



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas  
pluviales en el Barrio San Sebastián, Cajamarca- 2021.**

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

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

**Barrena Zegarra, Maxmiller Ruperto (orcid.org/0000-0001-7681-8296)**

**Llanos Guarniz, Edwin Ivan (orcid.org/0000-0002-5799-9738)**

**ASESOR:**

**Doctor. Herrera Viloche, Alex Arquímedes (orcid.org/0000-0001-9560-6846)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de infraestructura vial**

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

**Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

A Dios, por darnos la sabiduría para poder cumplir mis metas trazadas, porque sin él estaríamos en el camino incorrecto.

A Nuestros padres por el sostén que me han brindado a lo largo de toda mi formación como profesional, pues son ellos quienes me impulsaron a seguir adelante, nuestro asesor que nos ayudó con la creación de nuestro proyecto y a la vez despejar las dudas que teníamos sobre nuestra investigación.

## AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, que a lo largo de nuestra vida nos han impulsado y motivado en toda nuestra formación académica, quienes nos tuvieron fe en todo momento y lugar de mi destreza en toda mi carrera.

A nuestros docentes, por sus enseñanzas implantadas en nosotros, por su paciencia y valores que siempre nos inculcaron.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 PREGUNTA GENERAL .....	2
1.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS .....	2
1.3 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.5 HIPÓTESIS.....	3
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.6.1 Teórica .....	3
1.6.2 Práctica .....	3
1.6.3 Metodológica.....	3
II MARCO TEÓRICO.....	4
2. BASES TEÓRICAS:.....	7
2.1 Concreto:.....	7
2.2 Concreto permeable.....	8
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	15
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: .....	15
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:.....	15
3.3.1 Concreto Permeable.....	15
3.3.2. Concreto Rígido.....	15
3.3.3 Canal de evacuación .....	16
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA: .....	16
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE DATA, AUTENTICIDAD Y FIABILIDAD:....	16
3.6 AUTENTICIDAD Y FIABILIDAD: .....	17
3.7 ESTUDIO Y PROCESAMIENTO DE LA DATA: .....	17
3.8 CRITERIOS ÉTICOS: .....	17
3.9 MATERIALES Y EQUIPOS:.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
3.8 INVESTIGACIONES DE CAMPO .....	33
2.1        Trabajos de Campo .....	33
3.8 REALIZACIÓN DEL MUESTREO .....	33

3.8 TRABAJOS DE LABORATORIO .....	33
V. DISCUSIÓN .....	44
VI. CONCLUSIONES .....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS .....	49
ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Sección típica de un sistema de concreto permeable.....	08
Figura 02. Diseño de concreto permeable y absorción.....	13
Figura 03. Concreto permeable como capa de rodadura.....	14
Figura 04. Representación gráfica del cauce principal de la cuenca.....	26
Figura 05. Ubicación de calicatas.....	34
Figura 06. Resultados de ensayo CBR.....	34
Figura 07. Carpeta de concreto permeable.....	37
Figura 08. Testigos de concreto permeable.....	41
Figura 09. Probeta de concreto rígido permeable.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Acceso al área de estudio.....	20
Tabla 02. Puntos de replanteo topográfico.....	20
Tabla 03. Datos de la Microcuenca Romero.....	25
Tabla 04. Longitud del cauce principal.....	26
Tabla 05. Parámetros Geomorfológicos de la cuenca.....	27
Tabla 06. Curva Hipsométrica.....	28
Tabla 07. Determinación de la pendiente de la cuenca.....	29
Tabla 08. Medición de precipitaciones.....	32
Tabla 09. Perfil estratigráfico del suelo (Calicata 1-10).....	35
Tabla 10. Perfil estratigráfico del suelo (Calicata 10-20).....	36
Tabla 11. Granulometría.....	38
Tabla 12. Cálculo del módulo de Fineza.....	39
Tabla 13. Peso unitario del agregado.....	39

Tabla 14. Peso unitario compactado del agregado.....	39
Tabla 15. Peso específico del material.....	39
Tabla 16. Diseño de mezclas para concreto permeable.....	40
Tabla 17. Diseño de mezclas final.....	40
Tabla 18. Ensayo a la compresión simple de especímenes de concreto.....	41
Tabla 19. Ensayo a la compresión simple de especímenes de concreto.....	42
Tabla 20. Ensayo a la compresión simple de especímenes de concreto.....	43
Tabla 21. Capacidad de permeabilidad del concreto.....	43

## RESUMEN

Los estudios realizados pretenden dar solución a un problema constante que tiene la ciudad de Cajamarca durante la época de lluvias cuando se encuentra expuesta para lograr el objetivo principal de diseñar una mezcla de concreto permeable para ser utilizada como superficie dura para el drenaje del aguas de lluvia, también es necesario, además del análisis de suelo, realizar un levantamiento topográfico que identifique el sector; para el diseño de pavimentos de la mano con el análisis hidrológico para determinar la precipitación máxima; con el que se diseña el hormigón permeable, por lo que se puede concluir que el hormigón permeable óptimo diseñado en este estudio es 20cm de espesor adicional y 10% de cemento con una resistencia mayor a 340 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de 39.379 cm/s, que podría utilizarse en vías con un índice de tráfico medio y el agua podría reutilizarse para diferentes propósitos.

Palabras clave: Pavimento rígido, concreto permeable, evacuación, aguas pluviales, estudio de suelos.

## ABSTRACT

The research carried out aims to solve the constant problem that the town of Cajamarca has throughout the rainy season, for that is set out to achieve the primary purpose to design a mixture of permeable concrete for use as hard pavement, for the withdrawal of rainwater, to get to it is also necessary; make a topographic survey, identifying the sector of analysis, in addition to a soil analysis to assess the type of lot that is available; For the design of the pavement, hand in hand with a hydrological analysis to establish the maximum precipitation; with which the permeable concrete will be designed, it is deduced that the optimal permeable concrete designed in the present inquiry is of 90% of coarse aggregate and 10% of cement, with a resistance superior to 340 kg/cm<sup>2</sup> and a coefficient of permeability of 39.379 cm/s, which could be used in roads with medium traffic rate, and the water could be reused for various purposes.

Keywords: rigid pavement, permeable concrete, drainage, stormwater, soil study.

## I. INTRODUCCIÓN

En el departamento de Cajamarca se considera invierno el último y el primer mes del año cuando llueve, lo que afecta a muchos puntos de la ciudad por el estancamiento de las lluvias. En los últimos años se han presentado inundaciones que afectan gravemente las viviendas tanto por fuera como por dentro, además de daños en aceras, jardines y sobre todo veredas en el departamento de Cajamarca, sobre todo en la zona de San Sebastián, donde se inundó una concurrida plaza. aquellas lluvias que impiden el paso de vehículos y personas. El problema actual en el departamento de Cajamarca es la falta de drenaje pluvial en muchas zonas de la ciudad, lo que provoca estancamiento de agua, especialmente en el centro de la ciudad durante los meses en que llueve con mayor frecuencia. el agua se estanca, provoca resbalones, lo que es perjudicial para los vehículos porque las llantas no tienen suficiente agarre con el sistema de frenos para causar accidentes además de deformar el pavimento existente; como tarda horas en drenar el agua, causa daños porque aparecen agujeros en diferentes partes del pavimento. Lo cual se solucionó para normalizar el tráfico, pero después de unas semanas el problema continúa.

Gómez (2017), Afirma: “El clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo y se presentan con el fenómeno El Niño en forma cíclica, que es un fenómeno climatológico del norte peruano tropical. Su temperatura media anual es de 15,8 °C. Por la cercanía al Ecuador y por ser una ciudad ubicada en piso térmico bajo, tiene un invierno suave y un verano caluroso y lluvioso en febrero” (p.1).

Para resolver este problema, el pavimento rígido permeable se considera una buena opción para el drenaje de aguas pluviales y la prevención de inundaciones, porque es un nuevo sistema que empapa el agua de lluvia para que el pavimento esté libre de aguas pluviales cuando sea evacuado. drenaje para que pueda ser tratado y utilizado para regar áreas verdes, p. Por tanto, se convierte en un sistema sostenible y ecológico que beneficia al medio ambiente.

Montejo (2002), afirma: El pavimento rígido como: losas que prácticamente permanecen conformadas por una losa de hormigón hidráulico, apoyada sobre el

suelo de cimentación o sobre una capa de material seleccionado, conocida como subcapa de pavimento duro. Gracias a la alta rigidez del hormigón hidráulico, así como al alto coeficiente de elasticidad, la distribución de tensiones se genera en un área bastante grande. (parr.18)

### **1.1 Pregunta general**

¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, en el barrio San Sebastián?

### **1.2 Preguntas específicas**

¿Los puntos topográficos están acorde al terreno de estudio?

¿Las precipitaciones tienen influencia en el diseño de concreto permeable?

¿Las condiciones actuales del terreno son las adecuadas para aplicar el concreto permeable?

¿La mezcla de concreto permeable cumple con la resistencia necesaria para su aplicación en pavimento rígido?

### **1.3 Objetivo general**

Como objetivo principal a proyectarse se tiene: Diseñar un pavimento rígido permeable en el barrio San Sebastián- Cajamarca.

### **1.4 Objetivos específicos**

Elaborar el levantamiento topográfico, de la zona donde se llevará a cabo el proyecto

Realizar un estudio hidrológico, para evaluar la incidencia de precipitaciones.

Realizar un estudio de suelos.

Evaluar la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto permeable.

## **1.5 Hipótesis**

El diseño de concreto permeable cumple con los parámetros establecidos en la norma técnica peruana para su uso como pavimento rígido.

## **1.6 Justificación**

### **1.6.1 Teórica**

El siguiente proyecto se justifica pues tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas que residen en la ciudad de Cajamarca, ya que es una medida necesaria por la presencia de grandes precipitaciones, las cuales están generando daños.

### **1.6.2 Práctica**

Con el diseño de este sistema los habitantes y los conductores que transitan por las vías, podrán hacerlo de manera más segura, sin el riesgo de inundaciones, ya que la capa de rodamiento del pavimento será más seguro cuando se presenten estas precipitaciones, evitando así el deslizamiento, que es peligroso para los automóviles. Por otra parte, contribuiría con el medio ambiente, ya que estas aguas podrían reutilizarse para el regadío de áreas verdes, conservando así la flora existente en la ciudad. El pavimento rígido permeable es usado en distintas partes del mundo y sus resultados son óptimos, generando así el interés de estudiarlo, como un tema novedoso y poder aplicarlo.

### **1.6.3 Metodológica**

Este trabajo aporta una nueva metodología en la construcción de pavimentos rígidos, la que puede servir como insumo para futuras investigaciones que pretendan realizar un trabajo similar a este, además de su aplicación en la zona de estudio, ya que mejora la funcionalidad del pavimento.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes internacionales

Según, Cabezón (2020), sostiene: Investigar la permeabilidad de los revestimientos permeables recomendando y validando un método de ensayo común para cada superficie que permita la gestión del tiempo, la cuantificación de los problemas de colmatación y el mantenimiento prescrito más adecuado para asegurar las prestaciones de este tipo de superficies. sistema a lo largo de su vida. Su metodología es aplicada y su investigación es teórico-empírica. (p.45.)

Su trabajo concluyó que el uso de pavimento duro permeable es la opción más adecuada para el drenaje de aguas pluviales, tiene varias ventajas, evita excavaciones profundas para drenar el agua, reduce el costo económico de la construcción, se elimina la presencia de colectores y se reduce la expansión superficial. Evitando, además, su uso se extendió no solo a zonas residenciales, sino también a zonas densamente pobladas. Además, el uso de hormigón poroso y hormigón asfáltico poroso se utiliza cada vez más debido a la reducción del ruido de la carretera.

Al respecto, Reyes Luis (2019), Sostuvo que: En cuanto a su metodología fue del tipo de enfoque cuantitativo, contó con un diseño investigación experimental. Este trabajo de investigación tuvo como conclusión que los materiales usados para un concreto poroso cumple con las disposiciones según norma, en cuanto a lo que se refiere al desgaste del agregado grueso es de 23,72%, la gravedad específica del cemento asfáltico de 1,007 gr/cm<sup>3</sup>, y la consistencia del cemento asfáltico de 64,50 dentro del rango de (60-70), cumpliendo los materiales con las especificaciones técnicas vigentes. Además de que la mezcla asfáltica tiene una mayor estabilidad ya que una tradicional tiene 2460 libras, fluidez de 12,10 /100 pulg, vacíos en mezcla de 3,75% y vacíos en agregado mineral de 14,44% a comparación de la mezcla porosa tiene estabilidad de 1475 libras, fluidez de 9,25/100 pulg, contiene también un mayor porcentaje de vacíos en mezcla, lo cual hace que su permeabilidad sea más alta. (p.40)

## Antecedentes nacionales

Paez González y Prada Palacios (2020), tuvo como objetivo: En base a los datos, crear una colección de hormigón transparente para ofrecer el material mencionado como solución para mejorar el dolor superficial en el barrio Pardo Rubio. Su metodología fue aplicada y su investigación fue teórico-experimental. Su trabajo concluyó que la adición de este hormigón permeable es la opción más viable para solucionar el problema del drenaje de suelos pluviales, además de complementarlos con bloques de hormigón permeable por otro lado, que se deben evitar por su mal estado. visibilidad de los vehículos que ingresan a las obras de drenaje existentes. Además, existe la oportunidad de crear nuevas formas o procesos para la construcción de carreteras donde se disponga de hormigón permeable, especialmente en zonas con mucha precipitación, y el resultado final sean obras respetuosas con el medio ambiente. (p.50-51)

Según Rengifo Mas y Valles Valles (2019) Sostiene: “Diseñar un concreto permeable para mejorar la evacuación de aguas pluviales en esta zona de la ciudad. Su trabajo es del tipo experimental pues se obtiene a través de la manipulación de las variables para lograr los objetivos planteados” (p.11). Su trabajo tuvo como conclusión:

A medida que disminuye el tamaño de la grava, aumenta la resistencia a la compresión debido a la retención de partículas, lo que significa que el concreto permeable tiene una durabilidad óptima. En relación a la permeabilidad, se encontró que cuanto más aumenta el tamaño nominal de la piedra triturada, mayor es su permeabilidad, lo que posibilita la remoción del agua de lluvia existente en esta zona. Su coeficiente de permeabilidad indica que existe una dosis de hormigón permeable que permite conseguir una alta resistencia sin modificar la permeabilidad del hormigón.

Castillo Coronado y Saavedra Córdova (2021), sostienen:

Tuvo como objetivo: Diseñar una mezcla de concreto penetrante para uso en pavimentos duros. Este estudio establece que cuando se diseñan mezclas de concreto efectivas, la relación a/c es diferente de la relación a/c del concreto simple porque el concreto simple contiene un aglutinante que consiste en arena, cemento

y agua. por otro lado, el concreto permeable con poco o ningún agregado fino no contiene el ligante necesario; Como resultado, el cemento y el agua se utilizan en diferentes proporciones. De manera similar, en comparación con los agregados en general, el concreto permeable, a diferencia del concreto convencional, carece de similitud granulométrica. (p.7)

Mamani et al. (2021) de la escuela profesional de ingeniería topográfica y agrimensura, de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno en su trabajo de tesis que tiene por título: “Concreto permeable como alternativa de drenaje de las aguas pluviales en pavimentos rígidos en la Ciudad Universitaria de la Una – Puno”, la cual tuvo como objetivo general: Utilizar concreto permeable como alternativa al drenaje de agua de lluvia con cubiertas rígidas y especiales para lograr la forma de mezcla ideal para el concreto permeable. Su metodología fue aplicada y su investigación fue teórico-experimental. El mismo del cual se concluyó que se obtiene un alto coeficiente de permeabilidad, en base a la cantidad de vacíos creados para que la mezcla funcione correctamente, además, el concreto permeable mencionado debe ir con las tuberías para que sea apto para el sistema de drenaje de aguas pluviales.

#### Antecedentes locales

Azañero C. Santos Joel (2018), de la escuela profesional de ingeniería civil, de la Universidad César Vallejo, en su tesis que lleva por título: “Diseño del pavimento rígido con agregados de cantera Chilete para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en localidad Jancos Cajamarca”, la que tuvo como objetivo principal: Diseñar el pavimento rígido, empleando agregados de la Cantera Chilete para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad Jancos, San Pablo – Cajamarca utilizando la metodología AASHTO 93. En cuanto a su diseño de investigación es no experimental- descriptiva. Su trabajo tuvo como conclusión: se observa que existen tres temporadas donde la precipitación de lluvias es más intensa comprendidas entre los meses de enero – abril, donde se llega a 298.58 milímetros en promedio, de mayo a septiembre temporada seca en donde se acumula en promedio 65.68 milímetros y una temporada de transición o mediana precipitación llegando a 159.03 milímetros en promedio de octubre a diciembre, en

cuanto a la metodología que se usará para el diseño del pavimento rígido es la Asshto 93.

Paredes Deéner (2018), Sostuvo que:

Realizar la evaluación de una losa de concreto permeable  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  vaciada in situ para su aplicación en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Cajamarca. En cuanto a su diseño y tipo de investigación es explicativo con un enfoque cuantitativo. Su investigación tuvo como conclusión: En cuanto a la permeabilidad promedio, del diseño con aditivo polifuncional y fibras de polipropileno que son considerados permeables en la investigación fue de 2.31 mm/s, dicho valor se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el ACI 211. 3R – 02 (2 a 5.4 mm/seg) y puede considerarse apto para emplearse en pavimentos rígidos en la ciudad de Cajamarca. (p.37)

Alcalde Susan (2015), concluyó:

Para lograr obtener los agregados para la elaboración de hormigón permeable aplicado a pavimentos rígidos. Su trabajo de investigación es del tipo experimental, ya que se han manipulado las variables. En su tesis llegó a la siguiente conclusión: Los agregados de dicha cantera cumplen con los parámetros para que se pueda hacer un concreto permeable, además de las pruebas a la resistencia se obtuvo que es un concreto con 0 finos, su resistencia va en función de los agregados y no en el cemento ni el tiempo de curado. (p.75)

## **2. Bases teóricas:**

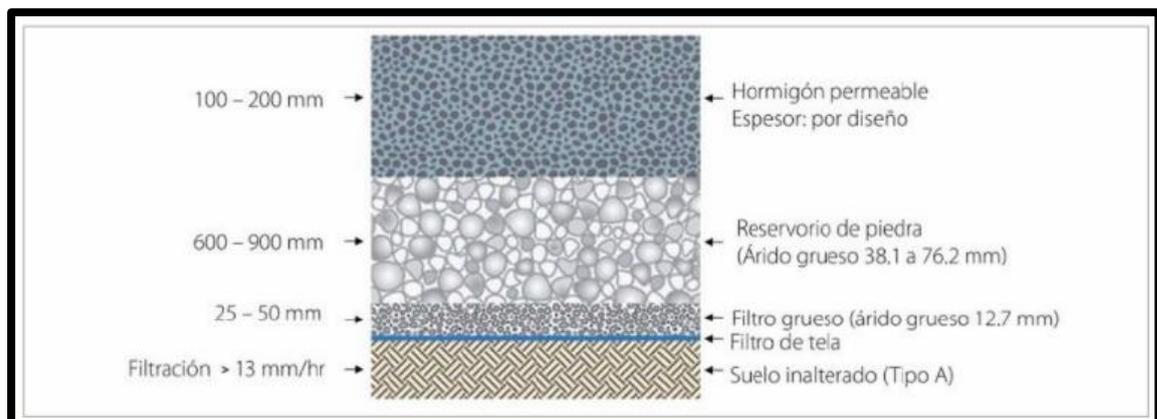
### **2.1 Concreto:**

Construcción y tecnología del concreto (2017). De acuerdo con el ACI-522R, el concreto permeable es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivos y agua. La combinación de estos ingredientes produce un material endurecido con poros interconectados, cuyo tamaño varía de 2 a 8 mm lo que permite el paso de agua. El contenido de vacíos puede variar de un 18 a un 35 por ciento, con resistencias a compresión típicas de 2.8 a 28 MPa. Su velocidad de drenaje

depende del tamaño del agregado y de la densidad de la mezcla, pero generalmente varía en el rango de 81 a 730 L/min/m<sup>2</sup>.

Esto explica que, como ya se ha comentado, se emplean los mismos materiales que en el concreto convencional; es decir, materiales cementantes, agregados grueso y fino, aditivo y agua. Sin embargo, el agregado fino está limitado a pequeñas cantidades o se elimina de la composición de la mezcla. Si bien, al añadir agregado fino se incrementa la resistencia puede reducir el contenido de vacíos y por lo tanto la permeabilidad del concreto, la cual es la principal característica de estos concretos. Además de que sus agregados de forma redondeada producen mayores resistencias; los de mayor tamaño superficies más ásperas, mientras que los de tamaño pequeño y textura suave son más fáciles de colocar, aunque requieren de mayor cantidad de cemento. Con respecto al agregado fino, es común que no se use; sin embargo, en caso necesario se recomienda su uso en bajos contenidos, cuidando que no se reduzca la permeabilidad del concreto.

Figura 01: Sección típica de un sistema de concreto permeable



Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 Concreto permeable

Bueno et al. (2017) Según ACI 522 R-06, define al concreto permeable, como "una combinación de cemento Portland, agregado grueso, poco o ningún agregado fino, aditivos y agua". La combinación de estos ingredientes da como resultado un material endurecido con poros conectados entre sí, estos de tamaño de 0,08 a 0,32 pulgadas equivalente a 2-8 mm, los cuales permiten que el agua pueda pasar

fácilmente. Su contenido de huecos puede variar de 18 a 35%, con resistencias a la compresión típicas de 2,8 a 28 MPa y su tasa de drenaje dependerá del tamaño y densidad de los agregados, pero generalmente se encuentra un intervalo de 81 a 730 Litros por minuto, por cada m<sup>2</sup>. Esto nos dice que el concreto permeable en cuanto a su dosificación lleva poco o ninguna cantidad de agregado fino, como resultado de esto se tiene un concreto poroso el cual es permeable y sirve para la evacuación de aguas pluviales, el cual depende mucho del contenido de los huecos y de esto depende la tasa de drenaje que por lo general está entre 81 a 730 litros por minuto, en un metro cuadrado.

En cuanto a sus propiedades en estado fresco lo define como:

Peso unitario.

Es del orden del 70% del concreto convencional. Su determinación está definida bajo la ASTM C1688

Tiempo de fraguado

El tiempo de fraguado se reduce a diferencia de uno normal, debido a esto en algunos casos se agrega un aditivo para su correcto fraguado.

Propiedades en estado endurecido:

Porosidad

Su porosidad la define como el contenido de vacíos presente en el concreto sea mayor al 15%

Permeabilidad

Al igual que la porosidad depende de las propiedades de los materiales, la proporción de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación.

Resistencia a la compresión.

Se define como la resistencia máxima a la carga axial de especímenes de concreto. La cual se determina con la norma ASTM C39. Su resistencia a la compresión es principalmente en la proporción de la matriz.

Resistencia a la abrasión.

Lo definen como: Los pisos, pavimentos y estructuras hidráulicas están sujetos a abrasión o desgaste, por lo que el concreto permeable debe tener una alta resistencia a la abrasión en estas aplicaciones. Los resultados de las pruebas muestran que la resistencia al desgaste es directamente proporcional a la resistencia a la compresión del hormigón. El hormigón con mayor resistencia a la compresión tiene mayor resistencia al desgaste que el hormigón con menor resistencia a la compresión. Dado que la resistencia a la compresión depende de la relación agua-cemento y del curado, se requiere una baja relación agua-cemento y un curado adecuado para mejorar la resistencia al desgaste. El tipo de material de aporte y el acabado superficial o tratamiento utilizado también tienen una gran influencia en la resistencia al desgaste. Esto muestra que el agregado duro es más resistente al desgaste y la superficie acabada lisa es más resistente al desgaste que la superficie sin pulir.

En relación con la durabilidad del hormigón, se define como la capacidad del hormigón para resistir las influencias ambientales, las influencias químicas y la abrasión manteniendo sus propiedades. Los efectos sobre la durabilidad del hormigón permeable incluyen la exposición a temperaturas extremas y productos químicos en el suelo, como sulfatos y ácidos.

El pavimento permeable es más duradero porque el agua se filtra a través de su estructura, sin desgastarla, a diferencia del concreto tradicional utilizado como pavimento rígido, que se daña con el agua estancada, provocando la erosión de sus capas. Además, su superficie es antideslizante porque no contiene agua, lo que mejora el agarre de los vehículos en las frenadas.

Arango Samuel (2020), Lo define como la estructura de pavimento permeable permite que el agua al caer sobre la superficie se infiltre instantáneamente e ingrese al sistema de drenaje donde puede ser: infiltrada al terreno natural y alimentar las reservas subterráneas, almacenada para su utilización y/o dirigida a la línea de alcantarillado de aguas lluvias.

Además de ello el pavimento de concreto permeable tienen muchas ventajas, dentro de las que queremos destacar:

Mayor vida útil que sus competidores directos.

Otorga puntos de certificación para construcciones sostenibles.

Simplifica los sistemas de drenaje y reduce costos.

Elimina el empozamiento del agua después de precipitaciones fuertes.

Reduce el riesgo de deslizamiento y salpicaduras.

Como lo menciona el autor sobre el concreto permeable y sus características que aportan al bienestar de los habitantes, ya que evita que los sistemas de drenajes pluviales colapsen por el exceso de lluvias presentes en la ciudad, a ello se suma el beneficio que tiene para los conductores al no tener superficies deslizantes al momento de la aparición de lluvias, durante los meses de invierno.

Por su parte Cardenas. et al. (2017). El hormigón permeable es una tendencia reciente en la movilidad sostenible, dice. Pretende superar la creciente infraestructura de tránsito vehicular con sistemas viales combinados, algunos de los cuales son para peatones y ciclistas. vehículos ligeros y un tercer tipo para transporte público. Este sistema tiene como objetivo lograr beneficios sociales, ambientales y económicos que pueden ser mejorados por el uso de materiales permeables en la mayoría de las vías urbanas. Así, el criterio para lograr una alta durabilidad en el diseño de pavimentos debe pasar a ser uno donde se priorice la socialización y la durabilidad con soluciones, como las soluciones de pavimentos permeables, que han demostrado su capacidad para evitar características indeseables derivadas de la impermeabilidad. Por tanto, su uso en redes viarias se considera muy recomendable en base a criterios de conservación del agua y movilidad humana. Esto demuestra que el concreto permeable es una buena opción cuando se piensa en la evacuación de aguas pluviales.

Hasta la actualidad los sistemas de drenajes pluviales no han funcionado de manera eficaz frente a las precipitaciones de lluvias que son más frecuentes y con mayor intensidad ya que al momento que desarrollan su función están obstruidos, generando la acumulación de aguas pluviales, que daña severamente al pavimento, a diferencia del uso de pavimentos permeables donde conducen estas aguas por

debajo de su superficie, evitando que colapse el sistema de drenaje y se evite su reconstrucción.

Merlo Romero y Soto Pedrera (2021). Sostuvo que: Sistemas de drenaje urbano, con base en 22 estudios tomados como base de datos y seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión descritos, se planteó la hipótesis “La diferencia en la eficiencia de los sistemas de drenaje de la ciudad de Cajamarca frente a los utilizados a nivel internacional se debe a la implementación de nuevas tecnologías de drenaje.”, se considera afirmativa debido a que la ciudad de Cajamarca utiliza cunetas, tuberías de drenaje y cloacas (sistemas tradicionales) que ocasionan problemas de drenaje y reducen la eficiencia en toda la ciudad. A diferencia de muchos países internacionales, utilizan un entorno sostenible. Sistemas de Drenaje Urbano. (SUDS) que combaten este problema y permiten el uso secundario del agua de lluvia, lo que aumenta la eficiencia del sistema, confirmando así que el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Cajamarca es un problema grave porque no detiene el agua de lluvia. (p.24)

El pavimento existente en Cajamarca es del tipo flexible, el cual es más vulnerable a su deformación frente a las precipitaciones que se presentan con frecuencia en los meses de invierno, esto conlleva a espacios o huecos generados en el pavimento por el empozamiento del agua y el desgaste que esta genera, a eso se suma la transitabilidad de los vehículos. Ante esto la consecuencia es las reparaciones que se hacen esporádicamente, el cual tras un corto tiempo se vuelven a presentar. Además de presentar gastos para la evacuación del agua estancada.

Riveroz Franz (2019). Sostuvo que: El término “concreto permeable” normalmente describe un material de textura abierta que consiste de cemento portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos, y agua. La combinación de estos ingredientes producirá un material endurecido con poros conectados, que van de 2 a 8 mm de tal manera que el agua pasa a través fácilmente. El contenido de vacíos puede variar de 15 a 35 %, con un esfuerzo de compresión típico de 2.8 a 28 MPa. (p.8)

Figura 02. Concreto Permeable y absorción.



Fuente: Elaboración propia.

La National Ready Mixed Concrete Association – (NRMCA por sus siglas en inglés), (2008) define que, el concreto permeable es una importante aplicación para la construcción sostenible. Además, se debe resaltar que (Marchioni & Becciu, 2014) mencionan que, es posible confirmar la viabilidad del pavimento permeable como un sistema de drenaje urbano sostenible (SUDS por sus siglas en inglés), ya que hoy en día existe una gran demanda de materiales ecológicos, debido a que promueve efectivamente la reducción de volumen de escorrentía y la eliminación de contaminantes. Entonces se puede decir que la preparación de un concreto permeable se usarán menos agregados, así mismo se empleará un material ecológicamente modificado, de este modo la convierte en una técnica de construcción sostenible.

Según, Palacios Frank (2018), Sostuvo: “Verificar el diseño de una correcta mezcla de concreto permeable, respetando las propiedades mecánicas ideales aplicadas en estructuras de pavimento rígido, además, respetando las propiedades hidráulicas óptimas para un posible sistema de drenaje adecuado en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas en la comuna de Centenario, además de determinar las propiedades físicas de los agregados que se utilizarán para lograr el diseño de la mezcla de concreto permeable, las propiedades se definen como el múltiplo de tamaño máximo nominal (NTM ), pesos unitarios a granel y de barras, densidades normal y específica, contenido de humedad y porcentaje de absorbancia; esto se hizo con agregado grueso de 1/2" y 3/8". Se puede decir que el concreto permeable aplicado a un pavimento como capa de rodadura, cumple con los requisitos establecidos por la norma, además uno de sus principales

propósitos es darle un mejor uso al agua, ya que puede ser reservado y reutilizado en distintas actividades”(p.57).

Figura 03. Concreto permeable como capa de rodadura



Fuente: 2021 CEMEX Innovation Holding Ltd. (Fábrica de concreto Pervia-Colombia).

Este proyecto de investigación tiene como meta, dar a conocer las propiedades del hormigón permeable y su aplicación para pavimentos rígidos, sobre todo dar a conocer a las personas y autoridades sobre su beneficio frente al uso en vías, por la problemática que Tiene Cajamarca en cuanto a un buen sistema de drenaje pluvial, ya que ayuda a evacuar las aguas pluviales estancadas en distintas partes de la ciudad. Teniendo en cuenta también la optimización en costos, ya que sus materiales para su fabricación son menos costo que un concreto convencional. Además de ser sostenible y amigable con el medio ambiente, pues el agua que se discurre por el drenaje puede ser reutilizada para el regadío de áreas verdes. Por otro lado, ayuda a los usuarios de la vía a evitar daños materiales por el estancamiento del agua y a los conductores vehiculares a tener una mejor capa de rodadura sin deslizamientos a causa de las precipitaciones, evitando así los accidentes de tránsito a causa del deslizamiento del vehículo, presente en superficies de pavimento con la presencia de agua. De tal manera que este tipo de pavimento pueda ser usado en el futuro para prever cualquier tipo de inundaciones y funcione de manera adecuada de acuerdo al diseño que se plantee, en el área de intervención.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo de investigación:**

El tipo de la investigación es netamente descriptiva con un enfoque cualitativo, ya que no se realizarán ningún tipo de ensayo en laboratorios, si no por el contrario, los datos serán recaudados de proyectos anteriores de pistas y veredas, asimismo en proyectos de pavimentaciones de todo el barrio San Sebastián de Cajamarca

#### **3.2 Diseño de investigación:**

En este caso la investigación tiene un diseño experimental, ya que aún no tenemos una norma definida para los controles de calidad nacional o internacional de concreto permeable.

La investigación no experimental se define como aquella que se efectúa sin maniobrar intencionadamente variables. (Hernández, Fernández, baptista. 152)

#### **3.3 Operacionalización de variables:**

##### **3.3.1 Concreto Permeable**

Definición conceptual: el concreto permeable es un concreto con gran grado de porosidad y su principal atributo es la evacuación del agua de la superficie a hacia su interior para su posterior eliminación mediante sistemas de drenajes subterráneos.

Definición operacional: el medio de medida será de forma empírica, mediante los diferentes ensayos de laboratorios y tipos de materiales a usar en el diseño de concreto permeable.

Indicadores: tiempo estimado de vida útil de concreto, grado de porosidad (porcentaje de vacíos) permeabilidad del concreto, estimación de costos.

##### **3.3.2. Concreto Rígido**

Definición conceptual: Este tipo de concreto se caracteriza por su gran resistencia y distribución de cargas hacia el suelo distribuyendo las fuerzas a las que es sometida, y su repelencia al agua, siendo haciéndolo ideal para suelos en los que no se tolere la presencia de agua.

Definición operacional: es medido en un laboratorio mediante ensayo de compresión para obtener la resistencia del concreto de acuerdo a la edad de las probetas.

Indicadores: tiempo de vida, funcionamiento, usos.

### **3.3.3 Canal de evacuación**

Definición conceptual: es la estructura encargada de eliminar el agua recolectada para su posterior evacuación a un cuerpo de agua sea artificial o natural, y este es diseñado acorde al caudal que se desee evacuar.

Definición operacional: el cálculo de este será acorde al volumen de agua que se desee evacuar.

Indicadores: precipitaciones pluviales.

### **3.4 Población y muestra:**

Los moradores y muestra del estudio comprenderán la totalidad del Barrio San Sebastián del distrito de Cajamarca.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de acopio de data, autenticidad y fiabilidad:**

Técnica:

- Visualización.
- Verificación de topografía.
- Estudio de las precipitaciones pluviales en el distrito de Cajamarca.
- Compilar y clasificar de información.
- Softwares computarizados (AutoCAD).

Instrumentos:

- Solicitudes.
- Guía de observación: Cámara fotográfica.
- Fichas de observación de campo.
- Equipo topográfico: Estación Total, GPS, wincha de 50m.
- Útiles de gabinete: papel bond, bolígrafos, lápices, calculadoras.

Normatividad:

- British Standard Institution, BS1881-113:20113, Testing Concrete – Part 113: Method for Making and Curing No Fines Test Cubes (Experimental)
- Estándares de Calidad Ambiental para agua.

### **3.6 Autenticidad y fiabilidad:**

- Las fichas de observación de campo serán validadas por Ingenieros civiles colegiados.
- Norma E 060
- MANUAL: Criterios De Diseños De Obras Hidráulicas Para La Formulación De Proyectos Hidráulicos Multisectoriales Y De Afianzamiento Hídrico
- Los equipos topográficos (GPS Diferencial, wincha de 50m) serán calibrados.
- Modo de acopiar la información. –Se elaboraron solicitudes dirigidas al alcalde Provincial de Cajamarca; el Sr. Andrés Villar Narro; para solicitar la información sobre los expedientes de pistas y veredas comprendidas en todo el barrio San Sebastián, así mismo solicitar todos los expedientes de pavimentación en el barrio San Sebastián.

Se emplearán fichas de observación de campo que serán evaluadas por los autores del presente proyecto de investigación y permitirán reconocerla deficiencia en la evacuación de las aguas pluviales. Para corroborar la topografía de la zona de estudio se empleará equipo topográfico, haciendo una comparación con los datos obtenidos de los estudios previos con los datos obtenidos en campo.

Manipulación de variable. – La variable a manipular será: el diseño de los canales subterráneos que evacuan las aguas pluviales a las quebradas más cercanas mediante un sistema de filtración con concreto permeable.

### **3.7 Estudio y procesamiento de la data:**

Se usarán diversos softwares para realizar la presente investigación (AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Excel 2016, Word 2016).

### **3.8 Criterios éticos:**

Se diseñará el estudio con el fin de beneficiar a los habitantes con un adecuado sistema de evacuación de aguas pluviales con el fin de evitar inundaciones en

ciertos puntos estratégicos del barrio san Sebastián. Se respetará la propiedad bibliográfica de los autores mencionados durante la investigación.

### **3.9 Materiales y equipos:**

- Para las verificaciones topográficas de las calles del barrio San Sebastián (se utilizará la Estación Total de pantalla LCD dual retro iluminada con conexión inalámbrica que permitirá medir ángulos, distancias, se usará una wincha de 50m de metal - plástico con agarradera).
- Estudio de precipitaciones pluviales, se empleará datos de las estaciones meteorológicas más próximas al proyecto a desarrollar.
- Se utilizará información de las páginas web del: Instituto Nacional de Estadística e Informática, Gobierno Regional de Cajamarca, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Sistema de diagnóstico sobre suministro de agua potabilizada y alcantarillado en el ámbito rural.
- Para el trabajo de gabinete se emplearán: dos calculadoras científicas, material de escritorio y para el trabajo en campo se usará una cámara fotográfica.
- Se usarán Software Computarizados: AutoCAD (2019), AutoCAD Civil 3D (2018), Excel 2016, Word 2016.

Del Reglamento Nacional de Edificaciones del año 2016 se usará la siguiente normativa: E.030, E.050, E.060, además para el estudio del concreto permeable Estándares de Calidad Ambiental para agua, British Standard Institution, BS1881-113:20113, Testing Concrete – Part 113: Method for Making and Curing No Fines Test Cubes (Experimental). Subvención: Los desembolsos realizados en el desarrollo del presente estudio serán cubiertos por los autores.

#### IV. RESULTADOS

Tabla 01. Acceso al área de estudio

Desde	Hasta	Distancia (Km.)	
Cajamarca (Plaza de Armas)	Barrio San Sebastián	0.4 km	
Tiempo	Tipo de vía	Servicio de Transporte	Frecuencia
15 minutos	Carretera asfaltada	Todo tipo de transporte	Diario

Fuente: Elaboración propia

El tipo de topografía Ondulada, con pendientes desde el 2% - 8%

Tabla 02. Puntos de replanteo topográfico.

Punto	Este (m)	Norte (m)	Cota (m)
1	774036.764	9207624.59	2770
2	774037.806	9207631.46	2770
3	774083.875	9207495.87	2760
4	774156.097	9207494.23	2760
5	774160.178	9207486.09	2760
7	774207.828	9207370.95	2770
8	774202.297	9207375.97	2770
11	774165.705	9207473.05	2760
12	774400	9207377.07	2770
13	774266.656	9207346.88	2770
14	774272.853	9207343.52	2770
15	774349.438	9207340.02	2770
16	774356.5	9207337	2770
17	774308.684	9207279.05	2780
18	774105.272	9207423.22	2770
19	774375.057	9207387.33	2760
20	774247.227	9207415.51	2760
21	774240.885	9207419.67	2760
22	774111.182	9207590.17	2760
23	774106.712	9207595.62	2760
24	774108.733	9207636.62	2760
25	774107.419	9207646.13	2760
26	774122.772	9207707.12	2760
27	774125.936	9207710.95	2760
28	774131.093	9207734.57	2760

29	774129.157	9207744.96	2760
30	774424.525	9207414.46	2750
31	774417.625	9207419.92	2750
32	774365.912	9207441.75	2750
33	774358.344	9207445.25	2750
34	774319.084	9207460.13	2750
35	774309.505	9207459.59	2750
36	774295.821	9207466.45	2750
37	774291.799	9207469.46	2750
38	774232.286	9207525.36	2750
39	774204.524	9207557.01	2750
40	774191.404	9207561.27	2750
41	774188.067	9207564.15	2750
42	774193.638	9207568.18	2750
43	774190.146	9207603.22	2750
44	774192.582	9207614.86	2750
45	774174.273	9207664.87	2750
46	774171.05	9207672.48	2750
47	774176.191	9207734.45	2750
48	774175.299	9207720.7	2750
49	774169.092	9207727.94	2750
50	774178.943	9207739.35	2750
51	774170.844	9207781.96	2750
52	774168.211	9207791.79	2750
53	774465.248	9207455.01	2740
54	774460.541	9207458.99	2740
55	774409.699	9207486.88	2740
56	774404.028	9207492.22	2740
57	774350.78	9207517.05	2740
58	774358.889	9207576.86	2740
59	774357.471	9207587.06	2740
60	774352.742	9207601.55	2740
61	774350.317	9207608.27	2740
62	774321.763	9207655.85	2740
63	774314.638	9207662.43	2740
64	774280.351	9207702.46	2740
65	774276.981	9207709.32	2740
66	774241.987	9207745.67	2740
67	774238.284	9207753.7	2740
68	774235.74	9207759.09	2740
69	774235.708	9207767.74	2740
70	774207.752	9207826.32	2740
71	774210.375	9207843.52	2740
72	774520.723	9207507.43	2730

73	774509.994	9207518.84	2730
74	774473.564	9207551.05	2730
75	774473.694	9207552.72	2730
76	774471.032	9207550.76	2730
77	774460.629	9207573.41	2730
78	774467.036	9207633.01	2730
79	774462.766	9207642	2730
80	774439.52	9207694.51	2730
81	774436.94	9207701.58	2730
82	774405.377	9207743.98	2730
83	774398.441	9207750.49	2730
84	774358.607	9207790.43	2730
85	774353.521	9207794.67	2730
86	774316.618	9207833.88	2730
87	774311.175	9207842.05	2730
88	774633.762	9207241.55	2730
89	774622.759	9207274.53	2730
90	774613.061	9207294.41	2730
91	774617.965	9207286.2	2730
92	774416.823	9207974.17	2720
93	774425.642	9207967.08	2720
94	774457.584	9207916.47	2720
95	774468.762	9207892.12	2720
96	774497.399	9207855.56	2720
97	774507.002	9207851.23	2720
98	774567.998	9207753.26	2720
99	774573.57	9207745.31	2720
100	774585.989	9207712.31	2720
101	774591.337	9207700.62	2720
102	774595.845	9207688.86	2720
103	774600.72	9207679.58	2720
104	774636.808	9207635.4	2720
105	774641.071	9207628.99	2720
106	774643.533	9207580.11	2720
107	774639.423	9207571.96	2720
108	774639.89	9207544.05	2720
109	774642.707	9207537.63	2720
110	774657.391	9207470.47	2720
111	774657.477	9207454.22	2720
112	774692.875	9207348.21	2720
113	774697.346	9207343.07	2720
114	774712.143	9207332.79	2720
115	774742.91	9207278.77	2720
116	774744.728	9207269.9	2720

117	774745.043	9207226.01	2720
118	774751.97	9207209.93	2720
119	774765.945	9207187.51	2720
120	774759.386	9207196.49	2720
121	774812.433	9207186.75	2720
122	774829.741	9207183.76	2720
123	774842.318	9207183.48	2720
124	774849.755	9207185.73	2720
125	774912.504	9207165.98	2720
126	774916.547	9207158.21	2720
127	774927.357	9207149.26	2720
128	774932.614	9207140.65	2720
129	774901.767	9207380.17	2710
130	774891.866	9207387.42	2710
131	774835.005	9207485.01	2710
132	774821.354	9207497.64	2710
133	774833.797	9207536.44	2710
134	774772.316	9207815.06	2710
135	774771.74	9207830.64	2710
136	774770.221	9207836.38	2710
137	774765.802	9207847.63	2710
138	774763.911	9207847.84	2710
139	774756.217	9207848.65	2710
140	774749.704	9207849.27	2710
141	774728.169	9207853.06	2710
142	774693.163	9207863.85	2710
143	774687.967	9207870.45	2710
144	774652.33	9207914.69	2710
145	774648.474	9207918.28	2710
146	774608.177	9207957.06	2710
147	774601.207	9207964.67	2710
148	774585.735	9207990.66	2710
149	774566.472	9208038.7	2710
150	774561.09	9208043.61	2710
151	774524.315	9208079.13	2710
152	774517.273	9208089.26	2710
153	774435.641	9208268.2	2710
154	774439.467	9208273.77	2710
155	774479.23	9208380.72	2710
156	774476.393	9208395.21	2710
157	774480.789	9208519.5	2710
158	774470.356	9208530.85	2710
159	774420.714	9208529.46	2710
160	774486.59	9208570.82	2710

161	774479.881	9208581.58	2710
162	774486.273	9208617.38	2710
163	774485.675	9208627.07	2710
164	774457.421	9208708.77	2710
165	774459.016	9208715.66	2700
166	775044.432	9207447.35	2700
167	775018.672	9207451.56	2700
168	775053.715	9207460.8	2700
169	775148.503	9207458.22	2700
170	775142.41	9207466.97	2700
171	775075.463	9207588.94	2700
172	775065.262	9207615.97	2700
173	775034.32	9207682.48	2700
174	774994.609	9207854.69	2700
175	774969.376	9207933.76	2700
176	774976.707	9207978.85	2700
177	774947.475	9208014.53	2700
178	774937.942	9208019.74	2700
179	774928.43	9208112.16	2700
180	774931.394	9208131.77	2700
181	774936.628	9208154.33	2700
182	774932.013	9208184.55	2700
183	775051.551	9208315.24	2700
184	774974.186	9208315.2	2700

Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla, se corroboró los puntos topográficos necesarios para la ubicación del proyecto.

Realizar un estudio hidrológico para evaluar la incidencia de las precipitaciones.

En los proyectos de ingeniería para poder dimensionar obras de drenaje es necesario calcular la escorrentía directa a partir de datos de intensidades de precipitación de una determinada cuenca hidrológica, ya que de ello dependerá la eficiencia y buen funcionamiento de las estructuras hidráulicas tales como cunetas, puentes, alcantarillas, etc. que se diseñan en los proyectos de carreteras. Chilon, Jorge (2015).

Para nuestro proyecto de investigación se trabajará con un dato de máxima precipitación obtenida hace 15 años, SENAMHI (2016). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, de la estación meteorológica AUGUSTO WEBERBAUER-Cajamarca, el cual arrojó como máxima precipitación 300mm.

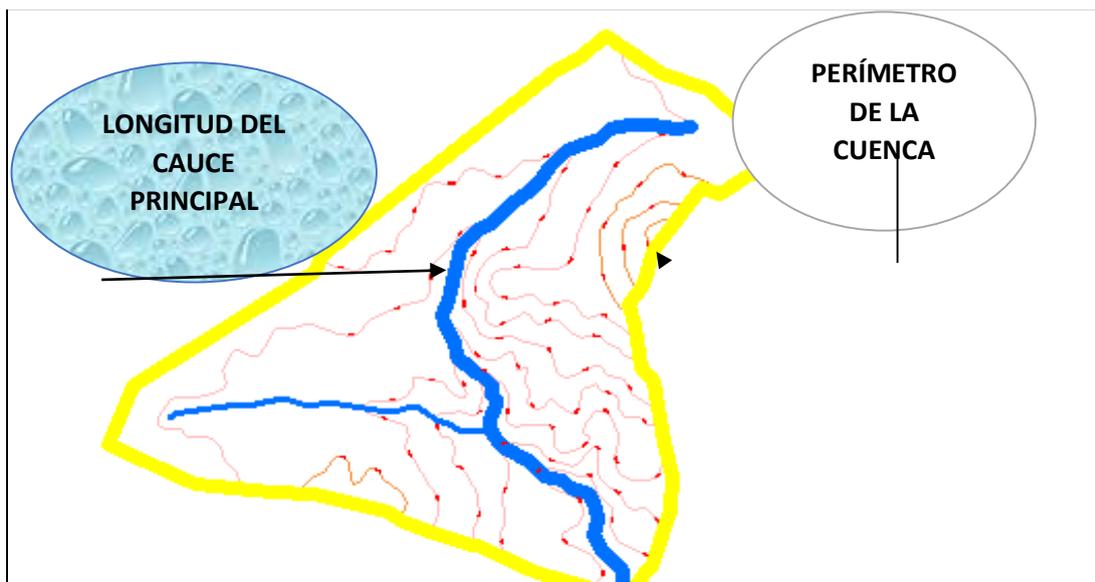
Tabla 03. Datos de la Microcuenca Romero.

<b>COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DE UNA CUENCA</b>							
1. UBICACIÓN							
Se ubica en la zona 17S, con las coordenadas X=790114.0700, Y=9225180.3100 y la cota del lugar de estudio 3325 m.s.n.m.							
2. DATOS DE LA CUENCA							
Microcuenca ROMERO		Perímetro:	13811.49	m			
	COTAS		Área (m <sup>2</sup> )	Área (km <sup>2</sup> )	Área Sobre la Curva	Área Bajo la Curva	A (%)
1	3400	- 3450	266337.610	0.266	8.989	0	2.96
2	3450	- 3500	581559.940	0.582	8.723	0.266	6.47
3	3500	- 3550	612053.420	0.612	8.14	0.848	6.81
4	3550	- 3600	845073.220	0.845	7.53	1.460	9.40
5	3600	- 3650	2318901.760	2.319	6.68	2.305	25.80
6	3650	- 3700	1867256.380	1.867	4.36	4.624	20.77
7	3700	- 3750	1525943.560	1.526	2.50	6.491	16.98
8	3750	- 3800	835746.660	0.836	0.97	8.017	9.30
9	3800	- 3850	135996.320	0.136	0.14	8.853	1.51
AREA TOTAL			8988868.870	8.989	8.989	8.989	100.00
AREA TOTAL:			8.989	Km <sup>2</sup>			
PERIMETRO:			13.811	Km			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 03, se encuentran los datos de la microcuenca que llegaría a afectar nuestra zona de estudio la cual es el Barrio San Sebastián. Para luego pasará a la identificación de la longitud del cauce principal

Figura 04. Representación gráfica del cauce principal de la cuenca.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 04: Longitud del cauce principal.

LONGITUD DE LAS CURVAS DE NIVEL		
COTAS	LONGITUD (m)	LONGITUD (Km)
3400	2539.260	2.539
3450	2538.340	2.538
3500	4256.370	4.256
3550	5023.520	5.024
3600	6403.500	6.404
3650	5199.960	5.200
3700	4050.080	4.050
3750	1715.870	1.716
3800	947.400	0.947
3850	420.740	0.421
LONG. TOTAL	33095.040	33.095

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	5129.100	m
	5.129	Km

Fuente: Elaboración propia.

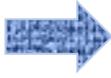
El dato mencionado en la tabla 05, nos servirá para determinar la clase y la forma de la cuenca.

Tabla 05. Parámetros Geomorfológicos de la cuenca.

# PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

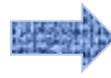
## 1. PROCESAMIENTO DE DATOS

A. AREA DE LA CUENCA (A)



AREA  
TOTAL: 8.989 Km<sup>2</sup>

B. PERIMETRO DE LA CUENCA (P)



PERIMETRO: 13.811 Km

B.1. LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (L):

LONG.  
CAUCE: 5.129 Km

C. ANCHO PROMEDIO DE LA CUENCA (B):

- SIENDO:  
- A = 8.989 km<sup>2</sup>  
- L = 5.129 km

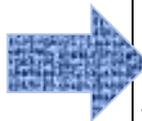
B = 1.753 Km

D. FACTOR DE FORMA (F):

- SIENDO:  
- B = 1.753 km  
- L = 5.129 km

F = 0.342

E. COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc):



=0.282\*

SIENDO:  
P = 13.811 Km  
A = 8.989 km<sup>2</sup>

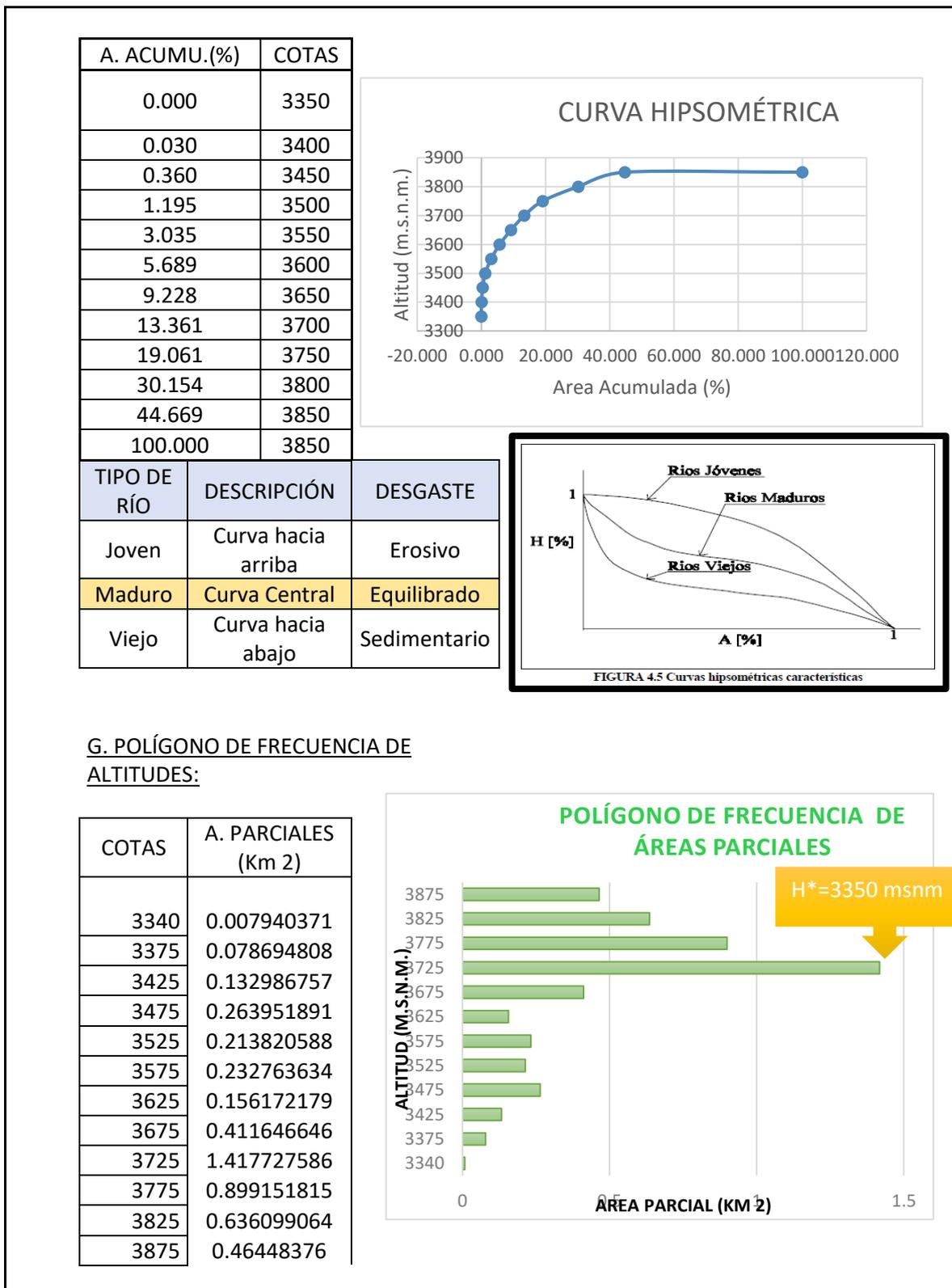
Kc = 1.299

Clase de forma	Rangos de clase	Forma de la cuenca
$K_{c1}$	1.0 a 1.25	casi redonda a oval-redonda
$K_{c2}$	1.25 a 1.50	oval-redonda a oval-oblonga
$K_{c3}$	1.50 a 1.75	oval-oblonga a rectangular-oblonga

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 05, se está calculando el ancho de la cuenca y el factor de forma para poder ubicar su forma, en este caso, Como el coeficiente de compacidad es 1.322 y está ubicado entre 1.25 a 1.50, entonces pertenece a la clase  $K_{c2}$ , siendo la forma de la cuenca: Oval-Redonda a Oval-Oblonga.

Tabla 06: Curva Hipsométrica.



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al gráfico de la Curva Hipsométrica, la cuenca pertenece a un tipo de río Maduro, debido a que es una curva central y asimismo presenta un desgaste

equilibrado. En cuanto al gráfico de Polígono de frecuencia de Altitudes, muestra las superficies ocupadas por las diferentes altitudes, siendo la máxima: H\*= 3350 msnm.

Pendiente de la cuenca

Tabla 07. Determinación de la pendiente de la cuenca.

<u>CRITERIO DE NASH:</u>						
Intersección	Coordenadas		Distancia (m)	Distancia Mínima (Km)	Equidistancia	Pendiente
	x	y				
1	13x	13y	482.31	0.482	0.050	0.104
2	14x	13y	375.95	0.376	0.050	0.133
3	15x	14y	420.01	0.420	0.050	0.119
4	15x	15y	324.15	0.324	0.050	0.154
5	16x	15y	340.88	0.341	0.050	0.147
6	16x	16y	390.06	0.390	0.050	0.128
7	17x	14y	91.43	0.091	0.050	0.547
8	17x	12y	131.81	0.132	0.050	0.379
9	18x	12y	263.21	0.263	0.050	0.190
10	19x	13y	102.09	0.102	0.050	0.490
11	18x	14y	127.45	0.127	0.050	0.392
12	20x	13y	253.87	0.254	0.050	0.197
13	20x	15y	309.08	0.309	0.050	0.162
14	21x	17y	300.36	0.300	0.050	0.166
15	23x	18y	221.15	0.221	0.050	0.226
16	22x	17y	198.84	0.199	0.050	0.251
17	22x	16y	165.07	0.165	0.050	0.303
18	21x	14y	261.64	0.262	0.050	0.191
19	24x	17y	286.51	0.287	0.050	0.175
20	23x	16y	190.23	0.190	0.050	0.263
21	22x	15y	200.27	0.200	0.050	0.250
22	24x	16y	137.57	0.138	0.050	0.363
23	21x	12y	150.16	0.150	0.050	0.333
24	22x	12y	152.71	0.153	0.050	0.327
25	19x	12y	205.54	0.206	0.050	0.243
26	20x	11y	203.59	0.204	0.050	0.246
27	22x	11y	187.21	0.187	0.050	0.267
28	18x	11y	152.63	0.153	0.050	0.328
29	19x	11y	195.13	0.195	0.050	0.256
30	20x	10y	265.86	0.266	0.050	0.188
31	21x	10y	120.71	0.121	0.050	0.414
32	18x	10y	218.09	0.218	0.050	0.229
33	19x	9y	165.33	0.165	0.050	0.302

34	21x	9y	138.63	0.139	0.050	0.361
35	22x	9y	149.66	0.150	0.050	0.334
36	23x	8y	315.42	0.315	0.050	0.159
37	19x	8y	150.5	0.151	0.050	0.332
38	20x	7y	100.14	0.100	0.050	0.499
39	21x	7y	98.51	0.099	0.050	0.508
40	22x	6y	195.97	0.196	0.050	0.255
41	23x	6y	209.38	0.209	0.050	0.239
42	18x	7y	284.53	0.285	0.050	0.176
43	18x	6y	225.59	0.226	0.050	0.222
44	18x	5y	189.29	0.189	0.050	0.264
45	19x	6y	278.2	0.278	0.050	0.180
46	19x	5y	534.46	0.534	0.050	0.094
47	17x	9y	144.68	0.145	0.050	0.346
48	16x	8y	199.46	0.199	0.050	0.251
49	16x	7y	252.93	0.253	0.050	0.198
50	14x	7y	376.38	0.376	0.050	0.133
51	15x	6y	200.92	0.201	0.050	0.249
Pendiente media de la cuenca						13.261

DONDE

:

SABEMOS

QUE:

$$n = 103$$

ENTONCES:

$Sc = 12.9\%$

Del cual se concluye que la pendiente de la cuenca, estimada con el criterio Nash es del **12.9%**

### 3).- CRITERIO DEL RECTÁNGULO

EQUIVALENTE:

DONDE

CUADRO DE RESUMEN		
PARAMETROS	CANTIDAD	UND
AREA TOTAL (A)	8988.87	m <sup>2</sup>
COEF.DE	1.30	-

b

a	1
b	-218.38
	-
c	8988.87
	7

COMPASIDAD (Kc)		
-----------------	--	--

L	253.80	m
l	-35.42	m

Área	Áreas (m2)	Bases (m)
A1	7940.371	224.19
A2	78694.808	2221.91
A3	132986.757	3754.82
A4	263951.891	7452.56
A5	213820.588	6037.12
A6	232763.634	6571.97
A7	156172.179	4409.45
A8	411646.646	11622.65
A9	1417727.58 6	40028.87
A10	899151.815	25387.13
A11	636099.064	17959.96
A12	464483.760	13114.48
A13	260466.096	7354.14
A14	8052.706	227.36
total		146366.6 0

	VALOR	UND
cota inicial	3330	m
cota final	3960	m
Pendiente (S)	0.18	
Pendiente (S)%	18%	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 08 se puede concluir que la pendiente de la cuenca, estimada con el criterio Nash es del 12%, pues controla la velocidad con que se dará la escorrentía superficial en dicha cuenca.

Tabla 08. Medición de precipitaciones.

<u>MEDICION DE PRECIPITACIONES</u>	
1. METODO ARITMETICO	
Estaciones en la cuenca	altura de precipitaciones (mm)

1	50
2	54
3	56
4	62
5	60
6	68
promedio	58.333

La precipitación es 58.33 mm  
aproximando a 58.50 mm

N° de área	ÁREA (km2)	AREA (%)	ESTACIÓN (mm)	AKTURA DE PRECIPT.(mm)
A50	0.2907	0.056	50	2.803
A54	0.4621	0.089	54	4.813
A56	1.7542	0.338	56	18.950
A62	0.9871	0.190	62	11.806
A60	0.9226	0.178	60	10.679
A68	0.7673	0.148	68	10.064
TOTAL	5.1840	1.000		59.116

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla número 08, se aplica el criterio Nash en el cual se llega a determinar que la precipitación máxima es de 59.116 mm, este dato nos servirá para el diseño de concreto permeable, pues con ello se podrá calcular el porcentaje de absorción que tendrá para la evacuación de aguas pluviales en el Barrio San Sebastián.

Para el cálculo del caudal máximo de diseño Según el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2008, p.42) el cálculo del caudal máximo se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 0.2278 * C_e * I * A$$

Donde:

Q= caudal de diseño

C<sub>e</sub>= coeficiente de escorrentía (entre 0 – 1)

I intensidad de lluvia, (mm/h)

A= área de superficie de cuenca Km<sup>2</sup>

Para los caudales máximos según el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje se considera 15 años de retorno para canales de evacuación de agua pluviales.

Teniendo en cuenta que en el histórico se registró una precipitación máxima de 36.4 mm/h en el año 2010 tomándose como dato para el diseño de nuestra investigación.

En el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008), en la cual permite obtener la velocidad de flujo y caudal para una condición de régimen uniforme es la fórmula Manning (P. 74).

$$Q = V * A ; R = \frac{A}{P} ; V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

La velocidad mínima a considerar es de 0.8 m/s para evitar acumulación de material de sedimentación y maleza; la velocidad máxima para concreto es de 6 m/s

Se tiene en consideración que  $A = \frac{Q(15\text{años})}{v}$      A= 0.058 m<sup>2</sup>

Se opta por una base de 0.50 m. teniendo como resultado una altura de 0.12m de tirante de agua para el caudal máximo diseñado con un periodo de retorno de 15 años para lo cual en proceso constructivo y los mejorar el diseño se toma una sección de (0.50 x 0.50) metros dando como resultado 0.25m<sup>2</sup> siendo superior a lo requerido y diseñados.

### 3.8 INVESTIGACIONES DE CAMPO

#### 2.1. Trabajos de Campo

Con la finalidad de realizar el estudio de CBR para definir las características de compactación del terreno de fundación del proyecto, se ejecutó 02 calicatas a cielo abierto, asignándole C1-10 y C10-20 las cuales fueron ubicadas estratégicamente en toda el área del proyecto de la plataforma de la calle antes mencionada.

Figura 05. Ubicación de calicatas.

UBICACIÓN DE CALICATAS					
CALICATA	PROF. (m)	ANCHO (m)	LARGO (m)	ESTRUCTURA	ENSAYO
C1-10	1.50	1.00	1.00	pavimento	CBR
C10-20	1.50	1.00	1.00	Pavimento	CBR

Fuente: Elaboración propia

### 3.8 Realización del Muestreo

Después de haber realizado la excavación de las calicatas, se procedió a realizar el muestreo del suelo que serviría para realizar el ensayo de CBR, realizando el etiquetado de las muestras. En anexos se presenta los perfiles estratigráficos de las calicatas.

### 3.8 TRABAJOS DE LABORATORIO

#### RESULTADOS DEL ENSAYO DE CBR.

Figura 06. Ensayo CBR.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CBR				
CALICATA	Proctor		CBR	
	W (%)	MDS	100%	95%
C1-10	16.00	1.735	7.10	5.40
C10-20	15.98	1.725	3.30	1.40

Fuente: Elaboración propia

## PERFILES ESTATIGRAFICOS

Tabla 09. Perfil estratigráfico del suelo (Calicata 1-10).

<b>PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO</b>						
PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA – 2021"					
SOLICITADO	: BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVÁN					
ING° RESP	: L. Rodríguez Silva	Ubicación				
FECHA	: Marzo 2022	Calicata			C 1	
PROFUNDIDAD	ESTRATO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTREO		
				TIPO	Nº	PROF.
0.00						
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80		C L	Arcillas limosas color amarillento			1.3
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Fuente: Laboratorio GEOMAX

Tabla 10. Perfil estratigráfico del suelo (Calicata 10-20).

<b>PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO</b>						
PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA – 2021"					
SOLICITADO	: BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVÁN					
ING° RESP	: L. Rodríguez Silva	Ubicación				
FECHA	: Marzo 2022	Calicata		C	1	0
PROFUNDIDAD	ESTRATO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTREO		
				TIPO	N°	PROF.
0.00						
0.10					1	0.2
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90		MH	LIMOS INORGÁNICOS COLOR MARRÓN CLARO		2	1.30
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Fuente: Laboratorio GEOMAX.

➤ Perfiles estratigráficos.

Sobre la base de los registros de excavación, inspección superficial del terreno y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

C 1-10: el perfil estratigráfico en esta zona comprende de 0.00m – 1.50 de profundidad conformado por arcillas limosas color amarillento (CL), con presencia de gravas semi ovaladas capacidades medias, humedad media, color marrón.

➤ Nivel freático.

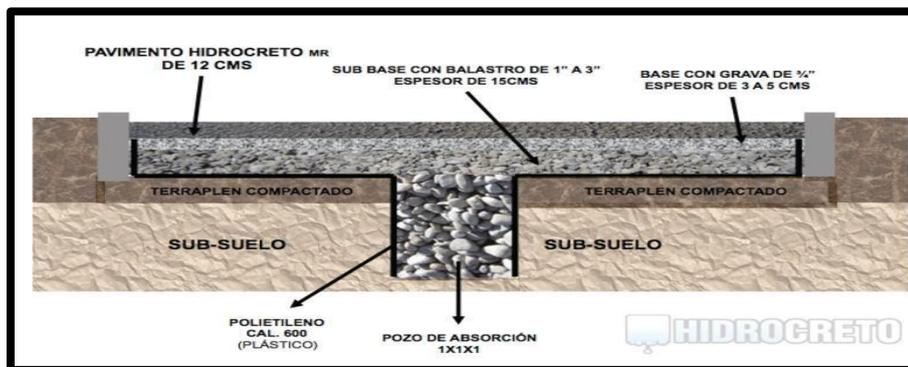
Hasta la profundidad máxima explorada de 1.50 no se ha determinado nivel freático.

C 10-20: El perfil estratigráfico en esta zona comprende de 0.00m – 1.50 de profundidad conformado por limos inorgánicos color marrón claro (MH), y arcilla orgánica de baja plasticidad (OL), con presencia de gravas semi ovaladas capacidad media, humedad media, color marrón.

➤ Nivel freático.

Hasta la profundidad máxima explorada de 1.50 no se ha determinado nivel freático.

Figura 7. Carpeta de concreto permeable.



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto permeable.

### Materiales

Para una óptima evaluación de un concreto permeable es necesario tener en cuenta las características del agregado a utilizar, el cual es extraído de la cantera El Maestro ubicado en el río cajamarquino en la provincia y departamento de Cajamarca, para lo cual se han realizado ensayos de granulometría, pero unitario

suelto, peso unitario compactado, peso específico y porcentaje de humedad del agregado grueso, para de esta manera poder obtener el diseño de mezcla correcta. Para la evaluación, se inició con los datos obtenidos en el laboratorio, los cuales se ven reflejados en los siguientes cuadros; los datos corresponden a la evaluación de Agregado Grueso:

Tabla 11. GRANULOMETRÍA.

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIÓN DE GRADACIÓN
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"	0	0.0%	0.0%	100.0%	95-100
3/4"	1115	20.4%	20.4%	79.6%	65-85
1/2"	2614	47.8%	68.2%	31.8%	35-60
3/8"	798	14.6%	82.8%	17.2%	18-44
#4	911	16.7%	99.5%	0.5%	0-5
#8	25	0.5%	100.0%	0.0%	0-0
#16		0.0%	100.0%	0.0%	0-0
#30		0.0%	100.0%	0.0%	0-0
#50		0.0%	100.0%	0.0%	0-0
#10	2	0.0%	100.0%	0.0%	0-0
TOTAL	5465				

FUENTE: Datos proporcionados por el ensayo de materiales.

- El módulo de fineza es 7.00

De similar manera se muestran los valores obtenidos en el ensayo de humedad y lavado del agregado grueso pasante por la malla #200, plasmado en la siguiente tabla.

Tabla 12. Cálculo del módulo de Fineza.

MÓDULO DE FINEZA	7
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	¾"
A Peso de tara (gr)	0
B Peso de muestra original húmeda(gr)	2561
C Peso de muestra seca(gr)	2554
% HUMEDAD (B-C)*100/(C-A)	0.3
D Peso de la tara(gr)	0
E Peso de la muestra seca(gr)	2554
F Peso de la muestra des de lavado (gr)	2550
% PASANRE DE M #200 (E-F)*100/(E-D)	0.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Peso unitario del agregado.

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO					
	DESCRIPCIÓN	Unidad	M1	M2	Resultado
A	PESO DE MUESTRA SECA SUELTA CON MONDE	g	14208	14270	14239
C	PESO DEL MOLDE	g	3500	3500	3500
B	VOLUMEN DE MOLDE	cm3	7014	7014	7014
D	PESO DE MUESTRA SECA SUELTA	g	10708	10770	10739
E	PESO UNITARIO	g/cm3	1.53	1.53	1.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Peso unitario compactado del agregado.

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO					
	DESCRIPCIÓN	Unidad	M1	M2	Resultado
A	PESO DE MUESTRA SECA SUELTA CON MONDE	g	15370	15386	15378
C	PESO DEL MOLDE	g	3500	3500	3500
B	VOLUMEN DE MOLDE	cm3	7014	7014	7014
D	PESO DE MUESTRA SECA SUELTA	g	11870	11886	11878
E	PESO UNITARIO	g/cm3	1.665	1.667	1.666

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Peso específico del material.

AGREGADO GRUESO	UNIDAD	M1	m2	
Peso seco del suelo	g	2154	2152	promedio
Peso SSS* del suelo	g	2177	2175	
Peso sumergido del suelo SSS*	g	1475	1474	
Peso específico de masa (Pem)	g/cm3	2.810	2.820	2.815
Peso específico saturado (PeSSS)	g/cm3	2.840	2.852	2.846
Peso Específico Aparente (Pea)	g/cm3	2.902	2.191	2.54655
Absorción	%	1.16%	1.01%	1.085%

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar un óptimo diseño de mezcla, nos apoyamos de la norma de diseño de mezcla ACI 211 el cual requiere ciertos parámetros de diseño, así como la información requerida para el diseño.

Tabla 16. Diseño de mezclas para concreto permeable.

Resistencia específica	F'c	350	kg/cm2
Factor de Seguridad	F'cr	84	
RESISTENCIA REQUERIDA	F'cr	434	kg/cm2
SLUMP		3	
AGUA X M3		216	lts

RELACIÓN A/C	TABLA ACI	0.54	
%DE AIRE	TABLA ACI	2.5	%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Diseño de mezclas final.

DISEÑO FINAL PARA:		1 m3	DE CONCRETO
ELEMENTO	PESO		
AGUA	216 kg.		
CEMENTO	400.00 kg.	Ó	9.41 Bolsas
PIEDRA	1681.742 kg.		
TOTAL	2,297.742 kg.		
ELEMENTO	VOLUMEN		
AGUA	0.216 m3		
CEMENTO	0.126 m3		
PIEDRA	0.598 m3		
AIRE	0.025		
TOTAL	0.965 m3		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Testigos de concreto permeable.



Fuente: Elaboración propia

Una vez diseñado el concreto permeable y realizado en laboratorio los testigos de concreto, se procede al ensayo de compresión y ruptura de los testigos. Dando los siguientes datos por el laboratorio de concreto:

Tabla 18. ENSAYO A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE ESPECÍMENES DE CONCRETO

CODIGO PROBETA N°	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (días)	ESTRUCTURA	Carga Rotura (kg)	Carga Rotura (kg)	Dímetro Probeta (cm)	Altura de la probeta (cm)	Relación de esbeltez (e)	Área secc. Probeta C m <sup>2</sup>	Resistencia Módulo kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de resistencia alcanzada
M-1	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-1	28419	28979	10.10	20.00	1.98	80.12	218.55	350	77.88%
M-2	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-2	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	219.55	350	77.88%
M-3	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-3	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	220.55	350	77.88%
M-4	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-4	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	221.55	350	77.88%
M-5	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-5	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	222.55	350	77.88%
M-6	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-6	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	223.55	350	77.88%
M-7	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-7	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	224.55	350	77.88%
M-8	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-8	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	225.55	350	77.88%
M-9	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-9	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	217.20	350	78.10%
M-10	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-10	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	218.20	350	78.10%
M-11	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-11	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	219.20	350	78.10%
M-12	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-12	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	220.20	350	78.10%
M-13	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-13	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	221.20	350	78.10%
M-14	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-14	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	222.20	350	76.50%
M-15	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-15	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	223.20	350	76.50%
M-16	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-16	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	224.20	350	76.50%
M-17	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-17	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	216.30	350	76.50%
M-18	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-18	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	217.30	350	76.50%
M-19	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-19	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	218.30	350	76.50%
M-20	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRAFCRBETAM-20	29256	29.893	10.10	20.00	1.98	80.12	219.30	350	76.50%

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y materiales Neo Terra Ingenieros E.I.R.L.

En la tabla 18 se observa los especímenes de concreto a los 7 días de fraguado y secado, alcanzando su resistencia en un 25%.

Tabla 19. ENSAYO A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE ESPECÍMENES DE CONCRETO

CODIGO PROBETA N	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Ejid (días)	ESTRUCTURA	Carga Rotura (kg)	Carga Rotura (kg)	Dímetro Probeta (m)	Altura de la probeta (m)	Rebión de esbeltez (e)	Área sec. Probeta C' cm <sup>2</sup>	Resistencia Máxima kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de resistencia alcanzada
M-21	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-21	217.30	28,979	10.10	20.00	1.98	80.12	278.65	350	79.6%
M-22	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-22	218.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	279.65	350	79.6%
M-23	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-23	219.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	280.65	350	79.6%
M-24	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-24	220.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	281.65	350	79.6%
M-25	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-25	221.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	282.65	350	79.6%
M-26	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-26	222.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	283.65	350	79.6%
M-27	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-27	223.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	284.65	350	79.6%
M-28	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-28	224.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	285.65	350	79.6%
M-29	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-29	225.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	286.65	350	79.6%
M-30	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-30	226.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	288.20	350	82.3%
M-31	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-31	225.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	289.20	350	82.3%
M-32	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-32	226.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	290.20	350	82.3%
M-33	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-33	227.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	291.20	350	82.3%
M-34	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-34	228.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	292.20	350	82.3%
M-35	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-35	229.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	293.20	350	80.7%
M-36	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-36	222.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	282.69	350	80.7%
M-37	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-37	223.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	283.69	350	80.7%
M-38	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-38	224.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	284.69	350	80.7%
M-39	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-39	225.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	285.69	350	80.7%
M-40	15/02/2022	29/02/2022	14	MUESTRA FRCCBETAM-40	226.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	286.69	350	80.7%

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos, concreto y materiales Neo Terra Ingenieros E.I.R.L.

En la tabla 19 se observa los especímenes de concreto a los 14 días de fraguado y secado, alcanzando su resistencia en un 80%.

TABLA 20. ENSAYO A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE ESPECÍMENES DE CONCRETO

CODIGO PROBETAN	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Ejid (días)	ESTRUCTURA	Carga Rotura (kg)	Carga Rotura (kg)	Diámetro Probeta (cm)	Altura de la probeta (cm)	Relación de esbeltez (e)	Area sec. Probeta C' cm <sup>2</sup>	Resistencia Máxima kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de resistencia alcanzada
M-41	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-41	284.19	28.979	10.10	20.00	1.98	80.12	361.71	350	103.34%
M-42	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-42	285.19	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	362.71	350	103.34%
M-43	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-43	286.19	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	363.71	350	103.36%
M-44	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-44	287.19	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	364.71	350	103.50%
M-45	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-45	288.19	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	365.71	350	102.90%
M-46	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-46	289.19	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	366.71	350	105.30%
M-47	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-47	290.19	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	372.40	350	104.20%
M-48	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-48	292.56	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	373.40	350	106.39%
M-49	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-49	293.56	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	374.40	350	106.60%
M-50	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-50	294.56	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	375.40	350	104.60%
M-51	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-51	295.56	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	376.40	350	106.20%
M-52	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-52	296.56	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	377.40	350	106.60%
M-53	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-53	297.56	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	378.40	350	107.50%
M-54	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-54	298.56	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	357.60	350	104.60%
M-55	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-55	291.60	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	358.60	350	106.30%
M-56	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-56	292.60	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	359.60	350	102.90%
M-57	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-57	293.60	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	360.60	350	105.20%
M-58	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-58	294.60	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	361.60	350	107.30%
M-59	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-59	295.60	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	362.60	350	105.60%
M-60	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRAFRCBETAM-60	296.60	28.893	10.10	20.00	1.98	80.12	363.60	350	106.20%

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos, concreto y materiales Neo Terra Ingenieros E.I.R.L.

En la tabla 20 se observa los especímenes de concreto a los 28 días de fraguado y secado, alcanzando su resistencia que pasa el 100%.

Tabla 21. Capacidad de permeabilidad del concreto.

N° DE ENSAYO	ALTURA INICIAL H1 (CM)	ALTURA FINAL H2 (CM)	TIEMPO T. (SEG)	VOL. H2O (ML) DRENADO	T° H2O °C
1	49.9	0	15	1000	17
2	49.9	0	15.4	1000	16
3	49.9	0	15.1	1000	17
4	49.9	0	14.9	1000	17



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: para nuestro diseño del cual tenemos un agregado grueso de ½” de 100% con un slump de 3” obtenemos un coeficiente de permeabilidad de 39.379 cm/seg. Lo es el óptimo ya que teniendo en cuenta las altas precipitaciones en tiempo de invierno, el concreto requiere un alto nivel de infiltración para evacuar el agua con mayor facilidad.

Figura 12. Probeta de concreto rígido permeable.

Fuente: Elaboración propia.

## V. DISCUSIÓN

Según, Cabezón (2020), sostiene: Investigar la permeabilidad de los pavimentos permeables recomendando y validando un método de ensayo de campo uniforme para cada superficie que permita la gestión del tiempo, la cuantificación de los problemas de colmatación y el mantenimiento prescrito más adecuado para asegurar las prestaciones de este tipo de superficie. sistema a lo largo de su vida. Su metodología es aplicada y su investigación es teórico-empírica. (p.45.)

Su trabajo concluyó que el uso de pavimento duro permeable es la opción más adecuada para el drenaje de aguas pluviales, tiene varias ventajas, evita excavaciones profundas para drenar el agua, reduce el costo económico de la construcción, se elimina la presencia de colectores y se reduce la expansión superficial. Evitando, además, su uso se extendió no solo a zonas residenciales, sino también a zonas densamente pobladas. Además, el uso de hormigón poroso y hormigón asfáltico poroso se utiliza cada vez más debido a la reducción del ruido de la carretera.

En nuestro caso, los especímenes estudiados tienen la porosidad adecuada para la evacuación de aguas pluviales, al tener espacios vacíos entre su composición la hace más funcional en los lugares donde hay mayor concentración de agua por efecto de las lluvias.

Según Rengifo Mas y Valles Valles (2019) Sostiene: “Diseñar un concreto permeable para mejorar la evacuación de aguas pluviales en esta zona de la ciudad. Su trabajo es del tipo experimental pues se obtiene a través de la manipulación de las variables para lograr los objetivos planteados” (p.11). Su trabajo tuvo como conclusión:

A medida que disminuye el tamaño de la grava, aumenta la resistencia a la compresión debido a la retención de partículas, lo que significa que el concreto permeable tiene una durabilidad óptima. En relación a la permeabilidad, se encontró que cuanto más aumenta el tamaño nominal de la piedra triturada, mayor es su permeabilidad, lo que posibilita la remoción del agua de lluvia existente en esta zona. Su coeficiente de permeabilidad indica que existe una dosis de hormigón

permeable que permite conseguir una alta resistencia sin modificar la permeabilidad del hormigón.

En los ensayos encontramos que la resistencia de las probetas alcanzó un porcentaje adecuado a los 7 días de su elaboración, usando agregados de una cantera de río, los mismos que fueron alcanzando su mayor resistencia a los 28 días, llegando a 259 kgm/cm<sup>2</sup>.

Alcalde Susan (2015), concluyó: Para la obtención de agregados para la producción de hormigón permeable para su colocación sobre pavimentos rígidos. Su investigación es experimental porque las variables han sido manipuladas. En su tesis llegó a la siguiente conclusión: Los agregados de la cantera antes mencionada cumplen con los parámetros necesarios para la producción de concreto permeable, aparte de las pruebas de durabilidad se encontró que es concreto con un contenido de finos de 0, su durabilidad es una función de los agregados, no una función del cemento o del tiempo de curado. (p.75)

Al realizar el estudio de la cantera de donde se usaron los agregados, la piedra obtuvo un módulo de fineza de 7, el cual nos indica que el material usado no tiene partículas demasiado finas, por lo que su resistencia va acorde con el cemento y el tiempo de curado y cumplen con los parámetros establecidos para que pueda ser un concreto permeable.

## VI. CONCLUSIONES

- Se logró determinar corroboración del plano topográfico del barrio San Sebastián de la ciudad de Cajamarca se identifica las calles a intervenir, así como la longitud máxima que alcanzan las mismas dentro de la jurisdicción del barrio; teniendo esta un dimensión total de 12869.23 metros lineales, cumpliendo con el objetivo de superar los 11 000 metros lineales planteados por la universidad como objeto de estudio; además se identifica las calles ideales con una pendiente no menor del 1% (pendientes mínima para canales cerrados) donde se plantea la ruta de evacuación o redes colectoras de aguas pluviales para su desemboque en la vertiente del el Rio San Lucas.
  
- Se concluye que con los resultados del estudio de suelos se procede a realizar el diseño de la carpeta de pavimento rígido permeable, el cual cumple con las especificaciones antes mencionadas en la investigación.
  
- Teniendo en cuenta que los materiales utilizados han sido extraídos de la cantera el Maestro ubicado a orillas del Rio San Lucas; estos siendo evaluados por el LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L. y brindándonos los resultados correspondientes, se realizó el diseño de mezclado de acuerdo a la norma ACI 211 conjuntamente teniendo en consideración que para este trabajo de tesis de ha utilizado Cemento Tipo V (cemento de alta resistencia) se logró determinar la dosificación optima de materiales para un concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup>; cumpliendo esta con lo propuesto en el objetivo específico de diseñar el concreto permeable; así mismo se ha calculado la capacidad de infiltración de agua en el concreto.
  
- En cuanto al estudio hidrológico se logró realizar el estudio de la cuenca que afecta a la zona del proyecto, además del cálculo de la precipitación máxima en 24 horas, dato que nos sirvió para diseñar el concreto permeable y para realizar el diseño de drenaje de evacuación de las aguas pluviales.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el área de estudio y no limitarse solo al barrio San Sebastián, ya que el problema de las inundaciones a causa de las precipitaciones máximas afecta a toda la zona urbana de la ciudad de Cajamarca.
  
- Buscar alternativas para un levantamiento topográfico más especializado perteneciente a calles, ríos y quebradas, así mismo buscar el mejor punto de evacuación de las aguas pluviales, a cuerpos de agua naturales o artificiales.
  
- En cuanto al estudio hidrológico, se debe tener los datos más exactos en cuanto a las precipitaciones máximas presentadas en 10 años anteriores, además de datos históricos que ayuden a una mejor formulación de una red de drenaje en todas las estaciones hidrológicas presentes en la ciudad de Cajamarca.
  
- Buscar como alternativa el uso de geomembrana y geotextiles para la impermeabilización del suelo y evitar su saturación, ya que ello conllevaría a unas fallas estructurales del pavimento.
  
- Verificar la capacidad portante del suelo no solo en el lugar de estudio sino ampliarlo a toda la zona urbana, con el uso de densímetros nucleares, ya que estos equipos tienen mayor precisión en la recopilación de datos.
  
- En cuanto a la aplicación del concreto permeable, su puede mejorar la resistencia usando elementos tecnológicos y aditivos, para su uso en un pavimento de alta transpirabilidad o tránsito pesado, ya que esto es beneficioso no solo para los conductores sino también la población misma.

- La aplicación de concreto permeable, es más recomendable en las zonas del Perú donde tengan presencia de lluvias.
  
- El pavimento rígido permeable, debe tener un mantenimiento periódico, para evitar la colmatación de elementos no deseados que los vacíos del concreto permeable presentan en su estructura.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alessandro, B. (2018). Diseño de pavimento rígido permeable para la evluacion de aguas pluviales segun las normas ACI522R-10. Lima.
- Alexis, P. B. (2018). Diseño de concreto permeable para su aplicacion en pavimentos como optimo sistema de drenaje en distrito de independencia-huaraz-ancash. Ancash.
- Andre, R. T. (2019). Evaluacion del comportamiento del concreto permeablepara su aplicacion en pavimentos urbanos fabricado con agregados de piedra chancada de la cantera de tacllan. Huaraz.
- Ani, M. (2018). Diseño de pavimento rígido permeable  $F'_{C}=210 \text{ kg/cm}^2$  utilizandoagregado del rio huallaga -Jr. los andes , morales-san martin-2018. Cajamarca: Repositorio UNC.
- Cordova, C. c. (2020). diseño de mezcla de concreto permeable para uso en un pavimento rígido. Piura .
- Diaz , A., Herrera, T., & Marrero , I. (2020). Estudio de las características del hormigon permeabley su implementacion en el uruguay . Uruguay.
- Din, M. (2019). Influencia de diferentes porcentajes de tiras de plasticos en la permeabilidad , resitencia a la compresion y flexion del concreto permeable y su aplicacion como pavimento rígido . Trujillo.
- Esquere Garcia , M., & Silva Silva , H. (2019). Propuesta de siseño de pavimento drenante para la captacion de agua de lluvias en zonas urbanas. Lima: Repositorio UPC.
- Eusebio, C. G. (2017). Pavimentos permeables, Una aproximacion convergente en la construccion de vialidaddes urbanas y en la preserevacion del recurso agua. Mexico.
- Guerra , P., & Guerra , C. (2020). diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. Peru.
- Hernandez , R., Fernandez , C., & Baptista , P. (s.f.). Metodologia de la investigacion 6ta edicion. Mexico. Mexico : Mcgraw Hill.
- Iñigo, C. J. (2020). Estudio de la capacidad de infiltracion de pavimentos permeables . España.
- joel, A. C. (2018). diseño del pavimento rígido con agregados de cantera chilete para mejorar la transitabilidad vehicular ypeatonalen la localidad jancos cajamarca. Chiclayo.
- kamali , M., Delkash, M., & Tajrishy, M. (2017). evaluation of permeable pavement responses to urban surface runoff. journal of environmental management. EE.UU.
- Liu , j., & Borst , M. (2018). performance of metal concentrations from three permeable pavementinfiltres. Water Research.

- Luis, C. C. (2015). Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular en el caserío chuquilin distrito de los baños del inca cajamarca-cajamarca. Cajamarca: repositorio UNC.
- Malena, V. M. (2018). hormigon poroso con materiales locales , una contribucion para la gestion de las aguas de lluvia. Cordoba .
- Merlo romero , & Soto Pedrera . (2020). analisis del sistema de drenaje urbano en base a estudios de nivel internacional y su relacion al sistema de drenaje en la ciudad de cajamarca. Cajamarca.
- miguel. (12 de 05 de 1233). deportes . Obtenido de deportes .
- miguel, R. R. (2019). Analisis comparativo diseño de mezclas asfaltica metodo marshal tradicional vs permeable con agregadode la cantera del rio saln luis. Ecuador.
- Olavi, P. G. (2018). Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje Urbano. Colombia .
- Palacios, P. G. (2020). Implementacion del concreto permeable en el barrio pardo rubio en la calle 47 . Bogota.
- Ronald, G. (2019). calidad en el drenaje y diseño de un pavimento rigido permeable con agregados de la cantera isla en las vias de la villa chullunquiani deñ sector nor- oeste de la ciudad de juliaca. Juliaca .
- Santiago, M. H. (2019). Evaluacion del estado de pavimento rigido del jiron huanuco entre los jirones urrelo y ucayali-cajamarca. Cajamarca: Repositorio UNC.
- Sinti, S. P. (2021). Propuesta de diseño de pavimento utilizando concreto permeable para el control de drenaje pluvial en el distrito de la banda de shilcayo, provincia dey departamento de san martin. Tarapoto.
- Toque, M. T. (2021). concreto permeable como alternativa de drenaje de ñas aguas pluviales en pavimentos rigidos en la ciudad universitaria de la UNA-PUNO. Puno.
- Valles, R. M. (2019). diseño del concreto ´permeable para mejorar la evaluacion de aguas pluviales en las ciclovias en Jr Ramon castilla c-8 a c-13. Trujillo.

# ANEXOS

**ANEXO 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Concreto Permeable	De acuerdo con el ACI-522R, el concreto permeable es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivos y agua. (Construcción y tecnología del concreto)	Ensayos básicos	<p>Materiales</p> <p>Resistencia a la compresión y módulo de rotura</p> <p>Permeabilidad</p> <p>Costos de materiales</p>	<p>Dosificaciones</p> <p>Vida útil del concreto</p> <p>Porcentaje de vacíos y permeabilidad</p> <p>Comparación de costos</p>	NOMINAL
Pavimento Rígido	Este tipo de concreto se caracteriza por su gran resistencia y distribución de cargas hacia el suelo distribuyendo las fuerzas a las que es sometida, y su repelencia al agua, siendo haciéndolo ideal para suelos en los que no se tolere la presencia de agua.	Revisión del estado del arte	Datos generales	Funcionamiento	NOMINAL

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>General: ¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, en el barrio San Sebastián?</p> <p>Específicos: ¿Los puntos topográficos están acorde al terreno de estudio?</p> <p>¿Las precipitaciones tiene influencia en el diseño de concreto permeable?</p>	<p>General: Elaborar el diseño de concreto permeable para uso en pavimento rígido, en Cajamarca.</p> <p>Específicos: Elaborar el levantamiento Topográfico, de la zona donde se llevará a cabo el proyecto.</p>	<p>General: El Diseño de mezclas de concreto permeable cumple con los parámetros establecidos que permiten utilizarlo en pavimento rígido</p> <p>Específicos: El material a utilizar debe ser bien clasificado pues es este quien</p>	<p>V. Independiente</p> <p>Concreto Permeable</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Dosificaciones</li> <li>● Vida útil del concreto.</li> <li>● Porcentaje de vacíos y permeabilidad.</li> <li>● Comparación de costos.</li> </ul>	<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicada</li> <li>● Descriptiva</li> </ul> <p>Tiene un enfoque cuantitativo.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Experimental</li> <li>● Transversal</li> </ul>	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos Básicos</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de granulometría</li> <li>• Ficha de datos de resistencia a la compresión</li> </ul>

<p>¿Las condiciones actuales del terreno son las adecuadas para aplicar el concreto permeable?</p> <p>¿La mezcla de concreto permeable cumple con la resistencia necesaria para su aplicación en pavimento rígido?</p>	<p>Realizar un estudio Hidrológico, para evaluar la incidencia de las precipitaciones.</p> <p>Realizar un estudio de suelos.</p> <p>Evaluar la Resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto permeable.</p>	<p>permitirá el correcto diseño de la mezcla.</p> <p>Este tipo de concreto es resistente a las cargas que se efectúen sobre él, teniendo como <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>.</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ficha de datos de permeabilidad</li> </ul>
--	--	---	--	--	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 02. Puntos de replanteo topográfico.

Punto	Este (m)	Norte (m)	Cota (m)
1	774036.764	9207624.59	2770
2	774037.806	9207631.46	2770
3	774083.875	9207495.87	2760
4	774156.097	9207494.23	2760
5	774160.178	9207486.09	2760
7	774207.828	9207370.95	2770
8	774202.297	9207375.97	2770
11	774165.705	9207473.05	2760
12	774400	9207377.07	2770
13	774266.656	9207346.88	2770
14	774272.853	9207343.52	2770
15	774349.438	9207340.02	2770
16	774356.5	9207337	2770
17	774308.684	9207279.05	2780
18	774105.272	9207423.22	2770
19	774375.057	9207387.33	2760
20	774247.227	9207415.51	2760
21	774240.885	9207419.67	2760
22	774111.182	9207590.17	2760
23	774106.712	9207595.62	2760
24	774108.733	9207636.62	2760
25	774107.419	9207646.13	2760
26	774122.772	9207707.12	2760
27	774125.936	9207710.95	2760
28	774131.093	9207734.57	2760
29	774129.157	9207744.96	2760
30	774424.525	9207414.46	2750
31	774417.625	9207419.92	2750
32	774365.912	9207441.75	2750
33	774358.344	9207445.25	2750
34	774319.084	9207460.13	2750
35	774309.505	9207459.59	2750
36	774295.821	9207466.45	2750
37	774291.799	9207469.46	2750
38	774232.286	9207525.36	2750
39	774204.524	9207557.01	2750
40	774191.404	9207561.27	2750
41	774188.067	9207564.15	2750
42	774193.638	9207568.18	2750
43	774190.146	9207603.22	2750

44	774192.582	9207614.86	2750
45	774174.273	9207664.87	2750
46	774171.05	9207672.48	2750
47	774176.191	9207734.45	2750
48	774175.299	9207720.7	2750
49	774169.092	9207727.94	2750
50	774178.943	9207739.35	2750
51	774170.844	9207781.96	2750
52	774168.211	9207791.79	2750
53	774465.248	9207455.01	2740
54	774460.541	9207458.99	2740
55	774409.699	9207486.88	2740
56	774404.028	9207492.22	2740
57	774350.78	9207517.05	2740
58	774358.889	9207576.86	2740
59	774357.471	9207587.06	2740
60	774352.742	9207601.55	2740
61	774350.317	9207608.27	2740
62	774321.763	9207655.85	2740
63	774314.638	9207662.43	2740
64	774280.351	9207702.46	2740
65	774276.981	9207709.32	2740
66	774241.987	9207745.67	2740
67	774238.284	9207753.7	2740
68	774235.74	9207759.09	2740
69	774235.708	9207767.74	2740
70	774207.752	9207826.32	2740
71	774210.375	9207843.52	2740
72	774520.723	9207507.43	2730
73	774509.994	9207518.84	2730
74	774473.564	9207551.05	2730
75	774473.694	9207552.72	2730
76	774471.032	9207550.76	2730
77	774460.629	9207573.41	2730
78	774467.036	9207633.01	2730
79	774462.766	9207642	2730
80	774439.52	9207694.51	2730
81	774436.94	9207701.58	2730
82	774405.377	9207743.98	2730
83	774398.441	9207750.49	2730
84	774358.607	9207790.43	2730
85	774353.521	9207794.67	2730
86	774316.618	9207833.88	2730
87	774311.175	9207842.05	2730

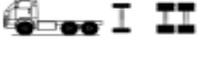
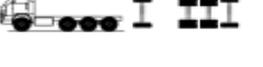
88	774633.762	9207241.55	2730
89	774622.759	9207274.53	2730
90	774613.061	9207294.41	2730
91	774617.965	9207286.2	2730
92	774416.823	9207974.17	2720
93	774425.642	9207967.08	2720
94	774457.584	9207916.47	2720
95	774468.762	9207892.12	2720
96	774497.399	9207855.56	2720
97	774507.002	9207851.23	2720
98	774567.998	9207753.26	2720
99	774573.57	9207745.31	2720
100	774585.989	9207712.31	2720
101	774591.337	9207700.62	2720
102	774595.845	9207688.86	2720
103	774600.72	9207679.58	2720
104	774636.808	9207635.4	2720
105	774641.071	9207628.99	2720
106	774643.533	9207580.11	2720
107	774639.423	9207571.96	2720
108	774639.89	9207544.05	2720
109	774642.707	9207537.63	2720
110	774657.391	9207470.47	2720
111	774657.477	9207454.22	2720
112	774692.875	9207348.21	2720
113	774697.346	9207343.07	2720
114	774712.143	9207332.79	2720
115	774742.91	9207278.77	2720
116	774744.728	9207269.9	2720
117	774745.043	9207226.01	2720
118	774751.97	9207209.93	2720
119	774765.945	9207187.51	2720
120	774759.386	9207196.49	2720
121	774812.433	9207186.75	2720
122	774829.741	9207183.76	2720
123	774842.318	9207183.48	2720
124	774849.755	9207185.73	2720
125	774912.504	9207165.98	2720
126	774916.547	9207158.21	2720
127	774927.357	9207149.26	2720
128	774932.614	9207140.65	2720
129	774901.767	9207380.17	2710
130	774891.866	9207387.42	2710
131	774835.005	9207485.01	2710

132	774821.354	9207497.64	2710
133	774833.797	9207536.44	2710
134	774772.316	9207815.06	2710
135	774771.74	9207830.64	2710
136	774770.221	9207836.38	2710
137	774765.802	9207847.63	2710
138	774763.911	9207847.84	2710
139	774756.217	9207848.65	2710
140	774749.704	9207849.27	2710
141	774728.169	9207853.06	2710
142	774693.163	9207863.85	2710
143	774687.967	9207870.45	2710
144	774652.33	9207914.69	2710
145	774648.474	9207918.28	2710
146	774608.177	9207957.06	2710
147	774601.207	9207964.67	2710
148	774585.735	9207990.66	2710
149	774566.472	9208038.7	2710
150	774561.09	9208043.61	2710
151	774524.315	9208079.13	2710
152	774517.273	9208089.26	2710
153	774435.641	9208268.2	2710
154	774439.467	9208273.77	2710
155	774479.23	9208380.72	2710
156	774476.393	9208395.21	2710
157	774480.789	9208519.5	2710
158	774470.356	9208530.85	2710
159	774420.714	9208529.46	2710
160	774486.59	9208570.82	2710
161	774479.881	9208581.58	2710
162	774486.273	9208617.38	2710
163	774485.675	9208627.07	2710
164	774457.421	9208708.77	2710
165	774459.016	9208715.66	2700
166	775044.432	9207447.35	2700
167	775018.672	9207451.56	2700
168	775053.715	9207460.8	2700
169	775148.503	9207458.22	2700
170	775142.41	9207466.97	2700
171	775075.463	9207588.94	2700
172	775065.262	9207615.97	2700
173	775034.32	9207682.48	2700
174	774994.609	9207854.69	2700
175	774969.376	9207933.76	2700

176	774976.707	9207978.85	2700
177	774947.475	9208014.53	2700
178	774937.942	9208019.74	2700
179	774928.43	9208112.16	2700
180	774931.394	9208131.77	2700
181	774936.628	9208154.33	2700
182	774932.013	9208184.55	2700
183	775051.551	9208315.24	2700
184	774974.186	9208315.2	2700

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de observación (Índice Medio Diario)

<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		<b>DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA - 2021</b>										
<b>INTEGRANTES:</b>		<b>BARRENA ZEGARRA, MAXMILLER RUPERTO // LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN</b>										
<b>FECHA:</b>		<b>ene-22</b>										
<b>CONTEO VEHICULAR-INDICE MEDIO DIARIO</b>												
VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1_		IDA										
		VUE.										
VHL2_		IDA										
		VUE.										
B2_		IDA										
		VUE.										
B3_1		IDA										
		VUE.										
B4_1		IDA										
		VUE.										
BA_1		IDA										
		VUE.										
_C2		IDA										
		VUE.										
_C3		IDA										
		VUE.										
_C4		IDA										
		VUE.										
_8X4		IDA										
		VUE.										
T251		IDA										



Alex A. Barrena Piloche  
Ingeniero Civil  
CIP 43448  
RNG CANTON/ 015728

**CONTEO VEHICULAR**







ANEXO 03. CERTIFICADOS DE ENSAYOS



**NEO TERRA**  
INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
RESOLUCION INDECOPI N° 001285-2018/DSO - Reg - Indecopi

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.  
ALFREDO SIFUENTES ORTIZ  
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ANALISIS DE CANTERAS Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 74682

EXPEDIENTE N° 734706-2018 / CERTIFICADO N° 00019897

---

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA - 2021.

SOLICITA: BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO // LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - CANTERA EL MAESTRO

**ENSAYO AGREGADO GRUESO - PESO UNITARIO SECO SUELTO**

DESCRIPCION	UNIDAD	SUELTO		
		1	1	1
ENSAYO				
Recipiente N°		1	1	1
Recipiente + Suelo seco	gr.	14208	14270	14239
Peso del Recipiente	gr.	3500	3500	3500
Peso de la Muestra	gr.	10708.0	10770.0	10739.0
Volumen del Molde	gr.	7014.0	7014.0	7014.0
Peso unitario	gr/cc	1.527	1.536	1.531
Peso Unitario Promedio	gr/cc	<b>1.531</b>		

**ENSAYO AGREGADO GRUESO - PESO UNITARIO SECO COMPACTADO**

DESCRIPCION	UNIDAD	VARILLADO		
		1	1	1
ENSAYO				
Recipiente N°		1	1	1
Recipiente + Suelo seco	gr.	15370	15386	15378
Peso del Recipiente	gr.	3500	3500	3500
Peso de la Muestra	gr.	11870.0	11886.0	11878.0
Volumen del Molde	gr.	7014.0	7014.0	7014.0
Peso unitario	gr/cc	1.692	1.695	1.693
Peso Unitario Promedio	gr/cc	<b>1.693</b>		

NOTA: Las muestras fueron proporcionadas por un representante de la parte solicitante





NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

Jr. Pablo Gona H-17, Urb. Docentes UNC  
976661847

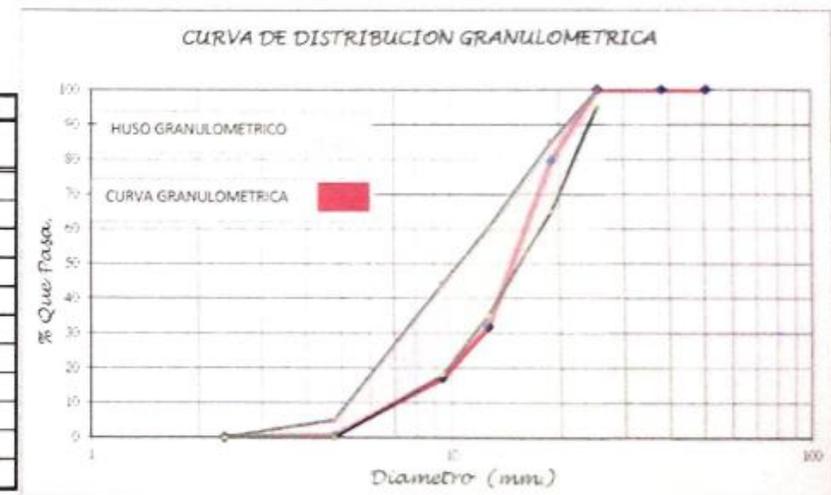
Cel: nai/re\_74@hotmail.com / ntingenieras@outlook.com / Cajamarca

<b>OBRA</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA - 2021.	
<b>SOLICITA</b>	BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO // LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN	

### ANALISIS GRANULOMETRICO VIA SECA ASTM - D422

PESO SECO INICIAL :	5465.00 gr.
PESO SECO FINAL :	5465.00 gr.
PESO MENOR No 200 :	0.00 gr.

TAMIZ N°	Abert (mm)	PESO RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO	
		PARCIAL	% Parcial	% Reten. Acumulado	% Que Pasa
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	1115.00	20.40	20.40	79.60
1/2"	12.70	2614.00	47.83	68.23	31.77
3/8"	9.50	798.00	14.60	82.84	17.16
N° 4	4.75	911.00	16.67	99.51	0.49
N° 8	2.35	25.00	0.46	99.96	0.04
N° 200	0.08	2.00	0.04	100.00	0.00
Cazoleta	0.00	0.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		5465.00			



MODULO DE FINEZA	7
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2
A peso de tara	0
B peso de muestra original humeda	2561
C peso de muestra seca	2554
% HUMEDAD (B-C)*100/(C-A)	0.3

D peso de la tara	0
E peso de la muestra seca	2554
F peso de la muestra des de lavado	2550
% PASANTE DE M #200 (E-F)*100/(E-D)	0.2

**NOTAS:** Las muestras ensayadas está compuesta por piedra proveniente de cantera de Rio de Perfil redondeado  
La muestra proviene de la CANTERA EL MAESTRO



 <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</b>		<b>NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y MATERIALES - RESOLUCIÓN INDECOPI /CENTIFICADO Nº00019677</b>										<b>Nº:001895-2018/DSD - Reg.Indecopi /EXPEDIENTE Nº 754706 - 2018</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</b>		<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>			<b>DESEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA - 2021</b>										
<b>FECHA:</b>		<b>INTEGRANTES</b>			<b>BARRENÁZGARRA, MAXIMILIANO RUPERTO // LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN</b>										
<b>CODIGO PROBETA N°</b>	<b>FECHA:</b>		<b>Edad (días)</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Carga Rotura (N)</b>	<b>Carga Rotura (Kg)</b>	<b>Diámetro Probeta (cm)</b>	<b>Altura de la probeta (cm)</b>	<b>Relación de esbeltez (e)</b>	<b>Área sec. Probeta (cm²)</b>	<b>Resistencia Máxima (kg/cm²)</b>	<b>f'c Diseño (kg/cm²)</b>	<b>Porcentaje de resistencia alcanzada</b>		
	<b>Fecha de fabricación</b>	<b>Fecha de Rotura</b>												<b>Feb-22</b>	
M - 1	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-1	284.19	28.979	10.10	20.00	1.98	80.12	218.55	350	77.88%		
M - 2	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-2	285.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	219.55	350	77.88%		
M - 3	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-3	286.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	220.55	350	77.88%		
M - 4	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-4	287.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	221.55	350	77.88%		
M - 5	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-5	288.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	222.55	350	77.88%		
M - 6	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-6	289.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	223.55	350	77.88%		
M - 7	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-7	290.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	224.55	350	77.88%		
M - 8	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-8	291.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	225.55	350	77.88%		
M - 9	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-9	292.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	217.20	350	78.10%		
M - 10	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-10	293.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	218.20	350	78.10%		
M - 11	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-11	294.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	219.20	350	78.10%		
M - 12	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-12	295.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	220.20	350	78.10%		
M - 13	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-13	296.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	221.20	350	78.10%		
M - 14	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-14	297.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	222.20	350	78.10%		
M - 15	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-15	298.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	223.20	350	78.10%		
M - 16	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-16	299.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	224.20	350	78.10%		
M - 17	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-17	300.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	216.30	350	78.10%		
M - 18	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-18	292.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	217.30	350	78.10%		
M - 19	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-19	293.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	218.30	350	78.10%		
M - 20	15/02/2022	21/02/2022	7	MUESTRA PROBETA M-20	294.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	219.30	350	78.10%		

**OBSERVACIÓN**

- Los ensayos de concreto fueron alcanzados al Laboratorio por un representante de parte solicitante, para someterlos a los ensayos de compresión
- El Laboratorio NO intervino en el proceso de muestreo, fabricación, curado ni traslado de los ensayos de concreto.
- Los ensayos a la compresión se realizó en presencia de un representante de la parte solicitante.

**CORRELACIÓN ENTRE LA EDAD DE LA PROBETA Y LA RESISTENCIA**

RESISTENCIA DE DISEÑO (f'c) (kg/cm²)	Resistencia espedida (f'c (j)) (kg/cm²) a edad de X días			
	7	14	21	28
350	218.50	288.20	336.70	350
Porcentaje de resistencia	77.88%	90.16%	96.21%	100.00%

**CORRECCIÓN POR ESBELTEZ EN LA PROBETA**

RELACIÓN DE ESBELTEZ (e)	Factor de Corrección (β)
2	1
1.75	0.98
1.5	0.96
1.25	0.94

f'c: 1MPa= 10.18716 kg/cm²

( ) ( )

$$\beta_{cc}(j) = e^{[x \cdot (-\frac{0.07}{7})]}$$

0.20 para cementos de endurecimiento rápido y de alta resistencia  
0.25 para cementos de endurecimiento normal y rápido.  
0.38 para cementos de endurecimiento lento



  
**Neo Terra Ingenieros E.I.R.L.**  
INGENIEROS EN CIVIL

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

jr. Pablo Gaoana H - 17. Urb. Docentes UNC - Cel:9766661847

malme\_74@hotmail.com/ ntingenieros@outlook.com /Cajamarca

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO		NOMBRE DEL PROYECTO		DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA - 2021									
FECHA:		INTEGRANTES		BARRERA ZEGARRA, MAXIMILIAN RUPERTO // LLANOS GUARNE EDWIN IVAN									
CODIGO PRO BETA N°	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (días)	ESTRUCTURA	Carga Rotura (kg)	Carga Rotura (Kg)	Diámetro Probeta (cm)	Altura de la probeta (cm)	Relación de esbeltez (e)	Area secc. Probeta C° cm2	Resistencia Máxima kg/cm2	f'c Diseño Kg /cm2	Porcentaje de resistencia alcanzada
M- 21	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 21	217.30	28.979	10.10	20.00	1.98	80.12	278.65	350	79.61%
M- 22	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 22	218.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	279.65	350	79.61%
M- 23	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 23	219.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	280.65	350	79.61%
M- 24	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 24	220.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	281.65	350	79.61%
M- 25	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 25	221.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	282.65	350	79.61%
M- 26	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 26	222.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	283.65	350	79.61%
M- 27	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 27	223.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	284.65	350	79.61%
M- 28	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 28	224.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	285.65	350	79.61%
M- 29	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 29	225.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	286.65	350	79.61%
M- 30	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 30	226.30	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	288.20	350	82.34%
M- 31	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 31	225.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	289.20	350	82.34%
M- 32	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 32	226.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	290.20	350	82.34%
M- 33	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 33	227.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	291.20	350	82.34%
M- 34	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 34	228.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	292.20	350	82.34%
M- 35	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 35	229.40	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	293.20	350	80.77%
M- 36	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 36	222.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	282.69	350	80.77%
M- 37	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 37	223.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	283.69	350	80.70%
M- 38	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 38	224.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	284.69	350	80.77%
M- 39	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 39	225.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	285.69	350	80.77%
M- 40	15/02/2022	29/02/2022	14	MU ESTRA PRO BETA M- 40	226.11	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	286.69	350	80.77%

**OBSERVACIÓN**

- Los testigos de concreto fueron elaborados en el laboratorio por un representante de parte solicitante, para someterlos a los ensayos de compresión
- El laboratorio NO intervino en el proceso de muestreo, fabricación, cuando ni basados de los testigos de concreto.
- Los Ensayos a la compresión se realizó en presencia de un representante de la parte solicitante.

**CORRELACIÓN ENTRE LA EDAD DE LA PROBETA Y LA RESISTENCIA**

RESISTENCIA DE DISEÑO (fc 28 días) ( kg/cm2)	Resistencia esperada (fc (j) Kg/cm2 a edad de X días)		
	7	14	21
350	218.50	288.20	336.70
Porcentaje de resistencia	77.85%	90.36%	96.20%

**CORRECCIÓN POR ESBELTEZ EN LA PROBETA**

RELACIÓN DE ESBELTEZ (e)	Factor de Corrección (β)
2	1
1.75	0.98
1.5	0.96
1.25	0.94

f'c : 1 MPa= 10.18716 kg/cm2

( ) ( )

$$f_{cc}(j) = e^{x \left( -\frac{j}{i} \right)}$$

- 0.20 para cementos de cualquier tipo y de esta resistencia
- 0.25 para cementos de cualquier tipo normal y rápido.
- 0.30 para cementos de cualquier tipo lento

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y MATERIALES - RESOLUCIÓN INDECOPI Nº001395-2012/DSD - Reg-Indecopi / EXPEDIENTE Nº 734706 - 2012 / CERTIFICADO Nº00039677													
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO													
NOMBRE DEL PROYECTO													
DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA - 2021													
INTEGRANTES													
BARRERA ZEGARRA, MAXMILLER RUPERTO // LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN													
FECHA:													
CO DIGO PRO BETA Nº	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (días)	ESTRUCTURA	Carga Rotura (kg)	Carga Rotura (Kg)	Diámetro Probeta (cm)	Altura de la probeta (cm)	Relación de esbeltez (e)	Area secc. Probeta C° cm2	Resistencia Máxima kg/cm2	f'c Diseño Kg /cm2	Porcentaje de resistencia alcanzada
M - 41	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -41	284.19	28,979	10.10	20.00	1.98	80.12	361.71	350	103.34%
M - 42	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -42	285.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	362.71	350	103.34%
M - 43	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -43	286.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	363.71	350	103.36%
M - 44	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -44	287.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	364.71	350	103.50%
M - 45	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -45	288.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	365.71	350	102.90%
M - 46	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -46	289.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	366.71	350	105.30%
M - 47	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -47	290.19	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	372.40	350	104.20%
M - 48	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -48	292.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	373.40	350	106.39%
M - 49	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -49	293.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	374.40	350	105.60%
M - 50	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -50	294.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	375.40	350	104.60%
M - 51	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -51	295.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	376.40	350	106.20%
M - 52	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -52	296.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	377.40	350	105.60%
M - 53	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -53	297.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	378.40	350	102.50%
M - 54	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -54	298.56	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	357.60	350	104.60%
M - 55	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -55	291.60	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	358.60	350	106.30%
M - 56	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -56	292.60	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	359.60	350	102.90%
M - 57	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -57	293.60	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	360.60	350	105.20%
M - 58	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -58	294.60	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	361.60	350	107.30%
M - 59	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -59	295.60	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	362.60	350	105.60%
M - 60	15/02/2022	14/03/2022	28	MUESTRA PRO BETA M -60	296.60	29.833	10.10	20.00	1.98	80.12	363.60	350	106.20%

**OBSERVACIÓN**

- Los testigos de concreto fueron alcanzados al laboratorio por un representante de parte solicitante, para someterlos a los ensayos de compresión
- El laboratorio NO intervino en el proceso de muestreo, fabricación, cuando ni traslado de los testigos de concreto.
- Los Ensayos a la compresión se realizaron en presencia de un representante de la parte solicitante.

**CORRELACIÓN ENTRE LA EDAD DE LA PROBETA Y LA RESISTENCIA**

RESISTENCIA DE DISEÑO (f'c 28 días) ( kg/cm2)	Resistencia esperada (f'c(t)) Kg/cm2 a edad de X días		
	7	14	21
350	238.50	288.20	336.70
Porcentaje de resistencia	77.85%	90.36%	96.21%

**CORRECCIÓN POR ESBELTEZ EN LA PROBETA**

RELACIÓN DE ESBELTEZ (e)	Factor de Corrección (k)
2	1
1.75	0.98
1.5	0.96
1.25	0.94

f'c: 1 MPa = 10.32716 kg/cm2

( ) ( )

$$\beta_{cc}(f) = e^{[x(1 - \sqrt{\frac{f}{f_0}})]}$$

0.20 para cementos de endurecimiento rápido y de alta resistencia  
 0.25 para cementos de endurecimiento normal y rápido.  
 0.38 para cementos de endurecimiento lento

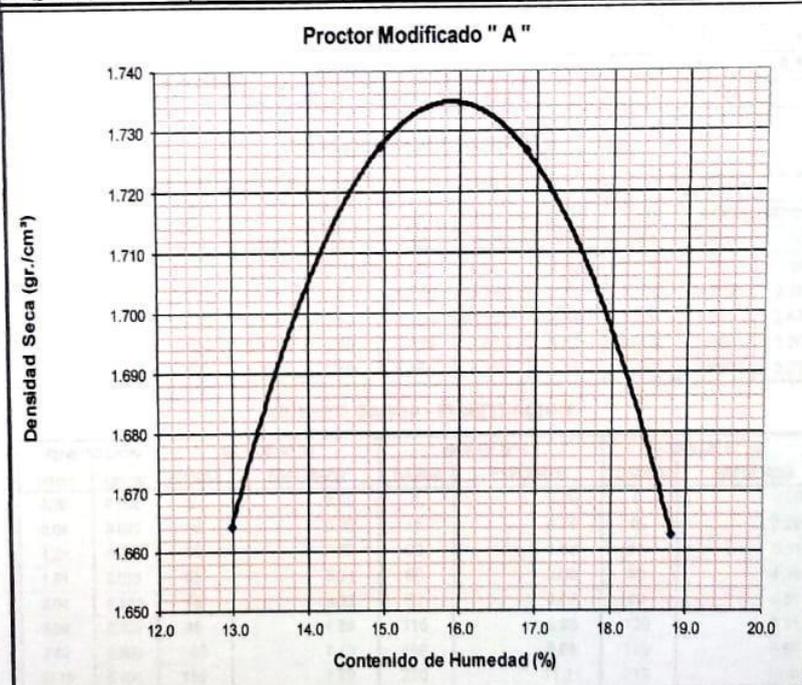
*Proctor Modificado*

ASTM D 1557

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA – 2021"

SOLICITADO : **BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN**  
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA MUESTRA C-1  
 REGISTRO N° : 37-GM-08 MATERIAL SUBRASANTE  
 NORMA AFN : AASHTO T 180 / MTC E 115 / NTP 339.141 UBICACIÓN KM  
 ING° RESP : Ing. Lupita H. Rodriguez Silva. METODO " A "  
 TECNICO MDS 1.735  
 FECHA : Marzo 2022 W op 16.00

Molde N°	1		2		3		4	
N° capas	5		5		5		5	
N° golpes por capa	25		25		25		25	
Peso molde (gr)	2035.00		2035.00		2035.00		2035.00	
Pmh + molde (gr)	3810.00		3910.00		3940.00		3900.00	
Pmh (gr)	1775.00		1875.00		1905.00		1865.00	
Vmh. (cm3)	944.12		944.12		944.12		944.12	
Dh (gr/cm3)	1.88		1.99		2.02		1.98	
Recipiente N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Pt (gr)	32.30	33.20	32.30	33.20	32.30	32.40	33.20	33.30
Pmh + t (gr)	325.60	326.80	336.50	334.90	326.80	327.30	335.60	338.10
Pms + t (gr)	292.00	293.00	297.00	295.60	284.60	284.50	287.60	290.00
Pw (gr)	33.60	33.80	39.50	39.30	42.20	42.80	48.00	48.10
Pms (gr)	259.70	259.80	264.70	262.40	252.30	252.10	254.40	256.70
w (%)	12.94	13.01	14.92	14.98	16.73	16.98	18.87	18.74
w prom. (%)	12.97		14.95		16.85		18.80	
Ds (gr/cm3)	1.664		1.728		1.727		1.663	



Oficina Principal Jr. Los Topacios 484, Urb. Villa Universitaria – Cajamarca.

Email: 42lu.pe@gmail.com

Teléfono 076 286344 - 931723991

MAX LAL Laboratorio de Bases y Pavimentos  
  
 LUPITA HAYDEE RODRIGUEZ SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 53603  
 JEFE LABORATORIO

*Ensayo de CBR*

ASTM D 1883

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA – 2021"

SOLICITADO : BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVÁN  
UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA MUESTRA C-1  
REGISTRO N° : 37-GM-08 MATERIAL SUBRASANTE  
NORMA AFN : AASHTO T193 / MTC E 132 / NTP 339.145 UBICACIÓN 0+000  
ING° RESP : Ing. Lupita H. Rodríguez Silva. METODO " A "  
TECNICO : 0 MDS 1.735  
FECHA : Marzo 2022 Wop 16.00

**ENSAYO DENSIDAD - HUMEDAD**

Molde	1		2		3				
Altura Molde mm	124		120		120				
N° Capas	5		5		5				
N°Golp x Capa	13		27		56				
Cond. Muestra	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES			
P. Hum + Molde	8730.00	8790.00	8620.00	8675.00	8890.00	8910.00			
Peso Molde (gr)	4290.00	4290.00	4170.00	4170.00	4300.00	4300.00			
Peso Húmedo (gr)	4440.00	4500.00	4450.00	4505.00	4590.00	4610.00			
Vol. Molde (cc)	2268.23	2268.23	2250.08	2250.08	2286.38	2286.38			
Densidad H.(gr/cc)	1.96	1.98	1.98	2.00	2.01	2.02			
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P. Húmedo + Tara	395.60	394.60	385.60	382.60	385.60	394.80	397.20	391.80	393.80
Peso Seco + Tara	346.00	345.00	326.10	334.60	337.40	339.00	347.20	342.60	343.40
Peso Agua (gr)	49.60	49.60	59.50	48.00	48.20	55.80	50.00	49.20	50.40
Peso Tara (gr)	34.30	34.20	33.40	33.30	34.30	34.20	33.30	33.40	34.20
P. Muestra Seca	311.70	310.80	292.70	301.30	303.10	304.80	313.90	309.20	309.20
Cont. Humedad	15.91%	15.96%	20.33%	15.93%	15.90%	18.31%	15.93%	15.91%	16.30%
Cont. Hum. Prom.	15.94%	20.33%	15.92%	18.31%	15.92%	16.30%			
DENSIDAD SECA	1.649		1.692		1.734				

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Dias)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	LEC. DEF.	HINCHAMIENTO		LEC. DEF.	HINCHAMIENTO		LEC. DEF.	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	2.940	2.940	2.37	2.780	2.780	2.32	2.750	2.750	2.29
48	3.320	3.320	2.68	3.230	3.230	2.69	3.200	3.200	2.67
72	3.720	3.720	3.00	3.620	3.620	3.02	3.600	3.600	3.00
96	4.220	4.220	3.40	4.150	4.150	3.46	3.950	3.950	3.29

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	18	0.92	15	0.76	45	2.29
1.27	0.050	36	1.83	30	1.53	65	3.31
1.91	0.075	65	3.31	60	3.06	85	4.33
2.54	0.100	75	3.82	80	4.07	98	4.99
5.08	0.200	95	4.84	115	5.86	120	6.11
7.62	0.300	140	7.13	190	9.68	170	8.66
10.16	0.400	155	7.89	230	11.71	210	10.70
12.70	0.500	160	8.15	250	12.73	240	12.22

Oficina Principal Jr. Los Topacios 484, Urb. Villa Universitaria – Cajamarca.

Email: 42lu.pe@gmail.com

Teléfono 076 286344 - 931723991

*Lupita H. Rodríguez Silva*  
LUPITA HAYDEE RODRIGUEZ SILVA  
INGENIERO CIVIL  
RUP N° 58603  
GEOMAX LABORATORIO

*Ensayo de CBR*

ASTM D 1883

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA – 2021"

SOLICITADO : **BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVÁN**

UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

MUESTRA C-1

REGISTRO N° : 37-GM-08

MATERIAL SUBRASANTE

NORMA AFIN : AASHTO T193 / MTC 132

UBICACIÓN 0+000

ING° RESP : Ing. Lupita H. Rodríguez Silva.

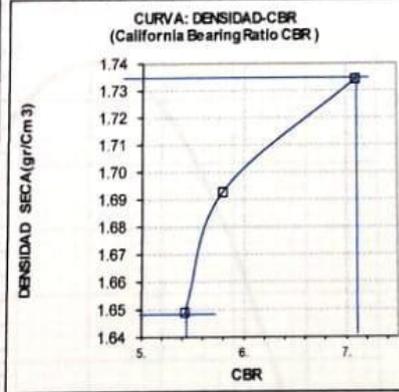
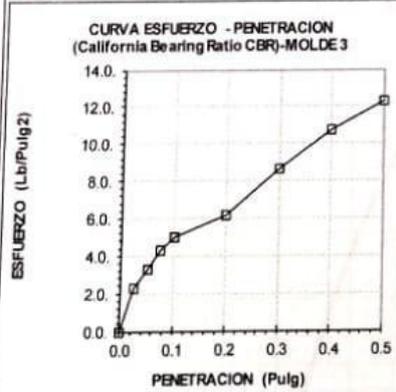
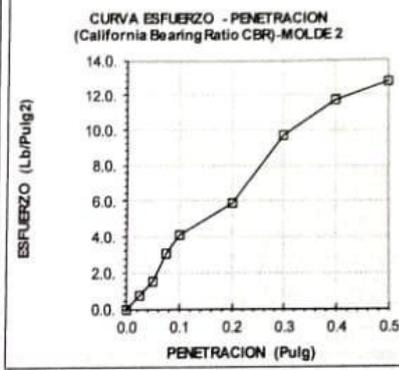
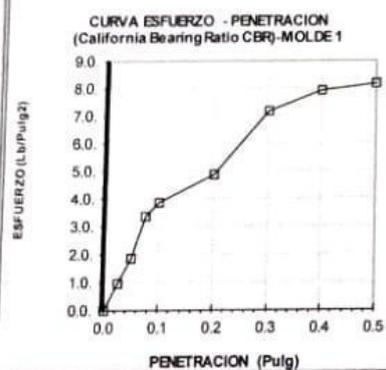
METODO " A "

TECNICO 0

MDS 1.735

FECHA : Marzo 2022

W op 16.00



Penetración	0.1 (*)	0.2 (*)		D <sub>sec</sub>	0.1	0.2	CBR	CBR para el 100 % de la M.D.S.
Molde 1	3.8	4.8	Molde 1	1.649	5.4	4.6	5.4	7.10%
Molde 2	4.1	5.9	Molde 2	1.692	5.8	5.6	5.8	CBR para el 95 % de la M.D.S.
Molde 3	5.0	6.1	Molde 3	1.734	7.1	5.8	7.1	5.40%

**Observaciones** El muestreo ha sido realizado por el solicitante por lo tanto el laboratorio solo se responsabiliza por los ensayos.

(\*) Valores corregidos.

Oficina Principal Jr. Los Topacios 484, Urb. Villa Universitaria – Cajamarca.

Email: 42lu.pe@gmail.com

Teléfono 076 286344 - 931723991

*[Signature]*  
LUPITA H. RODRIGUEZ SILVA  
INGENIERA EN GEOTECNIA  
LABORATORIO

*Proctor Modificado*

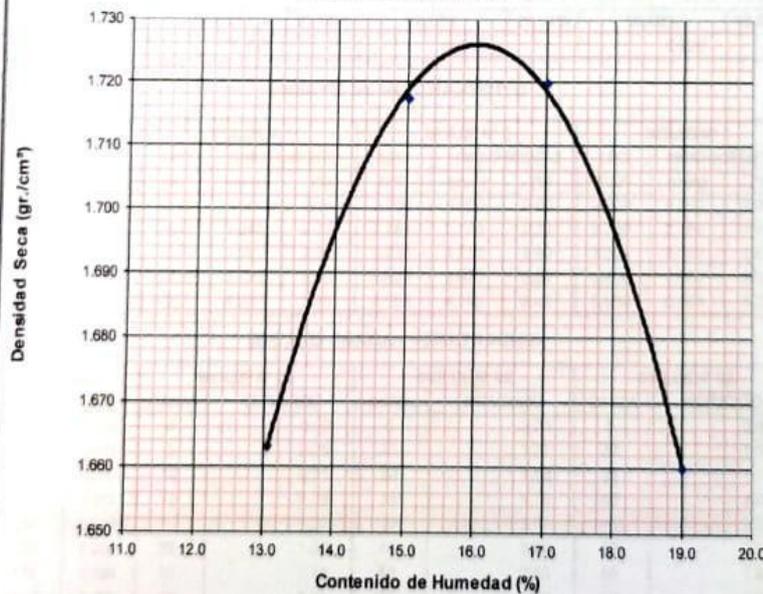
ASTM D 1557

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA - 2021"

SOLICITADO : BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVÁN  
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA MUESTRA C-2  
 REGISTRO N° : 37-GM-08 MATERIAL SUBRASANTE  
 NORMA AFIN : AASHTO T 180 / MTC E 115 / NTP 339.141 UBICACIÓN KM  
 ING° RESP : Ing. Lupita H. Rodríguez Silva. METODO "A"  
 TÉCNICO : MDS 1.725  
 FECHA : Marzo 2022 Wop 15.98

Molde N°	1	2	3	4				
N° capas	5	5	5	5				
N° golpes por capa	25	25	25	25				
Peso molde (gr)	2035.00	2035.00	2035.00	2035.00				
Pmh + molde (gr)	3810.00	3900.00	3935.00	3900.00				
Pmh (gr)	1775.00	1865.00	1900.00	1865.00				
Vmh (cm <sup>3</sup> )	944.12	944.12	944.12	944.12				
Dh (gr/cm <sup>3</sup> )	1.88	1.98	2.01	1.98				
Recipiente N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Pt (gr)	32.30	32.30	32.50	32.20	33.20	33.20	33.10	33.40
Pmh + t (gr)	280.30	281.60	282.60	286.90	287.20	281.90	292.80	295.80
Pms + t (gr)	251.60	252.90	250.00	253.60	250.30	245.70	251.30	253.90
Pw (gr)	28.70	28.70	32.60	33.30	36.90	36.20	41.50	41.90
Pms (gr)	219.30	220.60	217.50	221.40	217.10	212.50	218.20	220.50
w (%)	13.09	13.01	14.99	15.04	17.00	17.04	19.02	19.00
w prom. (%)	13.05		15.01		17.02		19.01	
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.663		1.718		1.720		1.660	

Proctor Modificado " A "



Oficina Principal Jr. Los Topacios 484, Urb. Villa Universitaria - Cajamarca.

Email: 42lu.pe@gmail.com

Teléfono 076 286344 - 931723991

**GE MAX** LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 LUPITA HAYOLE RODRIGUEZ SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 33003  
 GE MAX LABORATORIO

*Ensayo de CBR*

ASTM D 1863

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA – 2021"

SOLICITADO : BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN  
UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA MUESTRA C-2  
REGISTRO N° : 37-GM-08 MATERIAL SUBBRASANTE  
NORMA AFIN : AASHTO T193 / MTC E 132 / NTP 339.145 UBICACIÓN KM  
ING° RESP : Ing. Lupita H. Rodríguez Silva. METODO " A "  
TECNICO 0 MDS 1.725  
FECHA : Marzo 2022 Wop 15.98

**ENSAYO DENSIDAD - HUMEDAD**

Molde	1		2		3				
Altura Molde mm.	124		120		120				
N° Capas	5		5		5				
N°Golp x Capa	13		27		56				
Cond. Muestra	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES			
P. Hum. + Molde	8720.00	8790.00	8610.00	8680.00	8870.00	8916.00			
Peso Molde (gr)	4290.00	4290.00	4170.00	4170.00	4300.00	4300.00			
Peso Húmedo (gr)	4430.00	4500.00	4440.00	4510.00	4570.00	4616.00			
Vol. Molde (cc)	2268.23	2268.23	2250.08	2250.08	2286.38	2286.38			
Densidad H.(gr/cc)	1.95	1.98	1.97	2.00	2.00	2.02			
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara	299.60	298.70	297.90	296.90	298.60	295.80	299.40	297.80	294.80
Peso Seco + Tara	262.80	262.00	251.90	260.50	262.00	253.80	262.60	261.30	256.80
Peso Agua (gr)	36.80	36.70	46.00	36.40	36.60	42.00	36.80	36.50	38.00
Peso Tara (gr)	33.20	33.30	33.20	33.10	33.10	33.20	33.30	33.10	33.20
P. Muestra Seca	229.60	228.70	218.70	227.40	228.90	220.60	229.30	228.20	223.60
Cont. Humedad	16.03%	16.05%	21.03%	16.01%	15.99%	19.04%	16.05%	15.99%	16.99%
Cont.Hum.Prom.	16.04%		21.03%	16.00%		19.04%	16.02%		16.99%
DENSIDAD SECA	1.639		1.684		1.726				

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Dias)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	LEC. DEF.	HINCHAMIENTO		LEC. DEF.	HINCHAMIENTO		LEC. DEF.	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	2.940	2.940	2.37	2.780	2.780	2.32	2.750	2.750	2.29
48	3.320	3.320	2.68	3.230	3.230	2.69	3.200	3.200	2.67
72	3.720	3.720	3.00	3.620	3.620	3.02	3.600	3.600	3.00
96	4.220	4.220	3.40	4.150	4.150	3.46	3.950	3.950	3.29

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION (mm) (pulg)		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	5	0.25	25	1.27	30	1.53
1.27	0.050	10	0.51	30	1.53	35	1.78
1.91	0.075	15	0.76	35	1.78	40	2.04
2.54	0.100	20	1.02	40	2.04	45	2.29
5.08	0.200	25	1.27	45	2.29	50	2.55
7.62	0.300	35	1.78	50	2.55	55	2.80
10.16	0.400	40	2.04	55	2.80	60	3.06
12.70	0.500	45	2.29	60	3.06	65	3.31

Oficina Principal Jr. Los Topacios 484, Urb. Villa Universitaria – Cajamarca

Email: 42lu.pe@gmail.com

Teléfono 076 286344 - 931723991

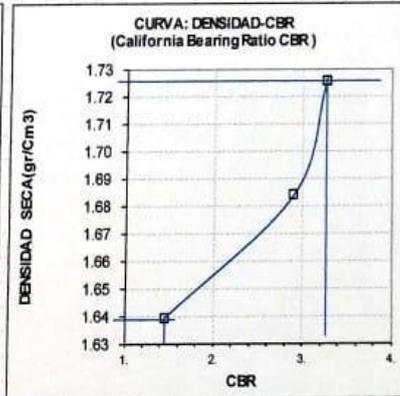
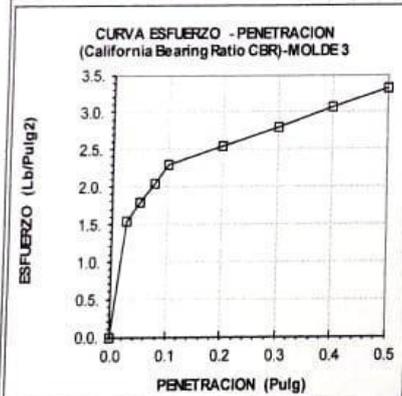
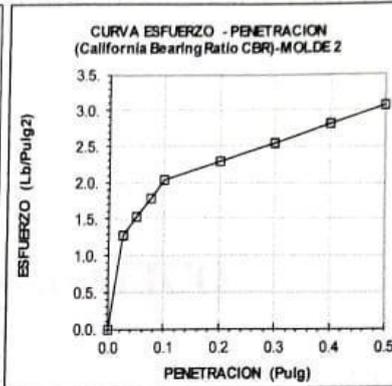
**GE MAX** LABORATORIO  
LUPITA HAYDEE RODRIGUEZ SILVA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 53603  
LABORATORIO

*Ensayo de CBR*

ASTM D 1683

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL BARRIO SAN SEBASTIÁN, CAJAMARCA – 2021"

SOLICITADO : BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO LLANOS GUARNIZ EDWIN IVÁN  
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA MUESTRA C-2  
 REGISTRO N° : 37-GM-08 MATERIAL SUBRASANTE  
 NORMA AFIN : AASHTO T193 / MTC 132 UBICACIÓN KM  
 ING° RESP : Ing. Lupita H. Rodríguez Silva. METODO " A "  
 TECNICO : 0 MDS 1.725  
 FECHA : Marzo 2022 W op 15.98

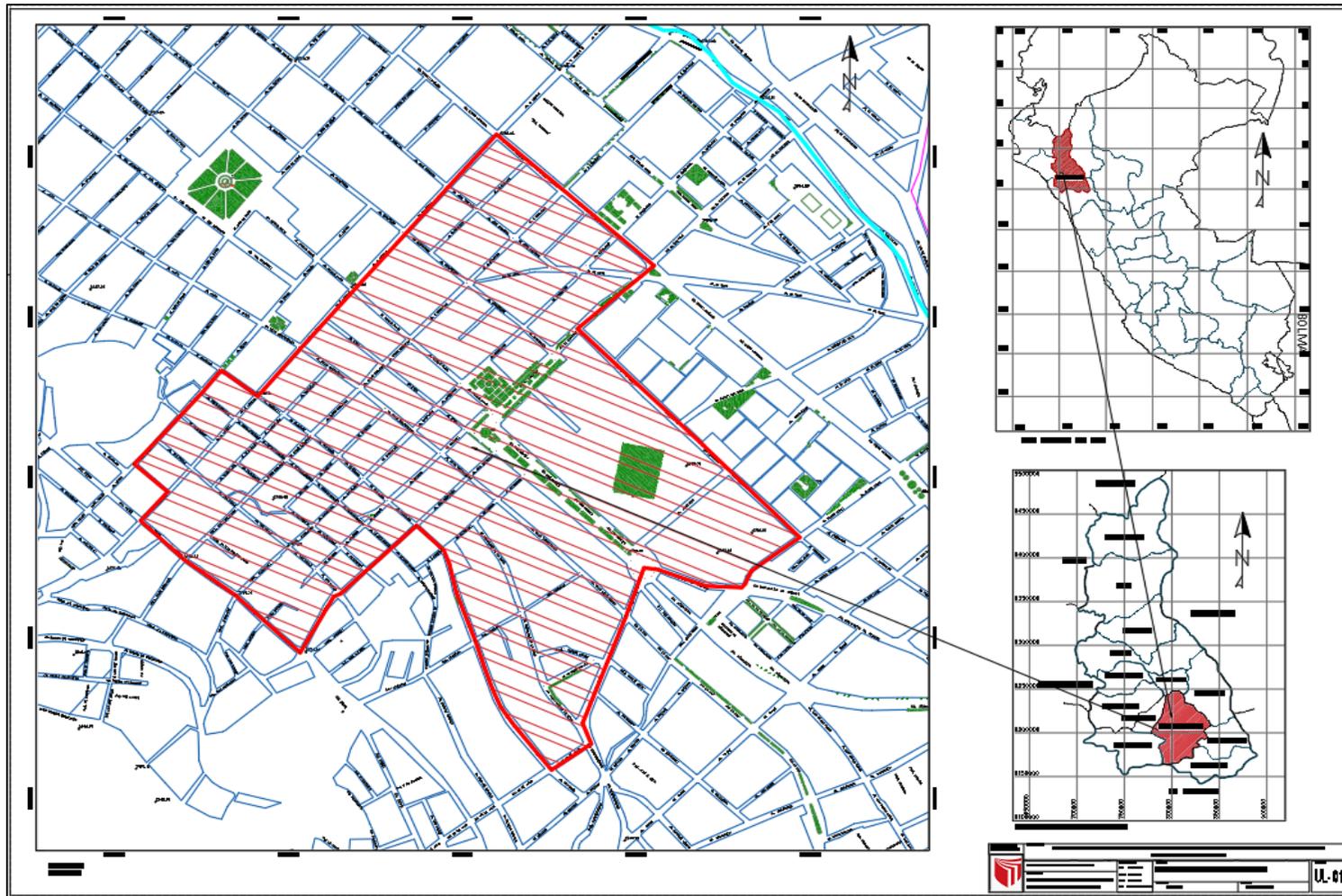


Penetración	0.1 (*)	0.2 (*)		D <sub>sec</sub>	0.1	0.2	CBR	CBR para el 100 % de la M.D.S.
Molde 1	1.0	1.3	Molde 1	1.639	1.4	1.2	1.4	3.30%
Molde 2	2.0	2.3	Molde 2	1.684	2.9	2.2	2.9	CBR para el 95 % de la M.D.S.
Molde 3	2.3	2.5	Molde 3	1.726	3.3	2.4	3.3	1.40%

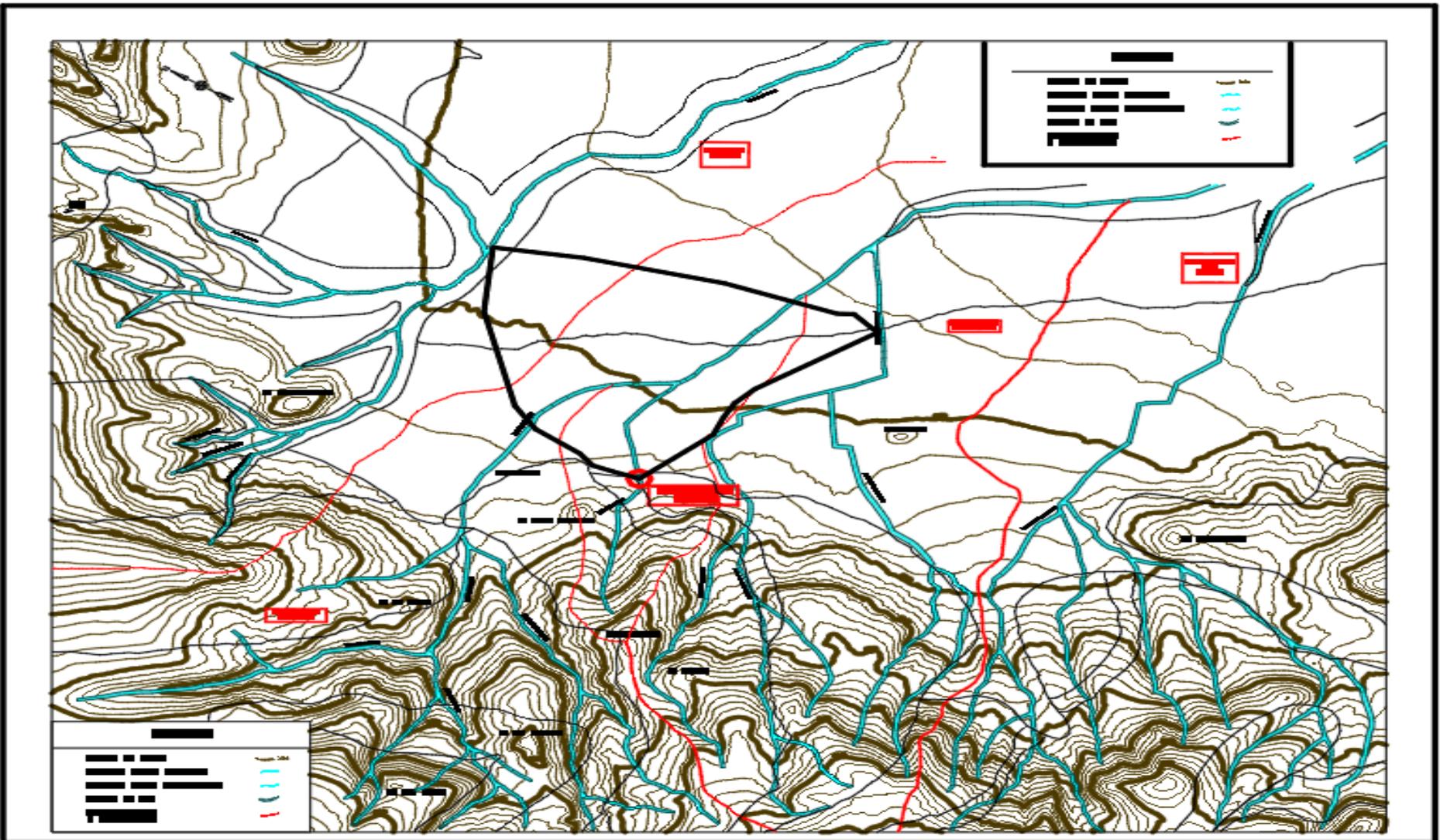
Observaciones El muestreo ha sido realizado por el solicitante por lo tanto el laboratorio solo se responsabiliza por los ensayos.

(\*) Valores corregidos.

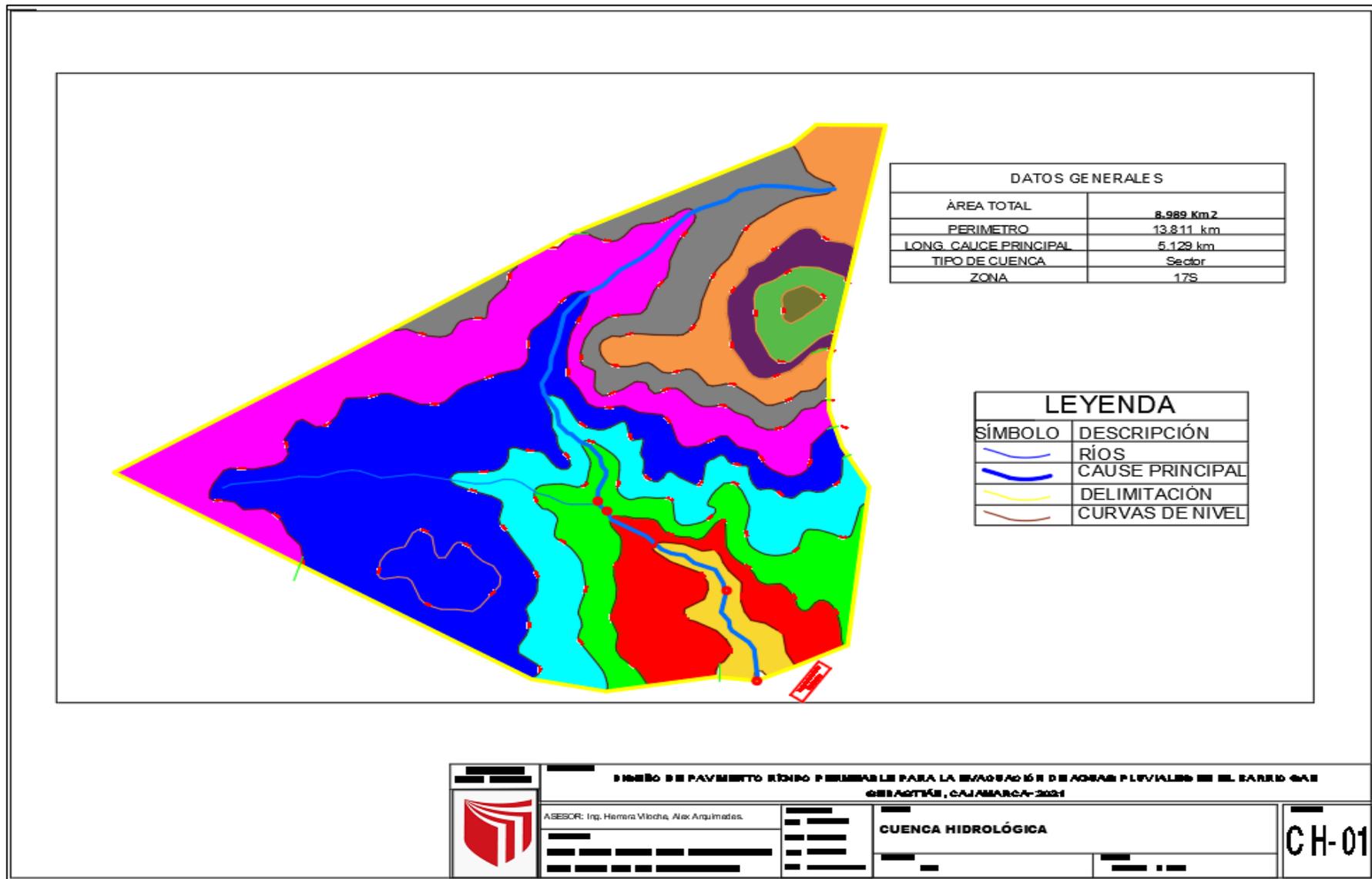
## ANEXO 04. PLANOS



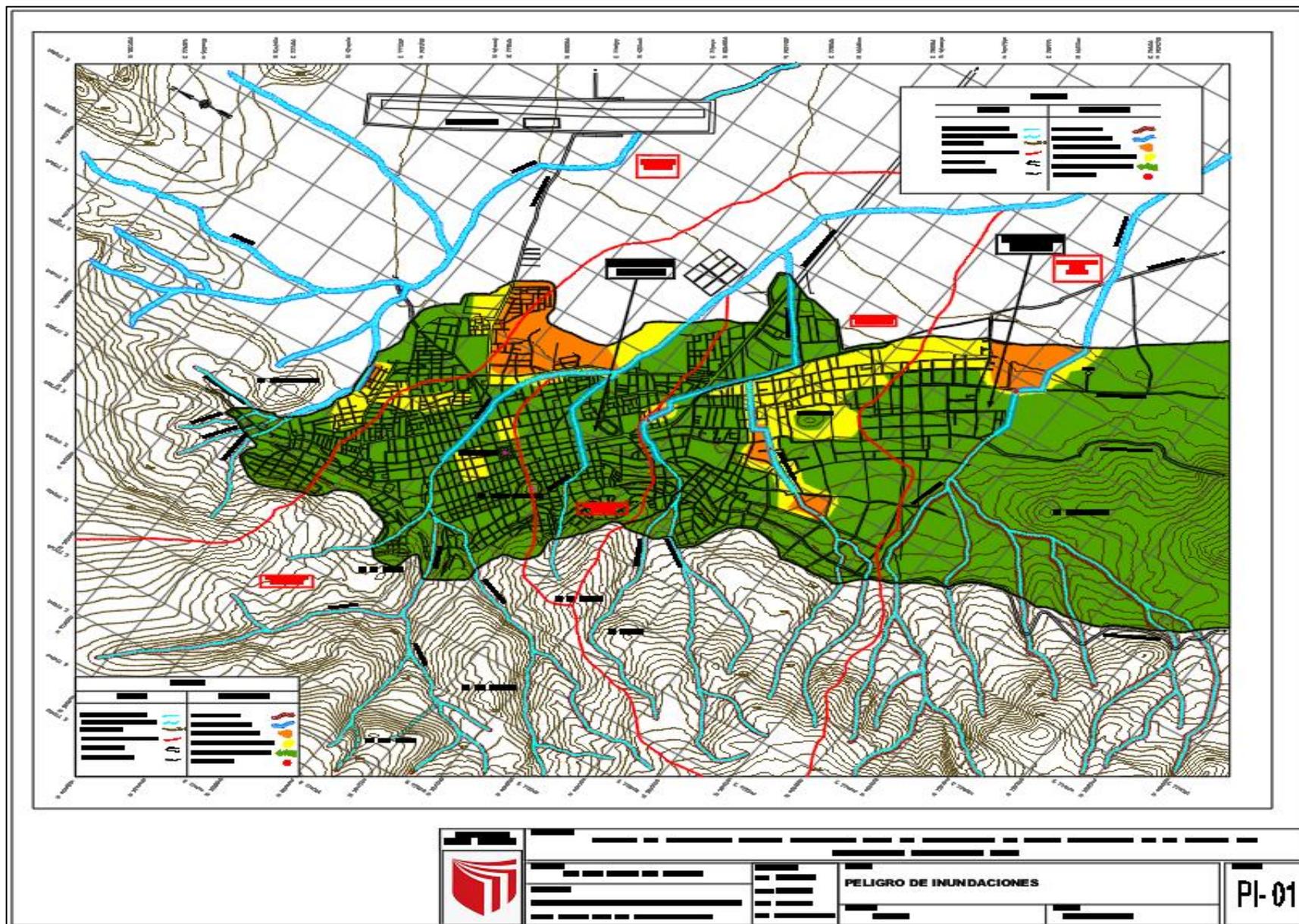
Plano de ubicación del proyecto.



	PLANO TOPOGRÁFICO PLUVIAL		PTP-01
	[Additional text and symbols in the title block]		

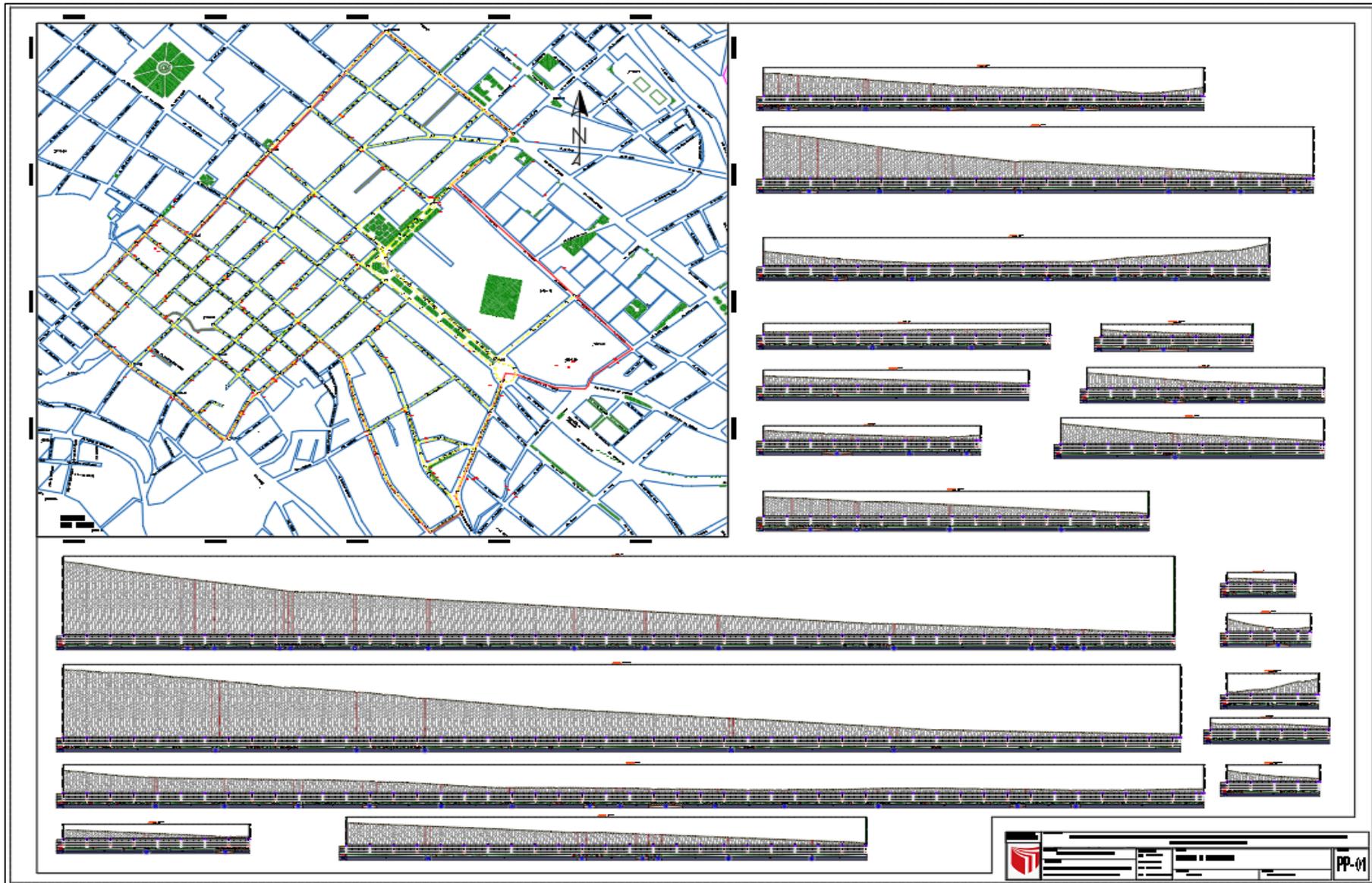


Plano de delimitación de la Microcuenca Romero



Plano de peligros por inundaciones.





Plano Topográfico, planta y perfiles del proyecto.



## PANEL FOTOGRÁFICO

Verificación de puntos topográficos Av. Los Héroes.



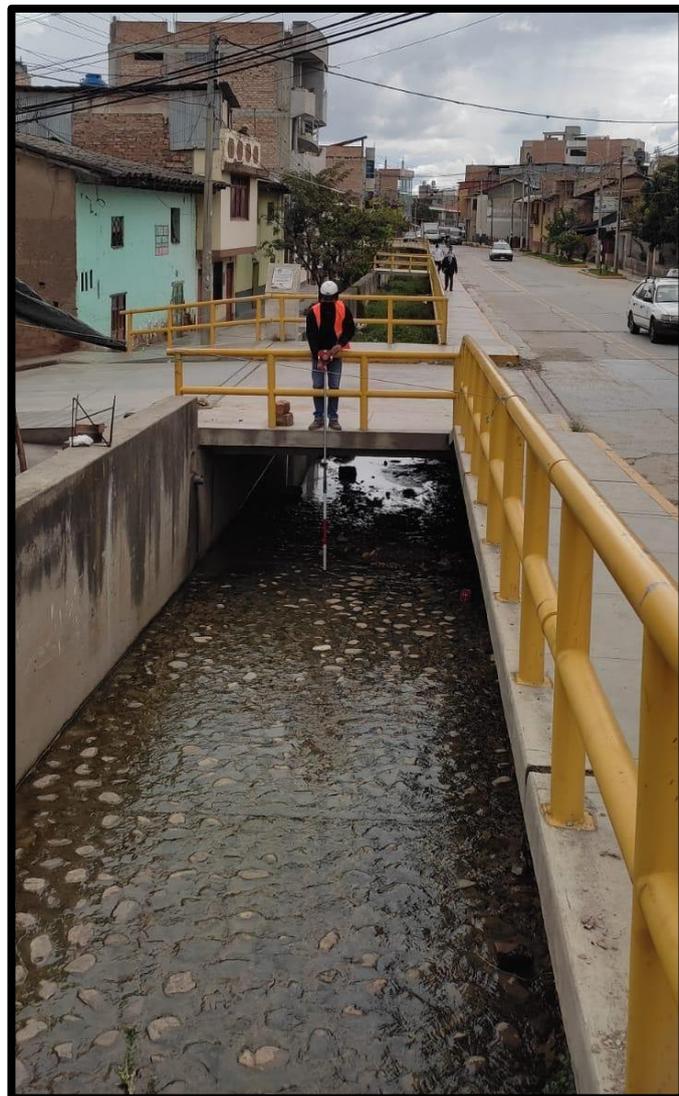


Colapso del sistema de drenaje común(cunetas), en el Barrio San Sebastián.





Verificación de la cota de fondo de río.



Verificación de puntos topográficos.



Verificación de puntos topográficos en Jr. Guillermo Urrelo intersección con Jr. Amazonas.



Verificación de puntos topográficos en Jr. Ayacucho.



Verificación de puntos topográficos en la Plazuela Bolognesi.



Verificación de puntos topográficos en Jr. Mario Urteaga intersección con Jr. Guillermo Urrelo.



Verificación de puntos topográficos en Jr. Eten intersección con Jr. Ayacucho.



Verificación de puntos topográficos en el afluente de la Quebrada Santa Elena.



## Verificación de puntos topográficos en El Ovalo el Inca.



Certificado de calibración del equipo.

## Pruebas de concreto

Resistencia a la compresión y módulo de rotura.





Certificado de calibración de equipos de laboratorio

**PERUTEST S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS- MATERIALES- CONCRETOS- ASFALTO- ROCAS- FISICA- QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

Página 1 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LF - 011 - 2021**

1. Identificación	0125-2021
2. Solicitante	NEO TERRA INGENIEROS - E.I.R.L.
3. Dirección	AV. FABILO GADONA 1117 - NRO 142 - CAJAMARCA - CAJAMARCA
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	PERUTEST
Modelo	3710-2000
Número de Serie	120308
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	N/C
Modelo	184-02
Número de Serie	120308
Identificación	0.02 / 0.1 kN (*)
Observaciones	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-09-27
Fecha de Emisión	2021-09-29

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

MARCOS ALEJANDRO ALIAGA TORRES

PERUTEST S.A.C  
LABORATORIO  
PERÚ

Sr. La Merced 578 Mz D lote 25 Urb Los Olivos  
San Martín de Porras - Lima  
Bucaramanga - Unión Roca 1280 - La Victoria - Chiclayo

## Pruebas de filtración del concreto permeable





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales en el Barrio San Sebastián, Cajamarca- 2021.", cuyos autores son BARRENA ZEGARRA MAXMILLER RUPERTO, LLANOS GUARNIZ EDWIN IVAN, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 22 de Agosto del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES <b>DNI:</b> 18210638 <b>ORCID</b> 0000-0001-9560-6846	Firmado digitalmente por: AHERRERAV el 27-08- 2022 17:48:20

Código documento Trilce: TRI - 0423190