10 ítem 4 de la presente investigación. Asimismo, del KM: 0+500 al KM: 1+126.7, como valor de intensidad de lluvia $I = 9.57$ mm/h, Coef. Escor. = 0.81, las áreas de influencia de ambos lados de la vía y los caudales de aporte de ambos lados del KM: 0+500 al KM: 1+126.7 descritos en la tabla 11 del ítem 4 de la presente investigación.
3. Se realizó el estudio topográfico, el cual, se ubica en el anexo N° 03, el cual, nos ayudó a obtener las áreas de influencia y las pendientes, obteniendo con ello, las áreas de influencia descritas en las tablas 10 y 11, y la pendiente, para el lado diestro e izquierdo de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500, es igual a 0.9%, y para el lado diestro e izquierdo de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500, es igual a 0.77%.
4. Se obtuvieron las características del diseño del dren, obteniendo la sección del dren y los cuales, de aporte y diseño, siguiendo los lineamientos de la normativa peruana. Para el diseño hidráulico del lado derecho de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500, se concluyó en las siguientes características: caudal de aporte total igual a $0.0064\text{m}^3/\text{s}$, pendiente igual a 0.9%, rugosidad de 0.012, base (ancho de solera) igual a 0.30m, tirante de 0.112m, una velocidad igual a 1.278m/s la cual es mayor a la velocidad mínima obteniendo que no se efectúen sedimentaciones, y por último, se obtuvo el caudal de diseño por la fórmula de Manning igual a $0.153\text{m}^3/\text{s}$, proyectando rejillas y tapas de acero en cada lado del pavimento. Para el diseño hidráulico del lado izquierdo de la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500, se concluyó en

las siguientes características: caudal de aporte total igual a $0.0068\text{m}^3/\text{s}$, pendiente igual a 0.9% , rugosidad de 0.012 , base (ancho de solera) igual a 0.30m , tirante de 0.112m , una velocidad igual a $1.278\text{m}/\text{s}$ la cual es mayor a la velocidad mínima obteniendo que no se efectúen sedimentaciones, y por último, se obtuvo el caudal de diseño por la fórmula de Manning igual a $0.153\text{m}^3/\text{s}$, proyectando rejillas y tapas de acero en cada lado del pavimento. Para el diseño hidráulico del lado derecho de la progresiva del KM: $0+500$ al KM: $1+126.7$, se concluyó en las siguientes características: caudal de aporte total igual a $0.0114\text{m}^3/\text{s}$, pendiente igual a 0.77% , rugosidad de 0.012 , base (ancho de solera) igual a 0.30m , tirante de 0.117m , una velocidad igual a $1.194\text{m}/\text{s}$ la cual es mayor a la velocidad mínima obteniendo que no se efectúen sedimentaciones, y por último, se obtuvo el caudal de diseño por la fórmula de Manning igual a $0.143\text{m}^3/\text{s}$, proyectando rejillas y tapas de acero en cada lado del pavimento. Para el diseño hidráulico del lado izquierdo de la progresiva del KM: $0+500$ al KM: $1+126.7$, se concluyó en las siguientes características: caudal de aporte total igual a $0.0097\text{m}^3/\text{s}$, pendiente igual a 0.77% , rugosidad de 0.012 , base (ancho de solera) igual a 0.30m , tirante de 0.114m , una velocidad igual a $1.182\text{m}/\text{s}$ la cual es mayor a la velocidad mínima obteniendo que no se efectúen sedimentaciones, y por último, se obtuvo el caudal de diseño por la fórmula de Manning igual a $0.142\text{m}^3/\text{s}$, proyectando rejillas y tapas de acero en cada lado del pavimento.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el diseño del dren, como propuesta inicial o piloto, para un fin más grande, como una investigación de post grado, la construcción del mismo o algo más extenso, como considerar una ciudad completa. Asimismo, el gobierno de Casma, debería priorizar la construcción de drenaje de evacuación de aguas pluviales en las calles principales de la ciudad, para que, con ello, en épocas del fenómeno del niño, no afecte considerablemente a toda la ciudadanía, Se considera tomar las precauciones necesarias tal cual lo hacen en la zona sierra.
2. Se sugiere siempre obtener los datos para el caudal de aporte, de la institución del SENAMHI, para tener datos y cálculos reales de estadísticas meteorológicas.
3. Para cualquier diseño hidráulico, se recomienda efectuar el estudio topográfico, para la obtención de las áreas, pendientes y relieves del terreno.
4. Se sugiere seguir la normativa OS.060: Drenaje pluvial urbano, el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del reglamento peruano, para obtener los coeficientes necesarios para lograr el diseño de un dren.

REFERENCIAS

Agurto, S. Propuesta de Diseño del Dren de Evacuación de Aguas Pluviales en la Avenida Pardo, KM 23+560 al KM 25+870 del Distrito de Chimbote, Provincia del Santa – Ancash 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 181 pp. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23733>

Chapman, C. y Hall, J. Designing green infrastructure and sustainable drainage systems in urban development to achieve multiple ecosystem benefits. *Sustainable Cities and Society* [en línea]. Octubre, 2022, vol. 85 [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104078>

Criollo, L. Diseño del sistema de riego por aspersión y sistema de drenaje de la cancha principal de la Liga parroquial Zámbara, cantón Quito, provincia de Pichincha. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2021. 265 pp. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22716>

Cueva, E. y Paz, D. Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, en el Cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2022. 96 pp. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108917>

Hangbin, S. y Mahjouri, N. Quantifying and improving flood resilience of urban drainage systems based on socio-ecological criteria. *Journal of Environmental Management* [en línea]. Agosto, 2023, vol. 339 [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117799>

Julca, B. 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. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar

Vallejo, 2019. 149 pp. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45116?locale-attribute=es>

Mena, J. y Talledo, Y. Diseño del sistema de drenaje para las aguas pluviales en el Centro Histórico de Trujillo, distrito de Trujillo - La Libertad 2019. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 116 pp. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49220>

Merlo, V. y Soto, G. Tipos de Drenaje usados en ciudades importantes a nivel nacional e Internacional: Una revisión sistemática. *Universidad Privada del Norte* [en línea]. Agosto, 2020, 61 pp. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25914>

Orozco, O. y Rodríguez, E. Diseño de drenaje pluvial, para eventos lluviosos empleando el software SWMM en el A.H. Micaela Bastidas Provincia de Piura 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 98 pp. Fecha de consulta: 12 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51980?locale-attribute=es>

Sánchez, L. Revisión sistemática sobre la influencia e importancia de un sistema de drenaje pluvial en las ciudades, años 2017 a 2021. *Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo* [en línea]. Noviembre, 2022, 38 pp. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5627>

Villagómez, K. y Castellanos, J. Diseño del sistema de drenaje de la cancha de fútbol de la Comuna Central Tumbaco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2020. 79 pp. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8825>

Wang et al. Future changes in urban drainage pressure caused by precipitation extremes in 285 cities across China based on CMIP6 models. *Sustainable Cities*

and Society [en línea]. Abril, 2023, vol. 91 [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2023].
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104404>

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de Operacionalización de las variables

**Tabla 22: Operacionalización de Variables:
Elaboración propia**

VARIABLE EN ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño del Dren de Evacuación de Aguas Pluviales	Para Julca (2019), un dren tiene como finalidad transportar las aguas de escorrentía de las precipitaciones pluviales hacia un punto final de evacuación, donde el agua será descargada natural o artificialmente.	Un sistema de drenaje de evacuación de aguas pluviales se logra desarrollar según el diseño considerado teniendo en cuenta su funcionamiento hidráulico y los datos que se recopilen de la zona en estudio, debiéndose tomar en cuenta los datos necesarios para el cálculo del caudal de aporte, caudal de diseño, sección del canal, pendiente, velocidad.	Diseño de dren	Caudal Máximo de aporte (m ³ /s; litros/s)	Intervalo
				Estudio Topográfico (%)	Intervalo
				Características del diseño del dren:	
				Caudal de diseño (m ³ /s; litros/s)	Intervalo
				Pendiente (%)	Intervalo
Rugosidad (n)	Intervalo				
Sección del canal: ancho de solera y tirante (m)	Intervalo				
Velocidad (m/s)	Intervalo				

Anexo 2: Matriz de Consistencia

**Tabla 23: Matriz de consistencia:
Elaboración propia**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿El diseño del sistema de dren ayudará a evacuar las aguas pluviales de la Avenida Nepeña – Casma – Ancash?	Objetivo General: ↳ Diseñar el dren de evacuación de aguas pluviales en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023	El diseño del dren en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023, permitirá evacuar las aguas provenientes de los desastres pluviales producidos por el fenómeno del Niño Costero	Diseño	Caudal de aporte (m ³ /s; litros/s)	Intervalo
	Objetivos Específicos: ↳ Determinar el caudal máximo del área de precipitación en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023			Estudio Topográfico (%)	Intervalo
	↳ Realizar el Estudio topográfico del terreno de la Avenida Nepeña – Casma – Ancash 2023 para el diseño del drenaje			Características del diseño del dren:	
	↳ Determinar las características de diseño del dren: el caudal de diseño, pendiente, rugosidad, sección del dren (ancho de solera y tirante) y la velocidad, en la Avenida Nepeña – Casma – Ancash, 2023.			Caudal de diseño (m ³ /s; litros/s)	Intervalo
				Pendiente (%)	Intervalo
	Rugosidad (n)	Intervalo			
	Sección del canal: ancho de solera y tirante (m)	Intervalo			
	Velocidad (m/s)	Intervalo			

Anexo 3: Informe topográfico



ESTUDIO TOPOGRÁFICO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACION

**“DISEÑO DEL DREN DE EVACUACIÓN DE
AGUAS PLUVIALES EN LA AVENIDA
NEPEÑA – CASMA – ANCASH 2023”**

AUTOR:

Miniano Huamanchumo, Jorge Jeancarlos
(ORCID: 0000-0001-9630-0288)

INFORME DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

1) GENERALIDADES

1.1. Objetivo Del Estudio Topográfico

El presente Estudio Topográfico tiene el objetivo proporcionar información básica y necesaria basada en informes recopilados y evaluados, en data topográfica tomada en campo y procesada en gabinete de la topografía, cartografía, elementos estructurales, hidráulicos y demás de la zona materia del estudio.

El objetivo secundario es obtener **Benchs Marks o Puntos de Control Topográfico** en un número suficiente como para desarrollar trabajos de verificación y replanteo de cotas y coordenadas de referencia para los trabajos a ejecutarse.

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para la representación fidedigna de un determinado sector del terreno a fin de:

- Elaborar planos topográficos a escalas adecuadas.
- Proporcionar información de base para los estudios hidráulicos, hidrogeológicos, obras de ingeniería, suelos, y de impacto ambiental.
- Elaborar planos de los elementos estructurales existentes y a proyectar en campo.

1.2. Metodología

La metodología adoptada para el cumplimiento de los objetivos antes descritos es la siguiente:

- a) Recopilación y evaluación de la información topográfica existente tales como Cartas nacionales, Fichas del IGN de puntos geodésicos de primer orden, planos topográficos realizados en el área de estudio, etc.
- b) Desplazamiento de la brigada de topografía a la zona en estudio coordinándose con los especialistas. Luego de la entrega del terreno, se procedió con el reconocimiento de la zona en campo, verificando el área de trabajo, así como las zonas aledañas para su delimitación.

Es importante mencionar que, para el control Horizontal, se utilizó el método de la poligonal cerrada, consiste en estacionar el equipo

topográfico en el primer punto o estación (PT-01) de la poligonal ya trazada con coordenadas rastreado con el GPS navegador.

Para este proyecto, se usó la Estación Total SOKKIA Serie CX, un juego de primas equipada de misma marca mencionada, GPS navegador y una brújula.

- El método de la poligonal cerrada consiste en estacionar el equipo topográfico al punto de control de la poligonal, con la coordenada obtenida del GPS diferencial y georreferenciando con el NM (norte magnético) para obtener el azimut. Azimut PT-01 – PT-02.
- Para el siguiente punto de la poligonal se arma el equipo topográfico, con al visar a la anterior estación PT-01 obtendríamos los ángulos interiores de la poligonal; para el cálculo de ángulo de cierre sería igual la sumatoria de los ángulos internos de un polígono ($180^\circ \times (\text{número de lados} - 2)$).

Toda la base topográfica ha sido “amarrada”

- c) El personal de campo (Topógrafos), así como la logística (equipos y materiales), tiene la calificación adecuada para garantizar la elaboración eficaz del proyecto.
- d) Los conceptos, cálculos y diseños, guardan estrecha relación con las Normas Técnicas Peruana e Internacionales, las cuales son compatibles con el Proyecto a desarrollar.

La elaboración del presente Levantamiento Topográfico se ha realizado mediante un adecuado cronograma de trabajo de las diferentes etapas que consta el estudio realizado por los encargados de analizar, evaluar y ejecutar cada una de las etapas del levantamiento.

Se trabajó con los siguientes parámetros, con la cual se obtendrá la información de campo y gabinete en función a:

Las consideraciones que se tomaron para la elaboración de esta memoria descriptiva en cuanto a la Georreferenciación es la siguiente:

- Datum: World Geodesic System 1984, Datum – WGS84
- Proyección: Universal transversal Mercator, UTM
- Sistemas de Coordenadas: Planas.

→ Zona UTM: 17S

La automatización del trabajo de campo se efectuó en forma diaria y de la siguiente manera: se efectuó la toma de datos de campo durante el día, la transmisión de la información de campo a una computadora al caer la luz del sol, la verificación en la computadora de la información tomada en campo, el procesamiento de la información para obtener planos topográficos a escala conveniente.

Durante y, una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software CIVIL 3D 2023, insertando los puntos con sus respectivas numeraciones y descripciones procediendo a elaborar y corregir las triangulaciones y así generar las curvas de nivel para su respectiva presentación de planos topográficos a escala 1/1000, en ejecutar el alineamiento del trazo con respectivos estacados cada 100 metros los mayores y los menores cada 20 metros para poder conseguir y ejecutar la Altimetría (Perfil longitudinal) del terreno, verificando todo lo avanzado se procedió a trazar la rasante para poder obtener las pendientes requeridas para el estudio esencial para efectuar los diseños respectivos del estudio.

Se incluye el presente Informe de Topografía, que contiene información general de los trabajos realizados para la elaboración de este informe, tal como, la descripción detallada de los procedimientos llevados a cabo tanto en campo como en gabinete, información técnica, memorias de cálculo, panel de fotografías, planos topográficos, entre otros relativos al levantamiento topográfico.

1.3. Ubicación Geográfica

1.3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

Pertenece geográficamente y políticamente al distrito de Casma, Provincia de Casma, Departamento de Ancash, el área de estudio se encuentra situada en la Av. Nepeña extremo Oeste del departamento que corresponde a la región Costa del mismo. El acceso a la Av. Nepeña es por la Vía Panamericana Norte, su área de influencia se

encuentra dentro del distrito de Casma, es de topografía con pendiente mínimas a sus alrededores y de tipo de relieve Llano.

La ubicación del área de estudio políticamente y geográficamente se describe de la siguiente manera:

– **Ubicación Política:**

Distrito: Casma

Provincia: Casma

Departamento: Ancash



Figura 1: Vista Satelital resaltada de celeste Av. Nepeña; resaltado de amarillo Vía Panamericana Norte

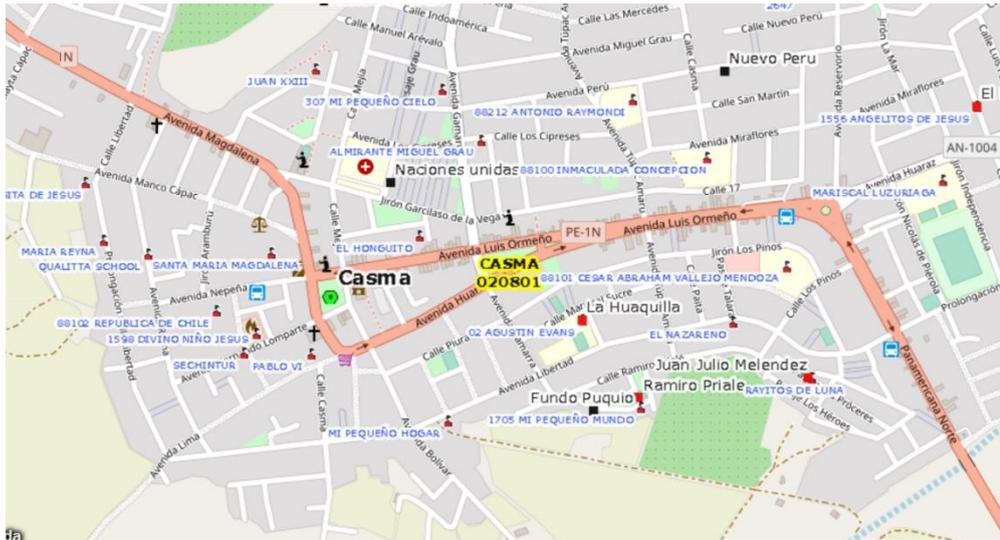


Figura 2: Vista Satelital

1.4. Acceso al Área de Estudio

ruta 1 desde este a oeste: Huaraz – Casma

Esta ruta se realiza por la vía nacional PE-14A Carretera Casma Huaraz.

ruta 2 de norte a sur: Chimbote - Casma

Esta ruta se realiza por la vía nacional PE-1N Panamericana Norte.

ruta 3 de sur a norte: Huarmey - Casma

Esta ruta se realiza por la vía nacional PE-1N Panamericana Norte.

Tabla 24: Vías y medios de acceso

Fuente: Elaborado por el investigador

Desde	A	Vía	Estado de la vía	Medio de transporte	Km	Tiempo
Huaraz	Casma-Av. Luis Ormeño	Carretera PE-14A, Casma-Huaraz	Asfaltada	Automóviles y camionetas	145km	3h 16 min
Chimbote	Casma-Av. Luis Ormeño	PE-1N, Panamericana Norte	Asfaltada	Automóviles y camionetas	58.4km	1h 11 min
Huarmey	Casma-Av. Luis Ormeño	PE-1N, Panamericana Norte	Asfaltada	Automóviles y camionetas	80.2km	1h 14 min

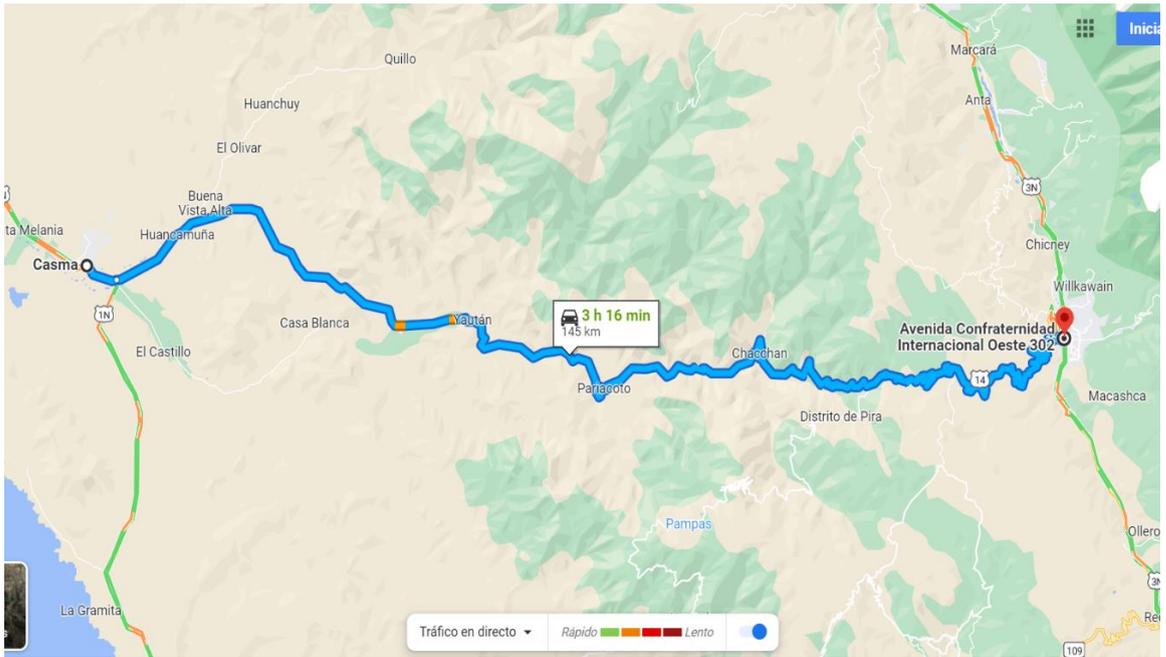


Figura 3: Mapa satelital ruta PE-14A Carretera Casma – Huaraz

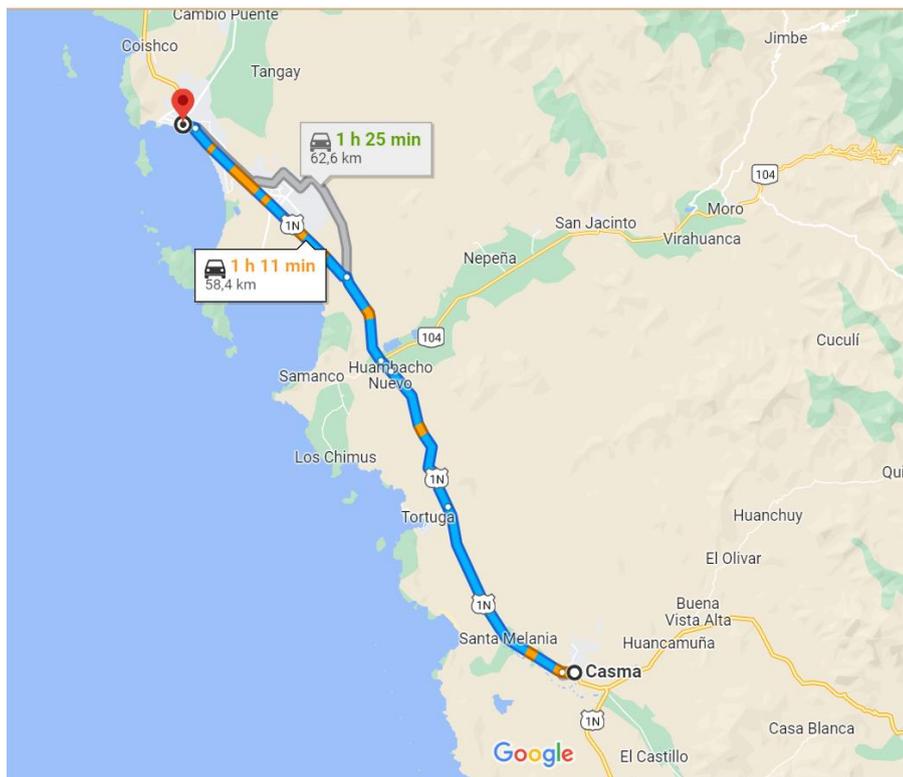


Figura 4: Mapa satelital ruta PE-1N Panamericana Norte; Chimbote - Casma

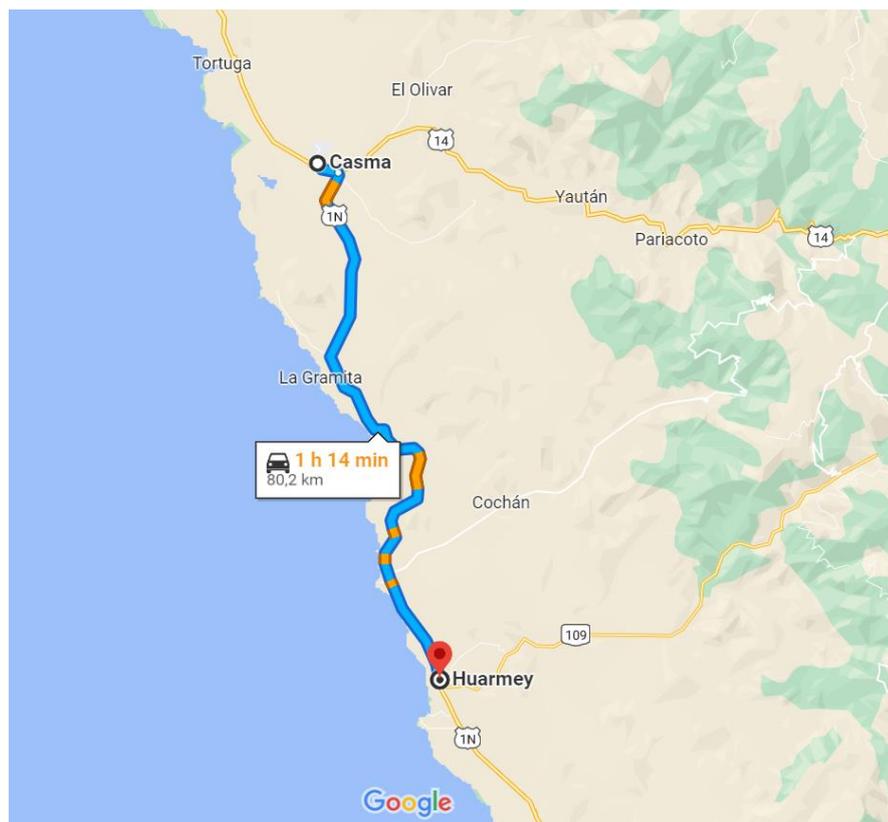


Figura 5: Mapa satelital ruta PE-1N Panamericana Norte; Huarmey - Casma

1.5. Condiciones Climáticas

Los veranos son cortos, calurosos, bochornosos y nublados; los inviernos son largos, cómodos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de 17 °C o sube a más de 30 °C. En base a la puntuación de turismo, la mejor época del año para visitar Casma para actividades de tiempo caluroso es desde finales de Abril hasta principios de Octubre.

1.6. Altitud de la Zona

El área de estudio se encuentra ubicada a una altitud promedio de 210 m.s.n.m.

1.7. Recopilación de Información

Para el desarrollo del estudio y en conformidad a los términos de referencia se ha recopilado información cartográfica de campo de las siguientes instituciones y fuentes de información Virtuales.

El área de estudio se encuentra ubicada a una altitud promedio de 210 m.s.n.m.

- Trabajo de campo: El cual consiste dentro del plan en la recopilación de información de calicatas e investigación del material rocoso presente en la localidad para su posterior procesamiento y comparación con información de las diferentes instituciones especializadas.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).
- Sistema Nacional de Carreteras del Perú, escala 1: 450,000 (MTC).
- Mapa Satelital del Sistema de Información para La Gestión del Riego de Desastres.

1.8. Alcances de los servicios

Los Servicios de Campo que conforman este Informe están basados en el Estudio para la ejecución de las obras en toda la zona de estudio y ha sido ejecutados en concordancia con el objetivo del proyecto de investigación, tomando en consideración que los trabajos ejecutados deben proporcionar la información necesaria para el desarrollo final de los diseños de las diferentes obras proyectadas.

En los levantamientos ejecutados se ha procurado obtener toda la información y características necesarias del terreno y estructuras existentes para el mejor trazo de las obras a proyectarse. El alcance de los servicios comprende las siguientes actividades:

1.9. Levantamientos lineales

Se entiende por levantamiento lineales los trabajos topográficos de una poligonal abierta o cerrada. Estos trabajos comprenden el levantamiento de la poligonal para un mayor control.

1.10. Levantamiento de obras no lineales

Estos trabajos comprenden los trabajos topográficos necesarios para la ubicación y características de las áreas para los diseños definitivos construcciones existente y proyectado para obras civiles.

1.11. Levantamiento Planimétrico

En el Levantamiento Planimétrico en Calles o caminos se considerarán todos los elementos que obstaculicen el área de trabajo; casas, árboles, postes, tranqueras y cualquier otro elemento propio del terreno.

2)METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Los levantamientos topográficos serán divididos en tres clases: Poligonal cerrada, Obras No Lineales y Levantamiento planímetro de calles.

Se realizaron los siguientes procedimientos:

- Se realizó el reconocimiento del terreno con la brigada de topografía, geodesia y las demás especialidades.
- La medición Geodésica se realizó tomando lecturas satelitales durante 3 horas.
- Se estableció el vértice de la poligonal para el control teniendo como línea base los puntos, a fin de mantener el sistema de coordenadas y mayor control.
- Obteniendo con estos datos de campo, al realizar los cálculos de compensación y ajuste
- Se realizó el levantamiento topográfico con Equipo de Estación TOTAL SOKKIA Serie CX.
- Apoyados en los vértices de los puntos monumentados, se levantaron en campo todos los detalles Planimétricos compatibles con la escala de presentación de los servicios tales como: vivienda, veredas, loza, postes, quebrada, etc.
- Toda la información obtenida se ha procesado empleando programas con un software de cálculo en el caso de un equipo Estación Total.

- Los trazos que generan los planos han sido procesados en dibujos vectorizados en los programas de CIVIL 3D, cuyos archivos están en unidades métricas. Los puntos son incluidos como bloques en la capa Puntos Topográficos y controlada en tres tipos de información básica (número de punto, descripción y elevación).

3) EQUIPOS Y PERSONAL UTILIZADO

Para el desarrollo del presente servicio empleamos los siguientes recursos:

3.1. Equipos Topográficos

El control topográfico fue llevado a cabo en forma diaria, mediante el uso de:

- 01 Estación total (SOKKIA Serie CX)
- 01 Prismas.
- 02 equipos de radiocomunicación Motorola.
- entre otros accesorios como trípodes, baterías, wincha, pintura, cemento, etc.
- 01 Navegador GPS Garmin

3.2. Recursos equipos y materiales:

→ Trípode	01
→ Laptop personal	01
→ Software para uso en gabinete	01
→ Wincha de 05 metros	01
→ Navegador GPS Garmin	01
→ Cemento, hormigón, agua,	01
→ Operadores	01
→ Ayudantes	02
→ Comunicación (Radio y Celular RPM y RPC)	02

A. Datos técnicos del receptor GNSS TOPCON GR5:

Figura 6: Especificación técnica SOUTH NTS 382R10L

NTS-382R10			NTS-382R10	
Distance Measurement			Telescope	
Max. Range	Single prism	5.0km	Image	Erect
	Reflectorless	1000m	Tube Length	154mm
	Sheet	1.0km	Effective Aperture	48mm.(EDM:50mm)
※Object in shade, or sky overcast			Magnification	30x
Accuracy	Reflectorless	Fine	Field of View	1° 30'
			Minimum Focus Distance	1.2m
	Reflector	Fine	Resolving Power	3"
		IR sheet		
Reading	Max: 99999999.9999m Min: 0.1mm		Auto Compensator	
Measuring Time	Reflectorless	Fine Mode: <0.3s; Tracking Mode: <0.1s	System	Dual Axis Liquid-electric
Atmospheric Correction	Manual Input, Auto Correction		Working Range	±3'
Prism Constant	Manual Input, Auto Correction		Accuracy	1"
Temperature Sensor	FreeScale Sensor		Vial	
Angle Measurement			Plate Vial	30" / 2mm
Measuring Method	Absolute Continuous		Circular Vial	8' / 2mm
Dia. of Encoder Disk	79mm		On-Board Battery	
Minimum Reading	0.1"		Type	Rechargeable Lithium Battery
Accuracy	2"		Voltage	DC 7.2V
Detection Method	Horizontal: Dual, Vertical: Dual		Continuous Operation Time	8 hrs.
Optical Plummet			Others	
Image	Erect		Working Temperature	-20°C ~ +50°C
Magnification	3x		Dimension and Weight	165x150x335mm, 5.2kg
Focusing Range	0.5m - ∞		Plummet	Optical or Laser Plummet Optional
Field of View	5°			

B. Datos técnicos de la Estación SOKKIA Serie CX:

Serie CX

CX-101/CX-102/CX-103/CX-105/CX-107

ESPECIFICACIONES

Estaciones Totales

Modelos	CX-101	CX-102	CX-103	CX-105	CX-107
Telescopio					
Aumento / Potencia de resolución	30x / 2,5"		30x / 3,5"		
Otros	Longitud: 171 mm (6,7 pulg.); Apertura del objetivo: 45 mm (1,8 pulg.) (48 mm (1,9 pulg.) para EDM); Imagen: erguida; Campo de visión: 1° 30' (26 m/1000 m); Enfoque mínimo: 1,3 m (4,3 pies); Iluminación de retícula: 5 niveles de brillo				
Medición de ángulos					
Resolución de pantalla	0,5" / 1" (0,0001 / 0,0002gon, 0,002 / 0,005mil)	1" / 5" (0,0002 / 0,001gon, 0,005 / 0,02mil)			
Precisión (ISO 17123-3:2001)	1"	2"	3"	5"	7"
IACS (Sistema de Calibración de Ángulos Independiente)	Proporcionado				
Compensador de doble eje / Compensación de colimación	Sensor de inclinación de líquido de doble eje, intervalo de funcionamiento: ±6' (±111 mgon) / compensación de colimación disponible				
Medición de distancia					
Salida de láser ¹	Modo sin prisma: Clase 3R / Prisma / Modo de hoja: Clase 1				
Intervalo de medición (en condiciones estándar) ²	Sin prisma ^a	de 0,3 a 500m (de 1,0 a 1640 pies)			
	Hoja reflectante ^{a/r}	RS90N-K: de 1,3 a 500m (de 4,3 a 1640 pies); RS50N-K: de 1,3 a 300m (de 4,3 a 980 pies); RS10N-K: de 1,3 a 100m (de 4,3 a 320 pies)			
	Mini prismas	CP01: de 1,3 a 2500m (8200 pies); OR1PA: de 1,3 a 500m (1640 pies)			
	Un prisma AP	de 1,3 a 4000m (de 4,3 a 13.120 pies) / En buenas condiciones ³ : 5000m (16.400 pies)			
	Tres prismas AP	Hasta 5000m (16.400 pies) / En buenas condiciones ³ : hasta 6000m (19.680 pies)			
Resolución de pantalla	Fina/rápida: 0,001m / 0,01 pies / 1/16 in. Seguimiento: 0,01m / 0,1 pies / 1/16 in.				
Precisión ² (ISO 17123-4:2001) (Distancia de medición en mm)	Sin prisma ^a	(3 + 2ppm x D) mm ²			
	Hoja reflectante ^a	(3 + 2ppm x D) mm			
	Prisma AP/CP	(2 + 2ppm x D) mm			
Tiempo de medición ³	Fina: 0,9 segundos (1,7 segundos la inicial); Rápida: 0,7 segundos (1,4 segundos la inicial); Seguimiento: 0,3 segundos (1,4 segundos la inicial)				
Administración de datos e interfaz					
Pantalla / Teclado	LCD gráfico, 192 x 80 puntos, retroiluminación, ajuste de contraste / Teclado alfanumérico / 25 teclas con retroiluminación				
Ubicación del panel de control ³	En ambas caras			En una cara	
Tecla disparadora	En el soporte correspondiente del instrumento				
Almacenamiento de datos	Memoria interna	Aprox. 10000 puntos			
	Dispositivo de memoria complementario	Memoria flash USB (max. 8GB)			
Interfaz	11RS-232C de serie, USB2.0 (Tipo A, para memoria flash USB)				
Módem Bluetooth (opcional) ^{2a}	Bluetooth Clase 1, Ver.2.1+EDR; Intervalo operativo: hasta 300m (980 pies) ^{1a}				
General					
Puntero láser ¹²	Láser rojo coaxial usando haz EDM				
Luz de guía ¹²	LED verde (524 nm) y LED rojo (626 nm), intervalo de funcionamiento: de 1,3 a 150 m (de 4,3 a 490 pies) ²				
Niveles	Gráfico	6' (Círculo interior)			
	Nivel circular	10' / 2mm			
Plomada láser	Diodo de láser rojo (635nm±10nm); Precisión del haz: ≤1,0mm@1,3m; Producto láser Clase 2				
Plomada óptica (opcional)	Ampliación: el enfoque de 3x; Mínimo: 0,3m (11,8 pulg.) desde la base nivelante				
Protección contra agua y polvo	IP66 (IEC 60529:2001)				
Temperatura de funcionamiento ¹³	De -20 a +50°C (de -4 a +122°F)				
Tamaño con asa ³	Panel de control en ambas caras: 191 mm x 181 mm x 348 mm (a x l x a) (7,5 in x 7,1 in x 13,7 in) (a x l x a) Panel de control en una cara: 191 mm x 174 mm x 348 mm (a x l x a) (7,5 in x 6,9 in x 13,7 in) (a x l x a)				
Peso con asa y batería	Approx. 5,6kg (12,3 libras)				
Fuente de alimentación					
Batería	Batería extraíble BDC70	Batería recargable de iones de litio			
Tiempo de funcionamiento (20 °C)	BDC70	Aprox. 36 horas (una medición de distancia cada 30 segundos)			
	Batería externa (opcional) ^{2a}	BDC60: aprox. 44 horas; BDC61: aprox. 89 horas (una medición de distancia cada 30 segundos)			

3.3. Equipo de Cómputo.

- 01 Computadoras Portátiles (Laptop Intel Core I5).
- 01 Discos Externos de 1 Tera.
- 01 Plotter HP 110 Plus.

3.4. Equipo de Software Topográfico.

- AutoCAD Civil 3D 2023
- Excel 2016.

4) TRABAJO DE GABINETE

Consta de las siguientes etapas:

- Ordenamiento de datos y comprobaciones generales de libretas de campo.
- Cálculo de la poligonal de apoyo: lados y ángulos internos.
- Cálculo de Coordenadas Topográficas.
- Cálculo de cotas de las estacas de la poligonal de apoyo.
- Cálculo de las cotas taquimétricas.
- Dibujo de planos.

4.1. Puntos Topográficos.

Estos puntos fueron levantados como nudos topográficos orientados a generar las curvas de nivel. Se utilizó el equipo de GPS Diferencial para poder ubicarlos en campo. Estos puntos fueron apoyados en coordenadas y cotas desde las Estaciones de control para los levantamientos ya descritos.

La descripción de los puntos tomados en campo se realizó en coordinación con el Técnico de Campo y el Técnico de Gabinete, quienes acordaron una codificación para cada detalle encontrado en campo, tales como:

Tabla 25: Códigos para el levantamiento Topográfico

CODIGO	DESCRIPCIÓN
PIST	PISTA

TN	TERRENO NATURAL
LOT	LOTES
PST	POSTE
VRD	VEREDAS
INT	INTERSECCION
CASA	CASA

Fuente: Elaboración propia

Luego de los trabajos de campo y gabinete, se obtuvieron los siguientes resultados en las coordenadas de los vértices más importantes; así como los puntos monumentados de la Poligonal y Bm's, dejados en la Localidad, los cuales son:

Tabla 26: Cuadro de ubicación de coordenadas de los Puntos BMS (UTM WG-84)

PUNTOS GEODÉSICOS Y Bm's				
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
01	394752.0000	8731803.0000	3797	PT - 01
02	394769.8652	8731869.2038	3800.9872	PT - 02
03	394699.9111	8731831.0565	3800.2697	PT - 03
4	394767.4466	8731826.878	3796.7095	BM - 01
5	394736.7435	8731812.202	3796.9222	BM - 02
6	394707.6447	8731796.451	3797.897	Bm - 03

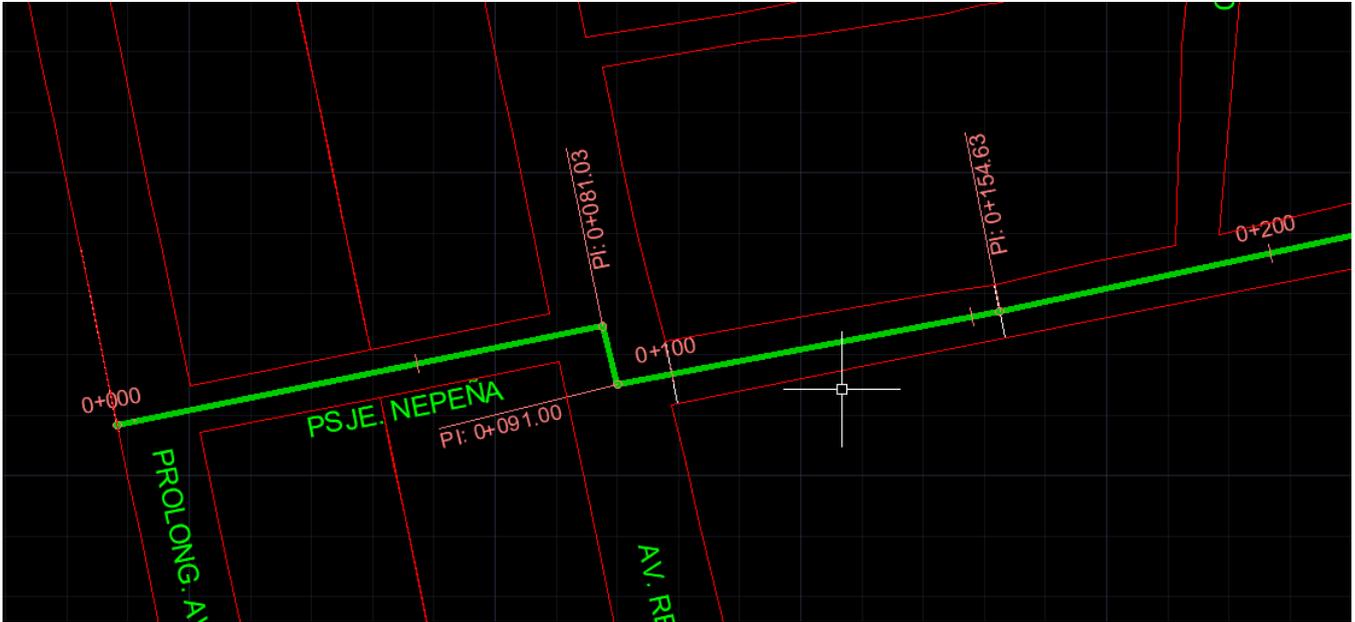
Fuente: Elaboración propia

4.2. Trazo del Eje o Alineamiento en Planimetría

Se procedió a trazar el Eje o Alineamiento en Planimetría para ubicar en el mismo eje de la sección de la vía para poder obtener la distancia total del estudio que se obtuvo una distancia de 1126.71 metros que equivale 1+126.71 km, el punto de inicio con progresiva 0+000 se ubica en el pasaje Nepeña, progresiva 0+500 está ubicado en la Av. Nepeña con intersección con la Av. Bolívar y la progresiva final que es 1+126.71 está ubicado en la Av. Luis Ormeño con intersección con la Av. Tupac Amaru.

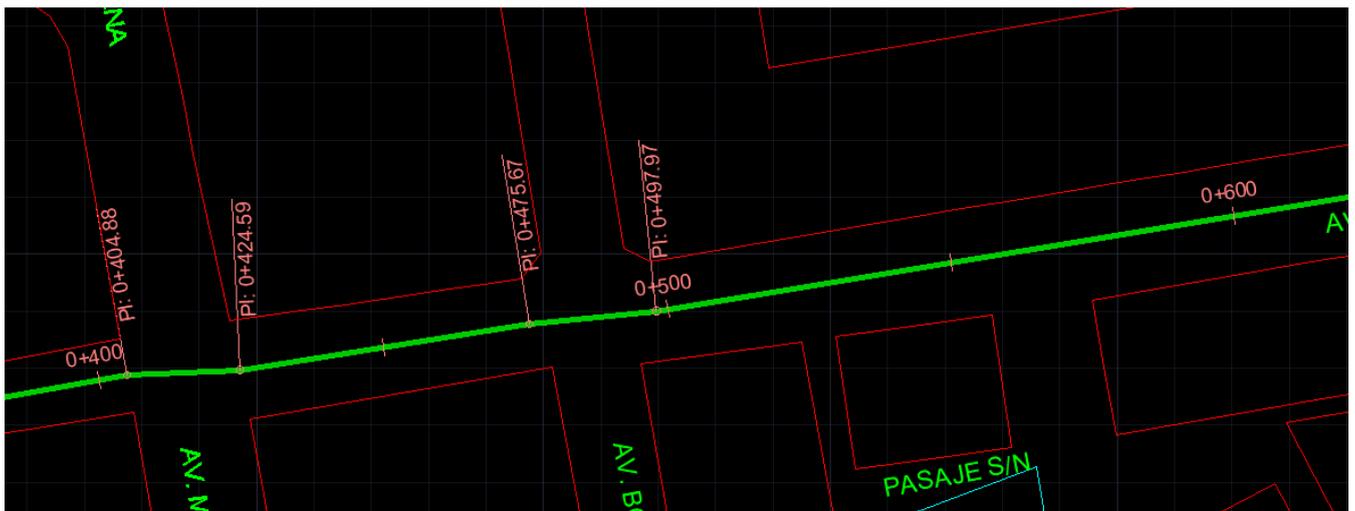
El trazo del Alineamiento como se puede apreciar en las imágenes esta de color verde.

Figura 7: Trazo del alineamiento y ubicación de la progresiva 0+000, 0+100 Y 0+200



Fuente: Elaboración propia en el programa AUTOCAD

Figura 8: Trazo del alineamiento y ubicación de la progresiva 0+400, 0+500 Y 0+600



Fuente: Elaboración propia en el programa AUTOCAD

Figura 9: Trazo del alineamiento y ubicación de la progresiva 0+900, 1+000, 1+100 Y 1+1126.71

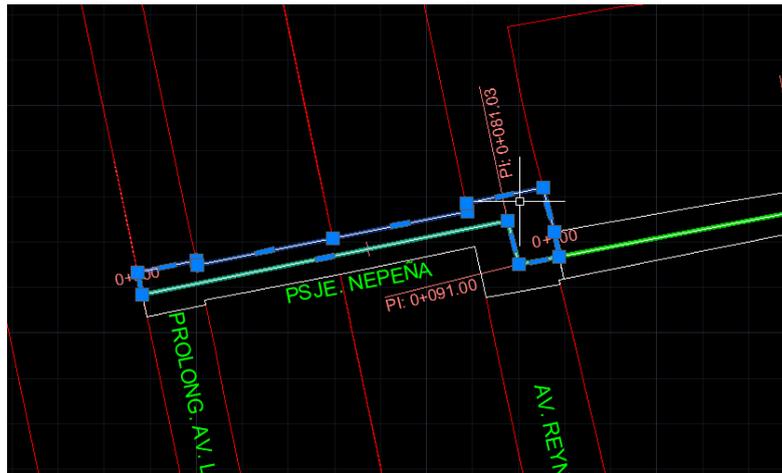


Fuente: Elaboración propia en el programa AUTOCAD

4.3. Cálculo de Área de Influencia.

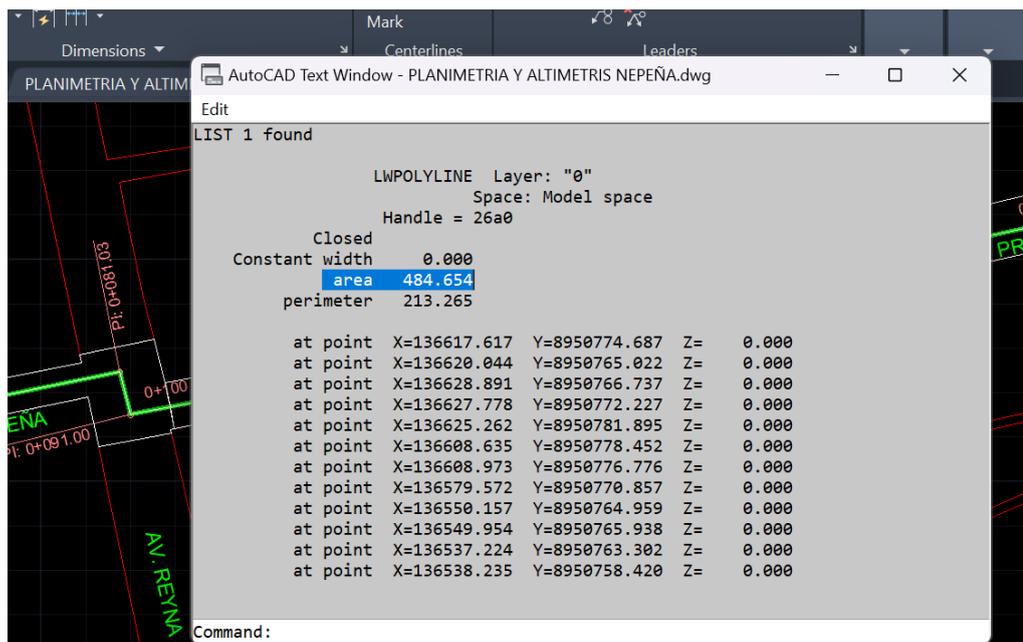
Se considero el área de influencia que se tuvo que delimitar en dos secciones que comprende en lado Derecho y lado Izquierdo y el tramo longitudinal se delimito y se secciono a cada 100 metros lineales por la sección que se tiene obteniendo 12 tramos. con ayuda del software Civil 3D 2023 y con ayuda de la construcción de polígono cerrado irregular delimitamos todas las secciones cada 100 metros obteniendo 12 polígonos lado izquierdo y 12 polígonos lado derecho y rápidamente obtenemos el área de cada polígono con el comando Li (Lista).

Figura 10: Selección del polígono de la progresiva 0+000 a 0+100



Fuente: Elaboración propia en el programa AUTOCAD

Figura 11: Con la ayuda del comando (li) obtenemos los datos técnicos del polígono como área, perímetro y coordenadas del vértice del polígono.



Fuente: Elaboración propia en el programa AUTOCAD

Así rápidamente obtuvimos el área de cada sección del polígono de lado derecho e izquierdo donde obtuvimos la siguiente información:

Tabla 27: Cuadro de áreas de influencia del estudio

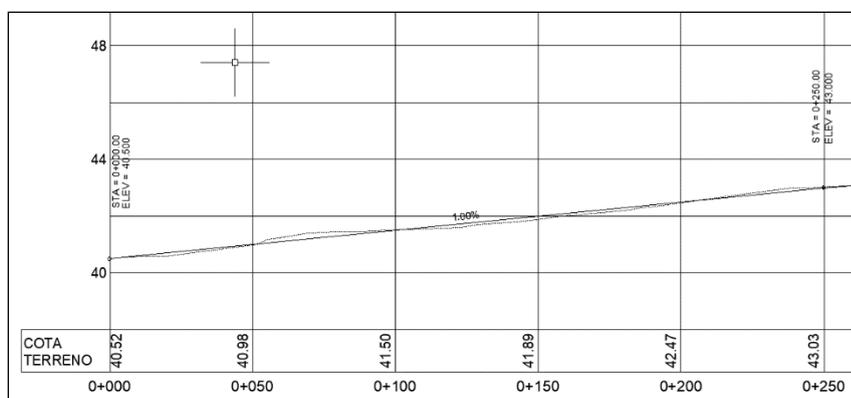
KILOMETRAJE		DISTANCIA	ÁREA m2	
			IZQUIERDO	DERECHO
0+000	0+100	100.00	484.654	497.189
0+100	0+200	100.00	507.436	474.011
0+200	0+300	100.00	608.68	567.625
0+300	0+400	100.00	638.724	585.866
0+400	0+500	100.00	918.806	853.796
0+500	0+600	100.00	889.089	1010.122
0+600	0+700	100.00	922.178	970.813
0+700	0+800	100.00	830.839	967.018
0+800	0+900	100.00	641.458	980.176
0+900	1+000	100.00	551.793	682.448
1+000	1+100	100.00	499.476	520.219
1+100	1+126.70	26.70	148.916	130.788

Fuente: Elaboración propia

4.4. Cálculo de pendientes

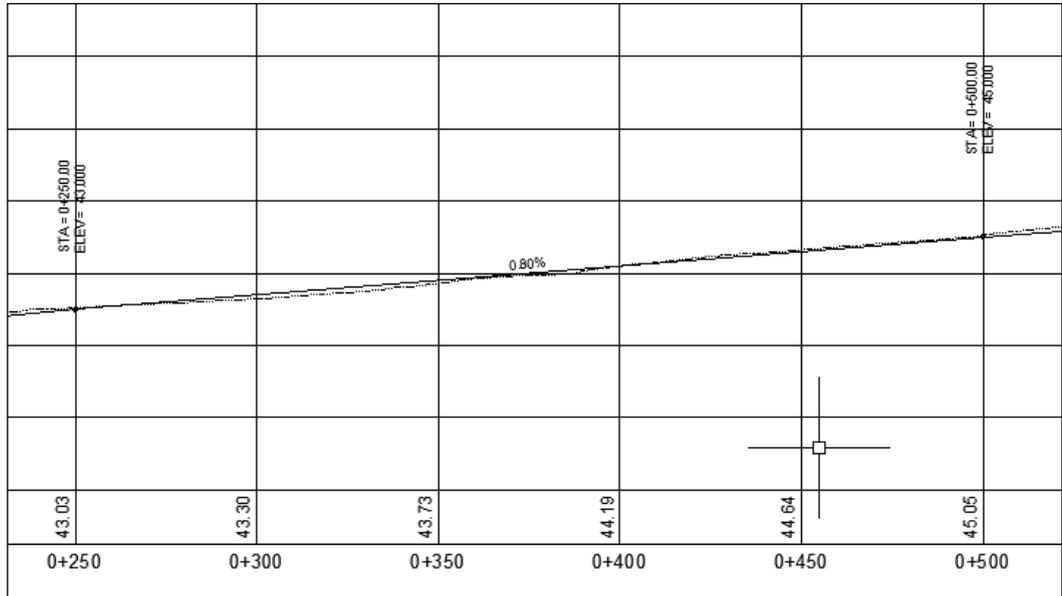
Para obtener la pendiente estimamos una longitud de estudio cada 250 metros lineales de las cuales obtenemos cinco (05) tramos de estudio, asimismo, para obtener las cotas de terreno de las progresivas dadas se tuvo que crear un Perfil longitudinal del Eje de estudio o Alineamiento del estudio, tal y como se muestra a continuación:

Figura 12: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+000 al KM: 0+250



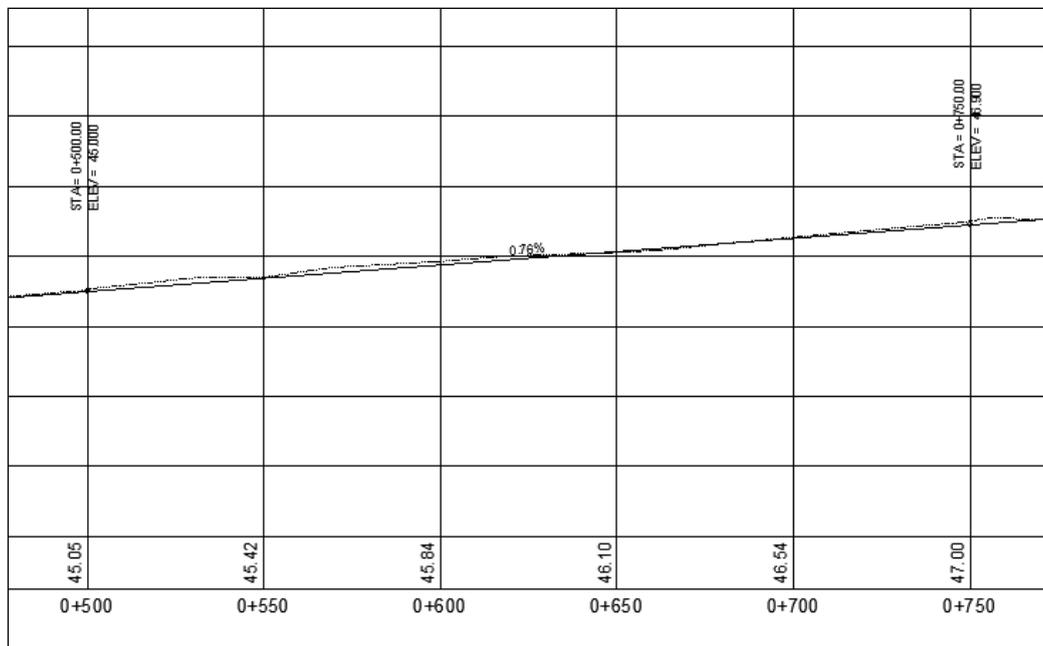
Fuente: Elaboración propia en el programa Autocad Civil 3D

Figura 13: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+250 al KM: 0+500



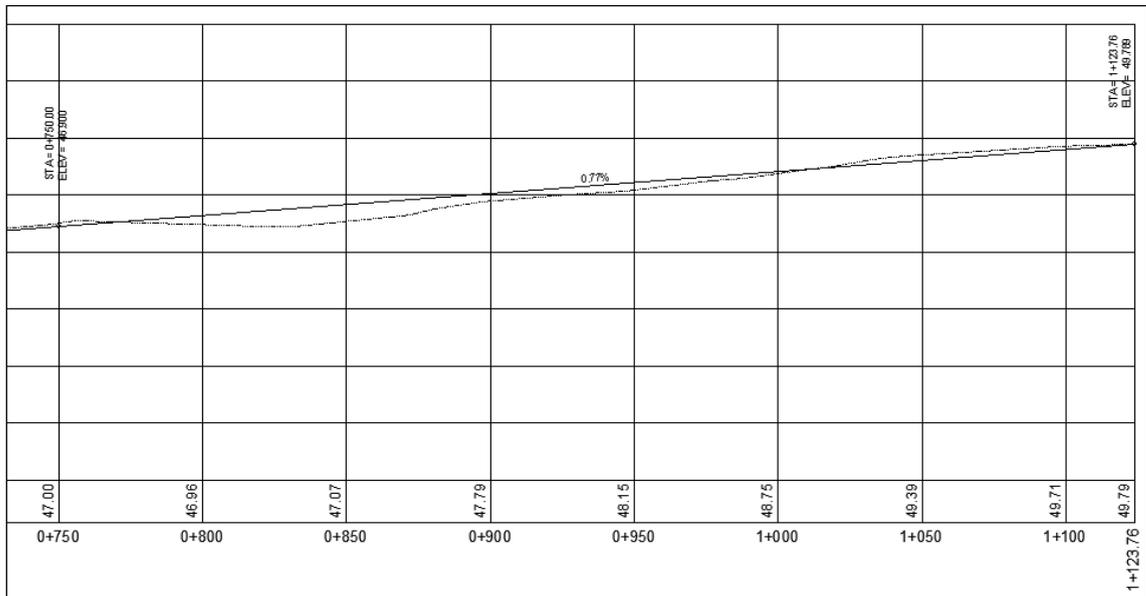
Fuente: Elaboración propia en el programa Autocad Civil 3D

Figura 14: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+500 al KM: 0+750



Fuente: Elaboración propia en el programa Autocad Civil 3D

Figura 15: Cálculo de pendiente del tramo del KM: 0+750 al KM: 1+126.7



Fuente: Elaboración propia en el programa Autocad Civil 3D

De las cuales tenemos las siguientes datos obtenidos en el el siguiente cuadro:

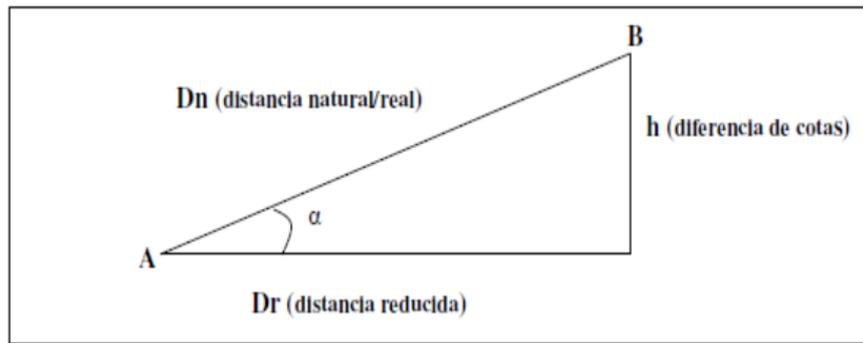
Tabla 28: Cuadro de cotas de terreno del estudio de cada tramo estudiado.

PROGRESIVA	COTA
0+000	40.50
0+250	43.00
0+500	45.00
0+750	46.90
1+126.70	49.80

Fuente: Elaboración propia

Procedemos a calcular las pendientes de cada tramo de nuestra progresiva donde sabemos que el porcentaje de pendiente es:

Figura 16: Referencia para el calculo de pendiente



Fuente

https://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisTerreno/DEMModule/DEM_T_SI.htm

$$\%Pend = \frac{Cf - Ci}{Dh} \times 100$$

Dónde:

- **%Pendiente:** Porcentaje de pendiente
- **Cf** = Cota final
- **Ci** = Cota Inicial
- **Dh**= Distancia horizontal

✓ **CÁLCULO DE PENDIENTE DE LA PROGRESIVA 0+000 AL 0+250**

$$\%Pend = \frac{43.00 - 40.50}{250} \times 100$$

$$\%Pend = 0.01 \times 100$$

$$\%Pend = 1$$

La pendiente del tramo entre la progresiva 0+000 al 0+250 es de **1.00%**

- ✓ Con el mismo procedimiento se calcula la pendiente de los siguientes tramos que tenemos como resultado en el siguiente cuadro

Tabla 29: Pendientes desde el KM: 0+000 al KM; 1+126.7

PROGRESIVA		DISTANCIA (metros)	COTA INICIAL (Ci)	COTA FINAL (Cf)	VARIACIÓN DE ALTURA (Cf - Ci)	% DE PENDIENTE
INICIO	FINAL					
0+000	0+250	250.00	40.50	43.00	2.50	1.00%
0+250	0+500	250.00	43.00	45.00	2.00	0.80%
0+500	0+750	250.00	45.00	46.90	1.90	0.76%
0+750	1+126.70	376.70	46.90	49.80	2.90	0.77%

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- El área de estudio “Av. Nepeña del Distrito” se encuentra en distrito de Casma, provincia de Casma, departamento de Ancash, el área de estudio tiene una topografía de relieve llano, cuenta con pistas y veredas y también presenta mínima vegetación a su alrededor de esta.
- Se ha efectuado la georreferenciación del proyecto utilizando los métodos por posicionamiento satelital GPS navegador.
- Se ha colocado 03 puntos de control para la poligonal cerrada los cuales están debidamente monumentados en campo y ubicados de manera estratégica dentro de la zona del proyecto.
- Para el caso de la georreferenciación el registro de datos se realizó empleando el Sistema de Posicionamiento Global navegador GARMIN, Método de la poligonal cerrada para el control.
- El área de estudio y zona del proyecto levantada se encuentra enteramente en la Zona UTM 17 Sur.
- Se ha elaborado planos topográficos del área de estudio a escala 1:2000 con equidistancia de curvas de nivel a cada 1m, la topografía procesada sirvió para el diseño y estudio del proyecto.
- Con el trazo del Alineamiento o Eje del proyecto en el software Civil 3D podemos conseguir la longitud exacta del estudio previo estacado según a la longitud requerida.

- Con la creación de Perfil Longitudinal del Alineamiento podemos obtener datos del terreno de estudio como la cota del terreno en distancia de estacado requerida.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda proteger los puntos monumentados de la poligonal cerrada, evitando en lo posible su destrucción, para ello se pueden colocar paneles, letreros, cercos, etc.; que garanticen su permanencia en el tiempo.
- Se recomienda realizar el replanteo, ingresando los factores combinados apropiadamente a las estaciones totales, para poder ajustar las distancias topográficas, que sufren una distorsión al ser proyectadas.

Anexo 4: Estudio Hidrológico – SENAMHI



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH

Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1"

Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Temperatura Bulbo Humedo (°C)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-1983	26.2	24.5	25.8	28.6	27.5	24.0	25.8	25.2	0	0	SSW	5
02-Mar-1983	26.4	24.8	26.8	28.3	27.6	24.6	26.0	24.9	0	0	S	3
03-Mar-1983	26	25.5	25.6	28.2	27.6	23.8	25.4	25.3	0	0	SSW	4
04-Mar-1983	25.6	25.6	26.7	27.8	25.3	24.6	25.4	24.0	0	0	SSW	4
05-Mar-1983	26.8	24.6	26.2	28.2	28.2	24.2	26.7	27.2	0	0	SSE	4
06-Mar-1983	25.8	24	26.0	26.4	27.5	24.4	24.6	25.8	0	0	ESE	3
07-Mar-1983	26.1	25.6	26.1	28.1	27.4	24.2	25.4	25.2	0	0	SSW	3
08-Mar-1983	26.2	25.5	26.5	27.8	27.7	24.4	25.7	25.0	0	0	S/D	-999
09-Mar-1983	26.5	26	26.1	29.2	28.0	24.8	26.3	24.8	0	0	ESE	1
10-Mar-1983	25.6	25.4	25.9	25.6	25.5	23.8	27.5	25.0	0	0	C	
11-Mar-1983	26.3	21	26.0	29.2	26.7	24.8	26.6	24.4	0	0	C	
12-Mar-1983	26.4	18	25.8	28.4	28.0	24.6	26.0	25.7	0	0	SSW	2
13-Mar-1983	26.2	24.5	26.8	28.0	27.6	24.4	25.4	24.8	0	0	ESE	4
14-Mar-1983	26.5	25.5	27.5	27.2	27.8	24.4	26.8	25.5	0	0	SW	5
15-Mar-1983	26.1	25.5	26.7	28.0	25.9	24.8	26.0	25.0	0	0	S	2
16-Mar-1983	26.6	24.8	26.2	28.8	27.6	24.8	26.8	25.2	0	0	S	5
17-Mar-1983	26	25	26.5	27.8	27.9	23.5	25.5	24.8	0	0	SSE	4
18-Mar-1983	26.2	25	25.8	29.0	27.5	24.5	25.9	24.4	0	0	SSE	1
19-Mar-1983	26.2	25.1	26.4	28.6	26.4	25.0	25.6	25.0	0	1.4	S	3
20-Mar-1983	26.1	26.4	27.2	28.3	27.2	24.2	24.9	24.5	0	0	S/D	-999
21-Mar-1983	26	21	25.9	28.0	27.1	24.2	25.6	25.0	0	0	SSE	5
22-Mar-1983	26.2	25	26.9	28.6	27.6	24.2	25.2	24.6	0	0	S	3
23-Mar-1983	25.7	20	25.6	28.0	27.4	23.4	24.8	24.8	0	0	SSW	2
24-Mar-1983	26	20.4	26.6	27.0	27.2	24.6	25.4	25.0	0	0	SSW	2
25-Mar-1983	25.8	25	26.2	28.6	26.5	24.2	24.6	24.2	0	0	SSW	3
26-Mar-1983	26	-999	27.0	27.0	26.7	24.8	25.0	25.0	0	0	C	
27-Mar-1983	25.9	25	25.6	29.0	27.6	23.2	25.1	24.8	0	0	SSE	4
28-Mar-1983	26.1	25	26.5	28.6	27.8	24.8	24.9	23.8	0	0	SSE	2
29-Mar-1983	26.4	26.2	27.2	27.4	27.2	26.4	25.0	25.2	0	0	S/D	-999
30-Mar-1983	26.5	25.8	27.2	28.5	27.4	24.6	25.8	25.4	0	0	SSW	1
31-Mar-1983	26.2	25.5	26.0	28.7	26.2	24.4	25.8	26.0	0	17.8	S	2

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH

Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1"

Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°0)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-1998	26.2	24.5	24.0	28.6	27.5	24.0	25.8	25.2	-999	0		
02-Ene-1998	26.4	24.8	26.8	28.3	27.6	24.6	26.0	24.9	0	0		
03-Ene-1998	25.8	25.5	24.5	28.2	27.6	23.8	24.4	25.3	0	0		
04-Ene-1998	25.5	25.6	26.7	27.8	25.3	24.6	24.8	24.0	0	0		
05-Ene-1998	26.5	24.6	26.2	28.2	28.2	24.2	24.8	27.2	0	0		
06-Ene-1998	25.8	24	26.0	26.4	27.5	24.4	24.6	25.8	0	0		
07-Ene-1998	26.5	25.6	28.1	28.1	27.4	26.7	25.4	25.2	0	0		
08-Ene-1998	26.5	25.5	27.8	27.8	27.7	26.2	25.7	25.0	0	0		
09-Ene-1998	26.7	26	29.2	29.2	28.0	26.0	26.3	24.8	0	0		
10-Ene-1998	25.9	25.4	25.6	25.6	25.5	26.1	27.5	25.0	0	0		
11-Ene-1998	26.3	21	29.2	29.2	26.7	24.8	26.6	24.4	0	0		
12-Ene-1998	26.4	18	28.4	28.4	28.0	24.6	26.0	25.7	0	0		
13-Ene-1998	26.2	24.5	28.0	28.0	27.6	24.4	25.4	24.8	3.2	0		
14-Ene-1998	26.7	25.5	27.2	27.2	27.8	24.4	26.8	26.7	0	0		
15-Ene-1998	26.3	25.5	28.0	28.0	25.9	24.8	26.0	26.2	0	0		
16-Ene-1998	26.7	24.8	28.8	28.8	27.6	24.8	26.8	26.0	0	0		
17-Ene-1998	25.7	25	27.8	24.4	27.9	23.5	25.5	26.1	0	0		
18-Ene-1998	25.5	25	25.8	24.8	27.5	24.5	25.9	24.4	4	0		
19-Ene-1998	25.3	25.1	26.4	24.8	26.4	25.0	24.4	25.0	0	1.4		
20-Ene-1998	26.0	26.4	27.2	28.3	27.2	24.2	24.8	24.5	0	0		
21-Ene-1998	25.8	21	25.9	28.0	27.1	24.2	24.8	25.0	0	0		
22-Ene-1998	26.2	25	26.9	28.6	27.6	24.2	25.2	24.6	0	0		
23-Ene-1998	27.2	20	29.0	28.0	27.4	29.0	24.8	24.8	3.4	0		
24-Ene-1998	27.0	20.4	28.6	27.0	27.2	28.6	25.4	25.0	0	0		
25-Ene-1998	26.5	25	27.4	28.6	26.5	27.4	24.6	24.2	8.1	0		
26-Ene-1998	26.8	-999	28.5	27.0	26.7	28.5	25.0	25.0	3.9	0		
27-Ene-1998	25.9	25	25.6	29.0	27.6	23.2	25.1	24.8	0	0		
28-Ene-1998	26.8	25	26.5	28.6	27.8	24.8	29.0	23.8	0	0		
29-Ene-1998	27.0	26.2	27.2	27.4	27.2	26.4	28.6	25.2	0	0		
30-Ene-1998	26.8	25.8	27.2	28.5	27.4	24.6	27.4	25.4	0	0		
31-Ene-1998	26.6	25.5	26.0	28.7	26.2	24.4	28.5	26.0	0	0		

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1" Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°0)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-1998	26.3	25	27.0	28.1	27.0	24.4	25.4	26.0	-999	0		
02-Feb-1998	26.2	24.6	26.4	27.8	27.6	24.2	26.0	24.9	0	0		
03-Feb-1998	26.3	25	25.6	29.2	27.6	24.4	25.4	25.3	0	0		
04-Feb-1998	25.3	25.2	26.7	25.6	25.3	24.8	25.4	24.0	1.2	0		
05-Feb-1998	26.8	24.7	26.2	28.2	28.2	24.2	26.7	27.2	1.4	0		
06-Feb-1998	25.8	23.8	26.0	26.4	27.5	24.4	24.6	25.8	0	0		
07-Feb-1998	26.1	24.8	26.1	28.1	27.4	24.2	25.4	25.2	0	0		
08-Feb-1998	26.2	23.8	26.5	27.8	27.7	24.4	25.7	25.0	9	0		
09-Feb-1998	26.5	25	26.1	29.2	28.0	24.8	26.3	24.8	0	0		
10-Feb-1998	25.2	22	24.4	25.6	25.5	23.8	27.5	24.4	13.4	0		
11-Feb-1998	26.5	21.5	24.8	29.2	29.0	24.8	26.6	24.8	0	0		
12-Feb-1998	25.9	21.5	23.8	28.4	28.6	24.6	26.0	23.8	0	0		
13-Feb-1998	26.0	24.6	24.8	28.0	28.3	24.4	25.4	24.8	0	0		
14-Feb-1998	25.9	25	24.6	27.2	28.0	24.4	26.8	24.6	0	0		
15-Feb-1998	26.0	25.8	24.4	28.0	28.6	24.8	26.0	24.4	0	0		
16-Feb-1998	26.6	24.8	26.2	28.8	28.0	24.8	26.8	25.2	0	0		
17-Feb-1998	25.9	25	26.5	27.8	27.0	23.5	25.5	24.8	0	0		
18-Feb-1998	26.9	25	25.8	29.0	27.5	29.0	25.9	24.4	0	0		
19-Feb-1998	26.8	25.1	26.4	28.6	26.4	28.6	25.6	25.0	0	1.4		
20-Feb-1998	26.7	24.5	27.2	28.3	27.2	28.3	24.9	24.5	0	0		
21-Feb-1998	26.5	22.6	25.9	28.0	27.1	28.0	25.6	24.4	0	0		
22-Feb-1998	27.0	23.5	26.9	28.6	27.6	28.6	25.2	24.8	0	0		
23-Feb-1998	26.3	20	25.6	28.0	27.4	28.0	24.8	23.8	3.3	0		
24-Feb-1998	26.3	20.6	26.6	27.0	27.2	27.0	25.4	24.8	0	0		
25-Feb-1998	25.8	24.5	26.2	28.6	26.5	24.2	24.6	24.6	0	0		
26-Feb-1998	25.8	24.3	27.0	27.0	26.7	24.8	25.0	24.4	0	0		
27-Feb-1998	25.9	24.9	25.6	29.0	27.6	23.2	25.1	24.8	16.8	0		
28-Feb-1998	25.7	24.8	25.6	28.0	26.4	24.0	25.1	24.8	2.9	0		

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH

Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1"

Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Temperatura Bulbo Humedo (°C)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-1998	25.5	25.1	25.7	27.8	25.6	24.4	25.0	24.7	-999	0		
02-Mar-1998	26.0	24.8	24.8	28.3	27.6	24.6	26.0	24.9	0	0		
03-Mar-1998	25.6	25.5	25.6	28.2	25.3	23.8	25.4	25.3	0	0		
04-Mar-1998	25.5	25.6	25.6	27.8	25.6	24.6	25.4	24.0	0	0		
05-Mar-1998	26.4	24.6	26.2	28.2	25.6	24.2	26.7	27.2	0	0		
06-Mar-1998	25.4	25.1	26.0	26.4	25.4	24.4	24.6	25.8	1.6	0		
07-Mar-1998	25.8	25.6	26.1	28.1	25.6	24.1	25.4	25.2	9	0		
08-Mar-1998	25.8	25.5	26.5	27.8	25.6	24.3	25.7	25.0	0	0		
09-Mar-1998	26.1	26	26.1	29.2	25.6	24.8	26.3	24.8	0	0		
10-Mar-1998	25.6	25.4	25.6	25.6	26.0	23.8	27.5	25.0	0	0		
11-Mar-1998	25.4	21	26.0	25.0	25.6	24.8	26.6	24.4	0	0		
12-Mar-1998	25.8	18	25.8	24.6	28.0	24.6	26.0	25.7	39.3	0		
13-Mar-1998	25.4	25.1	25.6	24.8	27.6	24.4	25.4	24.8	0	0		
14-Mar-1998	26.0	24.5	27.5	25.0	27.8	24.4	25.6	25.5	9	0		
15-Mar-1998	25.4	24.6	26.7	24.2	25.9	24.8	25.6	25.0	6.5	0		
16-Mar-1998	25.7	24.8	26.2	25.0	27.6	24.8	25.6	25.2	0	0		
17-Mar-1998	25.6	25	25.6	28.2	25.3	23.8	25.4	25.3	0	0		
18-Mar-1998	25.5	25	25.6	27.8	25.6	24.6	25.4	24.0	0	0		
19-Mar-1998	26.4	25.1	26.2	28.2	25.6	24.2	26.7	27.2	0	1.4		
20-Mar-1998	25.4	26.4	26.0	26.4	25.4	24.4	24.6	25.8	0	0		
21-Mar-1998	25.8	21	26.1	28.1	25.6	24.1	25.4	25.2	8.5	0		
22-Mar-1998	25.8	25	26.5	27.8	25.6	24.3	25.7	25.0	0	0		
23-Mar-1998	26.1	20	26.1	29.2	25.6	24.8	26.3	24.8	0	0		
24-Mar-1998	25.6	20.4	25.6	25.6	26.0	23.8	27.5	25.0	69.5	0		
25-Mar-1998	25.4	25	26.0	25.0	25.6	24.8	26.6	24.4	0	0		
26-Mar-1998	25.8	24.8	25.8	24.6	28.0	24.6	26.0	25.7	0	0		
27-Mar-1998	24.8	25.1	25.6	24.8	25.5	23.2	25.1	24.8	0	0		
28-Mar-1998	25.1	25	26.5	25.4	25.0	24.8	24.9	23.8	0	0		
29-Mar-1998	25.6	26.2	26.9	24.6	25.2	26.4	25.0	25.3	0	0		
30-Mar-1998	25.5	25.8	27.2	25.0	24.8	24.6	25.8	25.4	0	0		
31-Mar-1998	26.0	25.5	25.9	28.2	26.0	25.0	25.8	25.1	4.2	0		

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°41" Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°0)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Abr-1998	25.8	24.5	26.0	27.5	26.5	24.5	25.0	25.0	7.4	0		
02-Abr-1998	26.0	24.8	24.8	28.3	27.6	24.6	26.0	24.9	4.4	0		
03-Abr-1998	25.9	25	24.8	28.2	27.6	23.8	25.4	25.3	2.5	0		
04-Abr-1998	25.6	25	26.7	27.8	25.3	24.6	25.4	24.0	1.5	0		
05-Abr-1998	26.4	24.6	26.2	28.2	26.0	24.2	26.7	27.2	2.2	0		
06-Abr-1998	25.8	24	26.0	26.4	27.5	24.4	24.6	25.8	0	0		
07-Abr-1998	26.0	24.5	25.7	28.1	27.4	24.2	25.4	25.2	3.1	0		
08-Abr-1998	26.0	24.4	25.4	27.8	27.7	24.4	25.7	25.0	18.6	0		
09-Abr-1998	26.5	25	26.1	29.2	27.5	24.8	26.3	24.8	0	0		
10-Abr-1998	25.6	24.8	25.9	25.6	25.5	23.8	27.5	25.0	0	0		
11-Abr-1998	25.8	24.6	26.0	26.5	26.7	24.8	26.6	24.4	0	0		
12-Abr-1998	25.3	21.5	25.8	24.8	26.5	24.6	26.0	24.0	0	0		
13-Abr-1998	25.9	24.5	26.0	28.0	27.6	24.4	25.4	24.0	0	0		
14-Abr-1998	26.2	25.5	26.5	27.2	27.8	24.4	26.8	24.2	0	0		
15-Abr-1998	26.1	25.2	26.7	28.0	25.9	24.8	26.0	25.0	0	0		
16-Abr-1998	25.7	24.8	25.2	28.8	23.5	24.8	26.8	25.2	0	0		
17-Abr-1998	25.5	24.7	25.0	27.8	26.5	23.5	25.5	24.8	3.5	0		
18-Abr-1998	25.8	25	24.7	29.0	26.2	24.5	25.9	24.4	0	0		
19-Abr-1998	24.9	23.7	24.2	28.6	23.5	25.0	25.6	22.2	0	0		
20-Abr-1998	24.9	24.4	24.5	28.3	25.0	24.2	24.9	22.5	2	0		
21-Abr-1998	24.5	24	23.2	28.0	23.6	24.2	25.6	22.2	0	0		
22-Abr-1998	25.0	23	23.1	28.6	27.6	24.2	25.2	21.5	0	0		
23-Abr-1998	23.5	22	22.5	25.0	23.5	23.4	24.8	21.6	0	0		
24-Abr-1998	24.0	23	24.0	24.5	23.4	24.6	25.4	21.8	3	0		
25-Abr-1998	24.1	22.2	24.0	23.5	26.5	24.2	24.6	22.0	0	0		
26-Abr-1998	24.3	22.4	22.5	25.0	26.7	24.8	25.0	21.7	0	0		
27-Abr-1998	24.0	23	22.1	29.0	23.0	23.2	25.1	21.6	0	0		
28-Abr-1998	24.3	23.5	22.5	28.6	23.5	24.8	24.9	21.4	0	0		
29-Abr-1998	22.3	21.5	22.2	21.0	22.0	22.5	25.0	21.0	0	0		
30-Abr-1998	22.4	20	22.5	24.0	23.0	21.8	21.5	21.6	0	0		

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH

Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1"

Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Temperatura Bulbo Humedo (°C)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-1999	22.0	17.0	16.5	20.0	17.0	16.1	16.5	16.1	0	0		
02-Ene-1999	22.5	17.9	17.4	21.5	17.8	17.5	16.5	16.5	0	0		
03-Ene-1999	21.5	17.0	16.2	20.0	15.0	17.0	17.4	16.5	0	0		
04-Ene-1999	21.5	17.3	17.0	21.0	15.7	16.5	16.2	17.4	0	0		
05-Ene-1999	21.6	16.8	16.0	20.0	15.0	16.8	17.0	16.2	0	0		
06-Ene-1999	22.0	17.0	16.0	20.2	15.8	17.1	16.0	17.0	0	0		
07-Ene-1999	20.5	16.8	15.5	20.5	16.0	16.5	16.0	16.0	0	0		
08-Ene-1999	22.0	16.5	15.0	20.1	15.8	16.8	15.5	16.0	0	0		
09-Ene-1999	22.5	16.7	15.8	20.3	15.7	17.0	15.7	15.5	0	0		
10-Ene-1999	21.5	16.9	15.6	21.0	16.0	16.5	15.0	17.0	0	0		
11-Ene-1999	21.5	16.8	16.0	19.5	15.5	16.4	15.8	17.5	0	0		
12-Ene-1999	21.6	17.1	16.0	20.1	17.0	16.3	16.0	17.4	0	0		
13-Ene-1999	22.0	16.6	15.8	20.3	16.5	16.4	15.8	15.0	0	0		
14-Ene-1999	20.5	16.7	15.0	20.2	17.2	16.3	15.7	15.7	0	0		
15-Ene-1999	22.0	16.4	15.7	19.5	16.5	15.5	16.0	15.0	0	0		
16-Ene-1999	22.5	16.0	15.0	18.6	15.9	15.2	15.5	15.8	0	0		
17-Ene-1999	21.5	16.6	15.8	19.6	17.5	15.4	15.5	25.4	0	0		
18-Ene-1999	21.5	17.0	16.0	20.3	17.6	17.0	15.2	25.4	0	0		
19-Ene-1999	21.6	16.7	15.8	19.5	18.2	15.8	15.4	26.7	0	0		
20-Ene-1999	22.0	16.8	15.7	18.8	18.1	16.0	17.0	24.6	0	0		
21-Ene-1999	20.5	18.2	16.0	20.0	17.5	24.2	15.8	25.4	0	0		
22-Ene-1999	21.0	17.0	15.5	20.2	17.0	16.5	16.0	25.7	0	0		
23-Ene-1999	21.5	17.6	16.0	20.8	18.5	17.4	17.2	26.3	0	0		
24-Ene-1999	21.7	17.3	16.5	20.4	18.2	16.2	16.5	27.5	0	0		
25-Ene-1999	22.0	17.5	16.4	21.0	17.5	17.0	17.0	26.6	3	0		
26-Ene-1999	21.6	17.2	16.7	20.5	18.2	16.0	16.0	26.0	2.7	1.5		
27-Ene-1999	21.5	17.3	16.8	21.0	17.6	16.0	16.0	25.4	0	0		
28-Ene-1999	21.0	16.8	16.5	18.6	18.0	15.5	15.5	26.8	4.6	3.5		
29-Ene-1999	20.8	18.0	16.0	21.0	17.8	17.2	17.5	18.2	0	0		
30-Ene-1999	21.0	17.2	16.2	20.5	16.5	17.0	17.2	16.0	0	0		
31-Ene-1999	20.5	18.2	16.5	21.3	17.0	18.5	18.7	17.0	0	0		

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1" Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°0)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-1999	23	18.0	16.5	22.0	18.0	16.8	18.0	16.8	-999	0		
02-Feb-1999	22.1	18.0	17.4	21.0	18.2	17.2	17.5	16.4	0	0		
03-Feb-1999	22	17.7	16.5	21.5	17.2	16.5	17.5	17.0	0	0		
04-Feb-1999	22.8	17.8	17.0	22.0	17.0	16.3	17.8	16.5	0	0		
05-Feb-1999	23.2	17.9	16.0	22.3	17.5	16.8	17.5	17.2	2.2	0		
06-Feb-1999	22	18.0	16.0	22.5	17.6	17.1	17.0	17.0	0	0		
07-Feb-1999	22.3	18.1	15.5	22.2	18.5	16.5	16.5	16.0	0	0		
08-Feb-1999	24.2	18.3	15.0	21.2	19.0	16.8	17.2	18.0	0	0		
09-Feb-1999	23.7	18.2	15.8	22.0	18.6	17.0	16.5	15.5	1.3	0		
10-Feb-1999	23.5	18.7	15.6	23.5	18.8	17.2	15.9	18.5	0	0		
11-Feb-1999	24.2	18.6	16.0	23.2	18.7	16.4	17.5	17.5	0	0		
12-Feb-1999	23.8	18.3	16.0	21.2	19.0	16.5	17.6	17.4	0	0		
13-Feb-1999	24	18.5	15.8	22.0	19.0	16.7	18.2	18.0	0	0		
14-Feb-1999	23.8	19.0	15.0	23.6	18.7	18.4	18.1	18.4	6.2	0		
15-Feb-1999	23.2	18.5	15.7	23.5	19.0	18.5	17.5	15.0	0	0		
16-Feb-1999	25.5	18.4	15.0	23.0	18.8	18.0	17.0	15.8	23	0		
17-Feb-1999	26.3	19.4	15.8	24.0	18.5	19.0	18.5	18.1	0	0		
18-Feb-1999	26.2	19.3	16.0	23.4	19.0	18.5	18.2	18.2	0	0		
19-Feb-1999	26	19.0	15.8	21.5	19.0	18.7	17.5	18.0	0			
20-Feb-1999	25.6	19.3	15.7	22.0	20.1	18.6	21.2	18.2	0	0		
21-Feb-1999	25.4	19.3	16.0	22.6	20.2	18.2	20.8	18.0	0	0		
22-Feb-1999	23.5	19.1	15.5	23.2	19.0	17.8	21.0	18.3	1.4	0		
23-Feb-1999	23.2	19.2	16.0	22.5	20.0	18.0	21.2	17.5	0	0		
24-Feb-1999	23.4	19.0	16.5	20.4	20.2	18.0	21.0	17.8	0	0		
25-Feb-1999	24.2	19.0	16.4	22.4	18.5	18.0	20.6	18.2	0	0		
26-Feb-1999	24	18.9	16.7	22.0	18.2	17.8	20.5	18.0	0	0		
27-Feb-1999	23.2	18.9	16.8	21.5	18.4	17.5	20.2	19.2	0	0		
28-Feb-1999	23.5	18.9	16.5	22.0	18.5	18.0	20.0	18.5	0	0		

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH

Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1"

Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°0)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-1999	27.5	22.7	21.0	25.5	24.2	22.0	22.2	21.5	0	0		
02-Mar-1999	26.5	24.8	25.0	26.5	27.0	24.6	25.5	20.0	0	0		
03-Mar-1999	28.6	24.7	25.6	28.2	27.6	23.8	25.4	17.5	0	0		
04-Mar-1999	27.4	25.2	26.7	27.8	25.3	24.6	25.4	21.2	0	0		
05-Mar-1999	25.6	23.9	26.2	17.5	28.2	24.2	26.7	20.8	0	0		
06-Mar-1999	27.5	23.5	26.0	17.6	27.5	24.4	24.6	21.0	0	0		
07-Mar-1999	27.5	23.8	26.1	18.5	27.4	24.2	25.4	21.2	1.6	0		
08-Mar-1999	26.4	23.0	26.5	19.0	27.7	18.2	25.7	21.0	0	0		
09-Mar-1999	27	22.9	26.1	18.6	28.0	17.5	26.3	20.6	0	0		
10-Mar-1999	26.5	23.2	25.9	18.8	25.5	21.2	27.5	20.5	0	0		
11-Mar-1999	28.2	23.2	26.0	18.7	26.7	20.8	26.6	20.2	0	0		
12-Mar-1999	27.6	24.3	25.8	19.0	28.0	21.0	26.0	25.7	0	0		
13-Mar-1999	27	24.1	26.8	19.0	27.6	21.2	25.4	24.8	0	0		
14-Mar-1999	26	23.0	27.5	18.7	18.6	21.0	26.8	25.5	0	0		
15-Mar-1999	26.5	23.9	26.7	19.0	25.9	20.6	26.0	25.0	0	0		
16-Mar-1999	28.4	25.5	26.2	24.0	25.8	25.2	26.8	25.2	0	0		
17-Mar-1999	29.4	24.2	26.5	24.6	19.0	24.9	25.5	24.8	0	0		
18-Mar-1999	29.4	23.8	25.8	23.8	24.4	25.3	18.8	24.4	0	0		
19-Mar-1999	29	25.1	26.4	24.6	24.8	24.0	25.6	25.0	0	1.2		
20-Mar-1999	27.8	25.5	27.2	24.2	24.8	27.2	24.9	24.5	0	0		
21-Mar-1999	28.5	25.2	25.9	24.4	24.6	25.8	25.6	25.0	0	0		
22-Mar-1999	28	24.4	26.9	26.7	25.4	25.2	17.6	24.6	0	0		
23-Mar-1999	27.8	25.4	25.6	26.2	25.7	25.0	24.8	24.8	1.6	0		
24-Mar-1999	27.2	24.7	26.6	26.0	26.3	19.0	25.4	25.0	0	0		
25-Mar-1999	27.9	25.6	26.2	26.1	27.5	25.0	24.6	24.2	0	0		
26-Mar-1999	28.2	25.5	27.0	24.8	26.6	24.4	25.0	25.0	0	0		
27-Mar-1999	28.5	25.3	25.6	24.6	26.0	25.7	25.1	24.8	0	0		
28-Mar-1999	28.8	26.1	26.5	28.6	27.8	24.8	24.9	23.8	0	0		
29-Mar-1999	28.4	26.4	27.2	27.4	27.2	26.4	25.0	25.2	2.5	0		
30-Mar-1999	29.2	26.5	27.2	28.5	27.4	24.6	25.8	25.4	0	0		
31-Mar-1999	28.6	26.2	26.0	28.7	26.2	24.4	25.8	26.0	0	15		

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH

Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°4'1"

Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Temperatura Bulbo Humedo (°C)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2016	29.2	24.3	22.2	29.0	24.8	21.5	24.5	24.0	0	0	S	6
02-Mar-2016	29.2	25.6	21.9	29.2	27.6	24.6	26.0	24.0	0	0	S	5
03-Mar-2016	29	25.5	23.7	29.4	27.6	23.8	24.4	24.2	0	0	W	7
04-Mar-2016	26	25.1	22.6	29.3	25.3	24.6	24.8	23.8	0	0	SW	5
05-Mar-2016	29.1	25.5	23.6	28.6	28.2	24.2	24.7	24.0	0	0	S	5
06-Mar-2016	30	25.5	23.7	28.8	27.5	24.4	24.5	24.2	0	0	W	6
07-Mar-2016	29	25.5	24.2	28.7	27.4	24.2	24.6	23.6	0	0	SW	7
08-Mar-2016	30	25.7	23.8	29.2	25.5	24.4	24.4	26.8	0	0	S	5
09-Mar-2016	29.4	25.5	23.5	29.2	27.1	24.8	24.5	23.7	0	0	S	6
10-Mar-2016	27	24.9	22.8	25.6	25.5	23.8	27.5	24.2	0	0	S	8
11-Mar-2016	29.8	25.9	23.6	29.2	26.7	24.8	26.6	24.2	2	0	SW	5
12-Mar-2016	29.5	25.6	23.8	28.4	26.5	24.6	26.0	24.0	1	0	S	4
13-Mar-2016	28.9	25.6	23.8	28.0	27.6	24.4	25.4	24.1	3	0	S	6
14-Mar-2016	28.6	25.7	23.6	27.2	27.8	24.4	26.8	24.3	16.4	0.9	W	7
15-Mar-2016	29.4	25.4	23.7	28.0	25.9	24.8	26.0	24.0	1	0	W	5
16-Mar-2016	28.4	26.0	23.8	28.8	27.6	24.8	26.8	24.1	0.5	0	W	4
17-Mar-2016	29.4	25.6	23.4	29.0	27.9	23.5	25.5	24.1	0	0	SW	6
18-Mar-2016	29.4	25.7	23.3	29.0	27.5	24.5	25.9	24.2	0	0	SW	5
19-Mar-2016	30.1	25.6	23.2	28.6	26.4	25.0	25.6	24.6	0	1.4	S	6
20-Mar-2016	30	25.6	23.5	29.2	27.2	24.2	24.9	24.5	0	0	W	5
21-Mar-2016	28.5	25.5	23.4	28.0	27.1	24.2	25.6	24.5	2.3	0	S	4
22-Mar-2016	28	25.6	24.0	28.6	27.6	24.2	25.2	23.8	0	0	S	4
23-Mar-2016	29	25.4	23.8	28.7	27.4	23.4	24.8	24.2	0	0	S	3
24-Mar-2016	29.2	25.8	24.2	28.8	27.2	24.6	25.4	24.4	0	0	W	4
25-Mar-2016	26	25.3	24.1	29.0	26.4	24.2	24.6	23.6	0	0	S	3
26-Mar-2016	27.2	25.4	23.5	29.2	26.2	24.8	25.0	23.5	0	0	S	2
27-Mar-2016	29.5	25.3	24.1	29.0	25.7	23.2	25.1	24.5	0	0	W	4
28-Mar-2016	29	25.4	24.0	28.6	26.1	24.8	24.9	24.0	0	0	W	5
29-Mar-2016	28.4	25.0	22.8	27.5	25.2	26.4	25.0	23.1	0	0	S	5
30-Mar-2016	30.1	24.5	21.3	27.2	25.0	24.6	25.8	22.8	0	0	SW	7
31-Mar-2016	28.6	22.9	21.0	27.0	22.0	21.4	23.8	22.0	0	17.8	S	5

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad



Estación: CASMA OCEANO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: ANCASH Provincia: CASMA Distrito: CASMA

Latitud: 9°41" Longitud: 78°34'50" Altitud: 9

Día/mes/año	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Temperatura Bulbo Humedo (°C)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2017	25.4	24.4	21.9	29.5	26.1	21.3	24.0	23.5	0	0	S	6
02-Mar-2017	26.2	24.6	22.5	28.3	26.2	22.0	24.5	24.0	0	0	S	6
03-Mar-2017	29	24.6	23.1	28.2	26.5	21.5	24.2	24.2	0	0	W	5
04-Mar-2017	30.3	25.1	23.2	29.4	26.3	23.1	24.3	24.1	0	0	S	5
05-Mar-2017	29.1	24.9	23.5	28.8	26.4	22.5	24.2	23.7	0	0	S	4
06-Mar-2017	30	24.9	24.0	28.7	26.8	22.3	24.1	23.6	0	0	W	6
07-Mar-2017	26.0	25.0	23.2	28.1	26.2	23.4	25.1	23.8	0	0	SW	7
08-Mar-2017	30	25.1	23.4	28.9	26.7	23.2	24.3	24.0	0	0	S	7
09-Mar-2017	29.4	25.3	23.8	29.5	26.9	22.1	25.2	24.3	0	0	S	6
10-Mar-2017	25.9	24.9	23.7	28.7	26.2	22.2	24.2	24.5	2	0	S	8
11-Mar-2017	29.8	24.8	23.5	29.2	26.3	22.1	23.8	24.0	0	0	SW	5
12-Mar-2017	30.5	25.1	23.5	29.8	26.7	22.6	24.0	24.2	0	0.7	S	4
13-Mar-2017	30.4	25.4	23.6	29.5	27.0	23.6	25.0	23.7	4	0	S	5
14-Mar-2017	28.6	25.5	23.7	28.5	27.0	24.0	25.2	24.5	0	0	S	7
15-Mar-2017	25.9	24.9	23.5	28.8	24.5	23.5	25.0	24.3	15.5	0	W	5
16-Mar-2017	28.4	25.3	23.8	30.1	24.8	23.6	25.1	24.7	0	0	W	4
17-Mar-2017	30.4	25.7	24.1	30.2	26.8	23.9	24.8	24.2	0	0	W	6
18-Mar-2017	29.4	25.2	25.8	30.0	24.0	23.0	24.7	23.7	0	0	SW	5
19-Mar-2017	30.1	25.7	26.4	29.8	27.2	23.1	23.6	23.8	0	1.4	S	4
20-Mar-2017	30	25.1	24.2	28.7	26.4	23.1	23.4	24.5	0	0	W	5
21-Mar-2017	28.5	25.2	24.1	28.2	26.5	23.0	24.2	25.0	0	0	S	3
22-Mar-2017	30.5	25.3	24.3	27.9	26.7	24.2	24.3	24.6	0	0	S	4
23-Mar-2017	30.2	25.1	24.5	27.8	26.3	23.4	23.8	24.8	0	0	S	7
24-Mar-2017	30.0	25.3	24.2	26.7	26.0	24.6	25.4	25.0	0	0	S	2
25-Mar-2017	30.4	25.2	23.7	28.7	26.2	23.5	24.6	24.2	0	0	S	4
26-Mar-2017	30.4	25.4	23.8	28.6	26.0	24.8	24.0	25.0	0	0	S	3
27-Mar-2017	30	25.2	24.0	28.7	26.2	23.2	24.0	24.8	0	0	W	5
28-Mar-2017	29	25.2	24.2	28.4	25.5	24.8	24.2	23.8	0	0	W	7
29-Mar-2017	28.7	25.1	24.4	27.2	25.6	23.8	24.3	25.2	0	0	S	4
30-Mar-2017	30.1	23.9	21.7	27.2	25.0	21.3	25.2	22.8	0	0	W	8
31-Mar-2017	29.4	23.1	22.1	27.0	22.4	21.2	24.0	22.0	0		S	6

Fuente: SENAMHI – OFICINA DE ESTADÍSTICA

Nota: La utilización de esta información es bajo responsabilidad.

Resultados del Análisis Hidrológico de lo obtenido por el SENAMHI

FICHA DE REVISIÓN

La Oficina de estadística e informática de servicio de meteorología e hidrología del SENAMHI, cedió la información pluvial del sector de Casma, con el cual, el investigador puede lograr obtener el cálculo de las escorrentías máximas y de la precipitación pluvial, con el fin, de obtener las dimensiones del dren de evacuación de aguas pluviales proyectado, considerándose, además, la vida útil y aspectos ingenieriles, que tomarán relevancia en el resultado final.

La información disponible en la zona del proyecto (mediante SENAMHI) corresponde a información pluviométrica con registros máximos en 24 horas del compilado, tal cual, se muestran las siguientes estaciones, con las precipitaciones máximas:

Tabla 30: Cálculo de precipitación máxima

Día/mes/año	Temperatura Max (°0)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Húmedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Dirección del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
31-Mar-1983	26.2	25.5	26.0	28.7	26.2	24.4	25.8	26.0	0	17.8	S	2
25-Ene-1998	26.5	25	27.4	28.6	26.5	27.4	24.6	24.2	8.1	0		
10-Feb-1998	25.2	22	24.4	25.6	25.5	23.8	27.5	24.4	13.4	0		
27-Feb-1998	25.9	24.9	25.6	29.0	27.6	23.2	25.1	24.8	16.8	0		
12-Mar-1998	25.8	18	25.8	24.6	28.0	24.6	26.0	25.7	39.3	0		
24-Mar-1998	25.6	20.4	25.6	25.6	26.0	23.8	27.5	25.0	69.5	0		
08-Abr-1998	26.0	24.4	25.4	27.8	27.7	24.4	25.7	25.0	18.6	0		
14-Feb-1999	23.8	19.0	15.0	23.6	18.7	18.4	18.1	18.4	6.2	0		
31-Mar-1999	28.6	26.2	26.0	28.7	26.2	24.4	25.8	26.0	0	15		
14-Mar-2016	28.6	25.7	23.6	27.2	27.8	24.4	26.8	24.3	16.4	0.9	W	7
31-Mar-2016	28.6	22.9	21.0	27.0	22.0	21.4	23.8	22.0	0	17.8	S	5
15-Mar-2017	25.9	24.9	23.5	28.8	24.5	23.5	25.0	24.3	15.5	0	W	5

Fuente: Elaborado por el investigador, con los datos obtenidos del SENAMHI

Interpretación: Se observa en los cuadros de precipitaciones brindados por el SENAMHI, que la fecha en donde se produjo la mayor precipitación (máxima)

durante las 24 horas, es el 24 de marzo de 1998, obteniendo una cantidad de 229.7mm, el cual, nos servirá para diseñar el dren de evacuación de aguas pluviales. Además, se observa, que, en los demás años, posteriores a ello las precipitaciones fueron menores, sin embargo, aún no se tiene los datos estadísticos del año 2023, puesto que, es el año en donde hubo bastante afectación por el incremento de precipitaciones pluviales.

Tiempo de Concentración

Para lograr calcular la Intensidad de lluvia, para lograr diseñar el dren propuesto, se considera que el tiempo de concentración sea de 24 horas, puesto que, el objetivo es diseñar un dren que evacue la mayor cantidad de escorrentía posible que se genera de las precipitaciones pluviales.

Intensidad de lluvia

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

Intensidad de lluvia (I):

Se calcula con la siguiente formula:

$I = P/TD$, donde:

P = precipitación horaria (mm)

TD = tiempo de concentración (horas)

Con lo que, finalmente se obtiene:

$$I = \frac{229.7}{24 \text{ horas}} = 9.57 \text{ mm/horas}$$

Se obtuvo una intensidad de lluvia de 9.57 mm/horas, el cual, servirá para el cálculo del caudal de aporte y el diseño del dren de evacuación de aguas pluviales propuesto.

Anexo 5: Cálculos y Resultados del caudal máximo de aporte

1. Cálculo del área de influencia del KM 0+000 al KM 0+500 de ambos lados de la vía

A continuación, calcularemos el área de influencia del KM 0+000 al 0+500 de ambos lados de la vía de la Avenida Nepeña, Casma – Ancash, teniendo en cuenta el levantamiento topográfico realizado en la zona de intervención

Tabla 31: Área de influencia de la Avenida Nepeña, Casma – Ancash entre el KM: 0+000 al KM: 0+500, considerando ambos lados de la vía

Punto	Lado	Hectárea
0+000– 0+100	Right	0.0497
	Left	0.0485
0+100– 0+200	Right	0.0474
	Left	0.0507
0+200 – 0+300	Right	0.0568
	Left	0.0609
0+300 – 0+400	Right	0.0586
	Left	0.0639
0+400 – 0+500	Right	0.0854
	Left	0.0919

Fuente: Elaborado por el investigador

Interpretación: Se obtuvo las áreas de los márgenes de vía, mediante la plataforma AutoCAD, con los planos obtenidos del levantamiento topográfico efectuado en la zona de intervención, efectivamente en esta parte del cálculo desde la progresiva del KM: 0+000 al KM: 0+500 tanto del lado derecho como del izquierdo por zonas específicas del sistema del dren de evacuación de aguas pluviales, de acuerdo a las cuencas in situ.

2. Cálculo de los caudales máximos de aporte del KM: 0+000 al KM: 0+500

Desde el KM: 0+000 al KM: 0+100 (Lado derecho)

$C = 0.81$; $I = 9.94 \text{ mm/h}$; $A = 0.0497 \text{ Ha}$; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.0497 * 9.57 * 0.81}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0011 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+000 al KM: 0+100 (Lado izquierdo)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0485Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0485}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0010 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+100 al KM: 0+200 (Lado derecho)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0474Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0474}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0010 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+100 al KM: 0+200 (Lado izquierdo)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0507Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0507}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0011 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+200 al KM: 0+300 (Lado derecho)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0568Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0568}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.008 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+200 al KM: 0+300 (Lado izquierdo)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0609Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0609}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0013\text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+300 al KM: 0+400 (Lado derecho)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0586Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0586}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0013\text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+300 al KM: 0+400 (Lado izquierdo)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0639Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0639}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0014\text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+400 al KM: 0+500 (Lado derecho)

C= 0.81; l=9.94mm/h; A=0.0854Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.0854}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.008\text{m}^3/\text{segundos}$$

Desde el KM: 0+400 al KM: 0+500 (Lado izquierdo)

C= 0.81; l=9.57mm/h; A=0.0919Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.94 * 0.0919}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.020 \text{ m}^3/\text{segundos}$$

3. Cálculo del área de influencia del KM 0+500 al KM 1+126.7 de ambos lados de la vía

A continuación, calcularemos el área de influencia del KM 0+500 al KM 1+126.7 de ambos lados de la vía de la Avenida Nepeña, Casma – Ancash, teniendo en cuenta el levantamiento topográfico realizado en la zona de intervención.

Tabla 32: Área de influencia de la Avenida Nepeña; desde el punto del KM: 0+500 al KM: 1+126.7 de los dos lados del terreno.

Punto	Lado	Hectárea
0+500– 0+600	Right	0.101
	Left	0.089
0+600– 0+700	Right	0.097
	Left	0.092
0+700 – 0+800	Right	0.097
	Left	0.083
0+800 – 0+900	Right	0.098
	Left	0.064
0+900 – 1+126.7	Right	0.133
	Left	0.120

Fuente: Elaborada por el investigador

Interpretación: Se obtuvo las áreas de los márgenes de vía, mediante la plataforma AutoCAD, con los planos obtenidos del levantamiento topográfico efectuado en la zona de intervención, efectivamente en esta parte del cálculo desde la progresiva del KM: 0+500 al KM: 1+126.7 tanto del lado derecho como del izquierdo por zonas específicas del sistema del dren de evacuación de aguas pluviales, de acuerdo a las cuencas in situ.

4. Cálculo de los caudales máximos de aporte del KM: 0+500 al KM: 1+126.7

Del KM: 0+500 al KM: 0+600 (Lado derecho)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.101Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.101}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0022\text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+500 al KM: 0+600 (Lado izquierdo)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.089Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.089}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0019\text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+600 AL KM: 0+700 (Lado derecho)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.097Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.097}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0021\text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+600 al KM: 0+700 (Lado izquierdo)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.092Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.092}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0020\text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+700 al KM: 0+800 (Lado derecho)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.097Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.097}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0021 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+700 al KM: 0+800 (Lado izquierdo)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.083Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.083}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0018 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+800 al KM: 0+900 (Lado derecho)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.098Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.098}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.021 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+800 al KM: 0+900 (Lado izquierdo)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.064Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.064}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0014 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+900 al KM: 1+126.7 (Lado derecho)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.133Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{\text{aporte}} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.133}{360}$$

$$Q_{\text{aporte}} = 0.0029 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Del KM: 0+900 al KM: 1+126.7 (Lado izquierdo)

C= 0.81; I=9.57mm/h; A=0.12Ha; por lo tanto, el caudal de aporte es:

$$Q_{aporte} = \frac{0.81 * 9.57 * 0.12}{360}$$

$$Q_{aporte} = 0.0026 \text{m}^3/\text{segundos}$$

Anexo 6: Panel Fotográfico

F-01	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA
	
Personal técnico en Topografía Estacionado para su respectivo lectura y tomas de datos topográficos	

F-02	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA
	
Personal técnico en Topografía haciendo la lectura de los puntos topográficos	

F-03

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA



Personal técnico en Topografía estacionándose el equipo topográfico ya que realizo el cambio de estación

F-04

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA



Personal técnico en Topografía concentrado en levantar los puntos topográficos

F-05	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA
	
<p>Personal técnico en Topografía indicando y dando señales al ayudante</p>	

F-06	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA
	
<p>Personal técnico en Topografía estacionándose para proceder a tomar datos topográficos</p>	

F-07	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA
	
<p>Personal técnico en Topografía tomando datos topográficos</p>	

F-08	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA
	
<p>Personal técnico en Topografía indicando y dando señales al ayudante</p>	

F-09

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AV. NEPEÑA



Personal técnico en Topografía verificando que están correctamente guardados los puntos topográficos tomados en campo