



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Propuesta del Sistema de Drenaje Vial para mejorar la Estructura
del Pavimento Rígido en la Av. Unión, Anco Huallo – Chincheros -
Apurímac, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Cebrián Patricio, José (<https://orcid.org/0000-0002-6983-0139>)

García Sicha, Ronald Cristian (<https://orcid.org/.0000-0001-7621-5540>)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (<https://orcid.org/0000-0002-6559-0334>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A los que fueron a los que están y los que serán.

En estos tiempos de dificultades, siempre hay esperanza con esfuerzo y dedicación en lograr nuestros sueños y metas trazadas.

A la familia; que soportaron momentos de comprensión, entendimiento y paciencia gracias Betzabe, Fabricczio y Serjov.

José Cebrián

DEDICATORIA

De Ronald Cristian García Sicha

Primeramente está dedicado ante Dios por darme fortaleza, ser el conductor en mi camino, enseguida a mis padres Crisóstomo García Ore y Marina Sicha de García por darme el apoyo a seguir adelante, sus consejos para poder culminar mi carrera y una mejor persona, a mi hermano Carlos Garcia Sicha quien fue el motivo y la exigencia que me brindo para poder culminar mi meta, por último a mis compañeros y amigos por entregarme todo su apoyo de estar desde el inicio hasta el final y culminar el proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la energía celestial por brindarme perseverancia y tesón. A mi familia por su apoyo emocional, a los compañeros y amistades que han colaborado conmigo. Al Ing. Samir A. Arévalo por soportarnos y navegar en el desarrollo de la presente investigación, ¡ah! A la Universidad César Vallejo por su calidad académica.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a la universidad Cesar Vallejo por haberme aceptado ser parte de su familia universitaria y abrir su puerta para poder culminar mi carrera, así también al asesor de tesis Ing. Samir Augusto Arévalo Vidal por habernos brindado sus conocimientos y la guía durante todo el desarrollo de la tesis, también a mis padres, familiares y amigos por el apoyo constate durante esta formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimiento	16
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de drenaje.....	9
Figura 2 Drenaje francés convencional	10
Figura 3 Drenaje en zanjas con geotextil con material filtrante y tubo perforado	11
Figura 4 drenaje Frances.....	11
Figura 5 Elementos del pavimento Rígido	12
Figura 6 Imágenes fotográficas de excavación de la calicata 01 prog. 0+050	16
Figura 7 Imágenes fotográficas de excavación de la calicata 02 prog. 0+500 ...	17
Figura 8 mapas políticos.....	19
Figura 9 mapa de la provincia	20
Figura 10 Imagen satelital del proyecto Av. Unión- Anco huallo.....	20
Figura 11 Levantamiento topográfico de la av. Unios – Anco huallo.....	21
Figura 12 Sección transversal de la av. Unión	22
Figura 13 Contenido de humedad a calicata 01	23
Figura 14 Contenido de humedad a calicata 02	23
Figura 15 Diagrama de corte directo profundidad 3m.	24
Figura 16 diagrama de esfuerzo cortante y esfuerzo normal.....	24
Figura 17 Ensayo de proctor modificado de la calicata 01	26
Figura 18 Diagrama de penetración	26
Figura 19 Resultado del CBR	27
Figura 20 Imagen satelital de las estaciones hidrológicos.....	27
Figura 21 Diagrama de precipitaciones en la zona de estudio.	31
Figura 22 Vista de la pendiente para la escorrentía superficial	34
Figura 23 Diseño del diámetro de tubería para el drenaje francés	37
Figura 24 detalle de la instalación del drenaje y sección de la vía.	38
Figura 25 calicata 01 presencia de agua subterránea.....	39
Figura 26 calicata 02 presencia de agua	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 ubicación geográfica	19
Tabla 2 Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Curpahuasi.....	28
Tabla 3 Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Tambobamba.....	29
Tabla 4 Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación San Antonio.....	29
Tabla 5 Precipitación y Temperatura	29
Tabla 6 Precipitación de las tres estaciones meteorológicas.....	30
Tabla 7 Temperaturas de las tres estaciones meteorológicas	32
Tabla 8 cálculo de velocidad del agua por diámetro de tubería.....	35

RESUMEN

En esta investigación se expondrá la tesis “Propuesta del Sistema de Drenaje Vial para mejorar la Estructura del Pavimento Rígido” la finalidad es determinar la propuesta del diseño de un sistema de drenaje de canto rodado o francés para solucionar la aglutinación y filtrado de agua en la estructura del pavimento rígido evitando así el deterioro de la vía.

De tal manera que, para este estudio planteamos dos variables la de sistema de drenaje y estructura del pavimento rígido con sus objetivos generales y específicos, al realizar el presente estudio determinamos la correlación entre estas variables dándonos confiabilidad y seguridad.

Así mismo el estudio es de tipo descriptivo experimental, con pobladores de la Av. Unión, las variables propuestas se estudiarán independientemente, concluimos que para un mejor diseño del sistema de drenaje se debe utilizar las dos a la vez la de canto rodado y francés las que permitirán mayor filtración y circulación del agua para evitar dañar a la estructura del pavimento rígido, el canto rodado estará a una profundidad de 1.80m y la tubería francés a 1.60m mejorando de esta manera la filtración de agua.

Se concluyo que la propuesta de nuestro sistema de drenaje conservará y evitará la vulnerabilidad de la estructura del pavimento dándole mayor cobertura social, geológica y ambiental a la población dinamizando su economía y condiciones de vida.

Palabras clave: Drenaje, Pavimento rígido, suelos.

ABSTRACT

In this research, the thesis "Road Drainage System Proposal to improve the Structure of Rigid Pavement" will be presented. The purpose is to determine the proposal for the design of a drainage system of rounded or French pebbles to solve the agglutination and filtering of water in the structure of the rigid pavement thus avoiding the deterioration of the road.

In such a way that, for this study we propose two variables: the drainage system and the structure of the rigid pavement with its general and specific objectives, when carrying out the present study we determined the correlation between these variables, giving us reliability and safety.

Likewise, the study is of an experimental descriptive type, with residents of Av. Unión, the proposed variables will be studied independently, we conclude that for a better design of the drainage system, both the boulder and the French should be used at the same time. that will allow greater filtration and circulation of water to avoid damaging the structure of the rigid pavement, the boulder will be at a depth of 1.80m and the French pipe at 1.60m, thus improving water filtration.

It was concluded that the proposal for our drainage system will conserve and avoid the vulnerability of the pavement structure, giving the population greater social, geological and environmental coverage, boosting its economy and living conditions.

Keywords: Drainage, rigid pavement, soils.

I. INTRODUCCIÓN

La infiltración natural del agua de lluvia ha sido muy cuestionada y, en efecto, ha surgido el concepto de “ciudad esponja”, que controla el agua de lluvia en la fuente y evita el anegamiento urbano y la contaminación del agua. Por ello, los sistemas de drenaje tenían como objetivo prevenir la salud pública, pero con la modernización de las ciudades y los cambios climáticos, las inundaciones locales son frecuentes (Xue, 2020).

A nivel internacional, a fin de enfrentar esta problemática, los países han desarrollado un sistema de drenaje acorde con los retos de la modernización urbana desde 1980. Así, Reino Unido ha propuesto el “Sistema de drenaje urbano sostenible” (SUDS), Estados Unidos el “Desarrollo de bajo impacto” (LID) y Australia el “Diseño urbano sensible al agua” (WSUD). En tanto, en 2012, en China surgió por primera vez el concepto de “ciudad esponja” entre la opinión pública, también conocida como “ciudad elástica al agua” (Xue, 2020).

En América Latina y el Caribe, los sistemas de drenaje viales han empezado a desarrollarse considerablemente en la última década, a raíz de la reducción de impactos de la urbanización en la hidrología local a través de la articulación de funciones y procesos observados en la naturaleza. No obstante, se desconocen los aspectos sociales a tener en cuenta para la transición hídrica en las ciudades de la región (Bermúdez, 2021).

En efecto, es primordial entender a los contextos urbanos como complejas redes socioecológicas, concebidas y diseñadas para sus habitantes, en donde se explote el potencial social en las estrategias y decisiones técnicas mediante la participación ciudadana. En ese sentido, es importante evaluar los avances de la conceptualización, diseño, implementación, gestión y monitoreo de sistemas de drenaje viales en las ciudades de Latinoamérica (Bermúdez, 2021).

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (2018), hoy en día, América Latina y el Caribe registran un importante déficit en relación con la seguridad hídrica frente a inundaciones. En este contexto, los Estados de la región requieren adecuar los sistemas de drenaje al desarrollo de las metrópolis, desarrollar herramientas

acertadas de ordenamiento territorial y atender a los nuevos desafíos que plantea el cambio climático.

Efectivamente, el incremento de las superficies impermeables como efecto del aumento de los suelos urbanos modifica el ciclo hidrológico natural del territorio, provocando una serie de complicaciones en temporadas de lluvia. La alteración de los niveles freáticos existentes, al reducirse el aporte natural de agua al subsuelo; y el aumento de la escorrentía superficial con el aumento del caudal de agua a las redes de colectores, son dos de las principales consecuencias (Calama et al., 2018).

Una de las medidas para evitar estas complejidades es el diseño de sistemas separativos de aguas pluviales y fecales. De hecho, algunos proyectos aplicados están enfocados en la rehabilitación de las redes desde su origen en los edificios. Sin embargo, en el caso de rehabilitaciones, este tipo de intervenciones no son fáciles de desarrollar (Calama et al., 2018).

A nivel nacional, en el Perú, el progreso de los espacios urbanos demanda altas inversiones en infraestructuras, pues estas ofrecen muchas ventajas para la población a nivel económico, social, comercial y cultural. No obstante, la mayor parte de las ciudades carece de un adecuado sistema de drenaje vial, lo que puede derivar en consecuencias para el desarrollo humano (Sánchez, 2021).

Un sistema como el referido resulta de gran importancia no solo porque puede impulsar mejoras en la vida de las personas al evitar inundaciones y prevenir cierto tipo de enfermedades, sino también porque todo proyecto de infraestructura, ya sea en zonas urbanas o rurales, puede estar condicionado por la existencia y funcionamiento adecuado de un sistema de drenaje vial (Sánchez, 2021).

Ante la situación problemática expuesta, surge la necesidad de proponer un sistema de drenaje vial en la avenida Unión, ubicada en Anco Huallo, en la provincia de Chincheros, departamento de Apurímac; con ello, se busca mejorar la estructura del pavimento rígido en la vía referida y así evitar que las precipitaciones afecten el dinamismo social y el movimiento de los habitantes de la localidad.

En ese sentido, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Por qué la propuesta de un sistema de drenaje vial para mejorar la estructura del pavimento

rígido en la avenida Unión, Anco Huallo, Chincheros-Apurímac, ¿2022? Asimismo, las preguntas específicas quedan planteadas de la siguiente manera: ¿cómo se relaciona el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido?, ¿cómo se relaciona el drenaje francés para mejorar la estructura del pavimento rígido? y ¿cuál es la calidad en la capacidad portante del suelo para emplear un sistema de drenaje vial?

Este estudio se justifica porque buscó proponer un sistema de drenaje vial óptimo para evitar que las lluvias frenen las actividades sociales, económicas y culturales de los pobladores de Chincheros, al evitar que dificulten el tránsito y con ello la articulación comercial con otras ciudades. Asimismo, se justifica porque la propuesta podrá ser utilizada por otros investigadores de la misma área de conocimiento que aborden la misma problemática en el sur andino del país.

El objetivo que guía el estudio es: determinar la propuesta del sistema de drenaje vial para mejorar la estructura del pavimento rígido en la avenida Anco Huallo, Chincheros. En tanto, los objetivos específicos son: determinar la relación que existe entre el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido, determinar la relación que existe entre el drenaje francés con la mejora de la estructura del pavimento rígido y determinar la calidad en la capacidad portante del suelo para emplear un sistema de drenaje vial.

Finalmente, la hipótesis formulada es la siguiente: la propuesta del sistema de drenaje vial mejora la estabilización del tramo de carretera de pavimento rígido en la avenida Unión, Anco Huallo, Chincheros, mientras que las hipótesis específicas son: existe una relación directa entre el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido, existe una relación entre el drenaje francés con la mejora de la estructura del pavimento rígido y la calidad del suelo influye para emplear un sistema de drenaje vial.

II. MARCO TEÓRICO

Surco y Mendoza (2021) desempeñaron un estudio que se centró en diseñar un mejoramiento de sistema de drenaje vial en una vía ubicada en la provincia de Talara. Metodológicamente, el diseño se vio enmarcado dentro de uno experimental. Se llevó a cabo una descripción geológica y geográfica del área a participar en dicho proyecto. Concluyeron que se identifica un caudal de diseño se 18.80 m³ /s, lo cual indica el mayor caudal presentado en el último tiempo, a consecuencia de las lluvias motivo del fenómeno del niño y 0.1 m³ /s. del menor caudal. Del mismo modo, se dio a conocer que el diseño llevado a cabo tuvo un tirante del canal de 0.60m y un talud de 1:1. Asimismo, el ancho del fondo del canal fue de 17.00 m. y el costo referencial para la implementación del mencionado proyecto fue de S/.1'595,974.41.

Ramos (2021) efectuó una investigación que tuvo como propósito llevar a cabo un diseño de sistema de drenaje pluvial urbano en la ciudad de Huánuco. Metodológicamente, el diseño se vio enmarcado en uno no experimental. Para tal diseño se realizó una inspección detallada de la conducta de la lluvia, así como estudios específicos de topografía, hidrología, hidráulico y de suelos. Concluyó que es posible el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano, con el objeto de atender un caso de lluvia que pueda abarcar hasta 7,275 m³ de agua pluvial, de tal manera que el sistema contemplará tuberías de material PVC con diámetros de 500mm, 600mm y 700mm, unidos por medio de sumideros, sedimentadores de dimensiones variables y buzones de registro con el objeto de regular los caudales presentados y prevenir inundaciones.

Ramírez (2021) ejecutó una investigación que tuvo como intención estudiar la repercusión de la precipitación en lo respectivo del diseño del sistema de drenaje pluvial de calles del distrito Puquio en Ayacucho. Metodológicamente se basó en la descripción del objeto de estudio y el diseño se vio englobado dentro de uno no experimental. Se pudo estudiar la precipitación pluvial en el diseño del sistema de drenaje, se tomó en cuenta un lapso de retorno de 10 años, en donde una precipitación diaria sería de 41.89mm con 74.76mm/hr de intensidad máxima.

Concluyó que es necesario que el cálculo del caudal se realice teniendo presente los escenarios más catastróficos de precipitaciones.

Geldres (2020) desarrolló un estudio que tuvo como objeto plantear un sistema de drenaje a fin de drenar oportunamente las aguas pluviales que se localizan en la provincia de Maynas. Metodológicamente, permitió la descripción del fenómeno de estudio y el diseño se vio enmarcado en uno no experimental. Destacó que el sistema ya existente se encuentra en condiciones deficientes por ausencia de limpieza y descuido por parte de la ciudadanía, dado que ellos se encargan de obstruirlo. El sistema de drenaje propuesto busca drenar el agua incautada por la lluvia previniendo las inundaciones que se generan por precipitación de alta intensidad. Concluyó que es necesario el diseño de un plan de mantenimiento y limpieza para garantizar el drenaje continuo.

Rojas (2018) puso en práctica una investigación que tuvo como intención dar a conocer los cálculos de precipitaciones, así como caudales de diseños de sistemas de drenajes. Metodológicamente, se basó en la descripción del fenómeno de estudio y el diseño se vio enmarcado dentro de uno no experimental. Destacó que para el cálculo del caudal se manipuló el método de hidrograma unitario adimensional, puesto que las áreas de las subcuencas analizadas eran elevadas a 3 km² y por ende un método racional no era aplicado en este caso. Concluyó que es necesario tener presente que, para llevar a cabo un oportuno estudio de sistema de drenaje, se debe iniciar de los valores de las precipitaciones registradas en las estaciones pluviométricas con el objeto de identificar los gastos de diseño y poder dimensionar oportunamente las obras de alcantarillado.

Elhamid et al. (2020) llevaron a cabo una investigación que tuvo como objeto valorar el impacto de transformar el coeficiente de escorrentía motivado al aumento urbano en la elaboración de un sistema de drenaje vial. Metodológicamente, permitió la descripción del universo de estudio y el diseño se vio englobado dentro de uno no experimental. Destacaron que una comparación entre el caudal estimado y el caudal medido evidencia que la ecuación empírica puede pronosticar el caudal máximo para diversas cuencas con exactitud alta. Los resultados indican que un coeficiente de escorrentía creciente motivado a un crecimiento urbano permite una elevada descarga del emisario, así como la velocidad de los sistemas de drenaje

de aguas pluviales. Concluyeron que el precio aumenta dependiendo del aumento de la urbanización.

Nguyen y Nguyen (2020) desarrollaron una investigación que tuvo como objeto plantear un enfoque nuevo de mitigación de escala estadística a fin de establecer la relación entre las lluvias extremas del día a día a escala regional. Metodológicamente se basó en la descripción del objeto de estudio y el diseño se vio envuelto en uno no experimental. Se analizaron 7 pluviómetros y conclusiones de simulación climática de 21 GCM que posteriormente la NASA ha mitigado a una escala regional para RCP 4.5 guion de 25km. Los resultados indicaron exactitud y viabilidad del enfoque SD planteado. Se evidenciaron incrementos importantes del 8% al 18% en las lluvias críticas de retorno hasta de 25 años, así como incrementos poco importantes del 3% al 8% en las lluvias de 50 y 100 años para diversos lugares. Concluyeron que se calcularon intervalos de confianza de 5% al 22% para dichas precipitaciones.

Rey (2019) presentó un estudio que se basó en proponer un drenaje urbano sostenible. Metodológicamente permitió la descripción del universo de estudio y el diseño se vio enmarcado dentro de uno no experimental. Destacó que, en Manizales, las inundaciones pluviales se encuentran vinculadas con lo correspondiente a topografía abrupta. Para la aplicación del análisis hidráulico se descubrió que dicha distribución de la precipitación de diseño más intensa se constituye a la distribución del percentil del 5% de Manizales, en donde tuvo como duración 25 minutos. Concluyó que las inundaciones son complejas de mitigar por las elevadas velocidades de precipitación y la respuesta por las altas pendientes de las subcuencas y las pequeñas distancias para el acceso a la red.

Balbastre et al. (2019) pusieron en práctica un estudio que se centró en una comparación sistemática de tormentas para implementación de sistemas de drenaje urbano. Metodológicamente, se basó en una revisión documental y el diseño se vio enmarcado en uno no experimental. Respecto a la comparación, el tiempo de la tormenta se determinó en una hora y el lapso de retorno duró 25 años en cada uno de los casos. La comparación se optimiza a través del empleo de cada una de las tormentas como inicio de lluvia para un modelo de lluvia-escorrentía de hidrología urbana calibrado. Concluyeron que 7 de las tormentas aprobadas

evidenciaron un desempeño general parecido, comprobando diferencias poco significativas en la práctica.

Laouacheria et al. (2019) efectuaron un estudio que tuvo como finalidad entender y pronosticar la conducta de la red de aguas pluviales para buscar soluciones eficaces a las complejidades operativas. Metodológicamente, se centró en la descripción del fenómeno de estudio y el diseño se vio englobado dentro de uno no experimental. Destacaron que el sistema de drenaje es oportuno para las vías urbanas y puede ejecutar la modelización hidráulica para diversos casos de lluvia y distintos tiempos de retorno. Las comparaciones respecto a los resultados de la modelización hidráulica en estados de lluvia manifestaron que la manera del doble triángulo con el poco tiempo y los distintos lapsos de retorno incrementan el caudal al máximo y reducen el volumen total. Concluyeron que las lluvias críticas permiten valorar el rendimiento de los sistemas de aguas pluviales, lo que conlleva a cambiar criterios de diseño para que la red de aguas pluviales conserve su capacidad hasta finalizar su vida útil.

La hidrología constituye grandes ventajas durante la programación de medios hidráulicos y se ha transformado en un elemento esencial de los proyectos de ingeniería vinculados con el drenaje de agua, suministro de agua, disposición de aguas servidas, actividades recreativas y resguardo de ríos. Para estimar la presencia de futuros eventos asociados con el agua, la hidrología se ha combinado con la geografía y las matemáticas por medio de un sistema de información geográfico (Soni y otros, 2021).

Por tal motivo, la hidrología en la ingeniería es de gran trascendencia para la programación, elaboración y operatividad de proyectos hidráulicos (Lyndem y Intimakla, 2018).

Respecto al sistema de drenaje, se tiene que es un conjunto de sumideros, tuberías y demás instalaciones complementarias que den oportunidad de un flujo correcto de las aguas de lluvias hacia zonas externas, con la intención de prevenir daños o pérdidas humanas o materiales, motivadas por la acumulación de las aguas de lluvias o escorrentía superficial generada durante alguna lluvia (Gormley et al., 2021).

Su relevancia es más representativa cuando las lluvias son críticas y las áreas impactadas evidencian superficies elevadamente impermeables, puesto que no posibilitan la absorción del agua por medio del suelo, produciendo así acumulación de las mismas en la superficie (Lahde et al., 2019).

Asimismo, se puede decir que la manera completa de drenaje se divide en tres: el drenaje superficial, el cual contempla actuaciones contempladas por obras y cauces naturales, que guían al escurrimiento superficial hasta un acceso en un cauce artificial o natural y reduce las molestias a las personas y vehículos; el drenaje secundario, el cual implica actuaciones correctivas contempladas por obras y conductos elaboradas por el individuo y permiten el desempeño habitual del tráfico, y de personas; y el drenaje primario; el cual contiene un grupo de actuaciones correctivas conformadas por obras conexas, conductos artificiales y cauces naturales, que se encargan de cuidar la vida de las personas y previenen el daño a las propiedades (Shaghagui et al., 2020).

Un sistema de drenaje tiene por propósito la manipulación racional del agua de lluvia en las ciudades obedeciendo parámetros urbanos, a fin de prevenir daños en las obras públicas y en las construcciones de edificios, así como que el agua se acumule y pueda elaborar focos contaminantes o transmisores de enfermedades (Kwon et al., 2018).

Se pueden destacar en drenaje urbano menor, el cual está contemplado por alcantarillado elaborado a fin de evacuar caudales que existen con una continuidad de 2 a 10 años; el drenaje urbano mayor, encargado de evacuar caudales que poseen poca frecuencia y que, aparte de emplear el sistema de drenaje menor, manipula las pistas delimitadas por los sardineles de las calles como medios de evacuación (Palaka et al., 2021).

Figura 1

Sistema de drenaje



Nota. Tomado de Bernilla (2021).

Partiendo de esa premisa, el material canto rodado es empleado para constituir lechos filtrantes cuando no existe cercanía de material fracturado. Este es originado de un bloque anguloso que oportunamente va cambiando por el pulimento que se produce del choque y fricción con otras rocas, motivado a que es trasladado por agua (Ysuda, 2021).

Dicho material se encuentra en las riberas de los ríos y a disposición generalmente, asimismo, posee un costo por debajo del material que se emplea habitualmente como aditivo facturado (Arbaj et al., 2018) .

El canto rodado tiene una clasificación granulométrica. Dicho material tiene que responder con dos condiciones, tales como prevenir el tránsito de elementos finos del suelo, de manera que habiendo movimiento de agua es constante el transporte y depósito del componente fino, y posibilitar el flujo de agua rápido (Fathollahi y Coupe, 2021).

El drenaje francés se emplea utilizando un tubo de desagüe enterrado y un sumidero con huecos pequeños que dan oportunidad de drenar el agua hacia la tierra, para que de esta forma sea el suelo el que la absorba, y no el sistema de drenaje, puesto que puede colapsar (Yazdi, 2018).

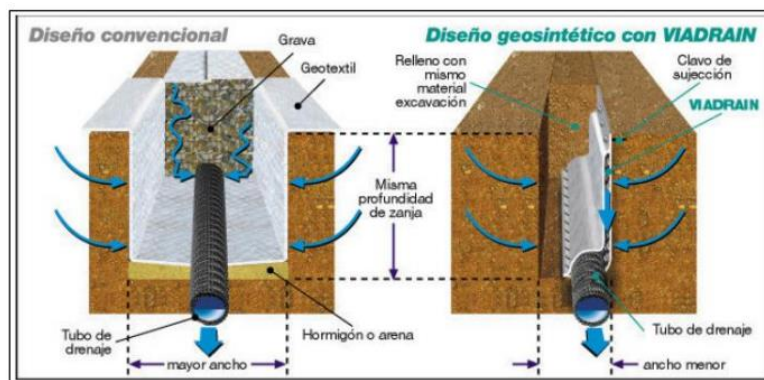
Normalmente, las zanjas se cavan de forma manual o con una zanjadora. Se considera habitual una inclinación de 1 en 100. Los sistemas de drenaje franceses actuales se encuentran realizados de tubería perforada, esto es pues, baldosas goteantes rodeadas de grava o arena y geotextil o textil de jardinería (Aricaza, 2021).

Tales textiles previenen la migración del contenido de drenaje y previenen que el suelo y las raíces ingresen y obstruyan la tubería (Ghadi et al., 2020).

Esta tubería da oportunidad de facilitar un volumen subterráneo mínimo de almacenamiento de agua, no obstante, su intención primordial es el drenaje del área a lo largo de toda la tubería por medio de sus perforaciones y descargar todo exceso de agua en su terminal (Shanmukhesh y Mori, 2018).

Figura 2

Drenaje francés convencional

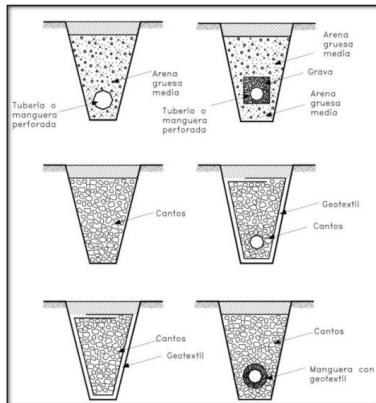


Nota. Bernilla (2021).

Cuando el drenaje francés es en vías se aconseja que los hoyos del tubo no se realicen ni en la parte superior ni en la parte inferior, dado que, de realizar huecos en la parte superior del tubo, accederían finos que son parte del filtro y en la situación en el que se haga hueco en la parte de abajo del tubo, impedirá salir el agua ya obtenida (Sañudo et al., 2019).

Figura 3

Drenaje en zanjas con geotextil con material filtrante y tubo perforado

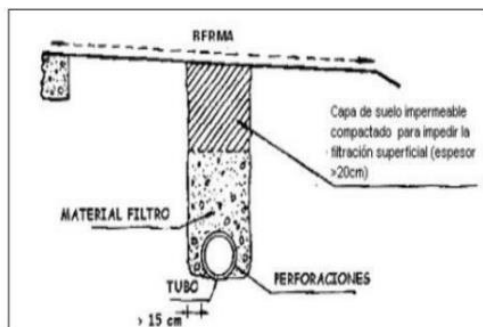


Nota. Tomado de Tafur (2021).

En situaciones de zanjas de drenaje para unidades básicas de saneamiento es necesario realizar perforaciones en la parte de abajo y costados de los tubos, puesto a que estas funcionan como áreas de infiltración y escorrentía de forma que se extienda el área de infiltración de la base (Li et al., 2019).

Figura 4

Drenaje Frances



Nota. Tomado de Tafur (2021).

Respecto al pavimento rígido, este se encuentra conformado por la losa de concreto sencillo o armado, que se respalda directamente en una base o sub-base de la vía (Hossain et al., 2020).

Dicha losa por su módulo de elástico y alta rigidez, puede llegar a absorber la mayor parte de las tensiones implementadas al pavimento, posibilitando como resultado una buena distribución de las cargas de las ruedas en el pavimento, esencialmente

lo opuesto se presenta para pavimentos flexibles, que son considerados de rigidez menor, lo que traslada tensiones a las capas inferiores, llevando a cabo mayores tensiones y que la subrasante sea deformada (Shaban et al., 2020).

Figura 5

Elementos del pavimento Rígido



Nota. Tomado de Lliuya y Medina (2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente estudio fue de tipo aplicado; al respecto Hernández y Mendoza (2018) señalaron que los estudios en este contexto se denominan de tipo aplicado, dado que, como dice su nombre, se aplican los conocimientos aprendidos en la carrera para el logro de los propósitos planteados. En este caso se utilizaron los conocimientos para analizar el comportamiento de la estructura de pavimento.

En cuanto al diseño de investigación, este fue experimental. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), estos estudios se caracterizan porque una o más variables relacionadas con el objetivo de la investigación son manipuladas de manera intencional y controlada con el fin de medir el efecto que tienen sobre otra variable de interés.

Asimismo, la presente investigación fue de nivel explicativa dado que su base consta en el entendimiento de un problema a profundidad, para así poder describir los factores que intervienen en él. Según Hernández y Mendoza (2018), un estudio explicativo es aquél que plantea entender la relación causal entre las variables de estudio, es decir, no solo se enfoca en describir un problema si no en entender las causas del mismo.

Además, fue cuantitativa porque se recogieron y analizaron datos numéricos. Hernández y Mendoza (2018) indicaron que el enfoque cuantitativo es aquel que utiliza la recusación y el análisis de datos para dar respuesta a las interrogantes del estudio y poner a prueba hipótesis determinadas; además, se basa en mediciones numéricas, cálculos y, a menudo, en el empleo de datos estadísticos para modelar de forma precisa el comportamiento de la población.

Como explica Carrasco (2019), en un estudio transversal se recogen datos de una muestra extraída de elementos de la población. Su objetivo es describir las variables e interpretar su influencia y relación en un momento determinado.

3.2. Variables y operacionalización

a. Variable independiente: sistema de drenaje.

- **Definición conceptual:** tiene por propósito la manipulación racional del agua de lluvia en las ciudades obedeciendo parámetros urbanos, a fin de prevenir daños en las obras públicas y en las construcciones de edificios, así como que el agua se acumule y pueda elaborar focos contaminantes o transmisores de enfermedades (Kwon et al., 2018).
- **Definición operacional:** hace referencia a los sistemas de drenaje que son utilizados en las carreteras para que el agua no afecte la estructura del pavimento.
- **Indicadores:** estudios de cuencas hidrológicas, Normativa E.50, Norma técnica os 060
- evacuación de agua y materiales filtrantes
- **Escala de medición:** razón / nominal.

b. Variable dependiente: estructura de pavimento rígido.

- **Definición conceptual:** se encuentra conformada por la losa de concreto sencillo o armado, que se respalda directamente en una base o sub-base de la vía (Hossain et al., 2020).
- **Definición operacional:** hace referencia a la estructura que compone un pavimento rígido como lo es la base, sub-base y el rodamiento.
- **Indicadores:** análisis granulométrico, levantamiento topográfico, caudal existente en el terreno y proctor modificado.
- **Escala de medición:** razón / nominal.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Conforme con Carrasco (2019), el conjunto de individuos de interés para el estudio conforma la población y puede referirse a humanos, objetos o circunstancias que se deseen estudiar. Por tanto, la población estuvo conformada por el pavimento rígido en la av. Unión, Anco Huallo, Chincheros-Apurímac.

Muestra

Partiendo de esa premisa, la muestra se trata del subconjunto de la población. Esto significa que es una representación de la población. Ahora bien, la muestra estuvo conformada por 10 km del pavimento rígido en la av. Unión, Anco Huallo, Chincheros-Apurímac.

Muestreo

El muestreo será aleatorio, ya que se tomaron las probetas del suelo de forma aleatoria sin seguir un patrón alguno para no afectar los resultados (Hernández y Carpio, 2019).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Por otro lado, como técnica de recaudación de información, se utilizó el análisis documental, el cual según Hernández y Mendoza (2018), se utiliza cuando se mide la variable a través del uso de fuentes secundarias previas que poseen una fiabilidad adecuada. Por tanto, se utilizaron datos de precipitación e información de la cuenca.

En tal sentido, se utilizó como instrumento la ficha de registro de datos, misma que permite registrar e identificar los orígenes de donde se obtuvo información, así como para reunir datos que faciliten el registro y el procesamiento de la información (Robledo, 2018).

Para la validez se utilizó la revisión por expertos en el área, los cuales con su experiencia determinaron que el instrumento es el adecuado para la presentación de los datos.

En cuanto a la confiabilidad se utilizó al Alpha de Cronbach, el cual es un coeficiente de fiabilidad que permite demostrar si los resultados son confiables desde la perspectiva de la estadística.

3.5. Procedimiento

Para brindar un soporte científico, técnico y tecnológico a esta investigación se procedió de la siguiente manera:

ETAPA 1: levantamiento topográfico

- Se realizó el levantamiento topográfico en la av. Unión, Anco huallo, provincia de Chincheros- Apurímac, equipo se utilizó Topcon OS 105 los puntos a levantar son el eje y ancho de la vía, canales, viviendas y avenidas.

ETAPA 2: secciones de corte y relleno

- El levantamiento topográfico se desarrolló para la obtención del perfil del terreno y así mismo las secciones para corte y relleno, cotas y coordenadas; ubicación de calicatas.

ETAPA 3: ubicación de calicatas y obtención de muestras

- Se ubicaron las calicatas y se extrajeron muestras de 20 kilos de cada uno para el estudio de mecánica de suelos como clasificación de suelos, compactación (Proctor modificado), valor relativo de soporte (CBR) ensayo de suelos y por último la ubicación de la cantera canto rodado.

Figura 6

Imágenes fotográficas de excavación de la calicata 01 prog. 0+050



Nota. Fuente propia

Figura 7

Imágenes fotográficas de excavación de la calicata 02 prog. 0+500



Nota. Fuente propia

ETAPA 4: clasificación de la muestra de suelo

- Para su clasificación se llevó la muestra al laboratorio mecánica de suelos INGEOLAB SRL. Posteriormente se continuará con el ensayo granulométrico con la malla de 4" y culminando por el tamiz N° 200 determinando en el sistema de clasificación sucs y asstho.

ETAPA 5: Definición del Proctor modificado y CBR

- En primer lugar, se determinará el contenido de humedad donde se realizará en el laboratorio para poder determinar la relación peso unitario seco y contenido humedad (Proctor modificado) se procede con la capacidad portante del suelo (CBR) y por último la capacidad de carga a profundidades indicadas durante el ensayo.

ETAPA 6: Recolección de datos hidrológicos

- Indagación al servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI para determinar las precipitaciones en la av. Unión, Anco Huallo, Chincheros- Apurímac.

ETAPA 7: Calculo y diseño del drenaje

- Finalmente, con los datos recolectados se llevaron a cabo los cálculos para el diseño drenaje francés, que se basa en determinar el espesor del pavimento rígido, las secciones de las cunetas, alcantarillas y la dimensión de la tubería.

3.6. Método de análisis de datos

Se hizo la tabulación de los datos recolectados, utilizando el software Excel y posteriormente se analizaron las pruebas mostrando los resultados a través de tablas y figuras para una mejor comprensión por parte del lector.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación se ha realizado de forma ética y dentro de las directrices de la Constitución y otros requisitos legales. También se han observado las buenas maneras para que este trabajo sea el resultado de una investigación creíble que se adhiere a las normas de redacción y estructura APA.

Además, se respetaron estrictamente los derechos de propiedad intelectual privados y públicos del autor y los derechos de contenido académico.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El distrito se ubica sobre la Carretera Central, la cual une los departamentos de Cuzco, Apurímac y Ayacucho. Anco huallo se encuentra a 79.50 km. de la ciudad de Andahuaylas, a 217.50 de la ciudad de Abancay (capital departamental), y a 181.1 km. de Ayacucho. La vía que los une es una carretera afirmada en adecuadas condiciones de transitabilidad, sus límites del distrito Anco huallo por el norte: con los distritos de Ongoy y Rocchacc, por el sur: con el distrito de Uranmarca, por el este: Con el distrito de Ranracancha y por el oeste: Con los distritos de Chincheros y Cocharcas.

Tabla 1

ubicación geográfica

Localidad	: Av. Unión- Cp. Chuparo
Distrito	: Anco Huallo
Provincia	: Chincheros
Región	: Apurímac
Coordenadas UTM:	
Latitud Oeste	: 73°40'39"
Latitud Sur	: 13°31'51"
Altura	: 3209 m.s.n.m

Nota. Fuente propia

Figura 8 mapas políticos

Mapa político de Perú



Nota. Fuente propia

Mapa político de la región de Apurímac



Figura 9

Mapa de la provincia

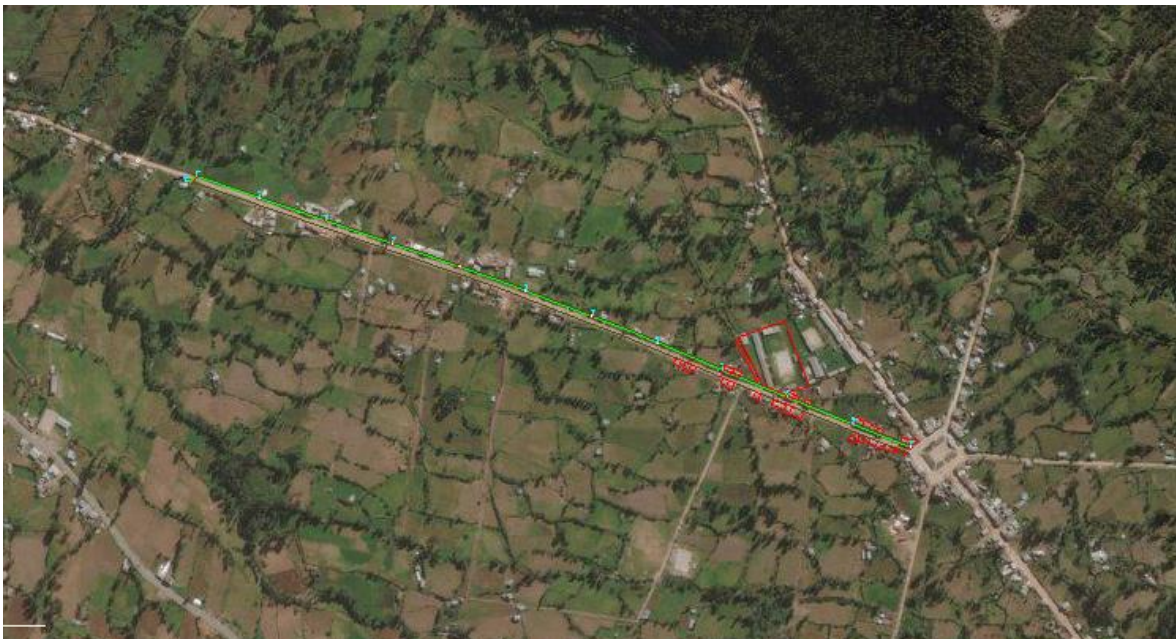
Mapa político de la provincia de Chincheros Mapa político distrito de Anco huallo



Nota. Fuente propia

Figura 10

Imagen satelital del proyecto Av. Unión- Anco huallo.



Nota. Fuente propia

Clima

El clima imperante en la zona es el templado perteneciente al piso ecológico quechua. La temperatura fluctúa entre 16°C y 20 °C: las máximas entre 22 °C y 29 °C y las mínimas entre 7°C y 4 °C. Sin embargo, es preciso indicar que la variación del clima se da en función principalmente del rango altitudinal en el que se ubica el territorio distrital (desde 2500 hasta 4 500 msnm.). La temporada de lluvias se presenta como en el resto de la sierra entre los meses de noviembre a abril, aunque en los pisos bajos la incidencia es menor.

ETAPA 1: levantamiento topográfico

- Se desarrollo el levantamiento de la av. Unión con la estación topcon os 105 la extensión de la avenida con una longitud de 1.081 ml y ancho de vía 12 ml con diferencia de altura 76.85m y pendiente promedio de 7.104%.
- Obteniendo coordenadas

Bm1

Este: 642339.991

Norte: 8504601.434

Altura: 3180.611

Bm 2

Este: 642377.811

Norte: 8504589.251

Altura: 3183.928

Figura 11

Levantamiento topográfico de la av. Unios – Anco huallo.



Nota. Fuente propia

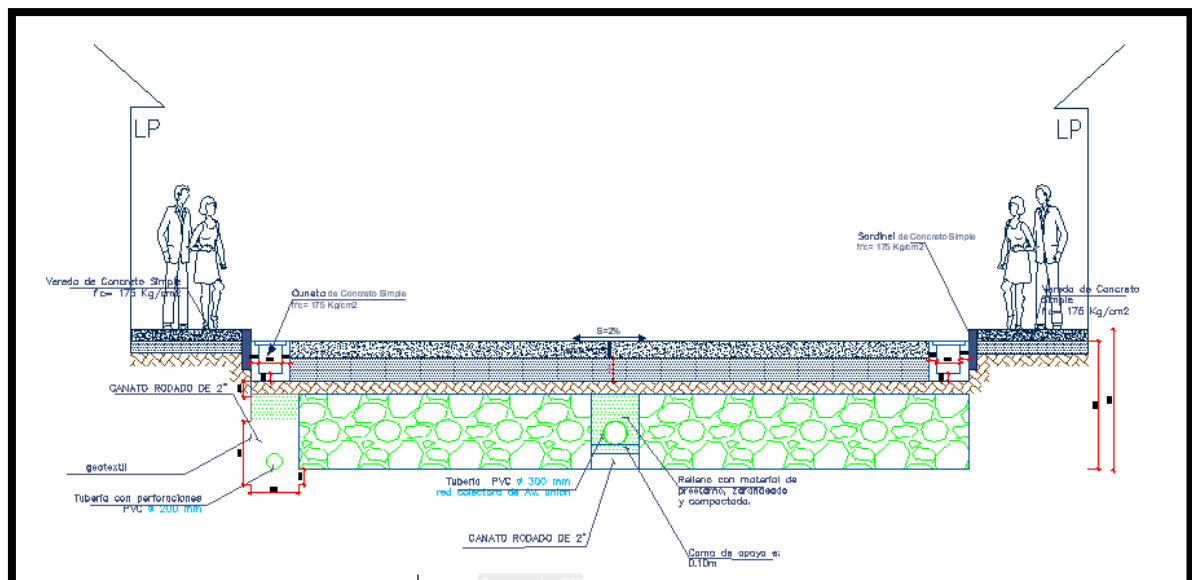
ETAPA 2: Secciones de corte y relleno

Para el diseño de las secciones se utilizó datos obtenidos en el estudio mecánica de suelos, estudio hidrológico, obteniendo datos de la Norma técnica OS-060 donde recomienda la instalación de la tubería “drenaje Frances” bajo la cuneta lo cual no ocupe los espacios de la vereda, bermas y la estructura del pavimento, la profundidad de excavación para el drenaje francés o el drenaje con canto rodado será a 1.80 m sobre el nivel de la rasante, esta diferencia de altura se da por la excavación de calicatas en puntos estratégicos

Figura de la sección.

Figura 12

Sección transversal de la av. Unión



Nota. Fuente propia

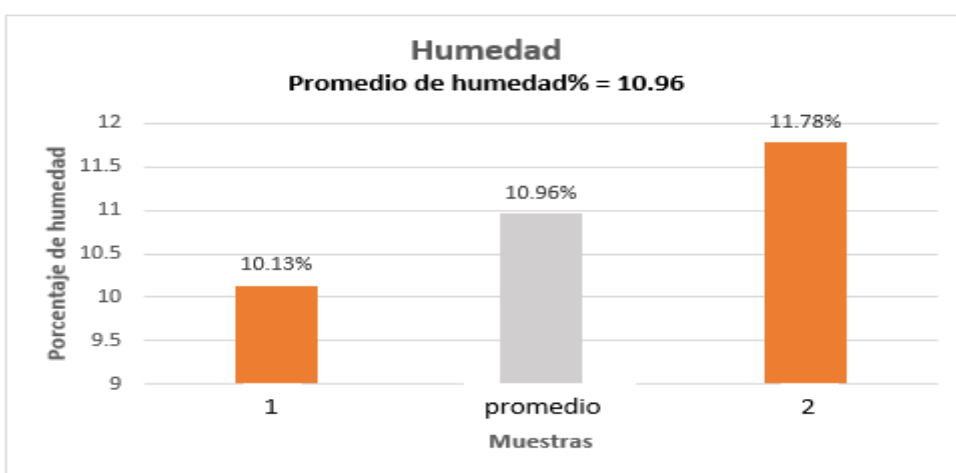
ETAPA 3 Y ETAPA 4: Análisis de suelos.

En esta etapa, se evalúa las propiedades mecánicas y físicas del suelo a nivel de la subrasante la cual se va a realizar su estudio, con el informe recopilado del laboratorio de suelos y los ensayos realizados, se obtuvo la información de la mecánica de suelos: Contenido de humedad, corte directo, capacidad de carga admisible, cálculo de asentamiento, granulometría, compactación de proctor modificado y finalmente el valor de soporte de los suelos (CBR).

Estos ensayos determinan los parámetros iniciales y condiciones en que se encuentra el suelo a nivel de la subrasante lográndose encontrar un suelo adecuado y conforme si en caso contrario fuera inadecuado se buscaría que estabilizador aplicar para mejorar las propiedades del suelo en nuestro caso para la mejora de drenaje.

Figura 13

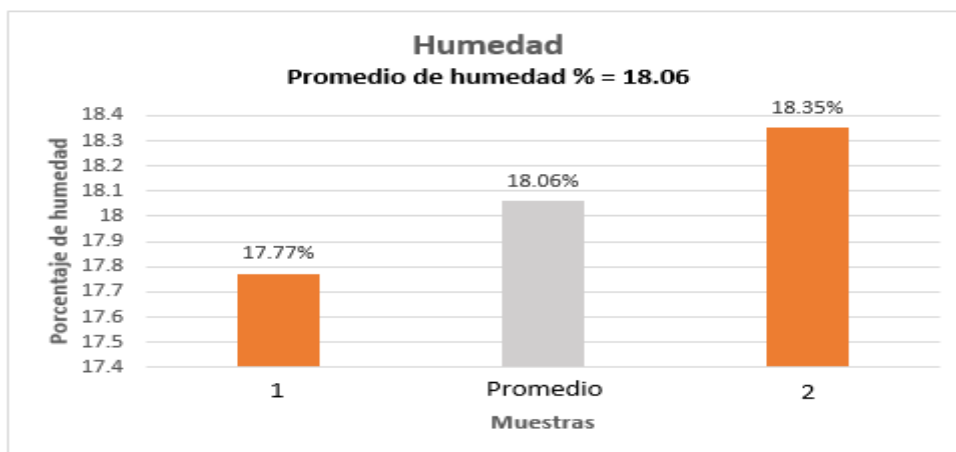
Contenido de humedad a calicata 01



Nota. Elaboración propia

Figura 14

Contenido de humedad a calicata 02

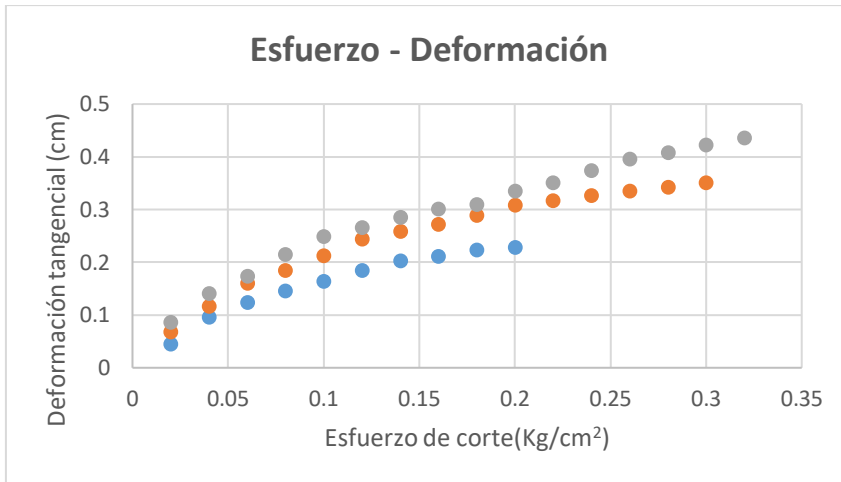


Nota. Elaboración propia

El contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas.

Figura 15

Diagrama de corte directo profundidad 3m.

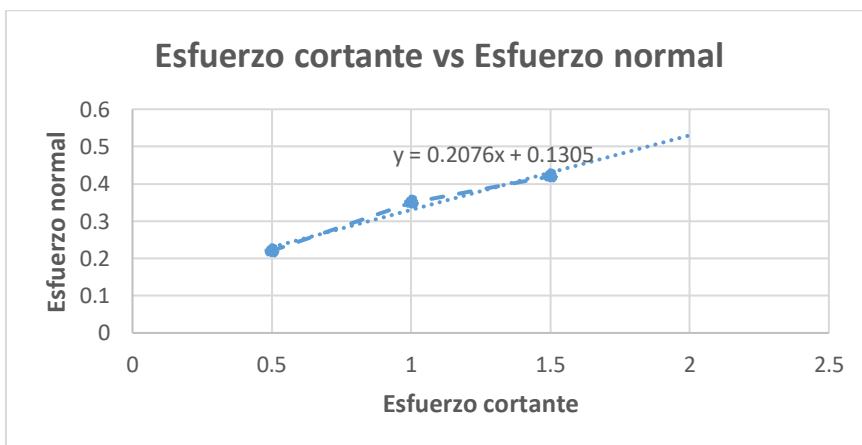


Nota. Elaboración propia

En la figura 15 se observa el promedio del esfuerzo aplicado y la deformación que se da en el suelo de estudio, se ve que tiene un comportamiento elástico lo cual es apto para soportar cargas, facilitando de esta manera nuestro drenaje propuesto de canto rodado y francés.

Figura 16

diagrama de esfuerzo cortante y esfuerzo normal



Nota. Elaboración propia

De la figura 16 el suelo de estudio, ofrece una relación casi lineal entre la carga axial que soportan los esfuerzos normales y las cargas perpendiculares que soportan los esfuerzos cortantes.

Y de acuerdo a su cohesión: $0.13\text{Kg}/\text{cm}^2$, en la clasificación de suelos, es un suelo flojo o blando.

Al determinar su ángulo de fricción: $\phi = 11.7^\circ$; está representa la resistencia al corte, la que nos permitirá determinar las capacidades portantes última y admisible y de acuerdo a su clasificación es una arcilla suave.

Capacidad de carga.

En su determinación se usó la fórmula de la ecuación general de la capacidad de carga de Meyerhof (1963)

$$q_u = cN_c S_c d_c i_c + qN_q S_q d_q i_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Donde: c : cohesión del suelo γ : peso específico del suelo q : $\gamma \cdot D_f$ B : ancho de la cimentación S_c , S_q , S_γ : factores de forma D_c , D_q , D_γ : factores de profundidad I_c , I_q , I_γ : factores de inclinación de la carga N_c , N_q , N_γ : factores de capacidad de carga. Determinándose.

$$q_{adm} = \frac{1.23\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de asentamiento.

El asentamiento es el movimiento descendente del terreno debido a la aplicación de cargas.

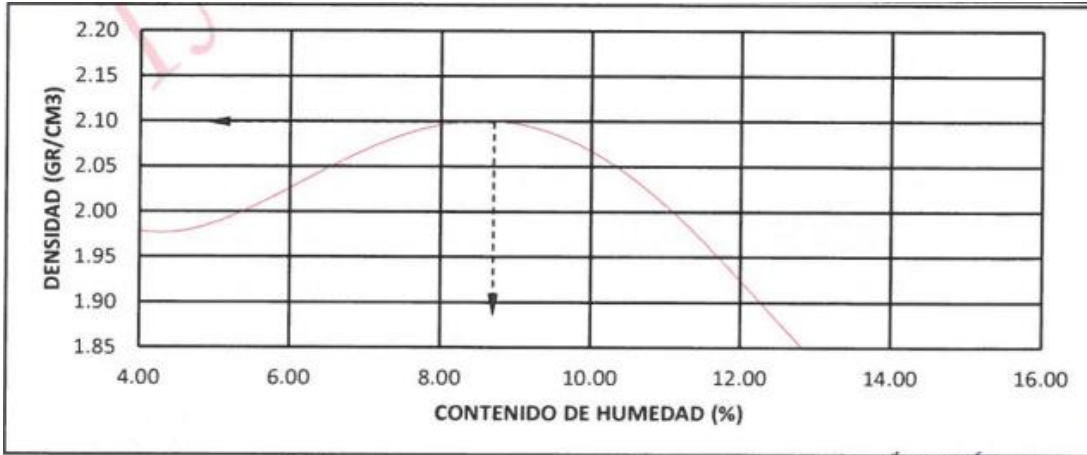
Se utilizo la fórmula: $S = 0.848 * B * \frac{(1-\mu^2)}{E_s} * \alpha$

Llegándose a determinar: $\Delta H = 0.57\text{cm}$

ETAPA 5: Proctor modificado y CBR

Figura 17

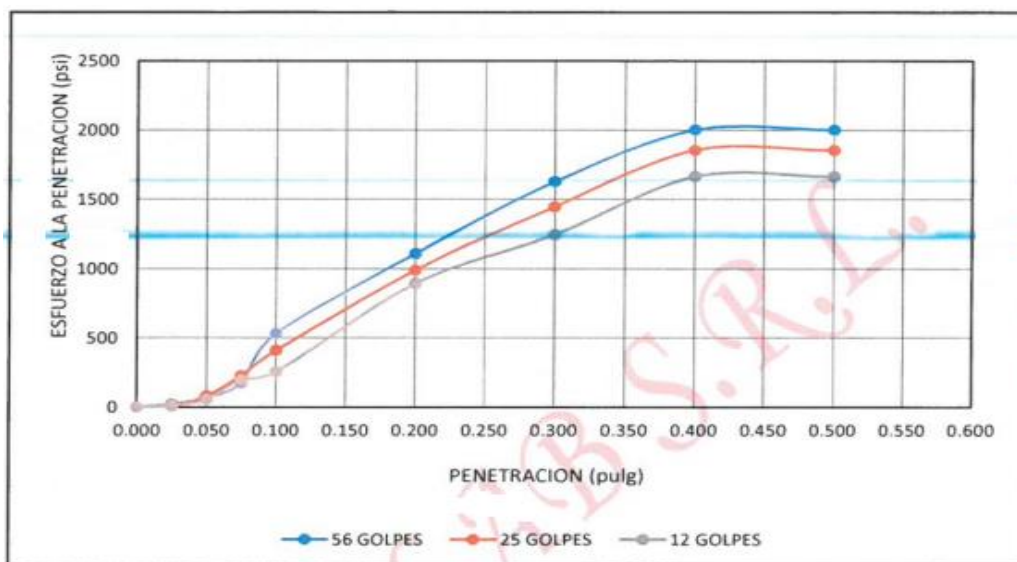
Ensayo de proctor modificado de la calicata 01



Nota. Laboratorio mecánico de suelos

Figura 18

Diagrama de penetración



Nota. Laboratorio mecánico de suelos

Análisis de precipitación

Dado que no hay un dispositivo de registro continuo de lluvia (medidor de lluvia) en el área de estudio, para determinar la intensidad de la tormenta de diseño, los registros de precipitación más intensos a utilizar dentro de las 24 horas desde estaciones pluviométricas más cercana al área del proyecto son:

- Estación Tambobamba, su ubicación está en el distrito de tambobamba, provincia de Cotabambas- Apurímac con Latitud: 13°56'41.7" S, Longitud: 72°10'30.8" W y Altitud: 3279 msnm.
- Estación Curpahuasi, su ubicación está en el distrito de Curpahuasi, provincia de Grau- Apurímac con Latitud: 14°3'46.21" S, Longitud: 72°40'.83" W y Altitud: 3535 msnm.
- Estación San Antonio, su ubicación está en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay- Apurímac con Latitud: 13°36'17.71" S, Longitud: 72°51'24.95" W y Altitud: 2772 msnm.

Análisis de información pluviométrica

Tabla 2

Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Curpahuasi.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAX
2016	20.1	20.8	37.4	11.3	10	2.4	1.6	3.7	15.4	15.4	11.3	30.1	37.4
2017	10.8	20.1	20.8	6.5	6.9	4.2	1	17.2	1.8	15.2	12.6	23.5	23.5
2018	32.5	22.2	17.4	6.8	6.4	0	3.5	1.2	3.7	20.1	22.3	11.5	32.5
2019	26.2	19.2	27.6	4.8	0	5.2	S/D	6.4	4.8	14.2	18.6	9.6	27.6
2020	13.2	32.8	15.6	12.4	8.4	3.4	2.8	1.2	6.8	S/D	S/D	S/D	32.8

Fuente. SENAMHI

Tabla 3*Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Tambobamba.*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAX
2017	27.5	23.3	24.1	26.5	3	2.2	1.4	0	2	20	27.8	42.4	42.4
2018	18	20	20	22.7	0.4	3.4	2	10	7.3	25.6	27.7	26.8	27.7
2019	21.6	30	25.5	5.6	10	0	2	1.3	6.2	8.6	17	27.5	30
2020	29	19.6	34.6	22.4	2.6	1.3	3.4	11.4	11	16.8	20	23.7	34.6
2021	19	S/D	19.7	17.6	2	2.4	4	3.6	10	26	17.5	S/D	26

*Fuente. SENAMHI***Tabla 4***Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación San Antonio.*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAX
2013	15.8	25	13.2	S/D	11.8	S/D	0	4.6	4.9	8.2	22.8	34.9	34.9
2014	33	35	17.8	14.2	2.8	S/D	7.2	16.1	0	S/D	20	17.6	35
2015	23.3	30.9	13.3	15.1	16.4	1.1	1.6	5.7	5.1	10.6	7.9	13.8	30.9
2016	22.5	26.3	23.6	S/D	S/D	6.5	S/D	S/D	S/D	S/D	19.6	17.7	26.3
2017	23.2	68	37.8	S/D	1.8	1.6	26.2	0.1	3.2	18.4	6.1	53.6	68
2018	56	26.7	17.5	3.7	3.5	5.9	4.2	23.5	2.2	24.5	12.6	30.2	56
2019	25.4	46.9	13.4	22.5	6.8	3.6	3.4	3.9	10.3	19.3	10.8	25.9	46.9
2020	24.1	29.2	20.6	13.2	8.9	0.1	4.8	19	3.6	6.2	27.9	54	54
2021	17.8	48.8	17.6	13.9	1.7	3.4	7.7	5.4	0.3	0.1	26	25.8	48.8

Fuente. SENAMHI

Para obtener la precipitación media mensual y precipitación media anual para cada estación. Para calcular la capa de agua promedio, se utilizó el método Isoyetas, ya que se utilizaron sus áreas de influencia.

Tabla 5*Precipitación y Temperatura*

ESTACION	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (°C)	AREA (Km2)
SAN ANTONIO	173.55	12.07	1.6
TAMBOBAMBA	171.4	11.1	1.4
CURPAHUASI	140.18	14.02	1.2
PROMEDIO	161.71	12.4	4.2

Fuente. Propia

Para calcular la capa de agua media caída sobre la cuenca se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_m = (P_1 \times S_1 + P_2 \times S_2 + \dots + P_n \times S_n) / S$$

P_m = Capa de agua media caída sobre la cuenca.

P_1, P_2, \dots, P_n = Isoyetas, curvas de precipitación obtenidas por Interpolación.

S_1, S_2, \dots, S_n = Superficies parciales.

S = Superficie total de la cuenca.

$$P_m = [(173.55 \times 1.6) + (171.4 \times 1.4) + (140.18 \times 1.2)] / 4.2$$

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL $P_m = 163.30 \text{ mm}$

Para calcular la precipitación media mensual se promedia tres estaciones meteorológicas de San Antonio, Curpahuasi y Tambobamba se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

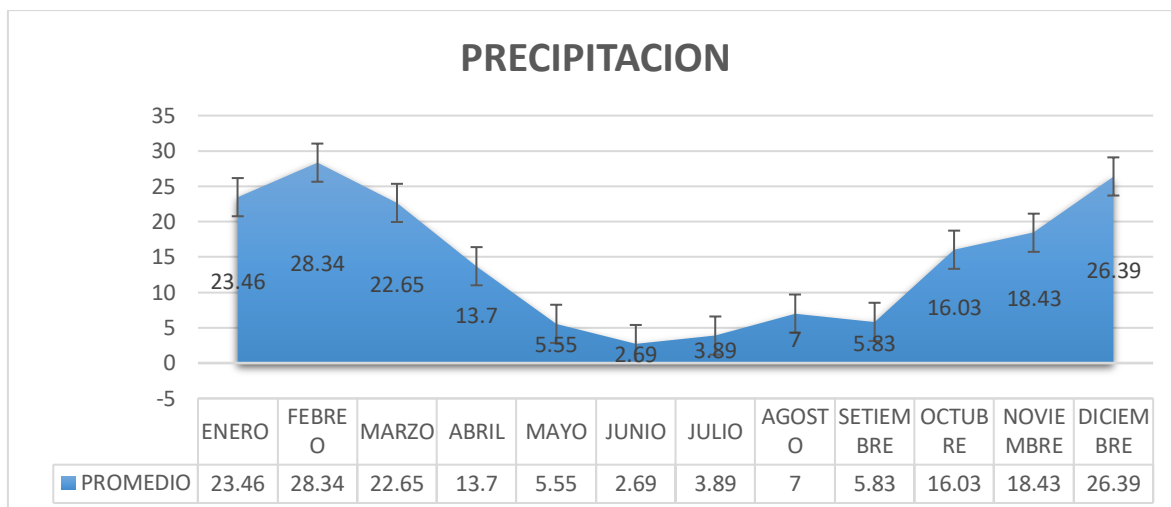
Precipitación de las tres estaciones meteorológicas.

PRECIPITACIÓN (mm)				
MESES	SAN ANTONIO	TAMBOBAMBA	CURPAHUASI	PROMEDIO
ENERO	26.79	23.02	20.56	23.46
FEBREO	38.76	23.23	23.02	28.34
MARZO	19.42	24.78	23.76	22.65
ABRIL	13.77	18.96	8.36	13.7
MAYO	6.71	3.6	6.34	5.55
JUNIO	3.17	1.86	3.04	2.69
JULIO	6.89	2.56	2.23	3.89
AGOSTO	9.79	5.26	5.94	7
SETIEMBRE	3.7	7.3	6.5	5.83
OCTUBRE	12.47	19.4	16.23	16.03
NOVIEMBRE	17.08	22	16.2	18.43
DICIEMBRE	30.39	30.1	18.68	26.39

Fuente. Propia

Figura 21

Diagrama de precipitaciones en la zona de estudio.



Fuente. Propia

En este gráfico distinguimos claramente que el mes más lluvioso es de noviembre a marzo. la precipitación más alta entre las tres estaciones es en febrero con 28.34 mm. Los meses con menos precipitación son de abril a octubre, los más bajos precipitaciones en el mes de junio y julio. La mayor precipitación mensual se presenta en enero y La precipitación más baja es en julio.

Temperatura

También la temperatura es obtenida por la fuente SENAMHI de las tres estaciones San Antonio, Curpahuasi y Tambobamba adquiriendo sus promedios.

Tabla 7*Temperaturas de las tres estaciones meteorológicas*

TEMPERATURA MEDIA EN °C						
MES	SAN ANTONIO	TAMBOBAMBA	CURPAHUASI	PROMEDIO	T° MAX.	T° MIN.
ENERO	12.94	11.85	12.16	12.31	14.5	11.2
FEBRERO	12.9	11.73	13.15	12.59	13.85	11.05
MARZO	12.68	11.62	13.02	12.44	14.4	10.9
ABRIL	12.06	11.22	13.22	12.16	13.7	10.45
MAYO	10.74	10.3	12.12	11.05	11.8	9.4
JUNIO	9.63	9.18	11.5	10.1	10.6	8.29
JULIO	9.45	9.05	10.06	9.52	10.7	7.45
AGOSTO	10.91	10.07	11.22	10.73	11.85	9.15
SETIEMBRE	12.53	11.13	12.09	11.91	13.74	10.6
OCTUBRE	13.76	12.24	13.02	13	14.88	11.7
NOVIEMBRE	13.86	12.44	13.15	13.15	14.25	11.95
DICIEMBRE	13.4	12.39	12.89	12.89	14.25	11.65
Total promedio	12.07	11.1	12.3	11.82	13.21	10.31

Fuente. Propia

Después de calcular las temperaturas máxima, media y mínima, se pueden sacar las siguientes conclusiones: La temperatura máxima anual promedio para las tres estaciones es de **11.82°C** con pocos cambios año, con un pico en noviembre (**13,15 °C**).

Escorrentía Superficial

Es la cantidad de agua que se filtra durante las lluvias y evaporación; Esto es lo que crea rutas de flujo con la dirección de los productos de inundación. lecho del río, parte del agua de las precipitaciones vuelve a la atmósfera a través de procesos transpiración y otra parte se guarda en el suelo y sub suelo. Identifica Porcentaje de agua de lluvia que fluye, aplicaremos la relación de JUSTIN para tratar de relacionar factores como la pendiente media de la cuenca, la precipitación media anual y Temperatura media de la cuenca. Para esto, la fórmula es:

$$Ce = 0.81 \times S \ 0.155 R^2 / (160 + 9T)$$

Dónde:

Ce = Es la escorrentía de la cuenca en mm. (Precipitación efectiva).

R = Precipitación anual promedio de la zona (163.30 mm)

T = Temperatura media de la zona (11.82°C).

S = Pendiente media de la cuenca (18.3 %).

$$C_e = 0.81 * (0.183)^{0.155} * (163.30)^2 / (160 + 9 * 11.82)$$

C_e = 6.23 mm. (Altura media de agua precipitada que se escurre).

$$\% \text{ de Escurrimiento} = (C_e / R) * 100.$$

$$\% \text{ de Escurrimiento} = (6.23 \text{ mm.} / 163.30 \text{ mm}) * 100.$$

$$\% \text{ de Escurrimiento} = 3.81 \%. \text{ (Porcentaje de agua que se escurre)}$$

Caudales Mensuales De Escurrimiento

El cálculo del caudal se realizará por el caudal superficial sin verse afectado por el caudal de aguas subterráneas o el efecto del agua de otras cuencas adyacentes.

En enero tenemos:

Precipitación efectiva

$$= C_e * P \text{ mensual}$$

$$= 0.0675 * 161.71 = \mathbf{10.91 \text{ mm.}}$$

$$\text{Volumen en m}^3 = \text{Precipitación Efectiva (m)} * \text{Area de la cuenca. (m}^2)$$

$$= 10.91 / 103 \text{ m} * 4200 \text{ m}^2 = \mathbf{45.82 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{\text{Caudal } Q = V / T}$$

$$\text{Caudal } Q = \mathbf{0.238 \text{ m}^3 / \text{seg.}}$$

Infiltración

Es el agua de las precipitaciones que pasa a través de la superficie del suelo y el subsuelo hacia el interior de la tierra, ayudado por la percolación llegan a alimentar a las aguas subterráneas.

Para determinar el coeficiente de infiltración, se puede utilizar una variedad de métodos directa o indirectamente. En este estudio, usaremos una fórmula

dependiente de la medición del volumen de agua subterránea descargada como corriente, en metros cúbicos/seg para este propósito el proceso nos permite estimar cuánta agua es realmente se filtra en el sub suelo.

$$I = Qmxt/S*1000$$

I = Es la altura de agua infiltrada anual en mm.

Qm = Caudal medio en m³/seg.

t = Tiempo = 86400 seg.

S = Superficie del área en m²

$$I = 0.238*86400/4200*1000$$

Infiltración = **4.89 mm/mes**

Figura 22

Vista de la pendiente para la escorrentía superficial



Fuente. Propia

ETAPA 7: Calculo y diseño del drenaje

Para diseño del drenaje francés se requiere los datos del caudal obtenidos por la hidrología y se precede con el cálculo del dimensionamiento de la tubería perforada que cumpla con el drenaje requerida para ello se utiliza las fórmulas de velocidad, formula del diámetro de la tubería y software.

Velocidad del agua

$$V = \frac{4xQ}{\pi x D c^2}$$

Diámetro de tubería.

$$D = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi x 1000 x V}}$$

Para determinar el caudal subterráneo son necesarios los datos del suelo Norma técnica NTP- 400.022 – 2002. ensayo de peso específico y absorción del suelo, precipitaciones, evapo transpiración, escorrentías, flujo de agua subterránea consumo de agua de la cuenca, temperatura y otros informes que son necesarios para el cálculo, por ello es estimado para el diseño del drenaje francés un porcentaje del caudal mensual de escurrimiento y el suelo permeable compuesto por arcilla obteniendo un caudal subterráneo de 4.76 l/seg.

Tabla 8

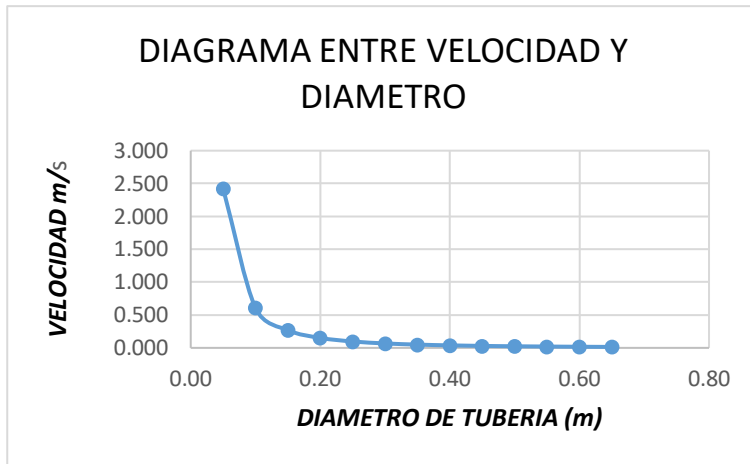
cálculo de velocidad del agua por diámetro de tubería.

CAUDAL	0.00476	m3/seg
--------	---------	--------

Velocidad del agua (m/s) $V = \frac{4xQ}{\pi x D c^2}$

N°	DIAMETRO (m) Ø	VELOCIDAD (m/s)
01	0.05	2.424
02	0.10	0.606
03	0.15	0.269
04	0.20	0.152
05	0.25	0.097
06	0.30	0.067
07	0.35	0.049
08	0.40	0.038
09	0.45	0.030
10	0.50	0.024
11	0.55	0.020
12	0.60	0.017
13	0.65	0.014

Fuente. Propia



Para el diámetro adecuado
 $V < 5 \text{ m/s}$
 $v > 0.5 \text{ m/s}$

$$D = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi x 1000 x V}}$$

$D = 0.08\text{m}$

<i>tuberías</i>		
<i>comerciales</i>	\emptyset 4"	pulgada
<i>tubería drenaje</i>		
<i>francés</i>	8"	pulgada

el diseño hidráulico se presenta a continuación a través del SOFTWARE HCANALES donde se requiere los de datos de coeficiente de rugosidad de Manning para tuberías PVC es 0.09 y el caudal de diseño.

Figura 23

Diseño del diámetro de tubería para el drenaje francés

Calculo del tirante normal, sección circular

Lugar: **AV. UNION, ANCO HUALLO** Proyecto: **TESIS**
Tramo: **0+00 AL 1+081** Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q):	0.00476	m ³ /s
Diámetro (d):	0.2	m
Rugosidad (n):	0.09	
Pendiente (S):	0.07	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	0.0855	m	Perímetro mojado (p):	0.2850	m
Area hidráulica (A):	0.0128	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0449	m
Espejo de agua (T):	0.1979	m	Velocidad (v):	0.3716	m/s
Número de Froude (F):	0.4664		Energía específica (E):	0.0925	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora Reporte

Ejecuta las operaciones 12:36 23/7/2022

Fuente. propia

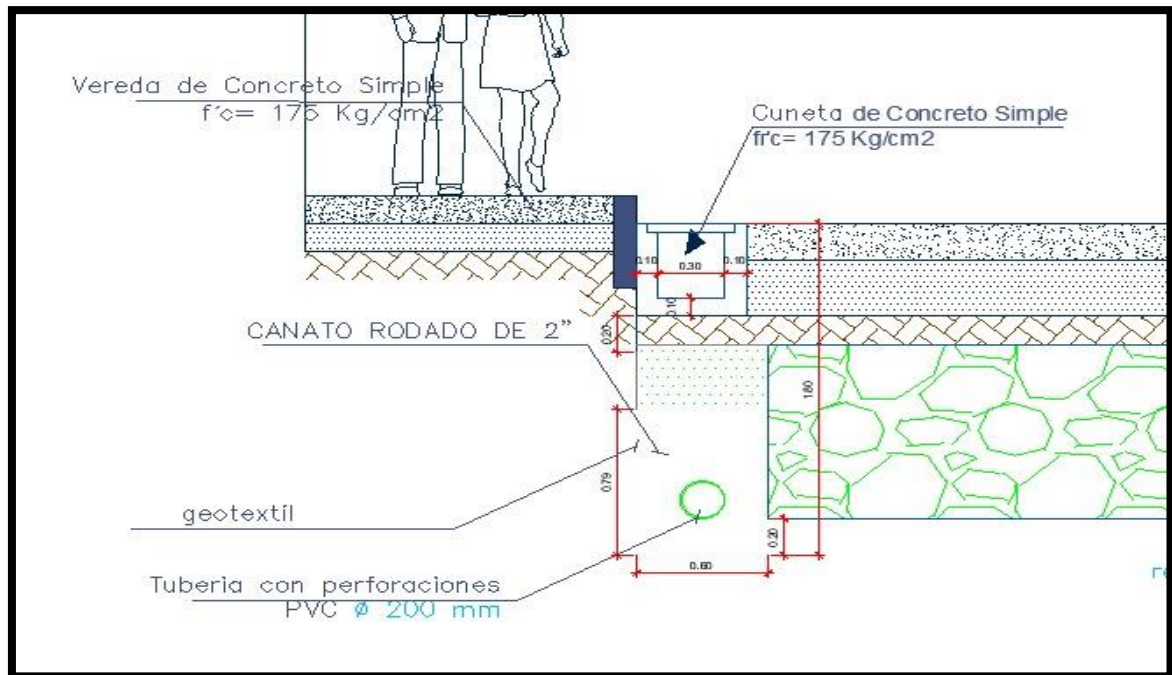
Objetivo específico 1

Determinar la relación que existe entre el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido.

La aplicación del canto rodado en drenaje permite la captación de agua y evita la filtración evitando la humedad del pavimento rígido, este canto rodado se colocará por debajo de la cuneta en todo el tramo a una profundidad de 1.80m. existiendo relación directa que el drenaje de canto rodado mejora y conserva la estructura de nuestro pavimento rígido.

Figura 24

detalle de la instalación del drenaje y sección de la vía.



Fuente. propia

Objetivo específico 2

Determinar la relación que existe entre el drenaje francés con la mejora de la estructura del pavimento rígido.

Al emplear el drenaje francés permite mayor filtración de agua por las tuberías perforadas la cual le dará mayor tiempo de vida de uso a la estructura del pavimento rígido, también estas serán colocadas por debajo de la cuneta a una profundidad de 1.60m.

Objetivo específico 3

Determinar la calidad en la capacidad portante del suelo para emplear un sistema de drenaje vial.

La capacidad portante del suelo fue obtenida por cálculos de laboratorio mecánica de suelos obteniéndose el resultado promedio de: $1,23 \text{ Kg/cm}^2$ a una profundidad de 1.50m lográndose determinar un suelo arena limosa (SM) esta capacidad

portante es recomendable para la estructura del pavimento rígido la cual facilita emplear un sistema de drenaje vial.

Figura 25

calicata 01 presencia de agua subterránea



Fuente. Propia

Figura 26

calicata 02 presencia de agua



Fuente. Propia

V. DISCUSIÓN

Es muy importante los estudios hidrológicos de humedad, temperatura, pluviométrico y precipitación para un buen diseño de drenaje y así mejorar la vida útil de la estructura de pavimento rígido, el sistema propuesto de nuestro drenaje vial facilitara la conducción del agua en la avenida Anco Huallo, de la provincia de Chincheros en la región Apurímac. El trabajo es de tipo experimental, sustentándonos en las investigaciones de Rojas (2018) quien obtuvo los cálculos de precipitaciones, obteniendo el caudal de diseño para un sistema de drenaje sus resultados obtenidos son similares a los nuestros en donde se priorizan la ubicación, el clima de la zona y precipitaciones.

En nuestro sistema de drenaje se determinará si existe alguna relación entre el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido, además según el estudio de las propiedades del suelo está contiene arena, limo y arcilla veremos si estos componentes favorecen o provocan falla en el drenaje propuesto.

Por otro lado, se determinó la relación que existe entre el drenaje francés con la mejora de la estructura del pavimento rígido que se demuestra que es aplicable, pero sin esa consistencia de nuestro suelo afectaría a nuestra tubería y finalmente determinar la capacidad portante del suelo para conocer la presión entre la cimentación y el terreno para que no se produzca algún fallo y mejore nuestro sistema de drenaje vial.

En la esta investigación realizada en la que se propone el sistema de drenaje vial en el mejoramiento de la estructura del pavimento rígido aplicaremos los dos sistemas de drenaje el de canto rodado y el drenaje francés (tubería perforada) debido a nuestro suelo que es arenoso con limo y arcilla.

Esperamos que en la propuesta de la hipótesis general esta sea demostrada y verificar la existencia de correlación entre el sistema de drenaje y la estructura del

pavimento rígido de igual manera en los resultados de las hipótesis específicas en verificar la coexistencia de relación entre el sistema de drenaje canto rodado con la estructura del pavimento rígido así mismo la correlación en la existencia del sistema de drenaje Frances, con la estructura del pavimento rígido.

Seguidamente como se muestra en la fig. 24 se sugiere que la sección y corte de la av. Unión su profundidad y ubicación del drenaje francés (tubería perforada) sea de 1.60m a nivel del enrocado, para que no exista fallas en la sub rasante del pavimento, para la mejora del sub suelo se tendrá que retirar todo el material arcilloso sustituyendo con rocas medianas y grandes evitando así su asentamiento y fallas en la estructura del pavimento.

En la fig. 12 se muestra la sección transversal de la estructura del pavimento rígido conteniendo su vereda, canal pluvial rectangular, ancho del pavimento rígido con espesor de 0.2 m con su respectivo bombeo de 2% ambos lados, base de 0.3 m, sub rasante y mejoramiento del sub suelo con rocas grandes y medianos. También dentro de la estructura del pavimento se encuentra la red colectora con un diámetro 12" ubicado en el eje de la vía, para mejorar la estructura es necesario realizar su mantenimiento de igual manera utilizando el drenaje con canto rodado como base de la red con su respectivo cama de apoyo por el hecho de realizar dicho mejoramiento se encontrara agua subterráneo, con estos detalles se estabiliza, aumenta la durabilidad resistencia del pavimento rígido durante los 20 años de vida útil donde no presente fallas en la estructura.

Como se puede observar en los estudios de suelos el esfuerzo y deformación de la figura 15, se ve que hay un comportamiento elástico permitiendo un soporte optimo de cargas y que va a facilitar nuestra propuesta del sistema de drenaje vial. De la figura 16 según el reporte de estudio del suelo, manifiesta una relación casi lineal entre la carga axial que soportan los esfuerzos normales y las cargas perpendiculares que soportan los esfuerzos cortantes y que estas propiedades del suelo facilitan el drenaje vial y mejorar la estructura del pavimento rígido.

De igual manera para mayor funcionabilidad del drenaje francés y el canto rodado se sugiere que se utiliza geomallas permeables, cubriendo todos los laterales y cubriendo en la parte de sub rasante para evitar asentamientos como se muestra en la fig. 12 por ende se detalla la sección transversal de la avenida.

Este proyecto de investigación no solo comprende la selección del drenaje y el diseño de la estructura del pavimento además es las inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. unión lo que carece de asentamientos de la vía, inundaciones, contaminación ambiental en la temporada del verano que son en los meses de junio hasta octubre, polvos que son generados por la transitabilidad vehicular lo cual con este proyecto de investigación dará una mejora la vida útil del pavimento rígido cumpliendo la satisfacción tanto de los pobladores y de los vehículos que transitaran por la Av. Unión.

VI. CONCLUSIONES

En esta tesis se determinó la propuesta del sistema de drenaje vial para mejorar la estructura del pavimento rígido en la Av. Anco Huallo-Chincheros se pudo apreciar que los resultados obtenidos son consistentes con los autores y fuentes que realizaron en su investigación desde entonces afirman que es importante determinar la ubicación, el levantamiento topográfico, el estudio de mecánica del suelo, estudio hidrológico donde se determina la precipitación y el clima, temperatura y caudal, por ello lograr cumplir su vida útil del pavimento rígido de la av. Unión.

Se determino la relación que existe entre el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido como se puede ver que el resultado coincide con los antecedentes de investigación donde primeramente realizan el estudio hidrológico que es muy importante tanto en el diseño de sus bombeos del pavimento rígido, cunetas, alcantarillas pluviales, drenajes superficiales y drenajes subterráneos.

Con base en los resultados, se notó que coincide con el predecesor ya que se mencionó que en el diseño del sistema de drenaje francés es muy recomendable para este tipo de proyectos cumpliendo su función más importante drenar aguas pluviales, subterráneas y lograr cumplir su vida útil del pavimento rígido

Es necesario mencionar que existe una correlación entre las variables, sistema de drenaje con el mejoramiento del pavimento rígido, el drenaje canto rodado y el drenaje francés conjuntamente con la capacidad portante del suelo en la mejora de la vida útil del pavimento rígido.

Finalmente, en base a todos los resultados, tanto la propuesta de drenaje de canto rodado y del drenaje francés mejoran a que el agua pueda drenar y desplazarse con facilidad y coincide con los antecedentes de nuestra investigación y sea más eficaz el desplazamiento de las aguas pluviales y subterráneas mejorando la calidad y conservación del pavimento rígido cumpliendo con las normas técnicas y especificaciones durante el diseño del dren.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que, en todo desarrollo urbano, se haga un estudio de nivel de drenaje para su diseño e implementación y que permita la preservación de las estructuras viales de acuerdo a sus parámetros establecidos por normas técnicas, especificaciones y reglamentos de construcción y transporte.

Es recomendable que en los procesos constructivos de la estructura del pavimento y las instalaciones de drenaje canto rodado y francés ser precavidos y hacer estudios minuciosos de la estructura del suelo su capacidad portante ya que nos facilitara con el trabajo propuesto.

Se recomienda verificar las redes colectoras de desagüe y proponer su mantenimiento así mismo que tengan su cama de apoyo de canto rodado ya con las tuberías perforadas y en funcionalidad para un buen drenaje y mejorar la estructura del pavimento rígido.

Es recomendable implementar este sistema siguiendo los procedimientos adecuados para no causar daño las operaciones diarias de la ciudad, sin cambiar sus características del diseño y alentar a las personas a mantener las canaletas y el drenaje limpias, para que operación sea adecuada, el mantenimiento para garantizar que el agua de lluvia fluya sin problemas.

REFERENCIAS

- Arbaj, S., Hashim, K., y Snehal, P. (2018). Road side drainage monitoring system. - *A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal*, 310-312.
- Aricaza, F. (2021). *Uso e influencia del agregado canto rodado en la permeabilidad de drenaje en campo deportivo de césped sintético, Moquegua, 2019*. [Tesis de pregrado], Universidad José Carlos Mariátequi, Moquegua, Perú.
- Balbastre, R., García, R., y Doménech, I. (2019). A Comparison of Design Storms for Urban Drainage System Applications. *Water*, 11(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w11040757>
- Bernilla, S. (2021). *Implementación del sistema de drenaje de tipo francés aplicado a la napa freática superficial para el mejoramiento de la infraestructura los servicios policiales de la comisaría PNP catacaos-Piura 2021*. [Tesis de pregrado], Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica* (Decimo novena ed.). Lima: San Marcos E I R.
- Elhamid, H., Zeleňáková, M., Vranayová, Z., y Fathy, I. (2020). Evaluating the Impact of Urban Growth on the Design of Storm Water Drainage Systems. *Water*, 12(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w12061572>
- Fathollahi, A., y Coupe, S. (2021). Life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC) of road drainage systems for sustainability evaluation: Quantifying the contribution of different life cycle phases. *Science of The Total Environment*, 776. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145937>
- Geldres, M. (2020). *Propuesta del sistema de drenaje pluvial urbano del distrito de Iquitos*. [Tesis de pregrado], Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Ghadi, M., Mohtar, W., Razali, S., y Shafie, A. (2020). The Practical Influence of Climate Change on the Performance of Road Stormwater Drainage Infrastructure. *Journal of Engineering*, 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2020/8582659>

- Gormley, M., Kelly, D., Campbell, D., Xue, Y., y Stewart, C. (2021). Building Drainage System Design for Tall Buildings: Current Limitations and Public Health Implications. *Buildings* , 11(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings11020070>
- Hernández, C., y Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Revista Alerta*, 2(1), 75-79. <https://alerta.salud.gob.sv/wp-content/uploads/2019/04/Revista-ALERTA-An%CC%83o-2019-Vol.-2-N-1-vf-75-79.pdf>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGrawHill.
- Hossain, M., Praveen, L., Gopiseti, L., y Miah, S. (2020). Artificial neural network modelling to predict international roughness index of rigid pavements. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 13, 229-239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42947-020-0178-x>
- Kwon, S., Jung, D., Joong, y Kim, H. (2018). Urban Drainage System Design Minimizing System Cost Constrained to Failure Depth and Duration Under Flooding Events. *Harmony Search and Nature Inspired Optimization Algorithms*, 153-158. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-13-0761-4_16
- Lahde, E., Khadka, A., Tahvonen, O., y Kokkonen, T. (2019). Can We Really Have It All?—Designing Multifunctionality with Sustainable Urban Drainage System Elements. *Sustainability* , 11(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su11071854>
- Laouacheria, F., Kechida, S., y Chabi, M. (2019). Modelling the impact of design rainfall on the urban drainage system by Storm Water Management Model. *Journal of Water and Land Development*(40), 119-125.
- Li, F., Yan, X., y Duan, H. (2019). Sustainable Design of Urban Stormwater Drainage Systems by Implementing Detention Tank and LID Measures for Flooding Risk Control and Water Quality Management. *Water Resources*

Management, 33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11269-019-02300-0>

Lliuya, E., y Medina, D. (2021). *Evaluación y mejoramiento de la estructura del pavimento ígido Av. Confraternidad Internacional Oeste, Huaraz – Áncash – 2021*. [Tesis de pregrado], Universidad César Vallejo, Huaraz, Perú.

Lyndem, F., y Imtimakla, B. (2018). The management of drainage system in Mokokchung: a case study. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 2(6).

Nguyen, T., y Nguyen, V. (2020). Linking climate change to urban storm drainage system design: An innovative approach to modeling of extreme rainfall processes over different spatial and temporal scales. *Journal of Hydro-environment Research*, 29, 80-95. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jher.2020.01.006>

Palaka, R., Reddy, S., y Pravalika, G. (2021). Design of Urban Storm Water Drainage System using GIS and SWMM Software. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/doi:10.1088/1757-899X/1197/1/012014>

Ramírez, W. (2021). *Precipitación Pluvial y Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial en las Calles de Asociación Aliaga, Distrito Puquio – Lucanas – Ayacucho – 2020*. [Tesis de pregrado], Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Ramos, J. (2021). *Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en la avenida 28 de agosto del distrito de Amarilis Huánuco-2019*. [Tesis de pregrado], Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú .

Rey, D. (2019). *Propuesta de sistema de drenaje urbano sostenible para cuencas de montaña con alta pendiente*. [Tesis de pregrado], Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

Robledo, M. (2018). *Tomado del libro Técnicas y Proceso de Investigación*. Universidad de San Carlos de Guatemala: <https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/fichas-de-trabajo.pdf>

- Rojas, S. (2018). *Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en zonas de huancavelica, Junin y Ayacucho*. [Tesis de pregrado], Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Sañudo, R., Miranda, M., García, C., y Sánchez, D. (2019). Drainage in railways. *Construction and Building Materials*, 210, 391-412. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.104>
- Shaban, A., Alsabbagh, A., Wtaife, S., y Suksawang, N. (2020). Effect of Pavement Foundation Materials on Rigid Pavement Response. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 671. <https://doi.org/doi:10.1088/1757-899X/671/1/012085>
- Shaghagui, T., Ghadrhan, M., y Tolooiyan, A. (2020). Design and Optimisation of Drainage Systems for Fractured Slopes Using the XFEM and FEM. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 103. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102110>
- Shanmukhesh, C., y Mori, M. (2018). Horizontal drilling drainage as a preventive measure for water induced landslide risk reduction: A case study from Sindhuli Road, Section I, Nepa. *Journal of Nepal Geological Society*, 55(1), 109-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.3126/jngs.v55i1.22800>
- Soni, D., Wadhere, J., Galav, J., y Rathore, M. (2021). Design of storm water drainage suestem for Indore city. *International Journal of Frontier in Civil and Structural Engineering*, 3(1).
- Surco, M., y Mendoza, A. (2021). *Propuesta para el diseño de mejoramiento del sistema de drenaje fluvial, localidad San Sebastian Provincia Talara Tumbes 2021*. [Tesis de pregrado], Universidad Privada de Trujillo, Trujillo.
- Tafur, D. (2021). *Implementación del drenaje Francés para lograr la vida útil del Pozo Percolador en suelos arcillosos, caserío Ramón Castilla, Amazonas - 2021*. [Tesis de pregrado], Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Yazdi, J. (2018). Rehabilitation of Urban Drainage Systems Using a Resilience-Based Approach. *Water Resources Management*, 32, 721-734. <https://doi.org/Verify currency and authenticity via CrossMark>

Ysuda, Y. (2021). Improvement of flow condition in channelized river due to stacked boulders. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 626. <https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/626/1/012001>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: “Propuesta del Sistema de Drenaje Vial para Mejorar la Estructura del Pavimento Rígido en la Av. Unión, Anco Huallo, Chincheros-Apurímac” 2022

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Independiente	Sistema de Drenaje	Drenaje canto rodado	Estudio de cuencas hidrológicas; Norma E. 050. Norma técnica os 060	Ficha de registro de datos
¿Cuál es la propuesta del sistema de drenaje vial para mejorar la estructura del pavimento rígido en la Av. Anco Huallo-Chincheros?	Determinar la propuesta del sistema de drenaje vial para mejorar la estructura del pavimento rígido en la Av. Anco Huallo-Chincheros.	La propuesta del sistema de drenaje vial mejora la estabilización del tramo de carretera de pavimento rígido en la Av. Unión, Anco Huallo – Chincheros.			Drenaje francés	Evacuación de aguas pluviales y subterráneas Material filtrante	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente	Estructura del pavimento rígido	Calidad en la capacidad portante del suelo	Análisis granulométrico. Levantamiento topográfico.	Ensayo de suelos.
1. ¿Cómo se relaciona el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido?	1. Determinar la relación que existe entre el drenaje canto rodado con la mejora de la estructura del pavimento rígido.	1. Existe una relación directa entre el estudio hidrológico con la con la estructura del pavimento rígido.			Diseño Costo	Caudal existente en el terreno. Proctor modificado CBR	

2. ¿Cómo se relaciona el drenaje francés para mejorar la estructura del pavimento rígido?	2. Determinar la relación que existe entre el drenaje francés con la mejora de la estructura del pavimento rígido.	2. Existe una relación directa entre las características topográficas con la estructura del pavimento.					
3. ¿Cuál la calidad en la capacidad portante del suelo para emplear un sistema de drenaje vial?	3. Determinar la calidad en la capacidad portante del suelo para emplear un sistema de drenaje vial.	3. la calidad del suelo influye para emplear un sistema de drenaje vial.					

Anexo 2. Matriz de operacionalización

Título: “Propuesta del Sistema de Drenaje Vial para Mejorar la Estructura del Pavimento Rígido en la Av. Unión, Anco Huallo, Chincheros-Apurímac” 2022

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente Sistema de drenaje	Tiene la finalidad del control y manipulación racional del agua de las lluvias en las ciudades obedeciendo parámetros urbanos, a fin de prevenir daños en las obras públicas, construcciones de edificios y la acumulación de agua ocasionando focos contaminantes o transmisores de enfermedades (Kwon et al., 2018).	hace referencia a los sistemas de drenaje que son utilizados en las carreteras para que el agua no afecte la estructura del pavimento rígido.	Drenaje canto rodado	Estudio de cuencas hidrológicas; Norma E. 050. Norma técnica os 060	De razón y comparación
			Drenaje francés	Evacuación de aguas pluviales y subterráneas Material filtrante	De razón y comparación

Dependiente Mejora de la estructura del pavimento rígido	Respecto al pavimento rígido, este se encuentra conformado por la losa de concreto sencillo o armado, que se respalda directamente en una base o sub-base de la vía (Hossain et al., 2020).		Calidad en la capacidad portante del suelo.	Análisis granulométrico. Levantamiento topográfico.	De razón y comparación
			Diseño.	Caudal existente en el terreno.	De razón y comparación
			Costo.	Proctor modificado	De razón y comparación

Anexo 3. Ficha de registro de datos

Registro de precipitaciones totales mensuales

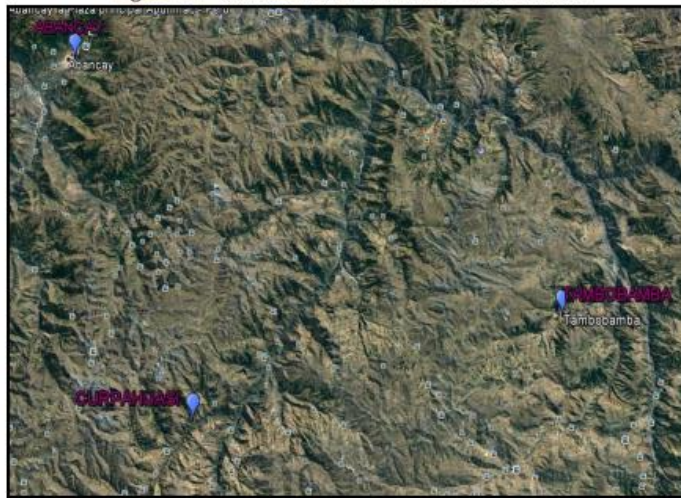


"MEJORAMIENTO DE LAS VIAS VEHICULARES Y PEATONALES DE LA CALLE UNION Y CALLE GONZALO GOMEZ DEL C.P. DE CHUPARO, DISTRITO DE ANCO - HUALLO - CHINCHEROS - APURIMAC"

Pluviometría

Las estaciones pluviométricas localizadas en la zona de estudio o cercana a ella son administrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). En la Figura 02 se muestra la ubicación de las estaciones a utilizar.

Figura 02 - Ubicación de las Estaciones Pluviométricas



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Análisis de la Precipitación

Al no existir en el área de estudio registradores continuos de precipitación (pluviógrafos), para determinar la intensidad de la tormenta de diseño, se utilizará los registros de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones pluviométricas más cercanas a la zona del proyecto. En el Cuadro 01 se muestra la ubicación de las estaciones del sector.

Cuadro 01 – Estaciones Pluviométricas

Estaciones	Coordenadas UTM			Ubicación Política		
	DATUM -WGS 84 Zona 18S		Altitud	Dpto.	Provincia	Distrito
	Norte	Este	msnm			
SAN ANTONIO	8495012	731797	2804	Apurímac	Abancay	Tamburco
TAMBOBAMBA	8455558	805826	3515	Apurímac	Cotabambas	Tambobamba
CURPAHUASI	8443369	751205	3620	Apurímac	Grao	Curpahuasi

Fuente: SENAMHI

3.2.3. Análisis de la Información Pluviométrica

Para este estudio, se consideró el uso de las estaciones de San Antonio, Tambobamba y Curpahuasi, cuyos registros se presentan a continuación:

Aldrin Arando Torre
INGENIERO GEOTECNISTA
CIP. 143384

Fuente. Expediente técnico

Cuadro 02 – Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación San Antonio

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAX
2008	15.8	25	13.2	S/D	11.8	S/D	0	4.6	4.9	8.2	22.8	34.9	34.9
2009	33	35	17.8	14.2	2.8	S/D	7.2	16.1	0	S/D	20	17.6	35
2010	23.3	30.9	13.3	15.1	16.4	1.1	1.6	5.7	5.1	10.6	7.9	13.8	30.9
2011	22.5	26.3	23.6	S/D	S/D	6.5	S/D	S/D	S/D	S/D	19.6	17.7	26.3
2012	23.2	68	37.8	S/D	1.8	1.6	26.2	0.1	3.2	18.4	6.1	53.6	68
2013	56	26.7	17.5	3.7	3.5	5.9	4.2	23.5	2.2	24.5	12.6	30.2	56
2014	25.4	46.9	13.4	22.5	6.8	3.6	3.4	3.9	10.3	19.3	10.8	25.9	46.9
2015	24.1	29.2	20.6	13.2	8.9	0.1	4.8	19	3.6	6.2	27.9	54	54
2016	17.8	48.8	17.6	13.9	1.7	3.4	7.7	5.4	0.3	0.1	26	25.8	48.8

Fuente: SENAMHI

Cuadro 03 – Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Tambobamba

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAX
2012	27.5	23.3	24.1	26.5	3	2.2	1.4	0	2	20	27.8	42.4	42.4
2013	18	20	20	22.7	0.4	3.4	2	10	7.3	25.6	27.7	26.8	27.7
2014	21.6	30	25.5	5.6	10	0	2	1.3	6.2	8.6	17	27.5	30
2015	29	19.6	34.6	22.4	2.6	1.3	3.4	11.4	11	16.8	20	23.7	34.6
2016	19	S/D	19.7	17.6	2	2.4	4	3.6	10	26	17.5	S/D	26

Fuente: SENAMHI

Cuadro 04 – Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Curpahuasi

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAX
2012	20.1	20.8	37.4	11.3	10	2.4	1.6	3.7	15.4	15.4	11.3	30.1	37.4
2013	10.8	20.1	20.8	6.5	6.9	4.2	1	17.2	1.8	15.2	12.6	23.5	23.5
2014	32.5	22.2	17.4	6.8	6.4	0	3.5	1.2	3.7	20.1	22.3	11.5	32.5
2015	26.2	19.2	27.6	4.8	0	5.2	S/D	6.4	4.8	14.2	18.6	9.6	27.6
2016	13.2	32.8	15.6	12.4	8.4	3.4	2.8	1.2	6.8	S/D	S/D	S/D	32.8

Fuente: SENAMHI

En las Figuras 03 al 05 se muestra el Histograma de Precipitaciones Máximas en 24 horas, anuales, de las estaciones mencionadas.



Fuente. Expediente técnico

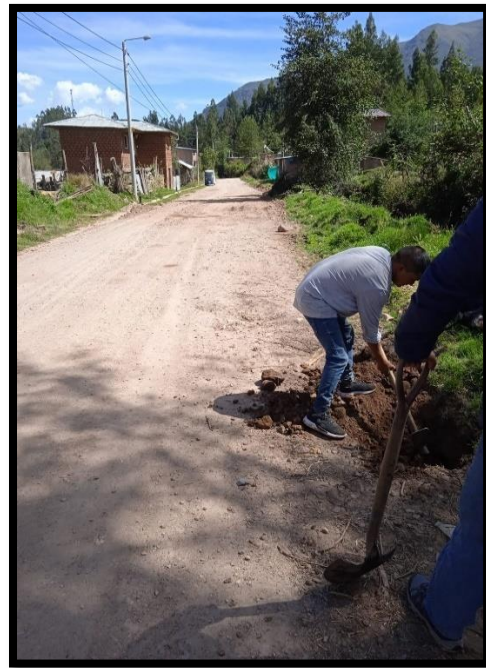
Panel fotográfico



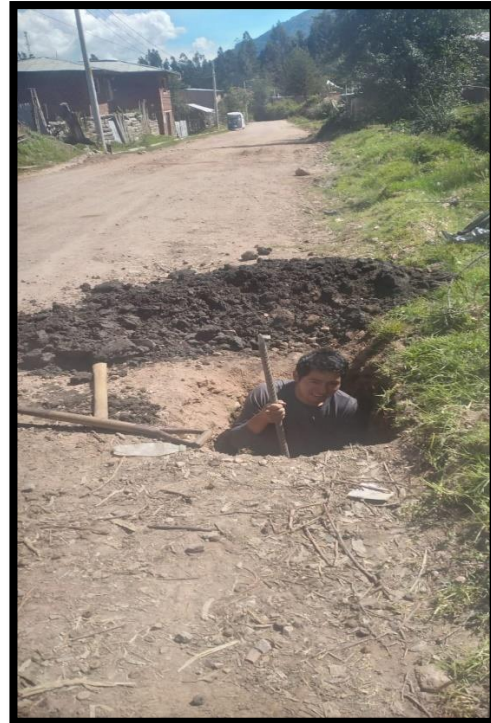
Los BMs están bien detalladas, visibles y monumentadas estratégicamente para que la lectura con el equipo estación total sea más favorable durante el levantamiento topográfico, sus coordenadas BM-1 este: 642377.811, norte: 8504589.251 y BM-2 este: 642339.991, norte: 8504601.43.



Ubicación de la calicata 01 que se encuentra en la progresiva 0.05



Excavación de la calicata C-01 y se va notando tipo de suelo que se encuentra.



En esta figura se visualiza la profundidad de la calicata de 1.40 m ya el suelo se encuentra con porcentaje de humedad moderada.



En esta figura se visualiza a una profundidad de 1.60 m el suelo encuentra saturado.



En esta figura de visualiza la extracción de la muestra de suelo 20 kg para su estudio mecánica de suelos.



En esta figura se visualiza la ubicación de la calicata C-02 en la progresiva 0+500.



En esta figura se visualiza la excavación de la calicata C-02.



En la figura se visualiza la afloración del agua subterránea en una profundidad de 1.30 m



En esta figura se visualiza la extracción de la muestra de suelo 20 kg C-02.



En la figura se visualiza la extracción de la muestra y en el envío al laboratorio mecánica de suelos donde se detallarán los estudios.

Puntos del levantamiento topográfico de la Av unión.

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	8504589.25	642377.811	3183.928	BM-1
2	8504601.43	642339.991	3180.611	BM-2
3	8504495.77	642453.662	3183.85	EST-2
4	8504612.8	642325.676	3180.339	VIV. ADOBE
5	8504600.53	642325.591	3179.969	POSTE M
6	8504603.09	642322.343	3179.837	VEREDA
7	8504611.78	642326.642	3180.375	VEREDA
8	8504602.17	642321.588	3179.878	VIV. ADOBE
9	8504604.28	642315.776	3179.174	VIV.MAT.NOBLE
10	8504612.86	642322.604	3179.564	VIV. ADOBE
11	8504607.14	642325.435	3179.845	BZ
12	8504613.22	642320.443	3178.963	CARRETERA
13	8504603.75	642322.12	3179.977	PISTA
14	8504606.63	642325.925	3180.178	PISTA
15	8504611.19	642326.801	3180.227	PISTA
16	8504611.18	642326.754	3180.225	PISTA
17	8504618.12	642309.885	3178.935	VIV. ADOBE
18	8504617.75	642309.813	3178.493	CARRETERA
19	8504618.09	642308.745	3178.477	CARRETERA
20	8504605.54	642314.808	3178.89	CARRETERA
21	8504605.7	642314.288	3178.855	CARRETERA
22	8504606.73	642313.201	3179.248	POSTE M
23	8504608.04	642310.139	3179.06	POSTE
24	8504607.05	642309.223	3178.89	VIV.MAT.NOBLE
25	8504607.91	642307.917	3178.784	CARRETERA
26	8504608.82	642306.626	3178.579	CARRETERA
27	8504608.63	642304.665	3178.324	VIV.MAT.NOBLE
28	8504611.03	642301.632	3178.037	CARRETERA
29	8504610.83	642300.426	3177.933	CARRETERA
30	8504611.76	642297.122	3177.661	VIV.MAT.NOBLE
31	8504612.69	642297.496	3177.588	CARRETERA
32	8504612.69	642297.161	3177.627	CARRETERA
33	8504614.35	642290.47	3177.29	VIV. ADOBE
34	8504618.15	642284.143	3176.289	CARRETERA
35	8504618.17	642284.37	3176.035	CARRETERA
36	8504618.66	642283.079	3176.071	CARRETERA
37	8504617.95	642282.876	3176.134	CARRETERA
38	8504619.27	642282.618	3176.18	POSTE
39	8504622.62	642298.571	3177.085	CARRETERA
40	8504622.87	642298.562	3177.456	CARRETERA
41	8504627.7	642285.261	3176.235	CARRETERA

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
42	8504627.35	642286.102	3176.272	CARRETERA
43	8504628.63	642285.138	3176.489	VIV. ADOBE
44	8504631.91	642276.801	3175.761	VIV. ADOBE
45	8504634.51	642270.03	3175.056	CARRETERA
46	8504634.7	642269.807	3175.377	CARRETERA
47	8504620.24	642276.659	3175.879	VIV. ADOBE
48	8504623.54	642268.804	3175.378	VIV. ADOBE
49	8504624.59	642267.329	3175.204	CARRETERA
50	8504625.29	642267.624	3174.846	CARRETERA
51	8504625.4	642265.516	3175.047	CARRETERA
52	8504626.77	642262.829	3174.512	CARRETERA
53	8504626.16	642262.129	3174.753	VIV.MAT.NOBLE
54	8504629.68	642257.513	3174.494	POSTE M
55	8504630.13	642256.077	3174.389	POSTE M
56	8504628.83	642255.589	3174.11	VIV.MAT.NOBLE
57	8504632.65	642263.281	3174.884	BZ
58	8504636.45	642266.661	3175.136	VIV. ADOBE
59	8504636.26	642265.626	3175.067	CARRETERA
60	8504636.58	642264.863	3174.971	CARRETERA
61	8504638.22	642262.525	3175.06	VIV. ADOBE
62	8504640.6	642256.53	3174.206	VIV. ADOBE
63	8504642.45	642251.075	3173.685	CARRETERA
64	8504644	642248.679	3173.695	VIV. ADOBE
65	8504644.83	642244.78	3173.401	CARRETERA
66	8504644.73	642245.04	3173.423	CARRETERA
67	8504645.7	642243.052	3173.229	CARRETERA
68	8504631.03	642248.539	3173.512	VIV. ADOBE
69	8504632.74	642248.719	3173.593	CARRETERA
70	8504632.21	642248.211	3173.636	CARRETERA
71	8504632.15	642248.169	3173.627	CARRETERA
72	8504635.06	642242.667	3173.509	CARRETERA
73	8504639.63	642232.363	3172.741	CARRETERA
74	8504643.55	642222.945	3172.208	POSTE
75	8504650.85	642230.98	3172.19	CARRETERA
76	8504655.39	642219.997	3171.48	CARRETERA
77	8504659.91	642208.712	3170.534	CARRETERA
78	8504647.59	642212.052	3170.769	CARRETERA
79	8504652.52	642199.979	3170.216	CARRETERA
80	8504652.35	642200.946	3170.143	CARRETERA
81	8504655.41	642194.179	3169.72	POSTE
82	8504658.2	642182.228	3168.923	BM-6
83	8504664.76	642186.298	3168.756	BZ
84	8504664.45	642197.499	3169.34	CARRETERA

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
85	8504669.1	642186.568	3168.764	CARRETERA
86	8504669.87	642184.282	3168.556	CARRETERA
87	8504670.05	642183.782	3168.549	CARRETERA
88	8504670.45	642183.679	3168.581	VIV. ADOBE
89	8504673.88	642174.931	3167.521	CARRETERA
90	8504674.03	642175.262	3167.648	VIV. ADOBE
91	8504675.51	642170.021	3166.965	CARRETERA
92	8504677.69	642167.307	3167.052	CARRETERA
93	8504677.68	642167.292	3167.048	VIV.MAT.NOBLE
94	8504679.84	642161.3	3166.45	CARRETERA
95	8504680.01	642160.461	3166.38	CARRETERA
96	8504680.81	642159.829	3166.378	VIV.MAT.NOBLE
97	8504684.02	642152.024	3165.569	VIV. ADOBE
98	8504684.09	642151.956	3165.585	CERCO ESCUELA
99	8504660.38	642181.431	3168.479	CARRETERA
100	8504661.72	642177.667	3168.126	CARRETERA
101	8504661.74	642177.64	3168.124	CARRETERA
102	8504665.24	642170.08	3167.365	POSTE
103	8504663.59	642169.127	3166.73	VIV. ADOBE
104	8504663.59	642170.356	3166.308	VIV. ADOBE
105	8504663.32	642170.565	3166.331	CANAL
106	8504666.23	642162.884	3166.065	VIV. ADOBE
107	8504668.48	642158.728	3165.854	VIV. ADOBE
108	8504666.2	642167.894	3166.117	CANAL
109	8504671.8	642150.339	3165.507	VIV. ADOBE
110	8504673.14	642149.966	3165.035	CARRETERA
111	8504673.35	642149.502	3165.302	CARRETERA
112	8504673.34	642149.529	3165.304	CARRETERA
113	8504673.58	642148.479	3165.25	CARRETERA
114	8504672.73	642148.279	3165.2	CARRETERA
115	8504672.8	642147.491	3164.974	VIV. ADOBE
116	8504674.58	642146.976	3165.008	POSTE
117	8504675.8	642140.248	3164.306	VIV. ADOBE
118	8504688.51	642139.779	3164.578	CARRETERA
119	8504687.41	642143.004	3164.307	CARRETERA
120	8504689.57	642137.379	3163.68	CARRETERA
121	8504679.78	642134.163	3164.286	CARRETERA
122	8504679.1	642132.883	3163.944	VIV. ADOBE
123	8504697.59	642120.297	3163.366	VEREDA
124	8504681.29	642129.851	3164.241	CARRETERA
125	8504681.85	642129.312	3164.102	CARRETERA
126	8504698.03	642119.295	3163.363	CERCO ESCUELA
127	8504684.73	642122.501	3163.866	POSTE M

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
128	8504683.85	642123.612	3163.885	CARRETERA
129	8504710.43	642088.34	3159.552	CARRETERA
130	8504686.83	642117.64	3162.831	CARRETERA
131	8504712.1	642084.604	3159.535	CARRETERA
132	8504686.9	642114.987	3163.37	VIV. ADOBE
133	8504712.74	642084.652	3159.584	VIV. ADOBE
134	8504687.96	642117.719	3161.801	CANAL
135	8504715.87	642077.316	3159.085	VEREDA
136	8504689.8	642110.127	3162.676	CARRETERA
137	8504689.97	642109.864	3162.726	CARRETERA
138	8504689.96	642107.661	3162.608	VIV. ADOBE
139	8504692.44	642105.154	3161.356	CARRETERA
140	8504692.6	642104.116	3162.112	CARRETERA
141	8504693.71	642101.669	3161.212	CANAL
142	8504695.23	642098.439	3161.907	POSTE
143	8504703.24	642080.435	3159.19	POSTE
144	8504703.83	642078.647	3158.337	CARRETERA
145	8504703.14	642077.548	3158.146	VIV. ADOBE
146	8504706.38	642070.276	3157.848	VIV. ADOBE
147	8504707.77	642069.175	3157.577	CARRETERA
148	8504706.11	642073.157	3157.794	CARRETERA
149	8504707.36	642068.012	3157.187	VIV. ADOBE
150	8504710.16	642062.601	3156.934	CARRETERA
151	8504710.22	642061.004	3156.716	VIV. ADOBE
152	8504712.64	642058.911	3157.214	POSTE M
153	8504714.87	642053.501	3155.956	CARRETERA
154	8504699.72	642083.568	3160.148	BM-7
155	8504704.47	642090.399	3160.353	BZ
156	8504717.22	642073.826	3158.076	VIV. ADOBE
157	8504722.26	642062.031	3157.366	VIV. ADOBE
158	8504726.42	642025.86	3153.625	CARRETERA
159	8504722.27	642061.105	3157.138	CARRETERA
160	8504722.64	642060.211	3157.065	CARRETERA
161	8504727.87	642023.239	3153.961	POSTE
162	8504726.63	642023.658	3154.022	CARRETERA
163	8504738.11	642024.609	3154.401	CARRETERA
164	8504726.75	642023.227	3154.081	VIV. ADOBE
165	8504745.74	642006.316	3152.403	CARRETERA
166	8504750.46	641993.757	3150.964	CARRETERA
167	8504730.95	642016.743	3153.209	POSTE MADERA
168	8504750.52	641993.827	3151	CARRETERA
169	8504730.29	642015.979	3153.106	VIV. ADOBE
170	8504756.1	641981.788	3150.832	CARRETERA

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
171	8504733.41	642008.531	3152.607	VIV. ADOBE
172	8504756.57	641981.298	3150.899	VIV. ADOBE
173	8504734.11	642008.223	3152.389	CARRETERA
174	8504734.51	642007.054	3152.257	CARRETERA
175	8504736.13	642001.665	3152.147	VIV. ADOBE
176	8504739.04	641995.259	3151.7	VIV. ADOBE
177	8504742.25	641989.822	3151.742	POSTE M
178	8504743.2	641987.321	3150.391	CARRETERA
179	8504745.46	641978.317	3150.562	VIV.MAT.NOBLE
180	8504747.52	641973.154	3149.92	VIV.MAT.NOBLE
181	8504755.07	641955.92	3148.635	EST-5
182	8504844.99	641765.045	3133.033	BM-8
183	8504652.57	642192.733	3170.02	VIV. MADERA
184	8504655.46	642190.312	3169.312	AV
185	8504650.04	642190.021	3169.564	POSTE
186	8504652.05	642182.172	3169.265	AV
187	8504657.74	642178.676	3168.576	AV
188	8504659.13	642174.643	3166.557	CANAL
189	8504657.91	642174.193	3166.971	VIV. ADOBE
190	8504645.8	642185.651	3168.584	ALCANTARILLA
191	8504644.11	642185.514	3168.182	ALCANTARILLA
192	8504645.12	642185.364	3167.473	CANAL
193	8504643.52	642188.67	3168.37	ALCANTARILLA
194	8504642.32	642189.148	3167.653	CANAL
195	8504635.07	642189.531	3167.981	AV
196	8504636.31	642184.911	3168.045	AV
197	8504613.94	642186.489	3167.405	POSTE
198	8504703.94	642110.462	3163.137	POSTE
199	8504707.29	642115.31	3163.332	CERCO ESCUELA
200	8504716.3	642110.821	3163.127	CERCO ESCUELA
201	8504716.2	642106.904	3163.08	AV
202	8504726.76	642101.397	3162.861	AV
203	8504728.66	642104.48	3162.855	CERCO ESCUELA
204	8504702.18	642084.98	3160.02	AV
205	8504695.04	642089.589	3160.694	POSTE
206	8504693.31	642088.961	3159.66	ALCANTARILLA
207	8504692.63	642088.822	3158.736	CANAL
208	8504691.49	642088.153	3159.655	ALCANTARILLA
209	8504691.5	642080.501	3159.488	ALCANTARILLA
210	8504689.3	642079.142	3159.274	ALCANTARILLA
211	8504690.2	642078.814	3158.275	CANAL
212	8504674.99	642081.561	3158.369	VIV.MAT.NOBLE
213	8504678.74	642075.697	3158.477	AV

ENSAYOS DE LABORATORIO MECANICA DE SUELOS



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA: C-1

PROF. : 3.00m

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA : MAYO DEL 2022

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.74	13.98	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	48.93	52.22	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	43.62	46.29	
Peso del Agua gr.	5.31	5.93	
Peso de Suelo Seca gr.	29.88	32.31	
Porcentaje de Humedad %	17.77	18.35	18.06

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 18.06



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA A 1,5 m

PROYECTO:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA C-1

PROF. : 3.00m

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA : MAYO DEL 2022

Densidad Natural	=	1.57 gr/cm ³
Cohesion	=	0.13 Kg/cm ²
Angulo de fricción	=	11.73 °
% Pasa N° 200	=	27.02 %

DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA

DENSIDAD NATURAL γ_{nat} (Kg/cm³) = 0.0016

Para Df = 1.50 m
B = 1.00 m
L = 1.50 m

PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA
SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE:
LA ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Nc = 9.15
Nq = 2.90
Ng = 1.62

FACTORES DE PROFUNDIDAD

dc = 1.60
dq = 1.40
dg = 1.00

FACTORES DE FORMA

Sc = 1.21
Sq = 1.14
Sg = 0.73

TENSIÓN VERTICAL = $q = q_0$

$q = 0.235$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (q_u)

$q_u = 3.491$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA NETO (q_{neto})

$q_{neto} = 3.255$ Kg./Cm²

FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3= 0.33

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

$q_{adm} = 1.09$ Kg./Cm²



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Gerardo Parfian Quispirupa
CIP 78018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA A 1,5 m

PROYECTO:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA : C-1

PROF. : 3.00m

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHU

FECHA : MAYO DEL 2022

Densidad Natural	=	1.57 gr/cm ³
Cohesion	=	0.13 Kg/cm ²
Angulo de fricción	=	11.73 °
% Pasa Nº 200	=	27.02 %

DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA

DENSIDAD NATURAL γ_{nat} (Kg/cm³) = 0.0016

Para Df = 1.50 m
B = 1.50 m
L = 1.50 m

PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA
SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE:
LA ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Nc = 9.15
Nq = 2.90
Ng = 1.62

FACTORES DE PROFUNDIDAD

dc = 1.40
dq = 1.26
dg = 1.00

FACTORES DE FORMA

Sc = 1.32
Sq = 1.21
Sg = 0.60

TENSIÓN VERTICAL = $q = q_0$

$q = 0.235$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (q_u)

$q_u = 3.356$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA NETO (q_{neto})

$q_{neto} = 3.121$ Kg./Cm²

FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3= 0.33

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

$q_{adm} = 1.04$ Kg./Cm²



INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Barja-Quispitupa
CIP. 76016
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA A 2 m

PROYECTO:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA C-1

PROF. : 3.00m

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHU

FECHA : MAYO DEL 2022

Densidad Natural	=	1.57 gr/cm ³
Cohesion	=	0.13 Kg/cm ²
Angulo de fricción	=	11.73 °
% Pasa N° 200	=	27.02 %

DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA

DENSIDAD NATURAL γ_{nat} (Kg/cm³) = 0.0016

Para Df = 2.00 m
B = 1.50 m
L = 1.50 m

PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA

SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE:

LA ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Nc = 9.15

Nq = 2.90

Ng = 1.62

FACTORES DE PROFUNDIDAD

dc = 1.53

dq = 1.35

dg = 1.00

FACTORES DE FORMA

Sc = 1.32

Sq = 1.21

Sg = 0.60

TENSIÓN VERTICAL = $q = q_0$

$q = 0.314$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (q_u)

$q_u = 4.010$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA NETO (q_{neto})

$q_{neto} = 3.696$ Kg./Cm²

FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3= 0.33

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

$q_{adm} = 1.23$ Kg./Cm²





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA A 2,5 m

PROYECTO:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA : C-1

PROF. : 3.00m

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA : MAYO DEL 2022

Densidad Natural	=	1.57 gr/cm ³
Cohesion	=	0.13 Kg/cm ²
Angulo de fricción	=	11.73 °
% Pasa N° 200	=	27.02 %

DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA

DENSIDAD NATURAL γ_{nat} (Kg/cm³) = 0.0016

Para	Df =	2.50	m
	B =	1.50	m
	L =	1.50	m

PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE:
 LA ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Nc = 9.15
 Nq = 2.90
 Ng = 1.62

FACTORES DE PROFUNDIDAD

dc = 1.67
 dq = 1.44
 dg = 1.00

FACTORES DE FORMA

Sc = 1.32
 Sq = 1.21
 Sg = 0.60

TENSIÓN VERTICAL = $q = q_0$

$q = 0.392$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (q_u)

$q_u = 4.711$ Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA NETO (q_{neto})

$q_{neto} = 4.319$ Kg./Cm²

FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3= 0.33

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

$q_{adm} = 1.44$ Kg./Cm²



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Gerardo Barjaun Quispillupa
 CIP. 78018
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CALCULO DE ASENTAMIENTO

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGI EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA C-1

PROF. : 3.00m

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA : MAYO DEL 2022

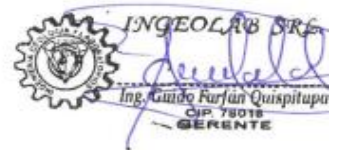
DATOS:

COEFICIENTE DE POISSON (μ):	0.3
ANCHO DE CIMIENTACION (B):	150.00 Cm
MODULO DE DEFORMACION EN Ton/m ² :	2000 Ton./m ²
MODULO DE DEFORMACION ELASTICA (Es):	200 Kg./Cm ²
FACTOR DE INFLUENCIA (α):	0.946
CARGA ADMISIBLE (Qadm):	1.04 Kg./Cm ²

$$S = 0.848 * q_{adm} * B * \frac{(1 - \mu^2)}{Es} * \alpha$$

Densidad de Campo	=	1.57 Gr/cm ³ .
Angulo de fricción	=	11.73 °
Capacidad de carga	=	1.04 Kg/cm ²

$$\Delta H = 0.57 \text{ Cm}$$





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA: C-1

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA : MAYO DEL 2022

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	14.52	14.74	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	53.86	55.54	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	50.24	51.24	
Peso del Agua gr.	3.62	4.30	
Peso de Suelo Seca gr.	35.72	36.50	
Porcentaje de Humedad %	10.13	11.78	10.96

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 10.96



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado



ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

TESIS:	"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"
MUESTRA:	C-1
PROF. :	1,50 m
UBICACIÓN:	DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC
SOLICITADO:	BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHÁ
FECHA :	MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO	%	%
		RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	136.00	6.71	93.29
1 1/2"	38.10	92.00	4.54	88.75
1"	25.40	192.00	9.48	79.27
3/4"	19.10	133.00	6.56	72.70
1/2"	12.70	98.00	4.84	67.87
3/8"	9.52	60.00	2.96	64.91
Nº 4	4.76	94.00	4.64	60.27
Nº 10	2.00	117.00	5.77	54.49
Nº 40	0.43	377.00	18.61	35.88
Nº 100	0.14	289.00	14.26	21.62
Nº 200	0.07	31.00	1.53	20.09
CAZUELA		407	20.09	0.00
TOTAL :		2,026	100	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO. MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200		GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retenido en la malla Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
SUELO DE GRANO GRUESO. MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa malla Nº 4	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retenido en la malla Nº 4	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
			GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo
			GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
			SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS (LL-UL)	ARCILLAS (CL-OL)	SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo
			SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla
			ML	Limo inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos
			CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas,
			OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad
Altamente Orgánico	LIMOS Y ARCILLAS (LL-UL)	ARCILLAS (CL-OL)	MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos
			CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
			OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad
			PI	Turba y otros suelos altamente orgánicos

DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	60.27
PASA Nº 10	54.49
PASA Nº 40	35.88
PASA Nº 200	20.09
RETIENE Nº 4	39.73
D10	0.037
D30	0.50
D60	4.63
Cu	125.76
Cc	1.474
LL	NP
LP	NP
IP	NP
CLASIFICACION	
ASSTHO	A-1-b
SUCS	SM

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA: C-1

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

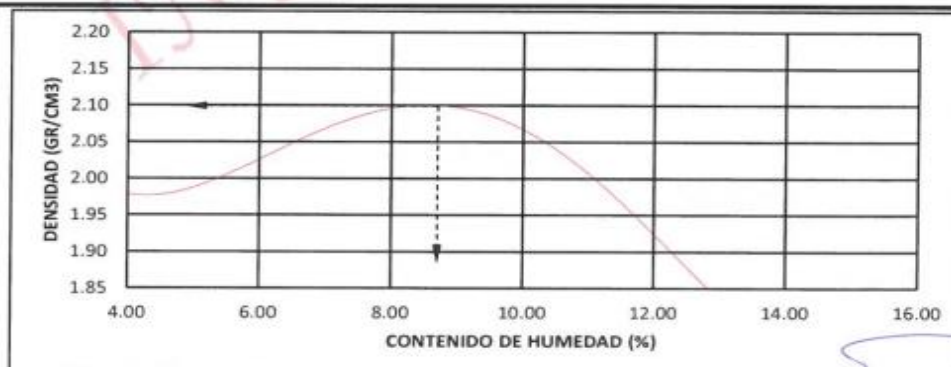
FECHA : MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) : **2,910.00** Golpes por capa: **56.00**
 Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : **2105**

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7173.00	7375.00	7650.00	7410.00	7125.00					
Peso del Molde (gr)	2841.00	2841.00	2841.00	2841.00	2841.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4332.00	4534.00	4809.00	4569.00	4284.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	2.06	2.15	2.28	2.17	2.04					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.42	13.60	13.60	13.69	13.67	14.70	14.36	13.46	23.45	24.14
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	50.08	49.59	56.04	57.52	48.79	52.50	56.17	50.80	72.44	74.36
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	48.87	48.08	53.88	57.74	45.79	49.19	51.71	46.90	66.54	68.44
Peso Suelo Humedo (gr)	1.21	1.51	2.16	-0.22	3.00	3.31	4.46	3.90	5.90	5.92
Peso Suelo Seco (gr)	35.45	34.48	40.28	44.05	32.12	34.49	37.35	33.44	43.09	44.30
Contenido de Humedad (w)	3.41	4.38	5.36	-0.50	9.34	9.60	11.94	11.66	13.69	13.36
Contenido de Humedad real	3.90	2.43	9.47	11.80	13.53					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.98	2.10	2.09	1.94	1.79					

HUMEDAD OPTIMA (%) = **9.47**

DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = **2.09**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Furjan Quisquilupa
 CIP 78019
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA:

C-1

PROF.:

1,50 m

UBICACIÓN:

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANCAHUAYLAS,

REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. JOSÉ CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA:

MAYO DEL 2022

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.09	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	9.47%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	10.96%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8.875	8.740	8.486
Peso del Molde (gr)	4.066	4.076	4.043
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4.809	4.662	4.443
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.27	2.20	2.09
Densidad Seca (gr/cm3)	2.08	2.02	1.95

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.37	13.36	13.64	13.90	13.52	13.45
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	46.06	52.13	55.18	53.58	51.68	53.38
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	43.43	48.84	51.94	50.43	49.12	50.48
Peso del Agua (gr)	2.63	3.29	3.24	3.15	2.56	2.90
Peso del Suelo Seco (gr)	30.06	35.48	38.30	36.53	35.60	37.03
Contenido de Humedad	8.7%	9.3%	8.5%	8.6%	7.2%	7.8%
Contenido de Humedad Promedio	9.0%		8.5%		7.5%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,913	8,809	8,638
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,875	8,740	8,486
Porcentaje de Absorción	0.79%	1.48%	3.42%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	11.00	0.011	0.24%	15.00	0.015	0.33%	18.00	0.018	0.39%
15/06/2021	16.00	48 horas	16.00	0.016	0.35%	18.00	0.018	0.39%	21.00	0.021	0.46%
16/06/2021	16.00	72 horas	18.00	0.018	0.39%	20.00	0.020	0.43%	22.00	0.022	0.48%
17/06/2021	16.00	96 horas	21.00	0.021	0.46%	24.00	0.024	0.52%	25.00	0.026	0.56%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	62	62	21	30	31	10	24	24	8
1.0 min	1.27	0.050	197	199	66	229	232	77	163	165	55
1.5 min	1.91	0.075	505	510	170	672	680	227	579	585	195
2.0 min	2.54	0.100	1569	1587	529	1211	1224	408	751	759	253
4.0 min	5.08	0.200	3282	3320	1107	2930	2964	988	2639	2669	890
6.0 min	7.62	0.300	4827	4882	1627	4293	4342	1447	3694	3736	1245
8.0 min	10.16	0.400	5935	6003	2001	5504	5568	1856	4939	4996	1665
10.0 min	12.70	0.500	5935	6003	2001	5504	5568	1856	4939	4996	1665





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

GRAFICOS CBR

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA:

C-1

PROF. :

1,50 m

UBICACIÓN:

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

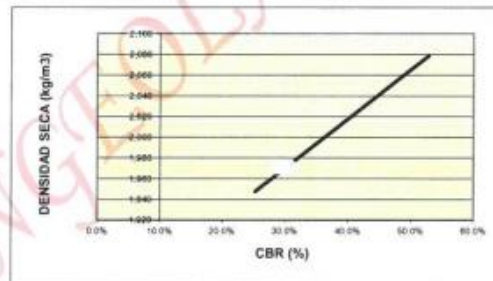
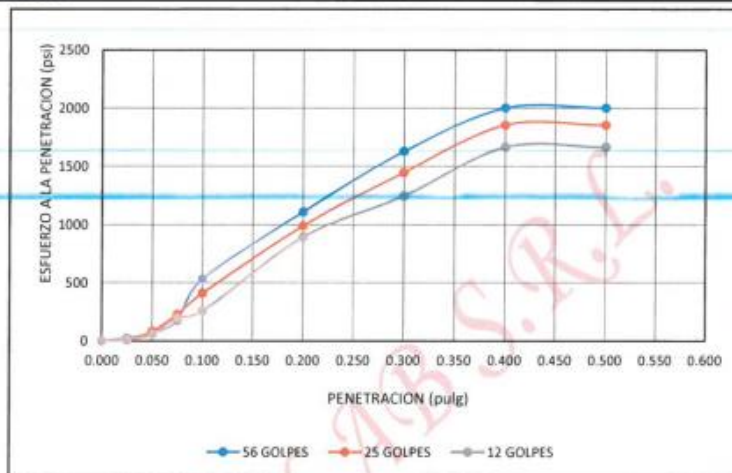
REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SIXA

FECHA :

MAYO DEL 2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	2.09	CBR AL 95% DE MDS =	30.9%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	9.47%	CBR AL 100% DE MDS =	52.9%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.46%	0.79%
25 GOLPES	0.52%	1.48%
12 GOLPES	0.56%	3.42%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.72
OBSERVACION:	CONFORME

V°B°

LABORATORISTA:

INGEOLAB S.R.L.

 Ing. Guido Farfán Quispitupa
 CIP-78018
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA: C-2

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA : MAYO DEL 2022

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	14.52	14.74	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	53.86	55.54	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	50.24	51.24	
Peso del Agua gr.	3.62	4.30	
Peso de Suelo Seca gr.	35.72	36.50	
Porcentaje de Humedad %	10.13	11.78	10.96

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 10.96



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107- 2000

TESIS:
 "PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA: C-2
PROF. : 1,50 m
UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
 REGION APURIMAC
SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA
FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO RETENIDO (gr)	%	%	
			RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
(Pulg.) (mm.)				
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	261.00	13.51	86.49
1"	25.40	52.00	2.69	83.80
3/4"	19.10	52.00	2.69	81.11
1/2"	12.70	54.00	2.80	78.31
3/8"	9.52	51.00	2.64	75.67
Nº 4	4.76	78.00	4.04	71.64
Nº 10	2.00	102.00	5.28	66.36
Nº 40	0.43	356.00	18.43	47.93
Nº 100	0.14	361.00	18.69	29.24
Nº 200	0.07	43.00	2.23	27.02
CAZUELA		522	27.02	0.00
TOTAL :		1,932	100	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION			
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS			PASA Nº 4	71.64		
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SIELO GRAVOSO, MAS DEL 50% retenido sobre Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	PASA Nº10	66.36	
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos.	PASA Nº40	47.93	
		GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº200	27.02	
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	RETIENE Nº4	28.36	
	ARENA Y SUELO ARENOSO, MAS DEL 50% sobre malla Nº 4	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D10	0.027	
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D30	0.16	
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo.	D60	1.46	
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	Cu	53.20	
		LIMO Y ARCILLAS (IL-LP)	ML	Limo inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	Cc	0.661
			CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas.	LL	NP
OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad		LP	NP		
MH	Limos inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos		IP	NP		
LIMO Y ARCILLAS (IH-CH)	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.	CLASIFICACION			
	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	ASSTHO	A-2-4		
Altamente Orgánico	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	SUCS	SM		

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

Ing. Guido Farfan Quispitupa
 CIP 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA: C-2

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: DISTRITO Y PROVINCIA DE ANBAHUYAYAS,
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHÁ

FECHA : MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) : **2,910.00** Golpes por capa: **56.00**
Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : 2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7002.00	7244.00	7509.00	7286.00	7045.00					
Peso del Molde (gr)	2841.00	2841.00	2841.00	2841.00	2841.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4161.00	4403.00	4668.00	4445.00	4204.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.98	2.09	2.22	2.11	2.00					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.38	13.36	13.64	13.90	13.67	14.70	14.52	14.75	23.55	24.01
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	46.94	48.84	54.70	56.32	46.79	50.50	57.51	58.86	72.41	74.22
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	45.61	47.46	52.23	54.15	43.79	47.19	52.21	53.72	65.53	67.22
Peso Suelo Humedo (gr)	1.33	1.38	2.47	2.17	3.00	3.31	5.30	5.14	6.88	7.00
Peso Suelo Seco (gr)	32.23	34.10	38.59	40.25	30.12	32.49	37.69	38.97	41.98	43.21
Contenido de Humedad (w)	4.13	4.05	6.40	5.39	9.96	10.19	14.06	13.19	16.39	16.20
Contenido de Humedad real	4.09	5.90	10.07	13.63	16.29					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.90	1.98	2.01	1.86	1.72					

HUMEDAD OPTIMA (%) = **10.07**
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = **2.01**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA:

C-2

PROF. :

1.50 m

UBICACIÓN:

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
 REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. JOSÉ CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICHA

FECHA :

MAYO DEL 2022

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.01	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	10.07%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	10.96%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Altura	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Diámetro	11.70	11.70	11.70
Volumen	15.20	15.20	15.20
	2123.10	2123.10	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde (gr)	8,628	8,457	8,224
Peso de la Muestra Compacta (gr)	3,960	3,951	3,952
Densidad Humeda (gr/cm3)	4,668	4,506	4,272
Densidad Seca (gr/cm3)	2.20	2.12	2.01
	2.02	1.95	1.85

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.42	13.60	13.60	13.68	13.67	14.70
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	47.68	52.14	54.10	49.01	53.20	54.23
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	44.82	49.03	50.74	46.18	49.90	51.04
Peso del Agua (gr)	2.86	3.11	3.36	2.83	3.30	3.19
Peso del Suelo Seco (gr)	31.40	35.43	37.14	32.50	36.23	36.34
Contenido de Humedad	9.1%	8.8%	9.0%	8.7%	9.1%	8.8%
Contenido de Humedad Promedio	8.9%		8.9%		8.9%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,687	8,578	8,716
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,628	8,457	8,224
Porcentaje de Absorción	1.26%	2.69%	11.52%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANS.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	25.00	0.025	0.54%	30.00	0.030	0.65%	35.00	0.035	0.76%
15/06/2021	16.00	48 horas	29.00	0.029	0.63%	35.00	0.035	0.76%	37.00	0.037	0.80%
16/06/2021	16.00	72 horas	30.00	0.030	0.65%	36.00	0.036	0.78%	38.00	0.038	0.82%
17/06/2021	16.00	96 horas	31.00	0.031	0.67%	38.00	0.038	0.82%	40.00	0.040	0.87%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
TIEMPO	AREA PISTON		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	(mm)	Pulg. Cuadradas	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	154	156	52	79	79	26	34	34	11
1.0 min	1.27	0.050	565	572	191	344	348	116	124	125	42
1.5 min	1.91	0.075	1229	1243	414	785	793	264	573	580	193
2.0 min	2.54	0.100	1841	1862	621	1432	1448	483	1075	1087	362
4.0 min	5.08	0.200	2943	2976	992	2534	2563	854	1976	1999	666
6.0 min	7.62	0.300	3487	3527	1176	3055	3090	1030	2363	2390	797
8.0 min	10.16	0.400	4137	4184	1395	3788	3831	1277	2707	2738	913
10.0 min	12.70	0.500	4137	4184	1395	3788	3831	1277	2707	2738	913



INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Farfan Quisipitupa
 CIP 78016
 CERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

GRAFICOS CBR

TESIS:

"PROPUESTA DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA MEJORAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. UNION ANCO-HUALLO, CHINCHEROS-APURIMAC"

MUESTRA:

C-2

PROF. :

1.50 m

UBICACIÓN:

DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,

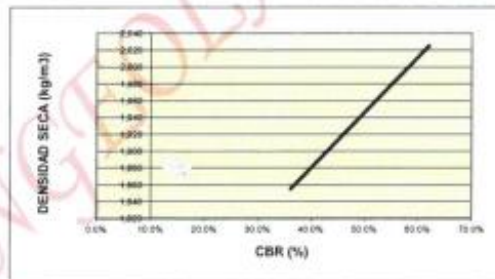
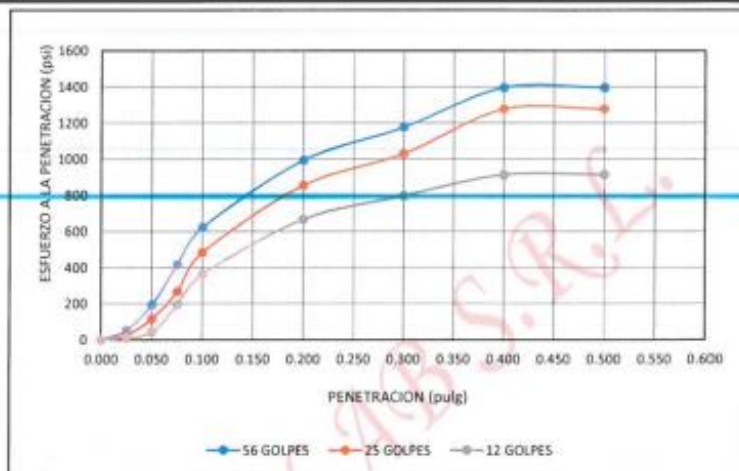
REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. JOSE CEBRIAN PATRICIO, BACH. CRISTIAN RONAL GARCIA SICA

FECHA :

MAYO DEL 2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	2.01	CBR AL 95% DE MDS =	45.8%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	10.07%	CBR AL 100% DE MDS =	62.1%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.67%	1.26%
25 GOLPES	0.82%	2.69%
12 GOLPES	0.87%	11.52%


VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.94
OBSERVACION:	CONFORME

V"B°

LABORATORISTA:


INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Celso Parlan Quispepasi
 CIP: 76019
 CEBRENTE

PERFIL ESTATIGRAFICO DEL SUELO				CALICATA
PROYECTO : OBTENER EL TITULO PROFESIONAL				C - 01
ESTUDIO : TESIS				
UBICACIÓN : AV. UNION, ANCO HUALLO , CHINCHEROS -APURIMAC				
ELABORADO POR: RONALD CRISTIAN GARCIA SICHA Y JOSE CEBRIAN PATRICIO				
PROFUNDIDAD : 1.50 M		FECHA : 02 de julio del 2022		
TEMA: Propuesta del Sistema de Drenaje Vial para mejorar la Estructura del Pavimento Rígido en la Av. Unión, Anco Huallo – Chincheros -Apurímac, 2022				
PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFIC. SUCS
0.00 0.20			Material afirmado de la via	
			arena arcillosa, combinacion arena y arcilla en pocas cantidades de grava	SC
1.20			arena limosa, combinacion de arena y limo con contenido de humedad moderada	SM
1.50				

PERFIL ESTATIGRAFICO DEL SUELO				CALICATA
PROYECTO : OBTENER EL TUTULO PROFESIONAL				C - 02
ESTUDIO : TESIS				
UBICACIÓN : AV. UNION, ANCO HUALLO , CHINCHEROS -APURIMAC				
ELABORADO POR: RONALD CRISTIAN GARCIA SICHA Y JOSE CEBRIAN PATRICIO				
PROFUNDIDAD : 1.50 M		FECHA : 02 de julio del 2022		
TEMA: Propuesta del Sistema de Drenaje Vial para mejorar la Estructura del Pavimento Rígido en la Av. Unión, Anco Huallo – Chincheros -Apurímac, 2022				
PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFIC. SUCS
0.00 0.20			Material afirmado de la via	
1.10			arena arcillosa, combinacion arena y arcilla en pocas cantidades de grava, contiene a la vez arcillas inorganicas	SC y CH
1.50			arena limosa, combinacion de arena y limo con contenido de humedad moderada	SM