



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Diseño de infraestructura vial del tramo San Jorge - Farrat, distritos  
Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Gaitan Esparza, Luis Angel ([orcid.org/0000-0003-3902-0853](https://orcid.org/0000-0003-3902-0853))

Gonzales Toledo, Susan Judith ([orcid.org/0000-0003-0385-0580](https://orcid.org/0000-0003-0385-0580))

**ASESOR:**

Mg. Ing. Horna Araujo, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-3674-9617](https://orcid.org/0000-0002-3674-9617))

**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 darme la fortaleza y la sabiduría que me ha permitido llegar hasta esta etapa de mi formación profesional. A mis padres y hermanos(as), por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo incondicionalmente en cada etapa de mi vida, motivándome a no rendirme y enseñándome a seguir adelante a pesar de momentos difíciles y sombríos.

**Gaitán Esparza, Luis Ángel**

A Dios que es quien me acompaña siempre por el camino que escojo, quien me levanta en cada tropiezo y me ayuda a volver a intentarlo. A mis padres, por el sacrificio que hacen día a día por darme lo mejor, pues sin ellos no lo habría logrado, ellos son mi fuerza para no rendirme.

**Gonzales Toledo, Susan Judith**



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la fortaleza y la sabiduría que me ha permitido llegar hasta esta etapa de mi formación profesional. A mis padres y hermanos(as), por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo incondicionalmente en cada etapa de mi vida, motivándome a no rendirme y enseñándome a seguir adelante a pesar de momentos difíciles y sombríos.

**Gaitán Esparza, Luis Ángel**

A Dios porque en su infinita misericordia me dio la vida para llegar a cumplir este objetivo. A mis padres por estar siempre presentes, apoyándome en todo momento, por creer en mí y motivarme a no rendirme. A mi pareja por aconsejarme y apoyarme en toda esta etapa universitaria. A mi familia en general, por cada muestra de afecto y apoyo hacia mí. A los docentes y amigos de la universidad Cesar Vallejo, por motivarme a salir adelante a pesar de las adversidades.

**Gonzales Toledo, Susan Judith**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
II. MARCO TEÓRICO: .....	5
III.METODOLOGÍA: .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	15
3.2.1. Tipo de investigación: .....	15
3.2.2. Diseño de investigación: .....	15
3.3. Variables y Operacionalización: .....	16
3.3.1. Variables:.....	16
3.3.2. Matriz de clasificación de variables:.....	16
3.4. Población, muestra y muestreo:.....	17
3.4.1. Población:.....	17
3.4.2. Muestra:.....	17
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	17
3.5.1. Técnicas: .....	17
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos:.....	17
3.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos:.....	19
3.5.4. Confiabilidad del instrumento de recolección de datos:.....	19

3.6. Procedimientos: .....	19
3.7. Método de análisis de datos.....	21
3.7.1. Técnica de análisis de datos:.....	211
3.8. Aspectos éticos .....	21
IV RESULTADOS .....	22
4.1. Levantamiento topográfico .....	222
4.2 Estudio Mecánica de Suelos.....	23
4.3 Estudio Tráfico.....	24
4.4. Estudio hidrológico.....	25
4.4.1 Datos hidrológicos de SENAMHI. ....	25
4.4.2 Diseño hidráulico. ....	31
4.5 Estudio diseño Geométrico.....	35
4.6 Estudio diseño del Puente .....	39
V. DISCUSIÓN .....	52
VI. CONCLUSIONES .....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS: .....	55
ANEXOS:.....	60
Anexo 1. Variables y Operacionalización.....	60
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos.....	62
Anexo 3. Certificado de Operatividad del GPS Diferencial. ....	72
Anexo 4. Procedimiento extendido de Resultados. ....	73
Anexo 5. Fotos.....	219
Anexo 6. Análisis de similitud con el programa turnitin.....	222
Anexo 7. Planos.....	223

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de Carreteras según su Demanda .....	11
Tabla 2: Clasificación por orografía del terreno .....	13
Tabla 3: Parámetros básicos para el Diseño Geométrico.....	14
Tabla 4: Identificación de Variable .....	16
Tabla 5: Instrumentos y Validación .....	18
Tabla 6: Coordenadas UTM.....	22
Tabla 7: Coordenadas: inicial y final de la vía .....	22
Tabla 8: Clasificación del Suelo por calicatas .....	23
Tabla 9: Propiedades Físicas y Valores de CBR para el diseño del pavimento....	24
Tabla 10: IMDa .....	24
Tabla 11: Precipitaciones Máximas por Mes - Estación Cospán .....	25
Tabla 12: Distribución de probabilidades pluviométricas Gumbel.....	25
Tabla 13: Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables .....	26
Tabla 14: Tiempo de Duración de Lluvias .....	27
Tabla 15: Precipitaciones máximas probables en un P. de Retorno.....	27
Tabla 16: Intensidades de precipitación obtenidas .....	28
Tabla 17: Resumen de aplicación de Regresión Potencial.....	29
Tabla 18: Regresión Potencial .....	29
Tabla 19: Intensidad – Duración - Frecuencia .....	30
Tabla 20: Caudal de Cuneta .....	31
Tabla 21: Ubicación y tipo de Alcantarillas .....	34
Tabla 22: Resultado estadístico de la Orografía.....	35
Tabla 23: Parámetros de diseño .....	36
Tabla 24: Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Cospán .....	41

Tabla 25: Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Cachachi.....	41
Tabla 26: Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Callancas .....	42
Tabla 27: Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación San Juan.....	42
Tabla 28: Intensidades según el Tiempo de Duración – Estación Cospán .....	43
Tabla 29: Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Cachachi.....	44
Tabla 30: Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Callancas .....	44
Tabla 31: Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación San Juan.....	45
Tabla 32: Intensidades Máximas según el Periodo de Retorno.....	46
Tabla 33: Caudales de cada estación, según el Periodo de Retorno .....	46
Tabla 34: Caudal de Diseño del Puente, según el Periodo de Retorno .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva IDF.....	30
Figura 2: Diseño de Cuneta .....	32
Figura 3: Diseño de Alcantarilla .....	33
Figura 4: Diseño Estructural de Pavimento .....	39
Figura 5: Polígono de la cuenca.....	40
Figura 6: Curva IDF de la cuenca de la Estación de Cospán .....	43
Figura 7: Curva IDF de la cuenca de la Estación de Cachachi.....	44
Figura 8: Curva IDF de la cuenca de la Estación de Callancas .....	45
Figura 9: Curva IDF de la cuenca de la Estación de San Juan.....	45
Figura 10: Sección de la Viga Principal del Puente .....	49
Figura 11: Sección de la Viga Exterior del Puente .....	50
Figura 12: Sección de la Viga de Arriostre del Puente .....	51
Figura 13: Sección de la Losa del Puente .....	51

## RESUMEN

La infraestructura vial es uno de los factores básicos para el desarrollo y progreso económico para que un país adquiera niveles de competitividad adecuados, tenga sostenibilidad y avance en aspectos de inclusión social e interacción interna y externa. El estudio presentado planteó como objetivo realizar el diseño geométrico de la carretera San Jorge-Farrat, distritos Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad. El enfoque fue de tipo cuantitativo, de nivel descriptivo, diseño no experimental y transversal. Para la recogida de información, se empleó fichas de observación y fichas de recolección de datos. Los principales resultados obtenidos se centraron en el levantamiento topográfico, así como el estudio de mecánica de suelos; por otro lado, se realizó el estudio hidrológico utilizando datos del SENAMHI, se analizó el tránsito vehicular para realizar el diseño geométrico de la carretera y obras de arte; además, el diseño del puente que unirá los centros poblados en mención.

Palabras clave: diseño geométrico, carretera, suelos

## **ABSTRACT**

Road infrastructure is one of the basic factors for development and economic progress for a country to acquire adequate levels of competitiveness, have sustainability and progress in aspects of social inclusion and internal and external interaction. The objective of the study presented was to carry out the geometric design of the San Jorge-Farrat highway, Cospán and Sayapullo districts, Cajamarca and La Libertad departments. The approach was quantitative, descriptive level, non-experimental and cross-sectional design. For the collection of information, observation files and data collection files were used. The main results obtained were focused on the topographic survey, as well as the study of soil mechanics; On the other hand, the hydrological study was carried out using data from SENAMHI, the vehicular traffic was analyzed to carry out the geometric design of the road and works of art; in addition, the design of the bridge that will join the populated centers in question.

Keywords: geometric design, road, soils



## **I. INTRODUCCIÓN:**

La construcción de vías permite el desarrollo de un país, tanto económicamente como socialmente, lo cual ayuda a una mayor integración entre pueblos y ciudades, el progreso de acciones productivas, acceso al mercado y servicios públicos. Actualmente, diversos países, en especial los subdesarrollados, han descuidado su infraestructura vial en zonas o pueblitos alejados, es por eso que aún existen comunidades que están incomunicadas. Las vías, su principal objetivo es mejorar la calidad de vida al satisfacer ciertas necesidades básicas como: alimentación, salud, educación y trabajo, siendo estas las principales actividades de una comunidad.

Las autoridades de muchos países se centran en mejorar carreteras urbanas excluyendo a las zonas rurales, haciendo que sus pobladores migren hacia la ciudad, con la esperanza de sobresalir económicamente. Un claro ejemplo de esto, a nivel internacional, es China, que tiene la segundo mejor economía del mundo, en tan sólo veinte años, 400 millones de habitantes emigraron de la zona rural a la zona urbana y se espera una población migrante hacia las zonas urbanas de 300 millones dentro de veinte años 20 años más. A fines de la década de 1970, la población urbana era solo del 20%; en 2011, la mitad de la población de China era urbana; Para el año 2030, el crecimiento porcentual de población urbana bordeará el 70%. El gobierno de China ha propiciado la construcción de autopistas, pero éstas hacen fragmentaciones espaciales intraurbanas, que ocasiona la separación y exclusión de determinadas zonas de la ciudad, creando marginación y aislamiento que interrumpen la continuidad urbana. (Anguiano, 2016)

A nivel nacional, nuestro país se divide en costa, sierra y selva, sin embargo, el gobierno peruano se concentra en mejorar la transitabilidad vial de la costa, y según un artículo publicado por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego en el 2015, la costa ocupa un área de 149 857 km<sup>2</sup>, lo cual representa solo el 12% del territorio peruano. Esto quiere decir que las zonas rurales ocupan un área relativamente mayor. En 2016, Perú tenía un índice de accesibilidad rural (RAI) de 37.2%, lo que significa que alrededor de 12,3 millones de personas no estaban conectadas a la red vial en ese momento. En zonas más remotas y cercanas a la

Amazonía peruana como Loreto y Ucayali, la estimación del RAI es inferior al 5%. (World Bank, 2019)

La infraestructura de transporte es uno de los factores fundamentales para el progreso y desarrollo económico de todos los países, en especial del Perú, que está en pleno auge y crecimiento, sin embargo, es deficiente. Sólo el 13% de las vías están pavimentadas, menos de la mitad cuentan con diseño de ingeniería y seguridad vial. (Crispín, et al., 2021).

La escasa infraestructura vial es un problema que aqueja a muchos pueblos pequeños que son últimamente los más olvidados por el Estado, en este grupo se encuentra el Centro Poblado de San Jorge, distrito de Cospán – Cajamarca, esto conlleva a más pobreza, porque el único ingreso que tienen estas personas es el intercambio comercial, ellos viven de la agricultura y de su ganado, y necesitan trasladar sus productos con mayor facilidad y menor tiempo.

Las causas de esta problemática se deben a que, en épocas de lluvia, al no haber una carretera, vía, o trocha cercana a ese pueblo, es muy difícil transportar su mercadería, porque los pequeños caminos que existen se convierten en riachuelos y hace casi imposible el paso de la gente hacia la carretera lejana que existe. Además, que, para cruzar a territorio Liberteño a comercializar sus productos solo existe una carretera, y transportarse por esa vía demora más de 4 horas, ya que esa carretera da mucha vuelta porque pasa por otros distritos, además de estar súper dañada por el paso de los camiones mineros, retrasando así su llegada. Cabe resaltar que los pobladores deben ir obligadamente por esa carretera, porque es la única que cruza el Río que divide al departamento de Cajamarca con La Libertad, ya que no existe otro acceso más cercano a dicho departamento. Todo esto causa mucha incomodidad y retraso económico a la población, y de paso se nota el abandono de las autoridades hacia estas zonas rurales que requieren con urgencia una ayuda social para sobresalir de la pobreza.

El **propósito** de esta investigación fue proponer un diseño de infraestructura vial del tramo que unirá al departamento La libertad con Cajamarca, pasando por los Centros Poblados de Farrat y San Jorge, para ello se empleó criterios de diseño como: Levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio

hidrológico y el diseño geométrico a nivel de rasante, con el fin de entender dichos requisitos. Asimismo, se tomó como guía los Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para carreteras, con la finalidad de realizar el diseño para atender las necesidades básicas de dicha población.

De no realizarse esta propuesta vial ubicado en el centro poblado de San Jorge, este seguirá siendo afectado, debido a que se necesita con urgencia ese servicio, enfatizando consecuentemente los problemas económicos y sociales, ya que no podrán acceder al intercambio social, cultural y comercial.

Por tanto, el **problema de esta investigación** fue ¿Cuál es el diseño de infraestructura vial del tramo San Jorge – Farrat, distritos Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad?

El estudio se **justificó** debido a la falta de una carretera entre el centro poblado de Farrat que está en el lado de La Libertad y el centro Poblado de San Jorge que se encuentra al otro lado en Cajamarca, estos pueblos son divididos por el río Sunchubamba, proveniente de las aguas del río Chicama. Los habitantes en la actualidad carecen de accesos para poder transportar sus productos de manera cómoda e inmediata, ya que no cuentan con una vía cercana a ellos.

Durante muchos años, las carreteras han sido indispensables para la comunicación en varios pueblos remotos del Perú rural. Con la construcción de esta carretera se pretende atender las necesidades básicas de los pobladores además de reducir el tiempo del traslado de sus productos. Esto a su vez genera una mejora económica, para la comunidad en estudio.

La solución planteada de esta infraestructura vial será útil para los pobladores del centro poblado San Jorge. Asimismo, el proyecto también contribuirá a profundizar investigaciones posteriores, brindará orientación y soporte teórico, y contribuirá al diseño geométrico de carreteras o caminos rurales, con el objetivo de ayudar a un mejor desarrollo a través de esta solución.

En cuanto a la **justificación teórica**, para el desarrollo de este proyecto se utilizó aspectos teóricos existentes sobre el diseño vial como los que se encuentran en la norma vigente de carreteras, que es la norma de Diseño Geométrico - 2018, diseño de puentes, entre otros, para de este modo llevarlos a la práctica.

En el ámbito **práctico** se desarrolló un plan de operación y mantenimiento vial. El responsable de estos recursos será administrado por el Gobierno Municipal del Distrito de Cospán para demostrar qué tanto técnicamente, económicamente, socialmente y ambientalmente el proyecto es factible, y así obtener financiamiento para el mismo.

La **justificación metodológica** que se siguió en todo el procedimiento es la científica, se usó tecnologías existentes como programas, por ejemplo, Google Earth, Microsoft Excel y el software Civil 3D. También, se utilizó las normas que se encuentran vigentes por el MTC tanto para el área de suelos, hidrología, hidráulica y diseño.

Asimismo, se planteó como **hipótesis** que la propuesta de infraestructura vial del tramo San Jorge-Farrat, distritos Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad, cuenta con criterios particulares de los manuales vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El **objetivo general** planteado fue realizar un diseño de infraestructura vial del tramo San Jorge-Farrat, distritos Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad, 2022; por otro lado, los **objetivos específicos** fueron realizar el levantamiento topográfico, realizar el estudio de mecánica de suelos, realizar el estudio hidrológico utilizando datos del SENAMHI, determinar el estudio de tránsito vehicular, realizar el diseño geométrico de la carretera (a nivel de rasante) y obras de arte; y realizar el diseño del puente que unirá los centros poblados en mención.

## II. MARCO TEÓRICO:

(Poma Castillo, 2018) en su trabajo de investigación sobre la “Evaluación de los parámetros del diseño geométrico de una carretera en Huaraz” tuvo el propósito de comprobar los parámetros geométricos con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2014, y proponer diversas soluciones que hagan cumplir con la normativa (p.8). La investigación requirió un método descriptivo, no experimental, prospectivo y transversal (p.67). De acuerdo a resultados, luego de elaborar los estudios preliminares, se encontró que es una carretera de tipo 3, debido a que alcanza un rango de IMDA de 246 a 260 veh/día. Por otro lado, la topografía, se identificó un terreno registra pendientes transversales, en donde se tomó como promedio de las pendientes un 42.84%. De acuerdo con el manual utilizado en la investigación (2014) la carretera está establecida sobre un terreno ondulado. Finalmente, concluyeron que debido a lo complejo del terreno la mejor solución sería realizar una variante que sea distante de la zona urbana que representa una parte crítica, asimismo, en otros tramos de la carretera reformular el diseño con una velocidad menor de tal forma que se alinea mejor a la topografía del terreno.

(Ccuno Paja, et al., 2020) en su investigación sobre un “Diseño del camino vecinal en Puno” tiene como objetivo realizar su diseño y realizar un presupuesto de su propuesta vial (p.16). En esta metodología se aplica un diseño descriptivo simple no experimental, que incluye observaciones de campo, levantamientos topográficos, recolección de datos y archivos de uso de equipos topográficos (p. 47). Según la base de datos obtenida en la investigación realizada, el proyecto se basa en la normativa vigente del MTC para atender las necesidades de los poblados que participan en dicho proyecto. El diseño del camino rural tendrá una clasificación según la delimitación, de un camino vecinal, y con un servicio de carretera con un IMD > 15 Veh. /día y una velocidad de diseño de 20 Km/h. Se hizo un estudio hidrológico donde se determinó la necesidad de alcantarillas y cunetas (p. 56 – 79). La carretera al final fue de 5.14 km de largo, divididos en 2 tramos. El costo estimado del proyecto fue de S/. 340,408.25 (p. 80).

Esta investigación nos permitió plantear los procedimientos de recolección de datos, así como ampliar una guía de detalles que son necesarios para el diseño

geométrico. Otra contribución encontrada es la clasificación según jurisdicción de un camino vecinal.

(Villegas Torres, et al., 2012) en su tesis denominada “Diseño geométrico y de pavimentos de la carretera Ledoy – Bellavista” tuvieron como objetivo principal realizar un estudio a nivel afirmado en la región San Martín (p. 14). En la metodología, la tesis es completamente aplicada (p.113). En cuanto a los resultados, encontraron que el tipo de vía era una vía de tercera clase. Por otro lado, determinaron que el tráfico que se proyecta es menor a 400 vehículos por día. Finalmente, hallaron lo siguiente: Progresiva Km 0+000 al Km 3+000 tenemos E= 280 mm (28 cm) y Progresiva Km 3+000 al Km 15+570 tenemos E= 410 mm (41 cm). En cuanto al presupuesto, se determinó que se necesita 1, 604,395.17 soles para la ejecución de la obra. Como conclusiones estipularon que el diseño tendrá un periodo de 20 años a través de los cuales se podrán elaborar todas las estructuras adyacentes a la carretera y a la infraestructura vial.

(Reyes Mallqui, 2017) en su investigación referente a un “Diseño de la carretera en el distrito de Chugay en La Libertad” utilizó una metodología descriptiva – aplicada. La carretera corresponde a una de tercera clase, debido a que transitan menos de 400 veh/día. De acuerdo con la topografía, pertenece a una carretera de tipo III, con pendientes transversales entre 51% y 100% al eje de la vía. En cuanto al presupuesto, se determinó que para toda la ejecución de obra se necesitaría un total de 3, 782,699.88 soles. Se llegó a la conclusión que el área estudiada tenía características accidentadas, también se detectaron microcuencas (06) que serán trabajadas a través de alcantarillas de 48 y 60 pulgadas, así como cunetas de concreto, lo mismo que permitirá que la carretera tenga un correcto funcionamiento y seguridad vial.

(Espinoza Chipana, 2020) El objetivo general de la investigación acerca del “Diseño de la Infraestructura vial de una carretera en Saccsamarca” fue realizar el diseño de la infraestructura vial de la carretera para transitabilidad (p.3). El proyecto consiste en una metodología de enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo no experimental porque no se manipuló de ninguna manera la variable, solo se observó y analizó en su mismo entorno (p.13). Posteriormente se realizó

el levantamiento topográfico, usando una estación total y primas; asimismo, se excavaron 11 calicatas situadas adecuadamente a lo largo del eje de la vía para determinar el estado del suelo (p. 17 – 26). Según los resultados que se consiguió en esta investigación de acuerdo a la norma DG-2018, la velocidad directriz es de 20 km/h, con un radio mínimo de 12 metros y de un solo carril es de 3,50 metros. No hay berma, su pendiente mínima es de 0.5%, su pendiente máxima es de 12%; cada 500 metros se proyecta una plazoleta de cruce, de igual manera, el estudio de suelos muestra que las 11 calicatas estudiadas cumplen con la normativa de suelos. (p.31).

Este presente informe del diseño de la infraestructura vial, nos aportó un uso de plazoletas de cruce, así mismo la cantidad de calicatas necesarias a lo largo de la vía. No obstante, la información obtenida en el lugar, está de acuerdo con la DG - 2018.

(Centurión Mendoza, et al., 2019) en su trabajo de investigación acerca de una “Propuesta de diseño geométrico y señalización de una ruta” el propósito principal fue determinar que el diseño geométrico y la señalización propuestos mejoraron la infraestructura vial de la Carretera 107 (p. 16). El método desarrollado es de tipo descriptivo y un nivel correlacional (p. 68). Los resultados de la investigación de la mecánica del suelo muestran que el contenido de agua es del 11,1% y el CBR es del 7,5. Además, se elaboró un estudio de tráfico proyectado para los 20 próximos años y se obtuvo un IMDA de 2,16 veh. /día. El radio de la curva de diseño horizontal es mayor que  $R_{min}$  de 85m, la pendiente máxima cuesta arriba de la curva vertical es 4,20%, la capacidad de bombeo es 2% y el ancho de la carretera es 6,60 m. Por lo tanto, el proyecto de diseño geométrico se realizó considerando los parámetros de diseño recomendados por MTC, y se determinó una longitud total de 40 + 39,44m. (p. 144 – 145).

Esta investigación nos dio una alternativa de diseño geométrico, nos da un estudio de suelos, una demanda de tránsito proyectado a 20 años, así como otros parámetros necesarios, con el fin de atender la carencia de la vía, lo cual es importante para una mejora económica y social del centro poblado.

(Vasquez Cerquera, et al., 2017) en su proyecto sobre “Diseñar una carretera en los distritos de Bambamarca y Huasmín” tiene la principal finalidad de elaborar el

diseño de una carretera. El trabajo se llevó a cabo en cuatro etapas: visita al área del proyecto y recolección de datos, investigación básica, diseño vial y diseño complementario del proyecto. La investigación finalizó trazando la ruta más conveniente. Asimismo, teniendo en cuenta que la tasa de aumento del tráfico generado es 10% y de la población es 2%, su IMDA se estima en 20 años. El diseño geométrico para la vía de tercera clase y tipo accidentado, cuenta con una pendiente de 10%, pero como se encuentra por encima de los 3000 m.s.n.m, su pendiente se reduce un 1%, teniendo así para su diseño una pendiente de 9%.

El aporte de esta investigación para nosotros fue saber cómo funciona o considera la pendiente de la carretera. Así mismo nos mencionó un parámetro muy importante para realizar el diseño geométrico el cual es el índice medio diario anual, para el cual se realizó el conteo vehicular que usualmente pasan por esa vía.

Para diseñar una carretera, primero se debe tener conocimientos básicos de ingeniería, que incluyen:

**El cambio de clima:** El cambio climático se ha vuelto un conflicto para la infraestructura vial, en especial a aquellos que satisfacen las necesidades de los poblados más vulnerables. El cambio de clima y las alteraciones en las condiciones de lluvia y viento son causas potentes de enfermedad y muerte. A causa de estos desastres, como inundaciones y sequías, estas infraestructuras han sido afectadas. (Ingeniería del agua, 2020).

**Topografía:** Es importante para la construcción de un proyecto, ya que el primer elemento a estudiar es el terreno; como esta rama, permite comprender la ciencia de analizar las características de la zona, ya sean altitud o elevaciones. Para utilizar este estudio, es indispensable la extracción de puntos geográficos, y recopilar información detallada según su forma. Por eso, es necesario informarse sobre la geodesia, realizar mediciones horizontales y verticales sobre la posición de la superficie terrestre; y utilizar planos de dibujo a escala para representarlos. (Mendoza Dueñas, 2019)



**Coordenadas:** Es un sistema de referencia basado en la proyección cartográfica, que determina los puntos en la cuadrícula según el área representada por números. Estas cuadrículas están fijadas por datos geodésicos.

**Curvas de Nivel:** Son líneas que representan la superficie y nos hace ver si las áreas son planas o empinadas. Se realizará con el fin de conocer el tipo de orografía.

**Estudio de Mecánica de Suelos (EMS):** Este estudio es bastante requerido e imprescindible, se refiere a los sedimentos y diferentes almacenamientos sueltos de partículas sólidas, y aplica las leyes de la mecánica en descomposición o desintegración para comprender las características de los tipos de suelo bajo muestras representativas que se obtienen a través de calicatas. (Crespo Villalaz, 2007)

**Muestras de Suelos:** Son las muestras tomadas de calicatas en el área de investigación, las que brindan el estado en el que se conservan o detallan sus características, dependiendo de los cambios de estas durante su extracción. Cada calicata, perforación u otra excavación se localiza por coordenadas, de preferencia con el uso de un GPS, midiendo con cinta métrica o en última instancia contando los pasos con la distancia del ángulo recto desde la carretera o pista (Chamba, 2018).

Para EMS, se realizarán actividades de campo y laboratorio para determinar el tipo de suelo y sus características físico- mecánicas del mismo. (DG 2018).

La cantidad de calicatas dependerá de la clasificación de carretera y estarán ubicadas de manera longitudinal y alternas dentro del ancho de calzada. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.26).

**Estudio Hidrológico:** La investigación hidrológica tiene en cuenta el cálculo de parámetros morfométricos, cálculo de tiempo de concentración, la duración y la intensidad de las lluvias y diferentes caudales a partir de distintas metodologías. SENAMHI es una agencia de gestión que proporciona datos hidrológicos y meteorológicos basada en estudios. Además, se recomienda que

se considere al menos 25 años de registros para la investigación hidrológica, de modo que se puedan predecir eventos futuros y se puedan obtener resultados confiables.

**La precipitación:** Es cualquier forma de humedad que se origina en las nubes y llega al suelo, y cae en forma de lluvia, granizo, llovizna y nieve. Por otro lado, el pluviómetro registra la altura de la lluvia en función del tiempo y de forma puntual, lo que permite definir la intensidad de la precipitación. Asimismo, por cuestiones hidrológicas, es necesario conocer la altura de precipitación diaria a la que se activa la estación meteorológica, que viene a ser igual a la suma de las lecturas observadas durante el día. (Villón Béjar, 2011)

**Estudio de tránsito vehicular:** Consiste en la Identificación de tramos de demanda donde hace el conteo volumétrico y clasificado por tipo de vehículo, y se realizará dentro de las 24 horas de al menos 7 días consecutivos para obtener factores de corrección (horarios, diarios, estacionales) para obtener el Índice diario promedio anual (IMDA).

**Diseño Geométrico:** La carretera tiene 3 tipos de Clasificaciones, la primera se clasifica por su **Transitabilidad** en Carretera sin afirmar (Son las que están construidas hasta el nivel de subrasante), Carretera Afirmada (Son aquellas vías donde sobre la subrasante se coloca una capa de afirmado), y Carretera Pavimentada (Es aquella que sobre la rasante se coloca una mezcla asfáltica (flexible) u cemento Portland (rígido))

La segunda se clasifica por su **demanda**, en función de los servicios que deban prestar, es decir, la cantidad de tráfico que soportarán, la vía tendrá características geométricas suficientes según el siguiente diseño estandarizado:

**Tabla 1: Clasificación de carreteras según su Demanda**

Tipo	Descripción	
<b>Autopistas de Primera Clase</b>	<b>IMDA</b>	Mayor a 6000 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6 m. Cada calzada debe contar con 2 o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo.
	<b>Control de acceso</b>	Total (Ingresos y salidas) que proporciona flujos vehiculares continuos, sin cruce o pasos a nivel y con puente peatonal en zonas urbanas.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada
<b>Autopistas de Segunda Clase</b>	<b>IMDA</b>	Entre 6000 y 4001 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6 hasta 1 m (se instalara un sistema de contención vehicular) Cada calzada debe contar con 2 o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo.
	<b>Control de acceso</b>	Parcial (Ingresos y salidas) que proporciona flujos vehiculares continuos, pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y con puente peatonal en zonas urbanas.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada
<b>Carreteras de Primera Clase</b>	<b>IMDA</b>	Entre 4001 y 2001 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzada de 2 carriles de 3.60m de ancho como mínimo.
	<b>Control de acceso</b>	Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel, así mismo para zonas urbanas se recomienda contar con puentes peatonales o con dispositivos de seguridad vial.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada

<b>Carreteras de Segunda Clase</b>	<b>IMDA</b>	Entre 2000 y 400 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzada de 2 carriles de 3.30m de ancho como mínimo.
	<b>Control de acceso</b>	Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel, así mismo para zonas urbanas se recomienda contar con puentes peatonales o con dispositivos de seguridad vial.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada
<b>Carreteras de Tercera Clase</b>	<b>IMDA</b>	Menores a 400 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzada de 2 carriles de 3.00m de ancho como mínimo. De manera excepcional podrán tener carriles hasta de 2.50m, contando con un sustento técnico.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Pueden funcionar con soluciones básicas o económicas, aplicando estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos. Al ser pavimentada debe cumplir con las condiciones geométricas mencionadas en las carreteras de segunda clase.
<b>Trocha Carrozable</b>	<b>IMDA</b>	Vías que no alcanzan las características geométricas. < 200 veh/día
	<b>Calzada</b>	4.00 m de ancho mínimo. Para este caso se construirán Plazoletas de cruce, por lo menos cada 500m.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Puede ser afirmada o sin afirmar.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico.

(Ministerio de Transportes, 2018)

Y la tercera, por su **Orografía**: Según el relieve del terreno por dónde recorre el trazo de la carretera.

**Tabla 2:** Clasificación por orografía del terreno

Pendiente Transversal	Terreno
0% al 10%	Tipo I
11% al 50%	Tipo II
51% al 100%	Tipo III
Mayor que 100%	Tipo IV

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico.  
(Ministerio de Transportes, 2018)

Dentro de los parámetros básicos tenemos:

**Velocidad Directriz o de diseño:** Para determinar esta velocidad dependerá del tipo de carretera, servicio, volumen de tránsito y tipo del terreno de la vía a diseñar. Así mismo, deben evitarse las variaciones repentinas en el trayecto.

**Radios mínimos:** Por razones de seguridad y comodidad, los radios mínimos de curvatura horizontal deben permitir que se pueda conducir a la velocidad directriz de manera segura y con su máximo peralte en una determinada curva. Para el cálculo de esta radio se utiliza la siguiente fórmula:

**Ecuación 1:** Radios mínimos

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Donde:

Rmín: Radio Mínimo

V: Velocidad de diseño

Pmáx: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

Fmáx: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

**Peralte:** Se refiere a la diferencia de elevación del exterior de la parte curva de la vía respecto a su elevación interior para compensar los efectos de la fuerza centrífuga generada por un vehículo en una curva a una determinada velocidad.

**Bombeo:** Se denomina bombeo a las inclinaciones transversales mínimas que deben tener las calzadas. El bombeo dependerá del tipo de superficie operativa y la cantidad de precipitación en el sitio de estudio.

**Pendiente:** Para los tramos en corte debe evitarse emplear pendientes inferiores al 0.5%. Pero si se da el caso de rasantes horizontales se tomará en consideración un bombeo igual o superior a 2%. La pendiente máxima estará en función al tipo de orografía y velocidad de diseño. En casos excepcionales en carretas de tercera clase será de 12 %. (DG, 2018).

Las unidades en la que se miden estos parámetros básicos para diseñar una carretera son como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3:** *Parámetros básicos para el Diseño Geométrico*

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA
1	Velocidad directriz	Km/hr
2	Radio mínimo	m
3	Peralte	%
4	Ancho de la calzada	m
5	Bombeo	%
6	Pendiente	%

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico. (Ministerio de Transportes, 2018)

### III. METODOLOGÍA:

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### 3.1.1. Tipo de investigación:

(Vargas Cordero, 2009) La investigación aplicada, "ve como se aplican o utilizan los conocimientos adquiridos, mientras se adquieren otros conocimientos. El uso de conocimientos y resultados de la investigación conduce a una forma rigurosa, organizada y sistemática de comprender la realidad".

Para estudiar esta problemática se utilizó la investigación aplicada, porque se aplica conocimientos adquiridos a lo largo de la etapa universitaria para el diseño vial, utilizando distintos Manuales de carreteras, esto debido a la propia naturaleza de la investigación (Domínguez y otros, 2017).

##### 3.1.2. Diseño de investigación:

De acuerdo a Hernández Sampieri (p. 152) "La investigación que **no** experimental es aquella investigación que no altera variables y solo presta atención a lo que ocurre en su entorno original para estudiarlos".

De acuerdo a Tamayo y Tamayo (2016), los diseños permiten definir la forma que tendrá la investigación, en este caso, al presentar el estudio una sola variable, la cual es el diseño de infraestructura vial, por lo tanto, no se puede manipular o modificar la variable.

(Hernández Sampieri, 2014) "El diseño de una investigación **transversal descriptivo**, en una región o lugar, buscan el modo, categoría y nivel de una o más variables." (p.155).

Es así, que como refiere Kendal (2018), para este tipo de investigaciones, se debe considerar la línea de tiempo en la que se recogerán los datos, y que tenga una relación con lo que el autor espera, y donde se puede concluir que esta investigación no es experimental, sino tiene un diseño transversal descriptivo simple.

### 3.2. Variables y Operacionalización:

#### 3.2.1. Variables:

**Variable Cuantitativa:** “Diseño de Infraestructura Vial”.

La infraestructura diseñada para brindar servicios básicos a la población y dar una mejor calidad de vida tiene las siguientes características:

- **Topografía:** Se elabora luego de recopilar datos de campo, luego se procesa la información para obtener perfiles y secciones.
- **Calidad del terreno:** se obtiene mediante el análisis de los resultados obtenidos a través de los ensayos sometidos en el laboratorio correspondiente.
- **Estudio Hidrológico:** Se tendrá en cuenta la información obtenida de las precipitaciones en la zona para mejores resultados.
- **Estudio de tránsito:** Para ello se calculará el índice medio diario.
- **Diseño Geométrico:** Sera elaborado mediante parámetros establecidos en los manuales vigentes del MTC.

#### 3.2.2. Matriz de clasificación de variables:

**Tabla 4:** *Identificación de variable*

Variable	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Diseño de Infraestructura Vial	Independiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia



### **3.3. Población, muestra y muestreo:**

#### **3.3.1. Población:**

Para Jones (2015), Se denominada población al conjunto de elementos que serán parte del estudio y que contienen todo tipo de características. Para este caso, será toda la carretera que unirá la Libertad-Cajamarca, centro poblado San Jorge 2022.

#### **3.3.2. Muestra:**

La muestra comprende el tramo de carretera San Jorge-Farrat de 5.6 Kilómetros. Punto de inicio con coordenadas, este: 773730.000m y norte: 9163909.000m y punto de término, con coordenadas este: 776887.595m y norte: 9164977.213m.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **3.4.1. Técnicas:**

- **Técnica de observación:** se refiere a la manera que se adopta para analizar una situación, y que cuando se orienta a estudios de proyectos de investigación, se emplean tipos directos de técnicas de observación (no experimental), que permiten recolectar los datos y la información requerida (Paz-Enrique y otros, 2018).  
Para proyectos de investigación, se utilizarán tipos directos de técnicas de observación (no experimental), que permitirán recolectar los datos y la información requerida.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos:**

En el presente estudio se utilizará las herramientas como guías de observación que permitirá recolectar datos in situ, como topografía e hidrología, etc.

- Guía de observación N° 1: se utilizará para recoger datos topográficos. (Anexo N° 2.1)
- Guía de observación N° 2: Con el apoyo técnico establecido por las normas E-050 y ASTM, se utilizará para el estudio de mecánica de suelos, durante y después de la extracción de la muestra. (Anexo N° 2.2)

- Ficha de recolección de datos N° 1: Se utilizará para recolectar información relevante de los resultados de los ensayos de laboratorio del estudio de suelos. (Anexo N° 2.3)
- Ficha de recolección de datos N° 2: Se utilizará para recolectar datos de las precipitaciones, datos que obtendremos en el SENAMHI. (Anexo N° 2.4)
- Guía de observación N° 3: Se empleará para el estudio de tránsito vehicular, con el fin de contar los vehículos, para poder calcular el IMDA. (Anexo N° 2.5)

**Tabla 5:** *Instrumentos y validación*

<b>Etapas de investigación (dimensiones)</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Validación</b>
<b>Levantamiento topográfico</b>	Guía de observación N° 1. Software: Google Earth, Global Mapper, Civil 3D	Juicio de expertos.
<b>Mecánica de suelos</b>	Ficha de recolección de datos N° 1. Guía de observación N° 2. Ensayo de laboratorio.	Juicio de expertos. Reglamento Nacional de Edificaciones E – 050 Normas ASTM
<b>Estudio Hidrológico</b>	Ficha de recolección de datos N° 2	SENAMHI (Servicio Nacional Meteorológico e Hidrología del Perú)
<b>Estudio de Trafico</b>	Guía de observación N° 3.	Juicio de expertos.
<b>Diseño Geométrico</b>	Software: Civil 3D	DG – 2018 Manual de Carreteras

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos:**

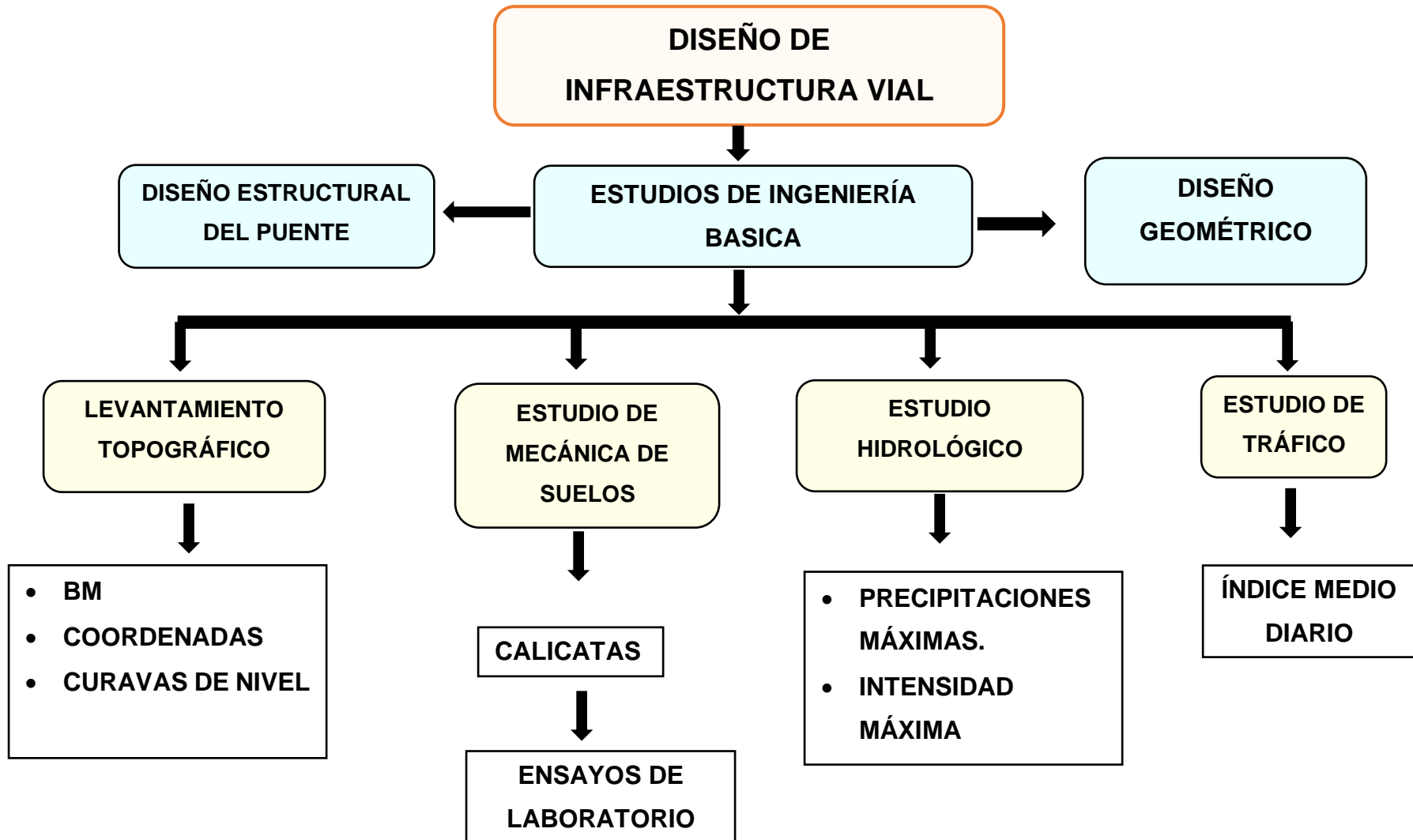
Se considera como validación de un instrumento cuando se toma la opinión de pares que evalúen la consistencia del mismo (Behar, 2008).

Los instrumentos mencionados anteriormente, serán validados mediante criterios normativos o de certificación. Así mismo, se empleará el criterio de juicio de expertos, que a su vez serán considerados según su especialización.

### **3.4.4. Confiabilidad del instrumento de recolección de datos:**

- Para el levantamiento topográfico se garantiza su confiabilidad a través un certificado de calibración del equipo GPS diferencial que se utilizó en la toma de datos. (Ver Anexo 3)
- Para el EMS, su confiabilidad se garantiza por la persona encargada del laboratorio de suelos. (Ver Anexo 4.2)
- El estudio hidrológico e hidráulico están garantizados por el MTC, que es el que nos brinda los datos de precipitaciones a través de la página del Senamhi. (Ver Anexo 4.4)

### **3.5. Procedimientos:**



### **3.6. Método de análisis de datos**

#### **3.6.1. Técnica de análisis de datos:**

Para esta investigación se adoptó un diseño de tipo transversal no experimental, y se utilizarán técnicas estadísticas descriptivas y la herramienta utilizada con gráficos estadísticos. Estas herramientas apoyan a que los resultados sean mucho más visibles y tratables (Sautu, 2015).

Los gráficos que se utilizaron son histogramas para investigación hidrológica y las ojivas para investigación en mecánica de suelos, porque nuestras variables son continuas y cuantitativas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para Carreño (2009), las implicancias éticas son importantes porque definen los parámetros morales que tiene toda investigación. Para cualquier profesional, la ética algo muy fundamental y esencial que respeta la honestidad de resultados y la fiabilidad de los datos obtenidos in situ. Es por esto que la información recaudada en este proyecto es propio y verdadero, porque es citada de fuentes confiables y bien fundamentadas, el estudio previo se realiza para hacer factible la investigación, y los datos se recolectan directamente en el campo, dedicándole energía al proceso de desarrollo del proyecto. Por lo tanto, esta investigación refleja la ética, cita correctamente las normas ISO 690 y 690-2 y utiliza el programa de similitud de Turnitin para comprobar su originalidad. (Anexo N° 6).

## IV RESULTADOS

### 4.1. Levantamiento topográfico

#### 4.1.1. Coordenadas UTM

Se procedió al levantamiento topográfico con apoyo del Bench Marck y el GPS diferencial RTK, fue de manera directa para obtener puntos con mayor precisión (Ver Tabla N°10), el procesamiento de datos se realizó mediante el software CIVIL 3D configurando la zona de ejecución en coordenadas UTM WGS 84, Zona 17Sur, obteniéndose las curvas de nivel y configurándose el espaciamiento entre ellas con separaciones de 1m.

**Tabla 6:** *Coordenadas UTM.*

COORDENADAS UTM			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
BM	776759.759	9164810.223	1566.298

Fuente: Elaboración propia

Cómo se puede visualizar en la tabla anterior fue necesario un solo BM ya que se utilizó un GPS Diferencial que tiene un alcance de medición de 15 kilómetros a la redonda. También se pudo obtener las coordenadas de siguientes puntos:

**Tabla 7:** *Coordenadas: inicial y final de la vía.*

COORDENADAS		
PUNTO	ESTE	NORTE
INICIAL	773730.000	9163909.000
FINAL	776887.595	9164977.213

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Curvas de nivel.

En el Anexo 7 se visualiza el Plano Topográfico de Curvas de Nivel.

#### 4.2 Estudio Mecánica de Suelos.

Para este estudio se tuvo que realizar 12 calicatas según el “Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC” a largo del tramo de la carretera proyectada.

**Tabla 8:** *Clasificación del Suelo por calicatas*

Muestra	Progresiva	Prof. (m)	Clasificación AASHTO	
C-1, M-1	km 0+100	0.20 - 1.50	A-2-4 (0)	Arena arcillosa
C-2, M-1	km 0+750	0.20 - 1.50	A-2-6 (0)	Arena arcillosa
C-3, M-1	km 1+000	0.20 - 1.50	A-2-4 (0)	Arena arcillosa
C-4, M-1	Km 1+540	0.20 - 1.50	A-2-6 (0)	Arena arcillosa
C-5, M-1	km 2+680	0.20 - 1.50	A-2-4 (0)	Arena arcillosa
C-6, M-1	Km 2+830	0.20 - 1.50	A-2-6 (0)	Arena arcillosa
C-7, M-1	km 3+280	0.20 - 1.50	A-2-6 (0)	Arena arcillosa
C-8, M-1	Km 3+740	0.20 - 1.50	A-2-6 (0)	Arena arcillosa
C-9, M-1	km 4+590	0.20 - 1.50	A-2-4 (0)	Arena arcillosa
C-10, M-1	Km 4+950	0.20 - 1.50	A-2-4 (0)	Arena arcillosa
C-11, M-1	km 5+220	0.20 - 1.50	A-2-6 (0)	Arena arcillosa
C-12, M-1	Km 5+460	0.20 - 1.50	A-2-4 (0)	Arena arcillosa

Fuente: Elaboración propia

En los resultados mostrados se puede visualizar que hemos trabajado en un suelo de arena arcillosa con una clasificación AASHTO A-2-4 y A2-6.

Del ensayo del Proctor Modificado Tipo B obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 9: Propiedades Físicas y Valores de CBR para el diseño del pavimento**

Muestra	OCH (%)	MDS (g/cm <sup>3</sup> )		CBR (%)
C-1, M-1	8.47	al 98%	1.98	38 %
C-2, M-2	7.85	al 100%	1.87	30 %

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Estudio Tráfico

Se contabilizaron el número de vehículos durante 7 días de la semana como lo dice el manual del MTC, la estación para llevar a cabo este estudio se ubicó en el caserío Farrat. El cual dio un IMDA de 40 vehículos al día. Para este proyecto se debe aclarar que se trata de una carretera nueva y alternativa, se está diseñando teniendo en cuenta el conteo vehicular de la estación ubicada en el lugar antes mencionado, puesto que es por donde transitan actualmente los vehículos hacia el Centro Poblado San Jorge, pero una vez ejecutado el proyecto el 80% de la población se trasladará por la carretera nueva, con mayor seguridad y menor tiempo de viaje.

**Tabla 10: IMDa**

Tipos de vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	12	30.2%
Station wagon	5	12.6%
Camioneta pick Up	11	27.7%
Combi Rural	5	12.6%
Camión 2E	4	9.6%
Camión 3E	3	7.2%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia

Para los resultados presentados podemos visualizar que nuestro IMD es de 40 vehículos por día, estando dentro del margen que dice la norma DG-2018 que vendría a ser una trocha carrozable.



#### 4.4. Estudio hidrológico

##### 4.4.1 Datos hidrológicos de SENAMHI.

Para este estudio, se extrajo datos de Precipitaciones de la página del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), de cuatro Estaciones Hidrometeorológicas: Cospán, Cachachi, Callancas y San Juan, cercanas a nuestra zona de estudio; esto se debió a que, si usáramos una sola estación, no había datos anteriores al año 2017. Para hallar el Caudal del Puente lo realizaremos por el método de polígonos de Thiessen, uniendo todas las estaciones; pero para el caso de Cunetas y Alcantarillas, tomaremos en cuenta solo la Estación de Cospán.

**Tabla 11.** Precipitaciones Máximas por Mes - Estación Cospán

ESTACIÓN: COSPÁN												
PRECIPITACIONES MÁXIMAS (mm/mes)												
AÑO	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	17.5	5.8	23
2018	29.8	32.6	30.5	19.5	10.4	2	0	0.1	19.3	12.7	11.3	24
2019	27.1	51.7	34	29.2	29.5	2.4	8	0	10.2	22.7	19.7	35.9
2020	0	31	41.5	24.1	13	1.9	8.3	0.8	3.9	16.8	4.8	33.2
2021	30.4	11.3	32.1	65.6	36	8.3	2.6	7.3	12	29	15	18.6
2022	20.1	14.2	31	4.5	2	0.5						
<b>P. Máx.</b>	<b>30.4</b>	<b>51.7</b>	<b>41.5</b>	<b>65.6</b>	<b>36</b>	<b>8.3</b>	<b>8.3</b>	<b>7.3</b>	<b>19.3</b>	<b>29</b>	<b>19.7</b>	<b>35.9</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.** Distribución de probabilidades pluviométricas Gumbel

N°	AÑO	Precipitación (mm)	
		Xi	(Xi -x)^2
1	2017	23	320.41
2	2018	32.6	68.89
3	2019	51.7	116.64
4	2020	41.5	0.36
5	2021	65.6	610.09
6	2022	31	98.01
$\Sigma =$		<b>245.40</b>	<b>1214.40</b>

Fuente: Elaboración propia

**Precipitación Máxima:** 65.6 mm

**Precipitación Promedio:**

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{245.40}{6} = 40.90 \text{ mm}$$

**Desviación Estándar:**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=3}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{1214.40}{6 - 1}} = 15.585 \text{ mm}$$

**Parámetros:**

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 0.779 * 15.585 = 12.151 \text{ mm}$$

$$\mu = \bar{X} - 0.5772 * \alpha = 40.90 - (0.5772 * 12.151) = 33.886 \text{ mm}$$

Luego determinamos las Precipitaciones en base a Periodos de Retorno, con las siguientes fórmulas:

$$Y_t = -\text{Log}N\left(\text{Log}N\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)$$

$$X_t = \mu + (Y_t * \alpha)$$

$$F_{(X_t)} = e^{-e^{-\left(\frac{X_t - \mu}{\alpha}\right)}}$$

$$X_{t(\text{corregido})} = 1.13 * X_t$$

**Tabla 13.** Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias

Periodo de Retorno	Variable Reducida	Precip . (mm)	Probabilidad ocurrencia	Corrección (mm)
<b>Años</b>	$Y_t$	$X_t$	$F_{(X_t)}$	$X_{t(\text{corregido})}$
2	0.3665	38.3399	0.50	43.3241
5	1.4999	52.1125	0.80	58.8871
10	2.2504	61.2311	0.90	69.1912

25	3.1985	72.7526	0.96	82.2104
50	3.9019	81.2998	0.98	91.8688
100	4.6001	89.7840	0.99	101.4559
500	6.2136	109.3896	0.998	123.6102

Fuente: Elaboración propia

Se determina el Tiempo de Duración de lluvias para el cálculo de Intensidades, según el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

**Tabla 14. Tiempo de Duración de LLuvias**

Duración (horas)									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Luego, multiplicando por el Cociente en base al tiempo de duración, obtuvimos los siguientes datos:

**Tabla 15: Precipitaciones máximas probables obtenidas.**

Tiempo de duración (horas)	Cociente	Precipitaciones máximas Probable (mm) para diferentes tipos de duración de acuerdo al periodo de retorno						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	x24=100%	43.3241	58.8871	69.1912	82.2104	91.8688	101.4559	123.6102
18	X18 = 91%	39.425	53.587	62.964	74.811	83.601	92.325	112.485
12	X12 = 80%	34.6593	47.1097	55.3529	65.7683	73.4950	81.1647	98.8882
8	X8 = 68%	29.4604	40.0432	47.0500	55.9031	62.4708	68.9900	84.0549
6	X6 = 61%	26.4277	35.9211	42.2066	50.1483	56.0400	61.8881	75.4022
5	X5 = 57%	24.6947	33.5656	39.4390	46.8599	52.3652	57.8299	70.4578
4	X4 = 52%	22.5285	30.6213	35.9794	42.7494	47.7718	52.7571	64.2773
3	X3 = 46%	19.9291	27.0881	31.8279	37.8168	42.2597	46.6697	56.8607
2	X2 = 39%	16.8964	22.9660	26.9846	32.0621	35.8288	39.5678	48.2080
1	X1 = 30%	12.9972	17.6661	20.7574	24.6631	27.5606	30.4368	37.0831

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, luego de realizar la fórmula de Intensidad, obtuvimos la siguiente tabla en un tiempo de duración de 24 horas:

$$I = \frac{P(mm)}{t (hr.)}$$

**Tabla 16:** Intensidades de precipitación obtenidas.

Tiempo de duración		Intensidad de las precipitaciones (mm/hr) según el periodo de retorno						
Horas	minutos	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	1440	0.0301	0.0409	0.0480	0.0571	0.0638	0.0705	0.0858
18	1080	0.0365	0.0496	0.0583	0.0693	0.0774	0.0855	0.1042
12	720	0.0481	0.0654	0.0769	0.0913	0.1021	0.1127	0.1373
8	480	0.0614	0.0834	0.0980	0.1165	0.1301	0.1437	0.1751
6	360	0.0734	0.0998	0.1172	0.1393	0.1557	0.1719	0.2095
5	300	0.0823	0.1119	0.1315	0.1562	0.1746	0.1928	0.2349
4	240	0.0939	0.1276	0.1499	0.1781	0.1990	0.2198	0.2678
3	180	0.1107	0.1505	0.1768	0.2101	0.2348	0.2593	0.3159
2	120	0.1408	0.1914	0.2249	0.2672	0.2986	0.3297	0.4017
1	60	0.2166	0.2944	0.3460	0.4111	0.4593	0.5073	0.6181

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la **Curva IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia)**

Se utiliza la siguiente Ecuación para hallar la Intensidad Máxima:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Pero, como no tenemos datos en minutos, realizamos lo que se llama

**Regresión Potencial.** Para ello hacemos un cambio de variable:

$$d = K * T^m$$

Con la expresión anterior, obtenemos que:

$$I = \frac{d}{t^n} \rightarrow I = d * t^{-n}$$

Se realiza una tabla de Regresión para cada Periodo de Retorno (2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años), de cada tabla de obtiene el Término Constante de Regresión (d) y el Coeficiente de Regresión (n).

**Tabla 17: Resumen de aplicación de Regresión Potencial.**

Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	2.7298	-0.6164
5	3.7104	-0.6164
10	4.3596	-0.6164
25	5.1800	-0.6164
50	5.7885	-0.6164
100	6.3926	-0.6164
500	7.7885	-0.6164
<b>Promedio =</b>	5.1356	-0.6164

Fuente: Elaboración propia

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:  $d = K * T^m$ , obteniendo así, la siguiente tabla:

**Tabla 18: Regresión Potencial**

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	2.7298	0.6931	1.0042	0.6961	0.4805
2	5	3.7104	1.6094	1.3111	2.1102	2.5903
3	10	4.3596	2.3026	1.4724	3.3903	5.3019
4	25	5.1800	3.2189	1.6448	5.2944	10.3612
5	50	5.7885	3.9120	1.7559	6.8690	15.3039
6	100	6.3926	4.6052	1.8551	8.5432	21.2076
7	500	7.7885	6.2146	2.0527	12.7564	38.6214
7	692	35.9495	22.5558	11.0962	39.6597	93.8667

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se halla el Término constante de Regresión (K):

$$K = \frac{(\sum (\ln X * \ln Y) * \sum (\ln X)) - (\sum (\ln X^2) * \sum (\ln Y))}{(\sum \ln X)^2 - ((\sum \ln X^2) * N)} = 2.6947$$

Y el coeficiente de regresión (m):

$$m = \frac{(\sum \ln Y) - (N * \ln K)}{\sum \ln X} = 0.1843$$

Entonces, la ecuación válida para la cuenca sería:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n} = \frac{2.6947 * T^{0.1843}}{t^{0.6164}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Obteniendo así, la Tabla de Intensidades en Minutos:

**Tabla 19: Intensidad – Duración - Frecuencia**

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	1.14	0.74	0.58	0.48	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.25
5	1.34	0.88	0.68	0.57	0.50	0.45	0.41	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29
10	1.53	1.00	0.78	0.65	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.37	0.35	0.33
25	1.81	1.18	0.92	0.77	0.67	0.60	0.55	0.50	0.47	0.44	0.41	0.39
50	2.05	1.34	1.04	0.87	0.76	0.68	0.62	0.57	0.53	0.50	0.47	0.44
100	2.34	1.52	1.19	0.99	0.87	0.77	0.70	0.65	0.60	0.56	0.53	0.50
500	3.14	2.05	1.60	1.34	1.16	1.04	0.95	0.87	0.81	0.76	0.72	0.68

Fuente: Elaboración propia

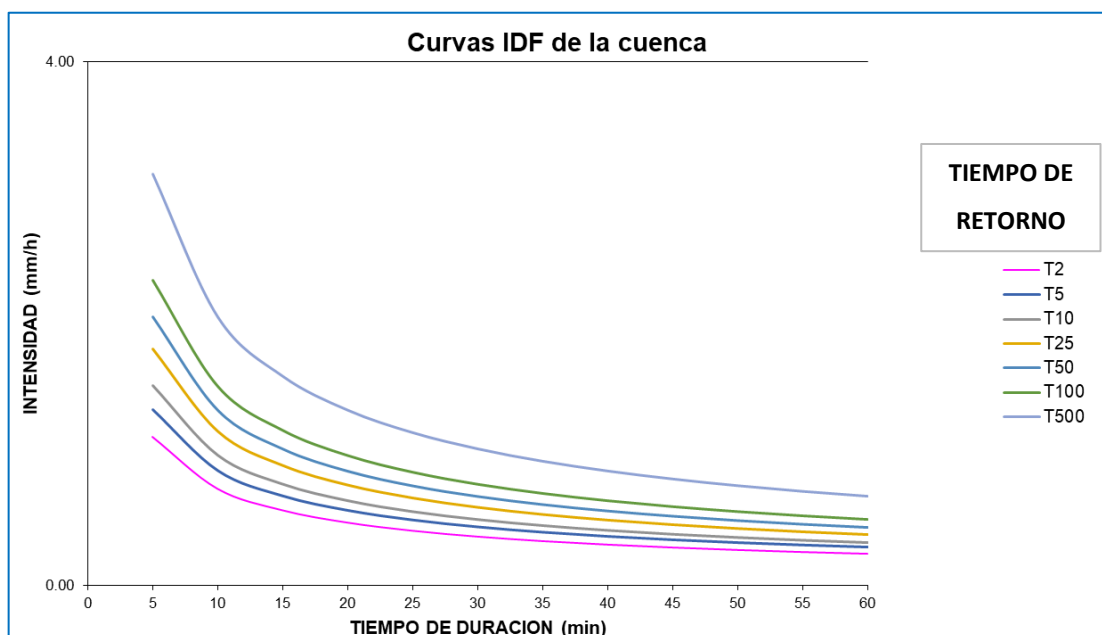


Figura 1. Curva IDF.

#### 4.4.2 Diseño hidráulico.

##### 4.4.2.1 Diseño de cunetas.

Para calcular el caudal de las Cunetas, se tomó la microcuenca de Cospán, la cual tiene un área de 0.59 km<sup>2</sup>. Asimismo, se tomó datos de las Intensidades Máximas ya obtenidas anteriormente para un **periodo de retorno de 10 años** (Ver Anexo 6.4), con una extensión a la derecha (área con más extensión para el cálculo de todas las cunetas) y otra a la izquierda en el caso del pavimento de la vía que es más impermeable que el suelo natural de las pendientes.

Se utilizó la siguiente ecuación para la obtención de Caudal:

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

C = Coeficiente de Escorrentía

A = Área de la microcuenca (km<sup>2</sup>)

**Tabla 20: Caudal de Cuneta**

Estacion	Intensidad (mm/h)	Area (m <sup>2</sup> )	Area (km <sup>2</sup> )	Coeficiente	Caudal de diseño Q = 0.278.C.I.A
Cospan microcuenca	2.05	588,971.47	0.58897	0.60	0.15006290
Agua de pavimento	2.05	300	0.0003	0.65	0.00008281
				Cuneta	0.150 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Elaboración propia

Para diseñar las cunetas se utilizó el software HCanales, obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ Ancho de solera (b): 0.2 m.
- ✓ Tirante normal ( $y_n$ ): 0.232 m.
- ✓ Velocidad media ( $V_n$ ): 2.76 m.s<sup>-1</sup>
- ✓ Perímetro Mojado Normal ( $P_n$ ): 0.718 m.
- ✓ Talud (Z): 0.5
- ✓ Radio hidráulico Normal ( $R_n$ ): 0.102 m

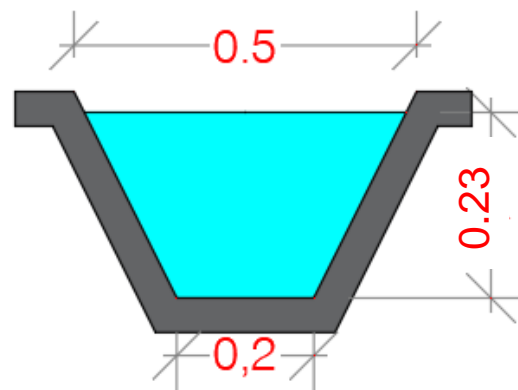


Figura 2. Diseño de cuneta.

Podemos visualizar que se ha tomado en cuenta el estudio hidrológico para poder realizar los cálculos hidráulicos de cunetas como nos recomienda el Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje del MTC.

#### 4.4.2.2 Diseño de Alcantarillas

Para determinar el caudal de las Alcantarillas, se adiciona un 20% más que del caudal de las cunetas, es por eso que se le multiplica por 1.20.

Obteniendo así, un **Caudal de 0.180 m<sup>3</sup>/s**



Para el diseño de alcantarillas se utilizó el software HCanales, obteniendo la sección típica de Alcantarilla:

- ✓ Diámetro (d): 0.90 m.
- ✓ Tirante (y): 0.170m.
- ✓ Pendiente: 1%
- ✓ Espejo de Agua (T): 0.70 m
- ✓ Radio hidráulico (R): 0.103 m
- ✓ Área hidráulica (A): 0.083 m<sup>2</sup>

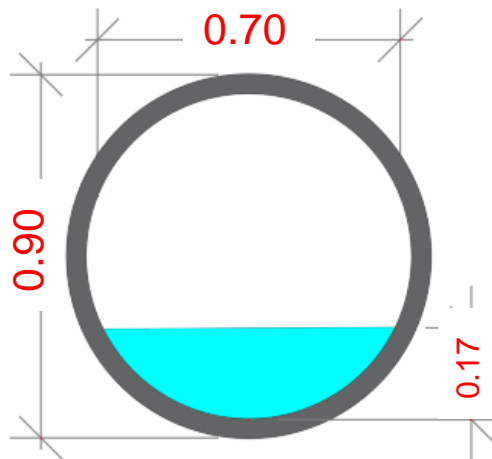


Figura 3. Diseño de alcantarilla.

Podemos visualizar que se ha tomado en cuenta el estudio hidrológico para poder realizar los cálculos hidráulicos para alcantarillas como nos recomienda el Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje del MTC.

Asimismo, en el plano de Perfil longitudinal de la Carretera (Anexo 7), se colocaron las alcantarillas que debe tener, y se creó la tabla resumen de su ubicación y tipo:

**Tabla 21: Ubicación y tipo de Alcantarillas**

UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS			
N° DE ALCANTARILLA	PROGRESIVA	SENTIDO	TIPO
1	Km 0+130	Derecha- Izquierda	De Alivio
2	Km 0+300	Derecha- Izquierda	De Alivio
3	Km 0+330	Derecha- Izquierda	De Alivio
4	Km 0+470	Derecha- Izquierda	De Alivio
5	Km 0+570	Derecha- Izquierda	De Alivio
6	Km 0+690	Derecha- Izquierda	De Alivio
7	Km 0+890	Derecha- Izquierda	De Alivio
8	Km 1+090	Izquierda- Derecha	De Alivio
9	Km 1+190	Izquierda- Derecha	De Alivio
10	Km 1+270	Izquierda- Derecha	De Paso
11	Km 1+460	Izquierda- Derecha	De Alivio
12	Km 1+660	Izquierda- Derecha	De Alivio
13	Km 1+860	Izquierda- Derecha	De Alivio
14	Km 1+960	Izquierda- Derecha	De Alivio
15	Km 2+260	Izquierda- Derecha	De Alivio
16	Km 2+345	Izquierda- Derecha	De Paso
17	Km 2+510	Izquierda- Derecha	De Paso
18	Km 2+760	Derecha-Izquierda	De Alivio
19	Km 2+860	Derecha-Izquierda	De Alivio
20	Km 3+060	Izquierda- Derecha	De Paso
21	Km 3+260	Izquierda- Derecha	De Alivio
22	Km 3+400	Izquierda- Derecha	De Alivio
23	Km 3+570	Izquierda- Derecha	De Paso
24	Km 3+775	Izquierda- Derecha	De Paso
25	Km 3+795	Izquierda- Derecha	De Paso
26	Km 3+995	Izquierda- Derecha	De Alivio
27	Km 4+200	Izquierda- Derecha	De Alivio
28	Km 4+400	Izquierda- Derecha	De Alivio
29	Km 4+600	Derecha- Izquierda	De Alivio
30	Km 4+700	Derecha- Izquierda	De Alivio
31	Km 4+840	Izquierda- Derecha	De Alivio
32	Km 5+000	Izquierda- Derecha	De Alivio
33	Km 5+200	Izquierda- Derecha	De Alivio

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Estudio diseño Geométrico

En el diseño en planta de la carretera se tuvo en cuenta la DG-2018, considerando parámetros de diseño de una carreta de tercera clase. Dichos parámetros considerados para esta investigación fueron consideramos los siguientes:

##### 4.5.1 Demanda de la carretera.

Según el estudio de tráfico el IMD es de 40 veh/día, el cual, si comparamos con lo que dice la DG 2018 en la sección 101, la demanda correspondería a una trocha carrozable, pero para este estudio se considerará los parámetros de una carretera de tercera clase puesto que, no existe parámetros claros para diseñar una trocha carrozable en la DG 2018.

##### 4.5.2 Orografía.

Para saber qué tipo de orografía más predominante es se hizo una estadística, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 22:** Resultado estadístico de la Orografía

RESULTADO ESTADÍSTICO			
N°	TIPO	# VECES	%
1	LLANO	1	3.33
2	ONDULADO	7	23.33
3	ACCIDENTADO	18	60
4	ESCARPADO	4	13.33
	<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior podemos visualizar que la orografía predominante es 60% de tipo accidentada.

##### 4.5.3 Consideraciones de Diseño.

En el diseño geométrico se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

**Tabla 23: Parámetros de diseño**

<b>ELEMENTOS DE DISEÑO EN PLANTA DG-2018</b>		
<b>CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA</b>		
Por demanda	Carretera de 3ra clase	
Por orografía	accidentada- Tipo 3	
<b>PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO</b>		<b>DG 2018</b>
Número de Calzadas	1	PAG. 159
Número de Carriles	1	PAG. 159
Ancho de carril	3.00 metros	PAG.173
Ancho de Berma	--	
Velocidad directriz	30 km/h	SECCIÓN 204
Pendiente mínima	0.5%	PAG. 170
Pendiente máxima	12%	PAG.172
Radio mínimo en curva horizontal	25 metros	TABLA 302.02
Radio mínimo en curva de vuelta	16 metros	TABLA 302.12
Peralte máximo en curva	12%	TABLA 302.02
Longitud mínima en transición	30 metros	TABLA 302.10
Sobreechancho mínimo	2 metros	
Longitud de Tangente en curvas S	42 metros	TABLA 302.01
Longitud de tangente en curvas del mismo sentido.	84 metros	TABLA 302.01
Bombeo	2.5%	TABLA 304.03
Talud de relleno 1:1.5	1:1.5m (V:H)	TABLA 304.10
Tipo de vehículo considerado para el Diseño Geométrico	C2	TABLA 302.12

Fuente: Elaboración propia

Los resultados presentados son los parámetros específicos considerados para este proyecto de investigación basado en las normas vigentes del MTC.

#### 4.5.4 Diseño de pavimento

Para diseñar un Pavimento con Esal 130 594 (Anexo 6.3). Nos guiamos del manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, para poder determinar el número estructural requerido, para ello es necesario conocer los siguientes datos:

- ✓ Por tener un ESAL equivalente a 130 594 según nuestro estudio de tráfico, le corresponde a un tipo de tráfico **Tp0** según el manual.
- ✓ Según el EMS se obtuvo un CBR de 38%.
- ✓ El módulo de resiliencia de subrasante equivalente a 26209.12.(MR<sub>PSI</sub>) de acuerdo a la siguiente fórmula:  
 $Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$ .
- ✓ El número de etapas de 1
- ✓ Con un nivel de confiabilidad del 65%.
- ✓ Con un coeficiente de una desviación estándar normal de -0.385. (ZR)
- ✓ Desviación estándar combinado 0.46 (So)
- ✓ Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico 3.8 (Pi).
- ✓ Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico 2 (Pt).
- ✓ Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico 1.8 ( $\Delta$  PSI)

De los datos encontrados reemplazamos en la fórmula siguiente para obtener el número estructural requerido (SRN):

#### **Ecuación 2: Número estructural requerido**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07.$$

$$\mathbf{SNR = 1.265}$$

Los resultados presentados son los parámetros específicos considerados para este proyecto de investigación donde se obtuvo como número estructural requerido el valor de 1.265.

Para determinar el número estructural de la carpeta asfáltica considerando la metodología de diseño de pavimentos flexibles del Manual del suelos, geología, geotecnia y pavimentos, se propone una Capa superficial de Micro-pavimento de 25 mm con un coeficiente estructural de 0.130/cm ( $a_1$ ), una Base Granular de 20cm con un coeficiente estructural de 0.052/cm ( $a_2$ ), y un coeficiente de drenaje para igual a 1 ( $d_2$ ).

Con los valores calculados permitieron hallar el valor del número estructural para representar el espesor total del pavimento a colocar. Se utilizó la siguiente formula:

**Ecuación 3: Número estructural Propuesto**

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

**CÁLCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL**

$$SNR= a1*d1+a2*d2*m2+a3*d3*m3$$

$$SNR= 0.130*3 +0.052*20*1$$

$$SNR= 1.43$$

El resultado que se obtuvo como número estructural propuesto es 1.43. Para los resultados obtenidos podemos visualizar que **SNR propuesto es mayor que el SNR requerido**, dando cumplimiento con la norma.

Entonces nuestro espesor de capas de la carretera propuesta, quedaría como se indica en el siguiente dibujo:



Figura 4. Diseño estructural del pavimento.

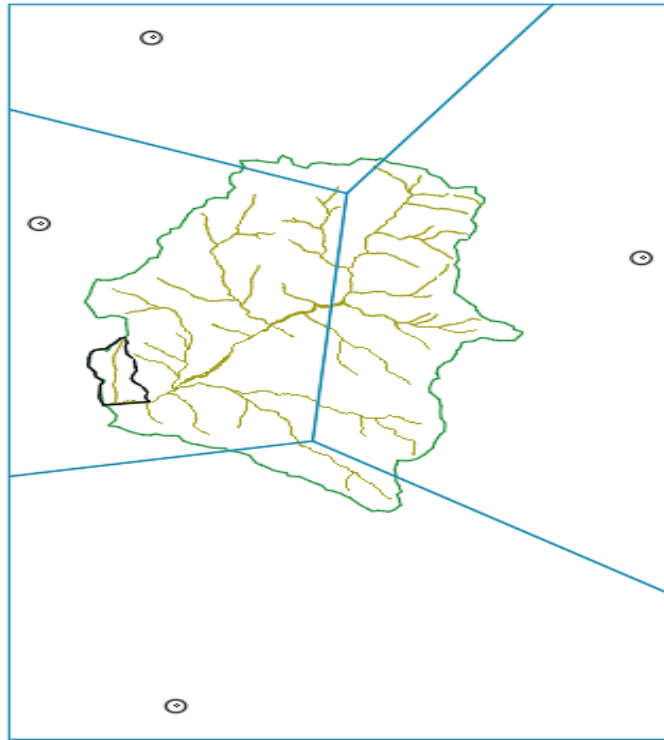
#### 4.6 Estudio diseño Puente.

Para el diseño del puente se llevaron a cabo los siguientes estudios:

##### 4.6.1 Datos topográficos.

Como mencionamos anteriormente en el Estudio Hidrológico, ninguna Estación Meteorológica cercana a la zona de estudio tenía datos de 25 años de antigüedad, es por eso que se optó por utilizar 4 estaciones (Cospán, Cachachi, Callancas y San Juan) para determinar las Precipitaciones Máximas a través del Método de polígonos de Thiessen.

Se efectuó la toma de datos con las cartas nacionales, obteniendo la cuenca del río gracias al programa ArcGIS, efectuando el trazado y colocación de estaciones meteorológicas.



*Figura 5. Polígono de la cuenca.*

#### **Determinación de sección transversal del río**

Los datos topográficos fueron exportados al software Civil3D, a través de la sección de corte se obtuvo la sección transversal del río. (Ver Anexo 7), y un área transversal de 31.54 m<sup>2</sup> para la circulación de aguas medias.

#### **4.6.2 Datos Hidrológicos**

Luego de obtener las Precipitaciones Máximas por mes de las 4 estaciones, de la página del Senamhi, procedemos a realizar el Método de la Distribución de Probabilidades Pluviométricas de Gumbel, para así obtener las Intensidades según el Periodo de Retorno, de cada estación.



**Tabla 24:** Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Cospán

Tiempo de duración		Intensidad de las precipitaciones (mm/hr) según el periodo de retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	1440	0.0301	0.0409	0.0480	0.0571	0.0638	0.0705	0.0858
18	1080	0.0365	0.0496	0.0583	0.0693	0.0774	0.0855	0.1042
12	720	0.0481	0.0654	0.0769	0.0913	0.1021	0.1127	0.1373
8	480	0.0614	0.0834	0.0980	0.1165	0.1301	0.1437	0.1751
6	360	0.0734	0.0998	0.1172	0.1393	0.1557	0.1719	0.2095
5	300	0.0823	0.1119	0.1315	0.1562	0.1746	0.1928	0.2349
4	240	0.0939	0.1276	0.1499	0.1781	0.1990	0.2198	0.2678
3	180	0.1107	0.1505	0.1768	0.2101	0.2348	0.2593	0.3159
2	120	0.1408	0.1914	0.2249	0.2672	0.2986	0.3297	0.4017
1	60	0.2166	0.2944	0.3460	0.4111	0.4593	0.5073	0.6181

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25:** Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Cachachi

Tiempo de duración		Intensidad de las precipitaciones (mm/hr) según el periodo de retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	1440	0.0331	0.0415	0.0471	0.0541	0.0593	0.0645	0.0764
18	1080	0.0402	0.0504	0.0571	0.0656	0.0719	0.0782	0.0927
12	720	0.0530	0.0664	0.0753	0.0865	0.0949	0.1031	0.1222
8	480	0.0676	0.0847	0.0960	0.1103	0.1210	0.1315	0.1558
6	360	0.0809	0.1013	0.1149	0.1320	0.1447	0.1573	0.1864
5	300	0.0907	0.1136	0.1288	0.1480	0.1622	0.1763	0.2090
4	240	0.1034	0.1296	0.1469	0.1688	0.1850	0.2011	0.2383
3	180	0.1220	0.1528	0.1732	0.1990	0.2182	0.2372	0.2811
2	120	0.1551	0.1943	0.2203	0.2531	0.2775	0.3016	0.3575
1	60	0.2386	0.2990	0.3389	0.3894	0.4269	0.4641	0.5500

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26:** *Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación Callancas*

Tiempo de duracion		Intensidad de las precipitaciones (mm/hr) según el periodo de retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	1440	0.0153	0.0197	0.0225	0.0262	0.0289	0.0315	0.0377
18	1080	0.0186	0.0239	0.0274	0.0318	0.0350	0.0383	0.0458
12	720	0.0245	0.0315	0.0361	0.0419	0.0462	0.0505	0.0604
8	480	0.0313	0.0401	0.0460	0.0534	0.0589	0.0644	0.0770
6	360	0.0374	0.0480	0.0550	0.0639	0.0704	0.0770	0.0921
5	300	0.0419	0.0538	0.0617	0.0716	0.0790	0.0863	0.1032
4	240	0.0478	0.0614	0.0703	0.0817	0.0901	0.0984	0.1177
3	180	0.0564	0.0724	0.0830	0.0963	0.1063	0.1161	0.1388
2	120	0.0718	0.0921	0.1055	0.1225	0.1351	0.1476	0.1766
1	60	0.1104	0.1416	0.1623	0.1885	0.2079	0.2271	0.2716

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27:** *Intensidades según el Periodo de Retorno – Estación San Juan*

Tiempo de duracion		Intensidad de las precipitaciones (mm/hr) según el periodo de retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	1440	0.0314	0.0426	0.0500	0.0593	0.0662	0.0731	0.0890
18	1080	0.0381	0.0517	0.0606	0.0720	0.0804	0.0887	0.1080
12	720	0.0502	0.0681	0.0799	0.0949	0.1060	0.1170	0.1424
8	480	0.0641	0.0868	0.1019	0.1210	0.1351	0.1492	0.1816
6	360	0.0766	0.1039	0.1219	0.1447	0.1616	0.1784	0.2172
5	300	0.0859	0.1165	0.1367	0.1623	0.1812	0.2001	0.2436
4	240	0.0980	0.1328	0.1559	0.1850	0.2067	0.2281	0.2777
3	180	0.1156	0.1567	0.1839	0.2183	0.2438	0.2691	0.3276
2	120	0.1470	0.1992	0.2338	0.2776	0.3100	0.3422	0.4166
1	60	0.2261	0.3065	0.3598	0.4270	0.4769	0.5265	0.6409

Fuente: Elaboración propia

Luego se determina la Curva IDF, pero para ello se debe realizar un cálculo de **Regresión Potencial** para distintos Periodos de Retorno, de cada Estación, y así obtener la tabla que nos determinará la Curva de Intensidad-Duración-Frecuencia.

**Tabla 28:** Intensidades según el Tiempo de Duración – Estación Cospán

Frecuencia (años)	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	1.14	0.74	0.58	0.48	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.25
5	1.34	0.88	0.68	0.57	0.50	0.45	0.41	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29
10	1.53	1.00	0.78	0.65	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.37	0.35	0.33
25	1.81	1.18	0.92	0.77	0.67	0.60	0.55	0.50	0.47	0.44	0.41	0.39
50	2.05	1.34	1.04	0.87	0.76	0.68	0.62	0.57	0.53	0.50	0.47	0.44
100	2.34	1.52	1.19	0.99	0.87	0.77	0.70	0.65	0.60	0.56	0.53	0.50
500	3.14	2.05	1.60	1.34	1.16	1.04	0.95	0.87	0.81	0.76	0.72	0.68

Fuente: Elaboración propia

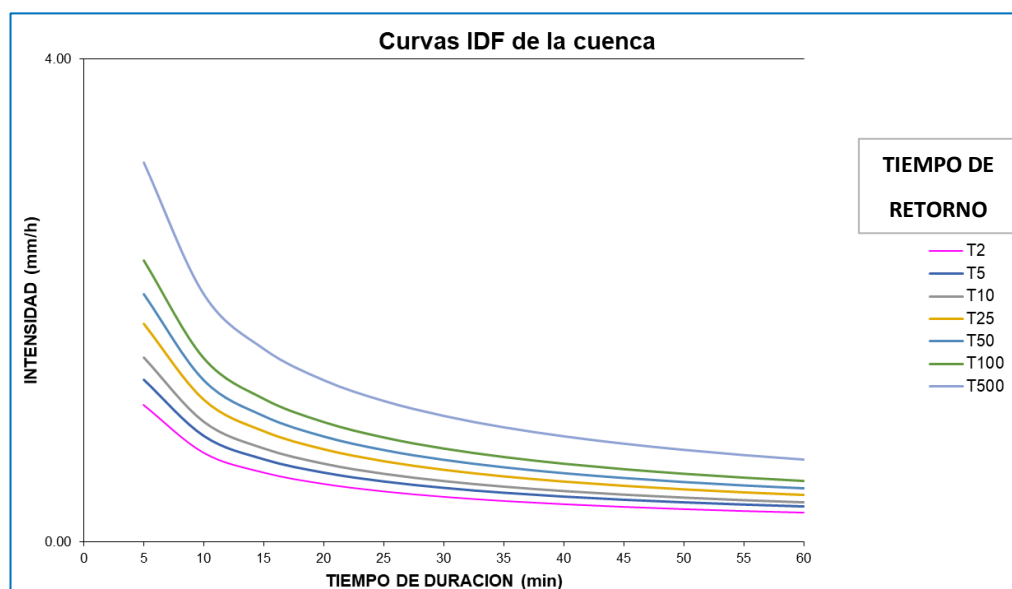


Figura 6. Curva IDF de la cuenca de la Estación de Cospán.

**Tabla 29: Intensidades según el Tiempo de Duración – Estación Cachachi**

Frecuencia (años)	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	1.20	0.78	0.61	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26
5	1.38	0.90	0.70	0.59	0.51	0.46	0.42	0.38	0.36	0.33	0.31	0.30
10	1.53	1.00	0.78	0.65	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.37	0.35	0.33
25	1.75	1.14	0.89	0.74	0.65	0.58	0.53	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
50	1.94	1.26	0.98	0.82	0.72	0.64	0.58	0.54	0.50	0.47	0.44	0.42
100	2.14	1.40	1.09	0.91	0.80	0.71	0.65	0.60	0.55	0.52	0.49	0.46
500	2.72	1.77	1.38	1.16	1.01	0.90	0.82	0.76	0.70	0.66	0.62	0.59

Fuente: Elaboración propia

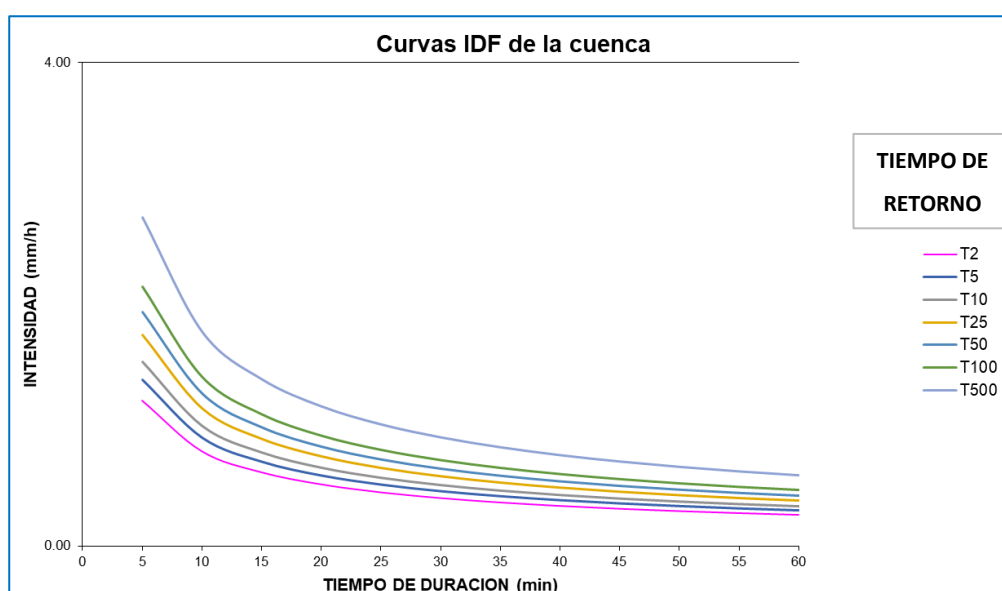


Figura 7. Curva IDF de la cuenca de la Estación de Cachachi.

**Tabla 30: Intensidades según el Tiempo de Duración – Estación Callancas**

Frecuencia (años)	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	0.56	0.37	0.29	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
5	0.65	0.42	0.33	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
10	0.73	0.47	0.37	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
25	0.84	0.55	0.43	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18
50	0.94	0.61	0.48	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20
100	1.05	0.68	0.53	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23
500	1.35	0.88	0.69	0.58	0.50	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29

Fuente: Elaboración propia

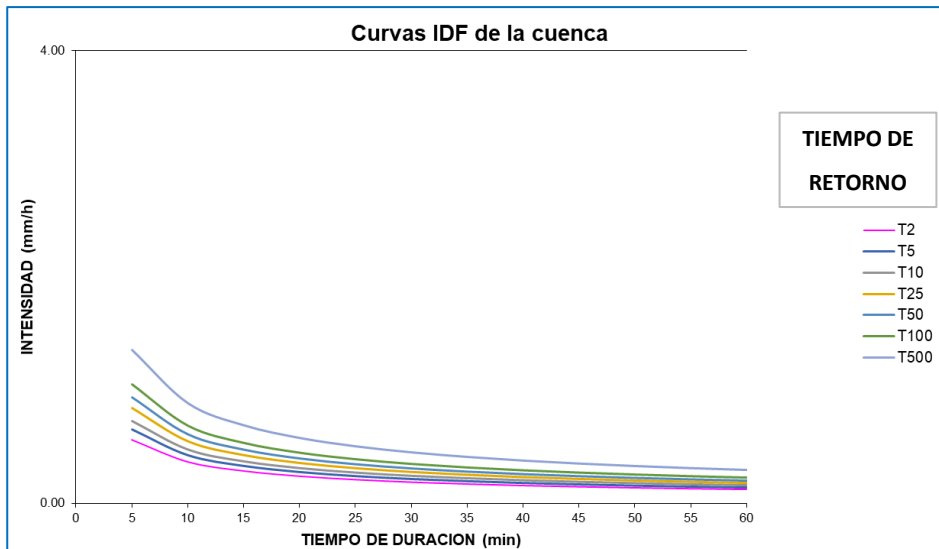


Figura 8. Curva IDF de la cuenca de la Estación de Callancas.

Tabla 31: Intensidades según el Tiempo de Duración – Estación San Juan

Frecuencia (años)	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	1.18	0.77	0.60	0.50	0.44	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26
5	1.40	0.91	0.71	0.60	0.52	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30
10	1.59	1.04	0.81	0.68	0.59	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.36	0.34
25	1.88	1.23	0.96	0.80	0.70	0.62	0.57	0.52	0.49	0.45	0.43	0.41
50	2.13	1.39	1.08	0.91	0.79	0.71	0.64	0.59	0.55	0.52	0.49	0.46
100	2.42	1.58	1.23	1.03	0.90	0.80	0.73	0.67	0.63	0.59	0.55	0.52
500	3.25	2.12	1.65	1.38	1.21	1.08	0.98	0.90	0.84	0.79	0.74	0.70

Fuente: Elaboración propia

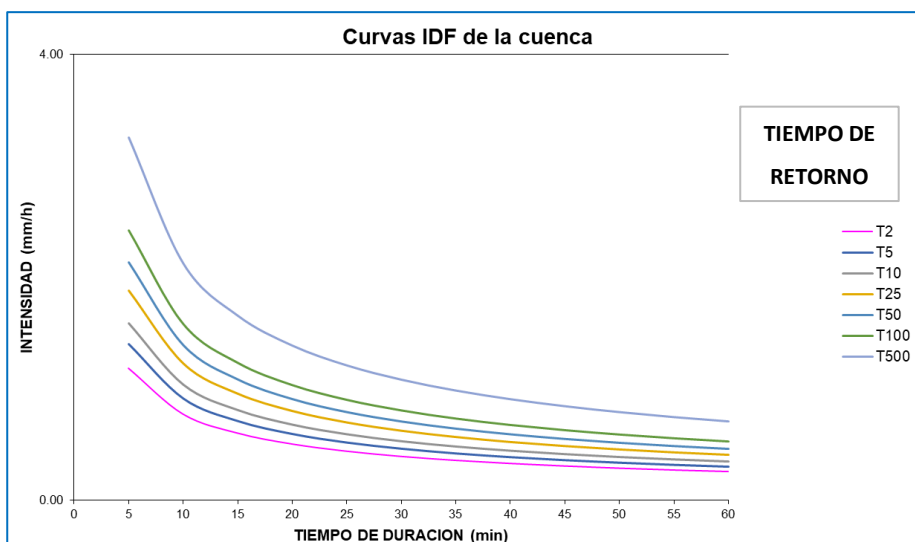


Figura 9. Curva IDF de la cuenca de la Estación de San Juan.

Luego de cada tabla de Intensidades, se obtiene las Intensidades Máximas de cada estación para un periodo de retorno determinado.

**Tabla 32:** *Intensidades Máximas según el Periodo de Retorno*

	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años		
ESTACIÓN	INTENSIDAD (mm/h)							Área (m2)	Área km2
Cospán	1.14	1.34	1.53	1.81	2.05	2.34	3.14	201'714,363.34	201.71
Cachachi	1.20	1.38	1.53	1.75	1.94	2.14	2.72	20'469,710.24	20.47
Callancas	0.56	0.65	0.73	0.84	0.94	1.05	1.35	143'620,689.32	143.62
San Juan	1.18	1.40	1.59	1.88	2.13	2.42	3.25	9'581,912.04	9.58
								<b>375'386,674.9</b>	<b>375.39</b>

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se utilizó la siguiente ecuación para la obtención del Caudal de diseño del Puente:

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Siendo el Coeficiente de Escorrentía (C) el valor de 0.60, según el Manual de Hidrología del MTC.

**Tabla 33:** *Caudales de cada estación, según el Periodo de Retorno*

	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
ESTACIÓN	Caudal de diseño = 0.278*C*I*A						
Cospán	38.20	45.23	51.39	60.85	69.14	78.56	105.69
Cachachi	4.11	4.70	5.21	5.97	6.61	7.32	9.29
Callancas	13.48	15.60	17.41	20.15	22.49	25.12	32.45
San Juan	1.89	2.24	2.54	3.00	3.41	3.87	5.20

Fuente: Elaboración propia

Y así tenemos el Caudal de Diseño para distintos periodos de retorno.

**Tabla 34:** Caudal de Diseño del Puente, según el Periodo de Retorno

Caudal de diseño = 0.278*C*I*A						
2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
57.682	67.767	76.559	89.967	101.658	114.878	152.631

Fuente: Elaboración propia

Para los resultados presentados podemos visualizar que se ha tomado en cuenta las máximas avenidas del río, como nos recomienda el manual de hidráulica e hidrología del MTC para establecer el máximo caudal en 500 años, como un periodo máximo de retorno.

Para nuestro cálculo, utilizaremos el Caudal Máximo para un **periodo de Retorno de 25 años**, tal como nos recomienda el Manual de Hidrología.

Se debe hallar la **Velocidad de Flujo** en un periodo de tiempo cercano, para luego hallar el área transversal del puente de un periodo de retorno máximo.

$$V_f = \frac{Q_i}{A_T}$$

Obtenemos la velocidad de Flujo para en un periodo de Retorno de 2 años, sabiendo que el área transversal del puente es 31.54 m<sup>2</sup>:

$$V_f = \frac{57.682}{31.54} = 1.83 \text{ m/s}$$

Despejando la formula, calcularemos el área transversal del puente de un periodo de retorno de 25 años:

$$A_{T(25)} = \frac{Q_i}{V_f} = \frac{89.967}{1.83} = 49.16 \text{ m}^2$$

Vemos que se obtuvo un valor de área mucho mayor que el área transversal normal lo que elevaría la cota del espejo de agua a 3.60 m de alto.

### 4.6.3 Estudio de mecánica de suelos.

Para este estudio se realizó la prueba de diamantina ya que se observa roca en ambos lados de donde se proyecta el puente. (Ver Anexo 4.6)

#### 4.6.3.1. Socavación

Empleando la norma AASHTO, para calcular la profundidad probable de socavación, tenemos:

***Ecuación 5: Cálculo de socavación***

$$h = k \times H \times v^2$$

Donde:

h = Profundidad de socavación en metros

k = Constante característica del río en  $seg^2/v^2$

H = Profundidad de la corriente en metros

$v^2$  = Velocidad de flujo de las aguas en m/seg.

Reemplazando los valores obtenidos reemplazamos en la fórmula para encontrar la profundidad de socavación en un material de arena.

$$h = 0.06 \times 6.5 \times 1.83^2 = 1.30 \text{ m}$$

### 4.6.4 Estudio de tráfico.

Para este estudio se está tomando como referencia el estudio de tránsito que se utilizó en el diseño geométrico.

### 4.6.5 Diseño de la superestructura del puente (Tipo Viga Losa)

Para el dimensionamiento del puente se utilizó la norma técnica AASHTO y EL MANUAL DE PUENTES DE MTC, además se cuenta con los siguientes datos:



Calidad de concreto:	$f'c = 280 \text{ kg/m}^2$
Fluencia de Acero:	$f_y = 4200 \text{ kg/m}^2$
Luz del puente:	$L = 18 \text{ metros}$
N° de Carriles:	$N^{\circ}C = 2$
Peso específico del Asfalto	$\gamma_{\text{Asfalto}} = 2250 \text{ kg/m}^3$
Espesor de Asfalto	$e_{\text{Asfalto}} = 0.05 \text{ m}$
Peso específico del Concreto	$\gamma_{\text{Concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3$
Elasticidad del Acero	$E_a = 2.00E+06 \text{ kg/m}^3$
Caudal	$Q = 152.63 \text{ m}^3/\text{s}$

En un inicio se optó por un puente tipo losa, pero el peralte salió de 0.85 m, muy elevado, así que optamos por un PUENTE TIPO VIGA-LOSA.

Se realizó un Predimensionamiento para determinar las medidas de la sección transversal del puente, el cual el dibujo quedó así:

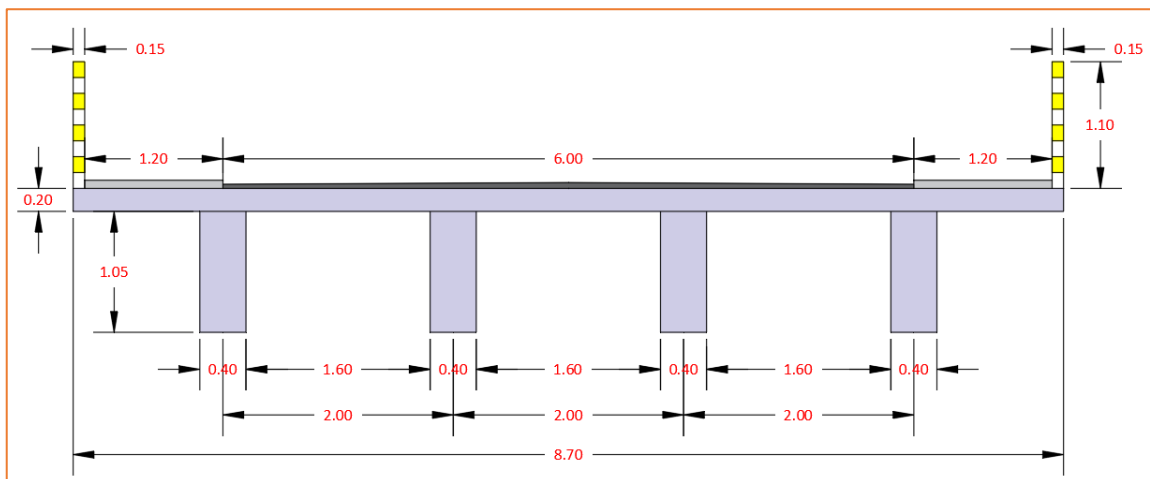


Figura 10. Sección transversal del Puente

El puente Viga Losa, consta de varios elementos, los cuales, son:

➤ VIGA PRINCIPAL

Luego de un predimensionamiento y una serie de metrado de Cargas y Momentos, se calculó el acero que debe ir, quedando su diseño de la siguiente manera:

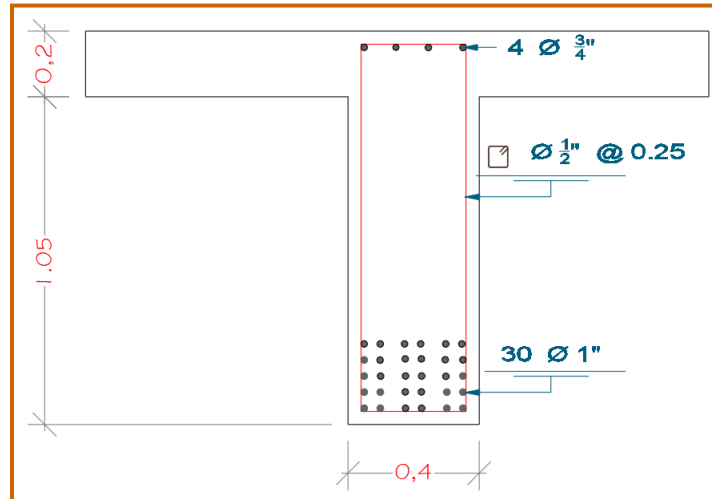


Figura 11. Sección de la Viga Principal del Puente

➤ VIGA EXTERIOR

Luego de un predimensionamiento y una serie de metrado de Cargas y Momentos, se calculó el acero que debe ir, quedando su diseño de la siguiente manera:

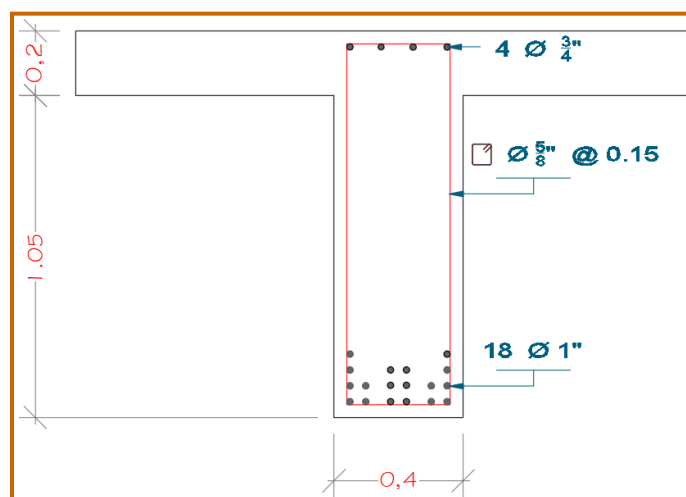


Figura 12. Sección de la Viga Exterior del Puente

➤ VIGA DE ARRIOSTRE

Luego de un predimensionamiento y una serie de metrado de Cargas y Momentos, se calculó el acero que debe ir, quedando su diseño de la siguiente manera:

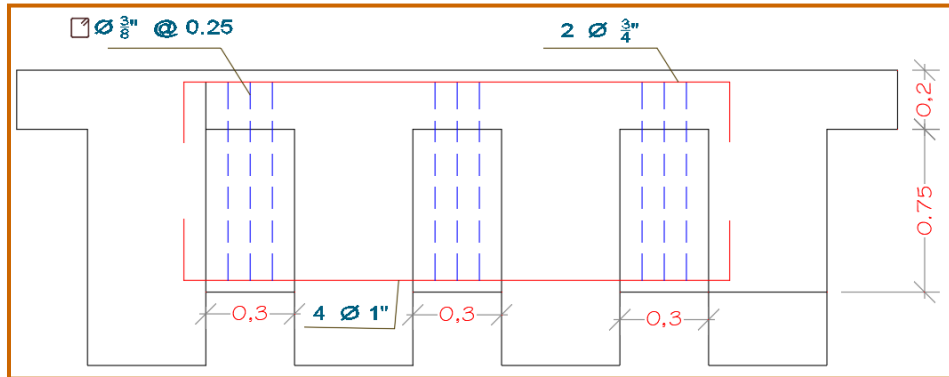


Figura 13. Sección de la Viga de Arriostre del Puente

➤ LOSA

Luego de un predimensionamiento y una serie de metrado de Cargas y Momentos, se calculó el acero que debe ir, quedando su diseño de la siguiente manera:

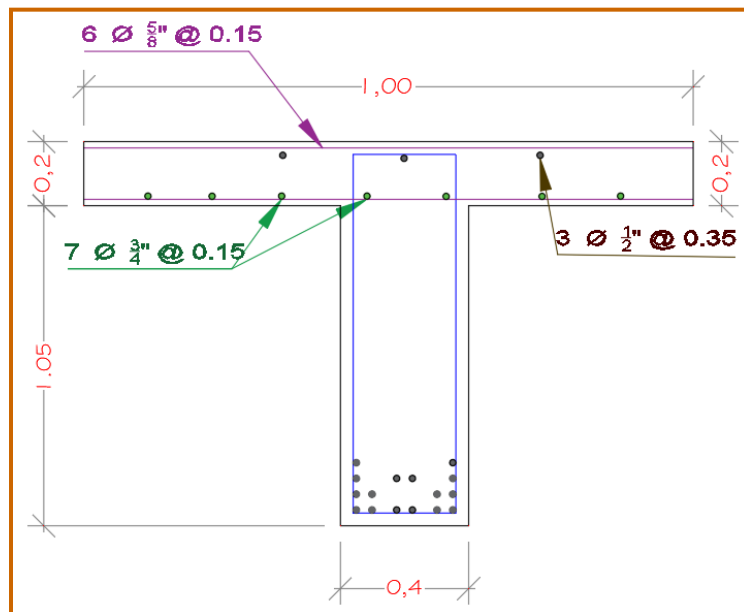


Figura 14. Sección de la Losa del Puente

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- ✓ En lo que se refiere a la Topografía, tenemos un terreno donde el 60% de las pendientes transversales oscilan entre un 51.99% y 84.09%; corroborando con la norma DG 2018, esto corresponde a una topografía accidentada o de tipo III. Este resultado coincide con la investigación de Johnny Villegas, el cual tiene pendientes entre 51% y 100% clasificándolo en el mismo tipo de orografía.
- ✓ Para el EMS, dando cumplimiento con el Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos se realizó 12 calicatas a una profundidad de un metro y medio, a lo largo de los 5.2 kilómetros de nuestra propuesta vial, encontrando un suelo de arena arcillosa con una clasificación AASHTO A-2-4 y A2 según ensayos de laboratorio. Si bien es cierto para una carretera de tercera clase se realiza un CBR cada 2 kilómetros, pero considerando que tenemos un IMDA menor a 200 veh/día, se realizó 2 CBR, uno por cada 3 kilómetros como lo establece la norma mencionada anteriormente, obteniendo un CBR de 38% el cual la clasifica como una subrasante excelente.
- ✓ Para el estudio hidrológico se tomó en cuenta la cuenca del río Sunchubamba, y las estaciones hidrometeorológicas cercanas a la zona de estudio como la de Cospán, de las cuales se obtuvo los datos de precipitaciones de la página del SENAMHI, para poder determinar el Caudal, y realizar el diseño de cunetas y alcantarillas, así como recomienda el manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje del MTC.
- ✓ Con respecto al estudio de conteo vehicular se obtuvo un IMDA de 40 vehículos por día, el cual clasifica la norma como una trocha carrozable. Pero para cuestiones de diseño y seguridad, se optó por considerar una carretera de tercera clase puesto que en esta norma no existen parámetros bien definidos con respecto al diseño de trochas.
- ✓ Deyvith Reyes en su investigación realizada en el 2017 diseñó una carretera de clase III, con una velocidad de diseño de 30 Km/h, pendientes máximas de 10%, una estructura adaptada por base de 15cm, una subbase de 25cm y micro pavimento de 1cm respectivamente. En cuanto a nuestro diseño se

consideró la misma velocidad, una pendiente máxima de 12%, también se tuvo la misma estructura, pero con diferentes espesores de capas: base de 20 cm, y un micro pavimento 2.5 cm, ya que éstas son las medidas que indica la Norma Vigente de Diseño Geométrico 2018.

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ En el levantamiento topográfico se determinó que la pendiente transversal predominante es accidentada con valor 60% del total de la orografía, con secciones transversales a una distancia de 20m en tangentes y 10m en curvas.
- ✓ Según el EMS, se realizó un total de 12 calicatas a lo largo del eje de la vía, obteniendo un tipo de suelo de arena arcillosa con clasificación AASHTO A-2-4. se obtuvo un CBR del 38 % que se clasifica como una subrasante excelente.
- ✓ Con respecto al estudio de tráfico se pudo obtener un IMDA de 40 veh. /día, y un tráfico de diseño  $W_{18}$  de 130 594.
- ✓ Con respecto al estudio hidrológico e hidráulico nos sirvió para determinar las precipitaciones e intensidades máximas, para con ello diseñar las cunetas trapezoidales, alcantarillas circulares de 0.9 de diámetro y un puente de 18 metros.
- ✓ Con respecto al diseño geométrico se tomó en cuenta todos los parámetros expuestos en la DG-2018, para una carretera de tercera clase, con velocidad de diseño de 30km/h. Asimismo, se diseñó el pavimento flexible con espesores de carpeta: Micropavimento de 2.5 cm y una Base de 20cm.
- ✓ Con respecto al puente, se realizó un diseño estructural de tipo viga losa con una longitud de 18 metros.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar programas que faciliten y agilicen los procesos de control de diseños, ya sea los actuales como Revit, infraworks o el propio Civil3D para efectuar modificaciones que escapen de un primer planteamiento.
- A los pobladores de la cuenca del río Chicama, se recomienda tener iniciativa de exigir nuevos proyectos de vías de acceso y carreteras que conecten más lugares del interior de nuestro país, teniendo como base y/o guía este proyecto de estudio para diseñar carretas viables para su distrito.
- Se recomienda generar lazos entre gobiernos locales y regionales para generar proyectos que conecten sus distritos cercanos ya que genera nuevas rutas de comercio e ingreso de materiales para construcción.
- Se recomienda bajo el esquema mostrado en el anterior párrafo evaluar el impacto que tiene la utilización de nuevos materiales de construcción al interior del país y su impacto económico pese a la poca gestión de carreteras de los últimos años.

## REFERENCIAS:

ALAYO, Ramiro y FLORINDEZ, Keivin, Estudio del diseño de una trocha carrozable de los caseríos Quillcaypirca - Adbon - Longotea - Bolívar - La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo. 2019.

ALCANTARA, Diana y MORAN, Sofia. *Diseño del tramo vial entre los caseríos Cunguay - Querquerball - Pueblo Libre, distrito Santiago de Chuco, provincia Santiago de Chuco, región La Libertad*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo : s.n., 2020.

ANDIA, Pablo, y otros. *Propuesta de Diseño de carreteras de la ruta Comas San - Juan de Lurigancho para mejorar la transitabilidad*. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima : s.n., 2020.

BEHAR, D. *Introducción a la Metodología de la Investigación*. Editorial Shalom. 2008.

CARREÑO, A. *Manual de apoyo metodológico*. Santiago de Chile, Universidad de Artes, Ciencias y Comunicación (UNIACC). 2009.

CCUNO, Javier, PUMA, Maithe y RUELAS, Eberth. *Diseño del camino vecinal en el sector Collpani del distrito de San Juan del Oro - provincia de Sandia - Puno*. Universidad Privada de Trujillo. Trujillo : s.n., 2020.

CHAMBA, F. *Estudio de la tipología del suelo aplicando la metodología AASHTO, donde se construye el distribuidor de tráfico Bella India*. Universidad Técnica de Machala. Machala. 2018.

CRISPÍN, David., DE LA CRUZ, Demencio. y SAENZ, Isaac., 2021. *Propuesta de diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada-Paucará*. S.l.: s.n. ISBN 0000000170482.

CRESPO, Carlos. *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Sexta. s.l. : Limusa, 2007. pág. 650.

DOMÍNGUEZ, D., G. HALPERN, et al. *Construyendo la investigación social: artículos seleccionados de las V Jornadas de Jóvenes Investigadores del Instituto de Investigaciones Gino Germani*. Buenos Aires., CLACSO, 2017

ESPINOZA, Percy. *Diseño de la Infraestructura vial de la Carretera Saccsamarca y Chacana, distrito de Circa, Apurímac, 2020*. Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2020.

FANDIÑO, Natalia Johana y PORRAS, Yenifer Tatiana. *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad de la comunidad del barrio Guamito en el Municipio de Restrepo - Meta*. Universidad Cooperativa de Colombia. 2020.

FREIRE, Cristhian. *Diseño Geométrico de la alternativa vial Shuyo - Pinllopata en el tramo Km 20+000 - 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi*. Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2020.

GALVÁN, M. y RESTREPO, I. (2016). *Correlación de la resistencia a compresión uniaxial con la humedad y porosidad eficaz en rocas*. Dyna, vol. 83, nº 198, pp. 9-15, septiembre 2016.

HERNÁNDEZ, Roberto. 2014. Metodología de la Investigación. 6ta. 2014, pág. p. 154.

*Ingeniería del agua*. Fundación para el Fomento de la Ingeniería del Agua (FFIA). 2020. [ed.] Eduardo ÁLVAREZ ÁLVAREZ, y otros. 2, Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, Abril de 2020, Vol. 24. ISSN: 1134-2196.

JONES, J. C. [e-Book] Concepts In Scientific Writing, Bookboon, 2015.

KENDAL, S. (2018). How to Write a Research Paper. Bookbon,

LA MANNA, L., ROSTAGNO, M., BUDUBA, C., IRISARRI, J. y NAVAS, A. *Determinaciones de granulometría en suelos volcánicos: comparación entre distintos métodos analíticos*, Ciencia del suelo, vol. 34, nº 2, pp. 355-384, 2016.

MENDOZA DUEÑAS, Jorge. 2019. *Topografía y Geodesia*. Lima : s.n., 2019. pág. p. 9.



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2013. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima : s.n., 2013. pág. 31.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2005. *Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito*. Lima : s.n., 2005. pág. 59.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.050 - Suelos y Cimentaciones*. 2006. pág. 12.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. SENAMHI. [En línea] [Citado el: ] <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=lluvia-acumulada>.

OBLITAS MANAY, Carlos Alexis. 2018. *Diseño Geométrico aplicando el software Autodesk: Vehicle Tracking en la Trocha Carrozable Lambayeque - Chornancap (0+000 Km - 8+000 Km)*. Universidad César Vallejo. Chiclayo : s.n., 2018.

PAZ-ENRIQUE, Luis Ernesto and JALIL-VÉLEZ, Nadya Judafeet and GARCÍA-SALMON, Luis Alberto and MERA-LEONES, Rosa Marina and MAWYIN CEBALLOS, Francisco Antonio. *Calidad de revistas científicas. Variables, indicadores y acciones para su diagnóstico*. Editorial Feijóo, 2018.

*Road and transport infrastructure development and community support for tourism: The role of perceived benefits, and community satisfaction*. KANWAL SHAMSA, y otros. 2020. 2020.

POMA, Ricardo., 2019. *Evaluación de los parámetros del diseño geométrico de la carretera 14a casma - huaraz, tramo cochac km 126+00 al km 133+00 con el manual de diseño geométrico 2014*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

REYES, Deyvith., 2017. *“Diseño de la carretera en el tramo, el progreso – tiopampa, distrito de chugay, provincia de sánchez carrión, departamento de la libertad*. s.l. Universidad Cesar Vallejo.

SÁNCHEZ FLORES, Fabio Anselmo. 2019. 1, Lima : s.n., 2019, *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, Vol. 13.

SAUTU, R., BONIOLO, P., DALLE, P. y ELBERT. R. (2015). *Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. CLACSO.

SCHETTINI, P. and I. CORTAZZO (2015). *Análisis de datos cualitativos en la investigación social*. La Plata, Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

TAMAYO Y TAMAYO, M. (2016). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.

TOAPANTA PAUCAR, Diana Pilar y VALLE SUÁREZ, Victor Iván. 2018. *Diseño de la vía Canelos – San Eusebio – El Carmen, de 6 km de longitud ubicada en la parroquia Canelos, cantón Pastaza, provincia de Pastaza*. Universidad Central Del Ecuador. Quito : s.n., 2018.

TORRES LEVEAU, Franz. 2018. *Evaluación y diseño de la trocha carrozable de la carretera Dep. SM 116 Dv. San Pedro Km 5+000 Aucaloma para el mejoramiento de la calidad de vida de la localidad de Aucaloma, San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas*. Universidad César Vallejo. Tarapoto : s.n., 2018.

TORRES TAFUR, José Benjamín. *Diseño definitivo de una carretera*. Universidad César Vallejo.

TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2020. *Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima : s.n., 2020. pág. 11.

VARGAS CORDERO, Zoila Rosa. 2009. *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. 2009. págs. 155-165.

VASQUEZ CERQUERA, Orlando Aldo y Vasquez Gonzalez, Paul Alexander. 2017. *Diseño de la trocha carrozable Atoshaico - Dinamarca - Túpac Amaru, distrito de Bambamarca y Huasmin, provincia de Hualgayoc y Celendín, departamento de Cajamarca*. Universidad Católica Santo Toribio de Mongrovejo. Chiclayo : s.n., 2017.

VÁZQUEZ, M. (2014). *La enseñanza de la metodología de la investigación en Psicología*, Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP), 2014.

VILLÓN BÉJAR, Máximo. 2011. *Hidrología*. Tercera. Lima : Villón, 2011. págs. 69-70.

## ANEXOS

- **ANEXO 1: Variables y Operacionalización**

### Anexo 1.1: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	HERRAMIENTA	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL</b>	El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo uno de otros, que al unirlos finalmente se obtienen un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente, estos	El servicio de infraestructura vial hace entendimiento de diferentes estudios para obtener el diseño geométrico; se elaborará a través del conocimiento de terreno, permitiendo recolectar datos obtenidos en campo, con la	Levantamiento o Topográfico	Coordenadas	UTM	Equipo de topografía	Razón
				Curvas de Nivel	m.s.n.m	Software: Civil 3D	
			Estudio de Mecánica de suelos	Granulometría	%	Equipo de suelos (Laboratorio)	Razón
				Contenido de humedad	%		
				Límites de Consistencia	%		
				Clasificación del suelo	SUCS AASHTO		

	elementos son: Alineamiento Horizontal, alineamiento vertical y diseño transversal. (Freire Ruiz, 2020)	finalidad que procesar la información de cálculos, tales como estudio de suelos, hidrológico, trafico.	Estudio hidrológico	Precipitaciones máximas	Mm	SENAMHI  Software:  Microsoft Excel	Razón
				Intensidad máxima	Mm/h		
			Estudio de Tránsito	Índice Medio Diario	IMD	Software: Microsoft Excel	Razón
			Diseño Geométrico	Velocidad Directriz	Km/hr	Software civil Civil 3D	Razón
				Radios mínimos	m		
				Peralte	%		
				Ancho de Calzada	m		
				Bombeo	%		
				Número de carriles	-		
			Pendiente	%			

Fuente: Elaboración propia de los autores.

### Anexo 1.2: Indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA/ INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Realizar el levantamiento topográfico.	Levantamiento topográfico	Coordenadas	Sistema basado en la proyección cartográfica que determina un punto.	<b>Técnica:</b> Observación	2 semanas	Procesamiento de información en el Google Earth, Global Mapper, Civil 3D
		Curvas de Nivel	La superficie de terreno obtenida después de realizar el levantamiento topográfico, se formará mediante curvas de nivel.	<b>Instrumento</b> : Guía de observación N° 1.		
Realizar el estudio de mecánica de suelos.	Estudio de Mecánica de suelos	Granulometría	Es la distribución de una muestra de suelo en una serie de tamices de diferentes tamaños para analizar sus propiedades.	<b>Técnica:</b> Observación  <b>Instrumento</b> : Guía de observación N° 2.	2 semanas	ASTM D4220

		Contenido de humedad	Es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra de suelo y el peso de la muestra completamente seca (fase sólida).	Ensayo de laboratorio.		ASTM D2216
		Límites de consistencia	Son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico.	<b>Técnica:</b> Análisis Documentario		ASTM D4318
		Clasificación del suelo	Detalla y describe la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.	<b>Instrumento</b> : Ficha de Recolección de datos N° 1		(ASTM D2487)
Realizar el estudio hidrológico utilizando	Estudio hidrológico	Precipitaciones máximas	Es la cantidad de agua máxima que recibe la superficie terrestre en un periodo determinado.	<b>Técnica:</b> Análisis Documentario	1 semana	SENAMHI Tabulación de información en

datos del SENAMHI				<b>Instrumento</b> :		Microsoft Excel
		Intensidad máxima	Es la razón de incremento de agua respecto al tiempo.	Ficha de Recolección de datos N° 2		
Determinar el estudio de tránsito vehicular.	Estudio de Tránsito	Índice Medio Diario	Es el conteo de vehículos que transitan por la zona de estudio.	<b>Técnica:</b> Observación <b>Instrumento</b> : Guía de observación N° 3.	1 semana	Tabulación de información en Microsoft Excel
Realizar el diseño geométrico de la carretera	Diseño Geométrico	Velocidad Directriz	Es la aceleración a la que debe ir un vehículo en una carretera para la cual fue diseñada.	Software AutoCAD Civil 3D	1 semana.	Manuales de Diseño Geométrico
		Radios mínimos	Es la circunferencia que el arco de la curva.			



según manuales.	Peralte	Pendiente transversal que se da en las curvas.			
	Ancho de Calzada	Parte de una carretera destinada normalmente a la circulación de los vehículos. La anchura de una calzada depende del número de carriles.			
	Bombeo	Es la inclinación perpendicular al eje de la carretera.			
	Número de carriles	Un carril es la franja longitudinal parte de una calzada que está construida para ser utilizada por una sola fila de vehículos.			
	Pendiente	Es la inclinación positiva o negativa que tiene un terreno.			

Fuente: Elaboración propia de los autores.

**Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos**

**Anexo 2. 1: Instrumento de recolección de datos para el levantamiento topográfico**


	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>		
<b>PROYECTO</b>	“Diseño de Infraestructura vial del tramo San Jorge - Farrat, distritos Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad ”.		
<b>OBJETIVO</b>	Obtener los puntos para el levantamiento topográfico y realizar el cálculo de diseño		
<b>AUTORES</b>	Gaitán Esparza, Luis Angel Gonzales Toledo, Susan Judith		
<b>RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE TOPOGRAFIA</b>			
<b>Puntos</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Descripción</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	

**Anexo 2. 2: Instrumento de recolección de datos para el estudio de mecánica de suelos.**

	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>				
<p style="text-align: center;"><b>PROYECTO</b></p>	<p>“Diseño de Infraestructura vial del tramo San Jorge - Farrat, distritos Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad ”.</p>				
<p style="text-align: center;"><b>OBJETIVO</b></p>	<p>Extraer muestras de suelo, para ser estudiadas en el laboratorio.</p>				
<p style="text-align: center;"><b>AUTORES</b></p>	<p>Gaitán Esparza, Luis Ángel Gonzales Toledo, Susan Judith</p>				
	<b>RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>				
	<b>Calicatas</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Descripción</b>
			<b>Este</b>	<b>Norte</b>	

**Anexo 2.3: Instrumento de recolección de datos para el estudio de mecánica de suelos.**

Ficha de recolección de datos para el estudio de Mecánica de Suelos

	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>
<b>PROYECTO:</b>	“Diseño de Infraestructura vial del tramo San Jorge - Farrat, distritos Cospán y Sayapullo, departamentos Cajamarca y La Libertad”.
<b>AUTORES:</b>	Gaitán Esparza, Luis Ángel Gonzales Toledo, Susan Judith
<b>N° DE CALICATAS:</b>	

**I. Análisis Granulométrico:**

Muestra de calicata N°	% Grava	% Arena	%Finos

**II. Contenido de humedad:**

Muestra de calicata N°	% de Humedad

**III. Límites de Consistencia:**

Muestra de calicata N°	Límite Plástico	Limite Liquido

**IV. Clasificación del suelo:**

Muestra de calicata N°	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO






















### Anexo 2.5: Instrumento de recolección de datos para el estudio de tránsito vehicular.

#### ESTUDIO DE TRÁNSITO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	
UBICACIÓN	
DÍA	

ESTACIÓN			
DÍA Y FECHA			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00-01																			
01-02																			
02-03																			
03-04																			
04-05																			
05-06																			
06-07																			
07-08																			
08-09																			
09-10																			
10-11																			
11-12																			
12-13																			
13-14																			
14-15																			
15-16																			
16-17																			
17-18																			
18-19																			
19-20																			
20-21																			
21-22																			
22-23																			
23-24																			
PARCIAL:																			

### Anexo 3. Certificado de Operatividad del GPS Diferencial.

**CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD**

Otorgado A:

**RAMIREZ ZAVALA MANUEL ERNESTO**

**EQUIPO: GPS DIFERENCIAL MARCA CHCNAV I90**  
**CERTIFICA: QUE EL GPS BASE Y ROVER**  
**Se encuentran 100% operativos.**

**RECEPTOR (Base) SERIE N° 3294218**  
*Revisión de conectores, verificación Funcionamiento y puertos de comunicación, revisión, recepción de satélites, revisión niveles de recepción satélites, verificación de firmware receptor, comprobación inicialización base.*

**RECEPTOR (ROVER) SERIE N° 3294230**  
*Revisión de conectores, verificación Funcionamiento y puertos de comunicación, revisión, recepción de satélites, revisión niveles de recepción satélites, verificación de firmware receptor, comprobación inicialización Rover, verificación funcionamiento RTK.*

**COLECTORA DE DATOS Serie N° 300900939**  
*Revisión general, Parámetros de transferencia software y hardware y conexiones.*

**Fecha de Revisión: 17 de Febrero de 2022**  
**Fecha de Vencimiento: 17 de Agosto de 2022**

  
SSETTE APROYO SILVE  
GERENTE GENERAL  
QUERE BUSINESS GROUP S.A.







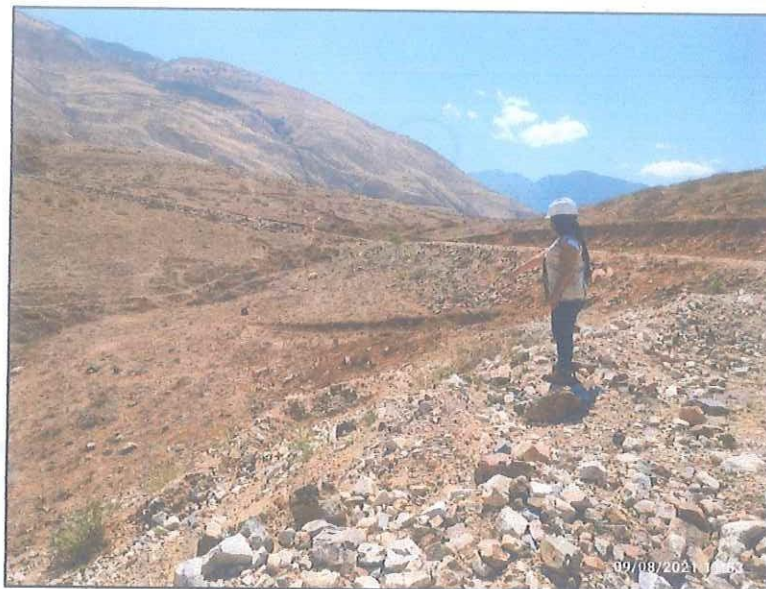
## **Anexo 4. Procedimiento extendido de Resultados.**

### **Anexo 4.1. Estudio de mecánica de suelos**



**INFORME TÉCNICO**

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS) CON FINES DE  
PAVIMENTACION**



**PROYECTO:**

DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT,  
DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD, 2021

**SOLICITANTE:**

GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

**UBICACIÓN:**

LUGAR : San Jorge - Farrat  
DISTRITO : Sayapullo / Cospan  
PROVINCIA : GRAN CHIMU / CAJAMARCA  
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD / CAJAMARCA

DICIEMBRE del 2021



## INFORME TECNICO

### 1.0 Generalidades

#### 1.1. Objetivo Del Estudio

El objetivo del presente Informe Técnico, es realizar un Estudio de Suelos con fines de pavimentación para la obra denominada: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Inspección y evaluación visual del área de estudio.
- Exploraciones de campo.
- Ensayos de laboratorio.
- Determinación de la resistencia de los suelos (Ensayo de CBR).
- Determinación de espesores del pavimento a proyectar.
- Conclusiones y recomendaciones.

#### 1.2. Normatividad

Los trabajos de investigación se han realizado según el Manual de Carreteras del Perú, la cual se basa en la aplicación de la Mecánica de Suelos que indica ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de sistemas de carga.

#### 1.3. Ubicación y descripción del Área de Estudio

El área de estudio está ubicada en la carretera San Jorge - Farrat, distrito de Sayapullo / Cospan, provincia de Gran Chimú / Cajamarca, región de La Libertad / Cajamarca.





#### 1.4. Características generales de la obra

La obra en estudio posee una longitud total de 6 km aproximadamente, donde se proyecta pavimentar la zona señalada en el proyecto general, además de la construcción de veredas de concreto, para lo cual realizaron los trabajos correspondientes.

**Tabla 1.1** Características generales de la obra proyectada (Fuente: Solicitante)

Dato	Condición
Tipo de Pavimento	Trocha carrozable
Longitud y/o Área del proyecto	06 km

#### 1.5. Conclusiones generales del estudio

Se realizaron ensayos estándar de laboratorio y de campo con fines de identificación y clasificación, así como ensayos de resistencia (C.B.R.), comprobando in situ que en el terreno donde se construirá esta pavimentación, existe un material de relleno inorgánico de color beige oscuro en un espesor promedio de 0.50 m.

Para el cálculo de los espesores del pavimento se tomó el suelo el cual lo constituye una arena arcillosa (A-2-4(0), de acuerdo al o al AASHTO) que se encuentra en estado semi denso, de partículas de forma sub angulosas. En base a las propiedades de las sub rasante y aplicando la metodología del AASTHO y recomendaciones del Manual de Carreteras, se obtuvo los siguientes espesores para el pavimento proyecto.

**Tabla 1.2** Espesores del Pavimento a nivel de Afirmado proyectado (fuente: propia)

Pavimento	Espesor (cm)	Observación
Afirmado	15.00	Ver especificaciones técnicas
Total	15.00	



JUAN HUERTAS MARTELL  
C.R. 944105



## 2.0 Investigaciones de Campo

### 2.1. Justificación de la Cantidad de Exploraciones

El alcance de las investigaciones de campo debería ser apropiados para el tamaño e importancia de la obra a proyectar, además de satisfacer la complejidad de las características locales. El programa de exploración, así como la determinación de los ensayos de laboratorio, se han guiado por los requerimientos y condiciones específicos del sitio, así como las normativas que se señalaran a continuación.

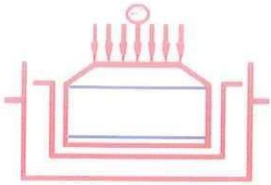
Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008 MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.

**Figura 2.1** Número de calicatas para exploración de suelos (Fuente: cuadro 4.1 de la sección de Suelos y Pavimentos del manual de Carreteras del Perú)

*J. Cortés*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA S.R.L.  
 LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 C/TA. TARTO





Tipo de Carretera	N° M <sub>R</sub> y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 M<sub>R</sub> cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayos de Materiales del MTC.

(\*) La necesidad de efectuar los ensayo de módulos de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

**Figura 2.2** Número mínimo de ensayos de CBR (Fuente: Cuadro 4.2 de la sección de Suelos y Pavimentos del manual de Carreteras del Perú)

Debido al tipo de vía y el tráfico proyectado, se realizaron 12 puntos de investigaciones, siendo 12 el número mínimo de exploraciones recomendados por la norma.

## 2.2. Profundidad mínima de investigación

La profundidad mínima de las investigaciones de campo estará de acuerdo a las disposiciones de la normativa peruana para este tipo de estudios, los cuales se muestran a continuación.

3.2.5	<p>La profundidad mínima de investigación será de 1,50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía.</p> <p>Si dentro de la profundidad explorada se encontraran suelos blandos o altamente compresibles, la profundidad de investigación deberá ampliarse a criterio del <b>PR</b>.</p>
3.2.6	<p>Donde exista rellenos no controlados se deberá investigar en todo su espesor debiendo profundizarse no menos de 0,50 m dentro del suelo natural.</p>
3.2.7	<p>Donde se encuentren macizos rocosos dentro de la profundidad de investigación, se deberá registrar su profundidad y grado de fracturamiento y estimar su resistencia a la compresión.</p>

**Figura 2.3** Profundidad mínima de investigación para el caso de pavimento (fuente: Artículo 3.2.5, 3.2.6 y 3.2.7 de la norma CE.010 del RNE)

*[Firma manuscrita]*  
HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
CALLE DE ESTADISTAS HUERTAS MARTEL  
C.P. 148105



### 2.3. Sondajes realizados

Se realizaron 12 sondajes de exploración subterránea, distribuidos en el terreno de acuerdo al proyecto. Las cotas del terreno están referenciadas a cotas relativas que están en función al nivel de vereda.

Tabla 2.1 Resumen de sondajes realizado en la zona en estudio

Sondaje	Tipo de Sondaje	Profundidad (m)	Cota (msnm)	Profundidad NAF (m)	Ubicación o Progresiva
C-1	Calicata	1.50	100.00	NP	0+000
C-2	Calicata	1.50	100.00	NP	0+500
C-3	Calicata	1.50	100.00	NP	1+000
C-4	Calicata	1.50	100.00	NP	1+500
C-5	Calicata	1.50	100.00	NP	2+000
C-6	Calicata	1.50	100.00	NP	2+500
C-7	Calicata	1.50	100.00	NP	3+000
C-8	Calicata	1.50	100.00	NP	3+500
C-9	Calicata	1.50	100.00	NP	4+000
C-10	Calicata	1.50	100.00	NP	4+500
C-11	Calicata	1.50	100.00	NP	5+000
C-12	Calicata	1.50	100.00	NP	5+500

donde

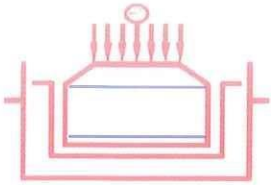
NP = No presenta

### 2.4. Ensayos de Laboratorio:

Se realizaron los siguientes ensayos de Laboratorio

Contenido de Humedad	NTP 339.127
Análisis Granulométrico	NTP 339.128
Clasificación Unificada de Suelos (ASTHO)	NTP 339.134
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152
Proctor Modificado	ASTM D-1557
CBR	MTC 132





### 3.0 Perfiles Estratigráficos

#### 3.1. Resumen de estratos

Sobre la base de los registros de calicatas, ensayos de laboratorio e información recopilada, se han elaborado los perfiles estratigráficos:

**Tabla 3.1** Resumen de los estratos encontrados con sus principales propiedades

MUESTRA	AASHTO	Prof. (m)	Cont. De Humedad (%)	Porcentaje en Muestra de:			Límites de Consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1,M-1	A-2-4 (0)	0.20 - 1.50	3.85	36.05%	42.68%	21.28%	27.34%	19.39%	7.95%
C-2,M-1	A-2-6 (0)	0.25 - 1.50	6.11	35.89%	42.96%	21.14%	29.99%	12.76%	17.23%
C-3,M-1	A-2-4 (0)	0.20 - 1.50	4.11	35.41%	42.68%	21.91%	27.67%	19.55%	8.13%
C-4,M-1	A-2-6 (0)	0.20 - 1.50	4.57	35.83%	42.61%	21.56%	30.64%	13.70%	16.94%
C-5,M-1	A-2-4 (0)	0.20 - 1.50	4.90	35.23%	42.95%	21.82%	27.36%	19.50%	7.86%
C-6,M-1	A-2-6 (0)	0.20 - 1.50	6.11	35.40%	42.92%	21.68%	27.14%	11.74%	15.40%
C-7,M-1	A-2-6 (0)	0.20 - 1.50	7.30	34.43%	42.72%	22.85%	34.22%	20.54%	13.68%
C-8,M-1	A-2-6 (0)	0.20 - 1.50	6.02	36.09%	43.73%	20.18%	29.54%	12.99%	16.55%
C-9,M-1	A-2-4 (0)	0.20 - 1.50	6.80	34.25%	42.87%	22.88%	27.46%	20.21%	7.26%
C-10,M-1	A-2-4 (0)	0.20 - 1.50	4.75	35.34%	43.36%	21.30%	29.72%	22.51%	7.21%
C-11,M-1	A-2-6 (0)	0.20 - 1.50	5.86	35.67%	42.91%	21.41%	32.70%	22.06%	10.64%
C-12,M-1	A-2-4 (0)	0.20 - 1.50	4.23	35.26%	43.21%	21.53%	27.34%	19.39%	7.95%

Además, en base al número de puntos de CBR mostrados en la figura 2.2 se obtuvieron los siguientes resultados para el diseño de pavimento.

**Tabla 3.2** Propiedades físicas y valores de CBR para el diseño del pavimento

Muestra	OCH (%)	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)
C-1,M-1	8.47	1.98	38

donde

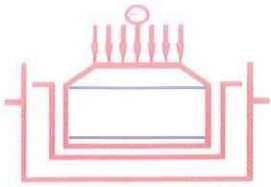
OCH = Optimo Contenido de humedad

MDS = Máxima Densidad Seca

CBR = California Bearing Ratio

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
CALLE PAISAJISTA S/N MZ. I LOTE 12 URB. UPAAO II - TRUJILLO  
C.R. 140105





### 3.2. Nivel Freático

No se encontró a la profundidad estudiada de -1.50 metros del nivel del terreno natural, el cual fue medido en la fecha indicada en el informe. Por estudios anteriores se conoce que el nivel freático se posiciona a los 7.00 metros de profundidad con fluctuaciones de  $\pm 1.00$  metro. Esta profundidad concuerda con el análisis Hidrogeológico realizado por el proyecto especial Chavimochic, considerando que las aguas subterráneas se encontrarían en suelos aluviales con fluctuaciones de  $\pm 1.00$  metros.

## 4.0 Análisis del Tráfico y Calculo de Capacidad de Soporte de la Subrasante

### 4.1. Análisis del Trafico

Se realizó el cálculo del tráfico de diseño realizado por el Solicitante, considerando un factor de crecimiento anual del 5%, se obtuvieron los siguientes resultados

ESAL (diseño): 2263687

**Cuadro 6.14**  
**Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Caminos No Pavimentados**

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>NP1</sub>	$\leq 25,000$ EE
T <sub>NP2</sub>	$> 25,000$ EE $\leq 75,000$ EE
T <sub>NP3</sub>	$> 75,000$ EE $\leq 150,000$ EE
T <sub>NP4</sub>	$> 150,000$ EE $\leq 300,000$ EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T<sub>NPX</sub>: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

NPX = No Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3)

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
ING. J. C. MARTELL  
CALLE PAISAJISTA S/N MZ. I LOTE 12 URB. UPAAO II - TRUJILLO  
TEL: 044-603601 FAX: 974960020

**Figura 4.1** Tipo de Trafico según el trafico expresado en Eje Equivalentes (EE)

(Fuente: Cuadro 6.14 del manual de Carreteras del Perú)



## 4.2. Capacidad de Soporte de la sub-rasante

La sub rasante es la capa superficial de terreno natural. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del pavimento, que se colocará encima.

Se considera como materiales aptos para las capas de la sub-rasante suelos con CBR mayor o igual 6%. En caso de ser menor se procederá a la estabilización de los suelos, para la cual se analizarán alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como estabilización mecánica, el reemplazo del suelo, estabilización química, estabilización con geo sintéticos, elevación de la rasante, cambiar trazo entre otros.

Según lo encontrado en campo se puede concluir lo mostrado en la tabla 4.1

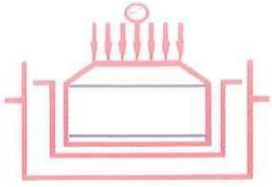
**Tabla 4.1** Capacidad de Soporte de la Sub-rasante

Muestra	CBR (%)	Categoría	Mejoramiento
C-1,M-1	38	Excelente	No necesita

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

**Figura 4.2** Categoría de la sub-rasante en función al CBR (Fuente: Cuadro 4.11 de la sección de Suelos y Pavimentos del manual de Carreteras del Perú)





## 5.0 Diseño del Pavimento

El diseño del pavimento de un pavimento a nivel de Solución de Ingeniería, se efectuará con los resultados idóneos obtenidos en los ensayos de Laboratorio y en las muestras representativas tomadas, los que se convertirán en el sustento técnico para la estructura que se está definiendo como mejor alternativa.

Para efectos del diseño se ha analizado la: “Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, la norma CE.010 de Pavimento Urbanos del RNE y los criterios de diseño de la Guía AASHTO para la definición de coeficientes estructurales de capa y el Número Estructural requerido.

### 5.1. Espesores del pavimento

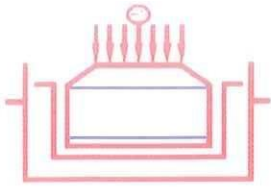
Con los valores de Diseño obtenidos, C.B.R. igual a 38%, un EAL de 2263687 y clima de 20 grados centígrados en promedio, se obtiene el siguiente diseño para una pavimentación tipo rígido y adoquinado exige que tenga los siguientes espesores:

**Tabla 5.2** Espesores del Pavimento Flexible proyectado (fuente: propia)

Pavimento	Espesor (cm)	Observación
Afirmado	15.00	Ver especificaciones técnicas
Total	15.00	

El valor señalado para el espesor total del pavimento, se deberá considerar desde el nivel del terreno natural, esto es desde el material identificado como Arena Arcillosa.

Para el presente estudio se tuvo en cuenta la ubicación de la napa freática; la cual se encuentra a una profundidad mayor de 1.50 metros desde la superficie.



## 5.2. Especificaciones Técnicas

Tanto la base como la sub base deben cumplir ciertos parámetros mínimos, los cuales fueron asumidos en el cálculo de los espesores del pavimento; por lo que deberían ser verificados en obra para que se tenga correlación de lo supuesto en calculo con lo realizado en obra. A continuación, se presenten algunas especificaciones técnicas de la norma CE.010

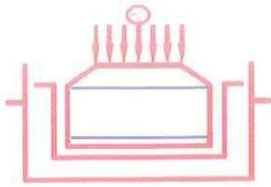
### a. Especificaciones técnicas para base (Fuente: Norma CE.010)

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
425 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: Sección 305 de las EG-2000 del MTC  
\* La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

Valor Relativo de Soporte, CBR NTP 339.145:1999	
Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

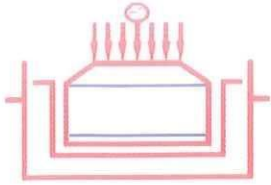




Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular			
Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular			
Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
		Índice Plástico	NTP 339.129:1999
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E214-2000	35% mínimo	

  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 CALLE PAISAJISTA S/N MZ. I LOTE 12 URB. UPAAO II - TRUJILLO



## 6.0 Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

El terreno estudiado arroja los siguientes valores para ser considerados en los planos de proyecto:

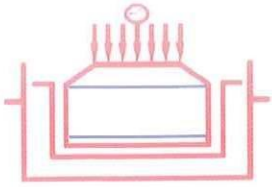
- Se han ejecutado 12 calicatas de 1.50 m distribuidos en toda el área en estudio con fines de pavimentación y extracción de muestras para su análisis en laboratorio (Ver Plano de Ubicación de Calicatas en Anexos).
- La profundidad de la napa freática, NO fue encontrada a -1.50 m desde el nivel del terreno natural.
- El perfil estratigráfico, en su gran mayoría, por debajo del material de relleno de 0.25 m, se encontró presencia de suelos gruesos con presencia de finos (SC según SUCS) hasta la profundidad de 1.50 m (en promedio) (Ver registro de Sondajes).
- El material de sub-rasante obtuvo un valor de CBR igual a 38%, el cual NO necesita mejoramiento o estabilización y se encuentra dentro de la categoría EXCELENTE para ser usado como sub-rasante.

**Tabla 6.1** Propiedades físicas y valores de CBR para el diseño del pavimento

Muestra	OCH (%)	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)
C-1,M-1	8.47	1.98	38

- El tráfico obtenido expresado en Ejes Equivalente (EE) fue de 2263687 y según se califica como un tráfico tipo  $T_{NP2}$ .
- Según la metodología aplicada, las características de la sub-rasante y el tráfico de diseño, se obtuvo los siguientes espesores para el pavimento proyectado.



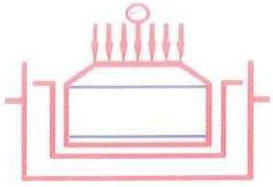


**Tabla 6.2** Espesores del Pavimento a nivel de Afirmado proyectado (fuente: propia)

Pavimento	Espesor (cm)	Observación
Afirmado	15.00	Ver especificaciones técnicas
Total	15.00	

## 6.2 Recomendaciones

- Las canteras de extracción de materiales que se utilizarán en este proyecto deberán satisfacer en su totalidad (previo ensayo de laboratorio), los requerimientos indicados en los diferentes cuadros que se anexan en el presente informe, los mismos que serán verificados antes de la colocación en las diferentes partidas de este proyecto.
- En los sectores de vías donde se apruebe utilizar los rellenos como subrasante, se deberán recompactar estos materiales hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado en un espesor como mínimo de 0.20 m.
- Es necesario que el sistema de drenaje funcione adecuadamente para asegurar que el pavimento tenga la vida útil proyectada. Se recomienda programar acciones periódicas de limpieza integral, mantenimiento y verificación del funcionamiento de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario de cada una de las vías.
- La pendiente mínima recomendada para proveer un área de circulación de rápido drenaje y secado y libre de charcos es del 1.0%. Los cambios en pendientes deben ser graduales para evitar que los vehículos dañen el pavimento.
- Se recomienda que la clave del tubo de desagüe (si existiera) tendrá que ir profundizada como mínimo a una altura de 1.20 metros, desde la superficie de la



sub rasante considerada en el proyecto, dado que, a ese nivel, los incrementos de los esfuerzos producidos por las capas externas son prácticamente nulos.

- Una vez concluida esta obra de pavimentación, y después de 12 (doce) meses como mínimo, se recomienda sellar estos trabajos con la finalidad de impermeabilizar y vitalizar su superficie. Realizado este primer sellado, se deberá repetir estos trabajos en forma anual, a fin de conservarlo siempre en buen estado.

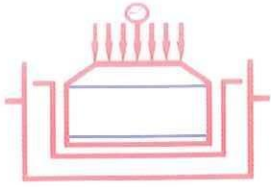
Trujillo, Diciembre del 2021



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
CALLE PAISAJISTA S/N MZ. I LOTE 12 URB. UPAO II - TRUJILLO  
C.P. 140105



***ANEXOS***



OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-1
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
------	----------	-----------	------------------------------	------	---------	---------

### CALICATA C-1 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

INGENIERO EN GEOTECNIA  
 CIP 14916



# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-1
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA	Muestra:	M-1

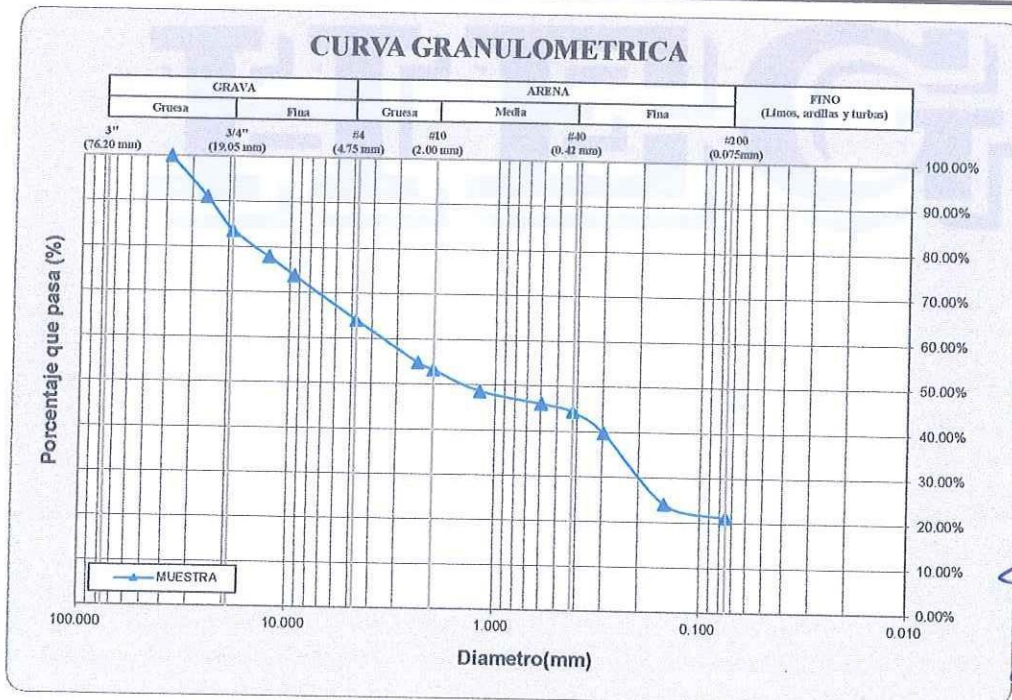
## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		425.55				Límites	
Peso Tamizado (gr)		1574.45				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.400	178.10	8.91%	8.91%	91.10%		
3/4"	19.050	149.52	7.48%	16.38%	83.62%		
1/2"	12.700	114.69	5.73%	22.12%	77.88%		
3/8"	9.525	82.60	4.13%	26.25%	73.75%		
No 4	4.750	196.04	9.80%	36.05%	63.95%		
No 8	2.381	183.99	9.20%	45.25%	54.75%		
No 10	2.000	31.14	1.56%	46.80%	53.20%		
No 16	1.191	92.83	4.64%	51.45%	48.55%		
No 30	0.595	50.89	2.54%	53.99%	46.01%		
No 40	0.420	33.77	1.69%	55.68%	44.32%		
No 50	0.296	91.31	4.57%	60.24%	39.76%		
No 100	0.149	312.70	15.64%	75.88%	24.12%		
No 200	0.075	56.87	2.84%	78.72%	21.28%		
Plato		425.55	21.28%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		2000.00	100.00%			3.85	

**OBSERVACIONES:**  
 Tamaño Maximo: 1 1/2"  
 Límites de Consistencia:  
 Límite Líquido: 27.34%  
 Límite Plástico: 19.39%  
 Límite de Contracción: 16.98%  
 Índice de Plasticidad: 7.95%

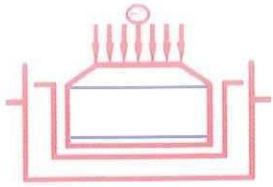
**Porcentaje en muestra:**  
 % Grava (3" a #4): 36.05%  
 % Arena (#4 a #200): 42.68%  
 % Finos (Menor a #200): 21.28%

**Características Granulométricas:**  
 D60: (mm): -  
 D50: (mm): 1.44  
 D30: (mm): -  
 D10: (mm): -  
 Cu: -  
 Cc: -  
**Clasificación:**  
 SUCS: SC  
 AASHTO: A-2-4 ( 0 )



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 C/12. 149105





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50

Sondaje: C-1

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

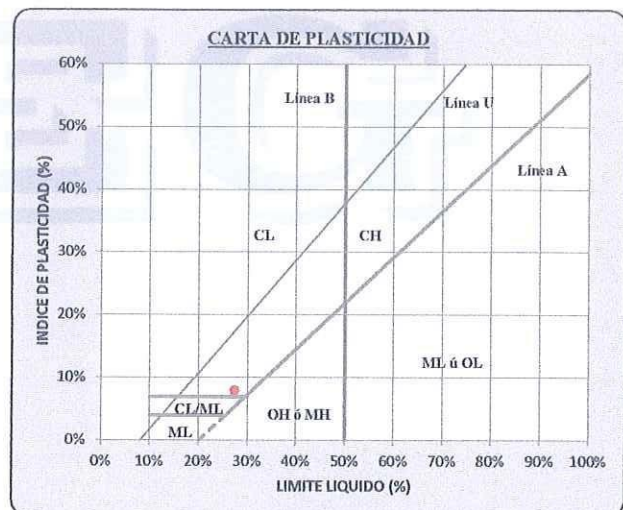
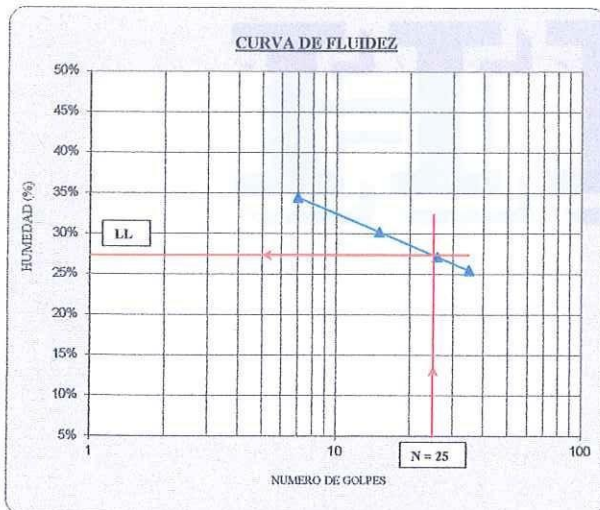
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	48.51	55.80	53.84	67.42
Tara + suelo seco	41.26	46.14	46.05	57.51
Agua	7.26	9.66	7.79	9.91
Peso de la tara	20.20	14.15	17.33	18.60
Peso del suelo seco	21.06	31.99	28.72	38.91
% humedad	34.45%	30.20%	27.12%	25.46%
No. golpes	7	15	26	35
LIMITE LIQUIDO	27.34%			

### LIMITE PLASTICO

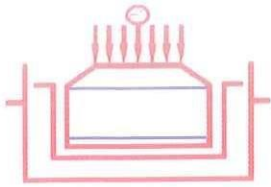
ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	29.08	25.02		
Tara + suelo seco	28.54	24.43		
Agua	0.54	0.59		
Peso de la tara	25.90	21.21		
Peso del suelo seco	2.64	3.22		
% humedad	20.45%	18.32%		
LIMITE PLASTICO	19.39%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	27.34%
Líquido Plástico:	19.39%
Límite de Contracción:	16.98%
Índice de Plasticidad:	7.95%



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 Ing. Gaitan Esparza Luis Angel  
 Lic. Susana Gonzales Toledo  
 C.I. 148104



OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-2
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-2 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.25	0.25	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.25	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA. PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
	-1.50					
2						
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 U.P. 148105





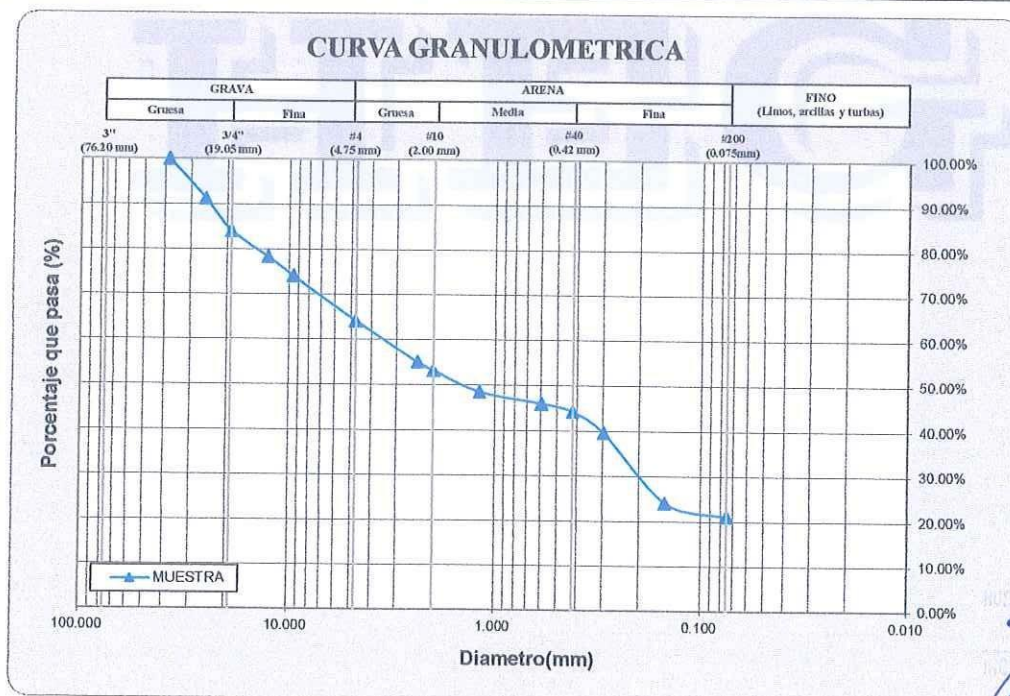
OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.25 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-2
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA	Muestra:	M-1

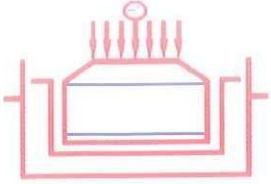
## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		422.90				Límites		
Peso Tamizado (gr)		1577.11				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 29.99% Limite Plastico: 12.76% Limite de Contraccion: 10.09% Indice de Plasticidad: 17.23%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): 35.89% % Arena (#4 a #200): 42.96% % Finos (Menor a #200): 21.14%  <b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): 1.45 D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: - <b>Clasificación:</b> SUCS: SC AASHTO: A-2-6 ( 0 )
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.400	175.26	8.76%	8.76%	91.24%			
3/4"	19.050	145.26	7.26%	16.03%	83.97%			
1/2"	12.700	112.26	5.61%	21.64%	78.36%			
3/8"	9.525	86.26	4.31%	25.95%	74.05%			
No 4	4.750	198.85	9.94%	35.89%	64.11%			
No 8	2.381	181.37	9.07%	44.96%	55.04%			
No 10	2.000	36.26	1.81%	46.78%	53.22%			
No 16	1.191	94.26	4.71%	51.49%	48.51%			
No 30	0.595	51.26	2.56%	54.05%	45.95%			
No 40	0.420	35.11	1.76%	55.81%	44.19%			
No 50	0.296	92.12	4.61%	60.41%	39.59%			
No 100	0.149	310.25	15.51%	75.93%	24.07%			
No 200	0.075	58.59	2.93%	78.86%	21.14%			
Plato		422.90	21.14%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		2000.00	100.00%			6.11		



*[Handwritten Signature]*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 C/ 148106





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.25 - 1.50

Sondaje: C-2

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

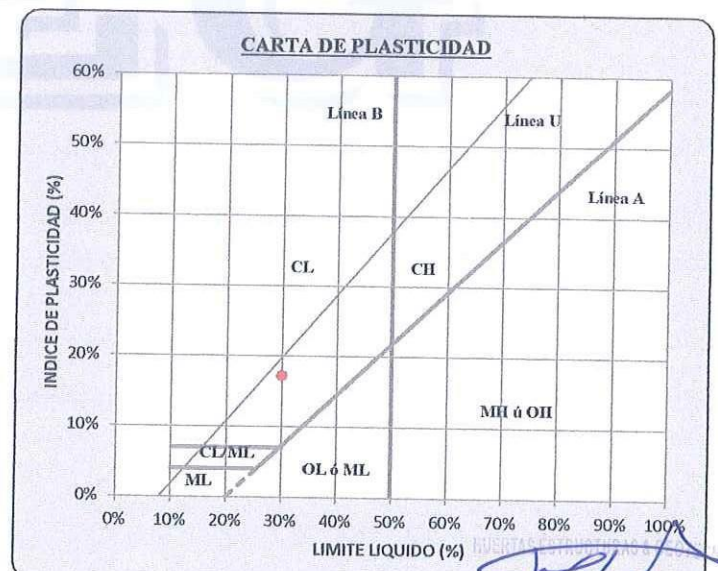
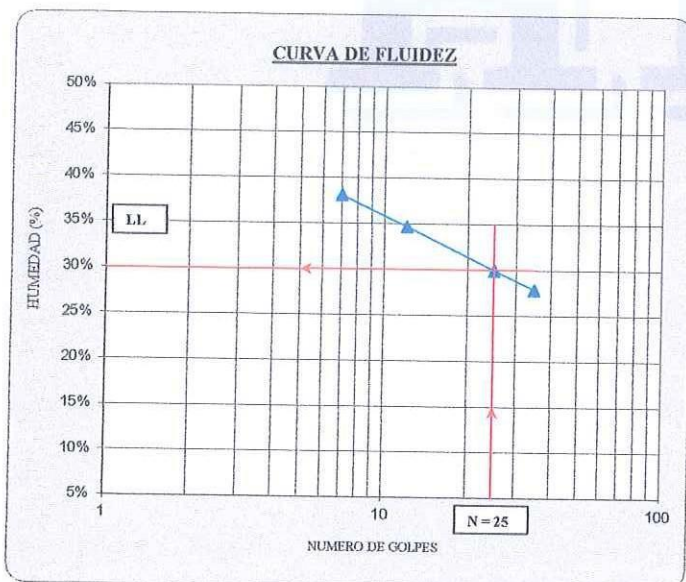
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	58.80	54.27	56.38	66.70
Tara + suelo seco	48.15	44.83	47.76	56.22
Agua	10.65	9.44	8.62	10.48
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.60
Peso del suelo seco	27.95	27.23	28.74	37.62
% humedad	38.10%	34.67%	29.99%	27.85%
No. golpes	7	12	25	35
LIMITE LIQUIDO	29.99%			

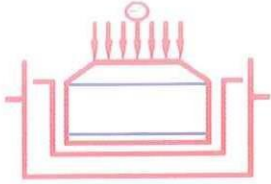
### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.40	22.97		
Tara + suelo seco	23.04	22.60		
Agua	0.36	0.37		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	2.84	2.88		
% humedad	12.68%	12.85%		
LIMITE PLASTICO	12.76%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	29.99%
Líquido Plástico:	12.76%
Límite de Contracción:	10.09%
Índice de Plasticidad:	17.23%





OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-3
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-3 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

*[Handwritten Signature]*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 TRUJILLO, PERU





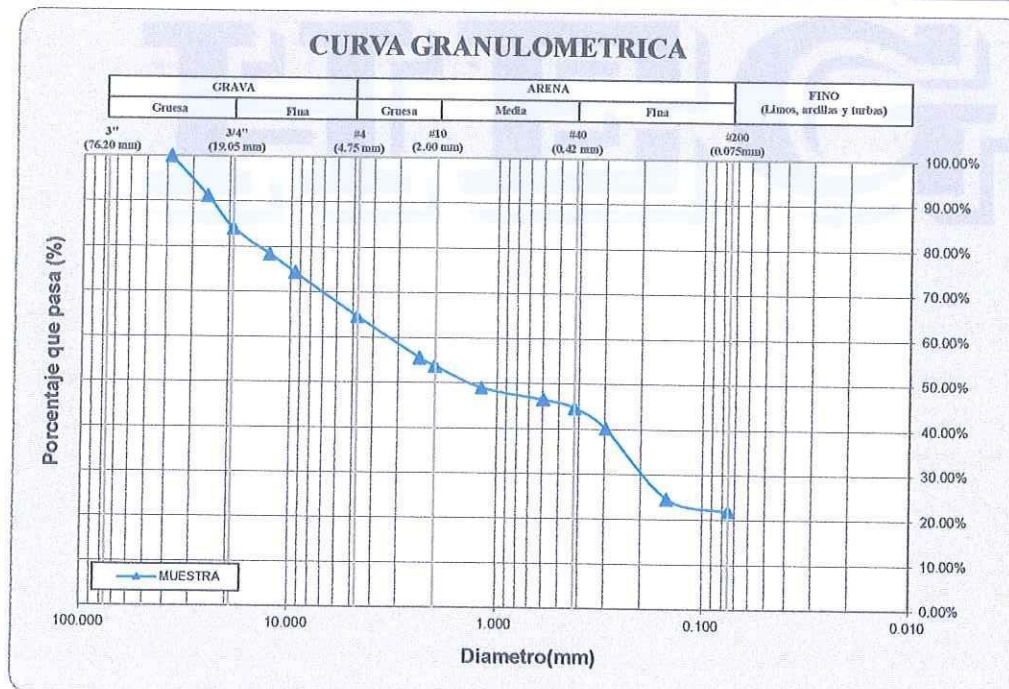
OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof(m) : 0.20 - 1.50

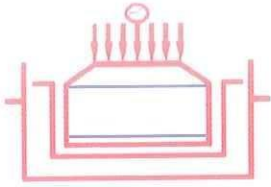
<b>CANTERA:</b>	MATERIAL IN SITU	<b>Sondaje:</b>	C-3
<b>CLASE DE SUELO:</b>	ARENA ARCILLOSA	<b>Muestra:</b>	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado(gr)		438.28				Límites		
Peso Tamizado (gr)		1561.72				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>Tamaño Maximo:</b> 1 1/2" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 27.67% Limite Plastico: 19.55% Limite de Contraccion: 17.07% Indice de Plasticidad: 8.13%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): 35.41% % Arena (#4 a #200): 42.68% % Finos (Menor a #200): 21.91%  <b>Características Granulométricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): 1.36 D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: - <b>Clasificación:</b> SUCS: SC AASHTO: A-2-4 ( 0 )
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.400	174.56	8.73%	8.73%	91.27%			
3/4"	19.050	145.26	7.26%	15.99%	84.01%			
1/2"	12.700	112.12	5.61%	21.60%	78.40%			
3/8"	9.525	81.02	4.05%	25.65%	74.35%			
No 4	4.750	195.26	9.76%	35.41%	64.59%			
No 8	2.381	181.02	9.05%	44.46%	55.54%			
No 10	2.000	36.26	1.81%	46.28%	53.73%			
No 16	1.191	94.58	4.73%	51.00%	49.00%			
No 30	0.595	51.26	2.56%	53.57%	46.43%			
No 40	0.420	35.65	1.78%	55.35%	44.65%			
No 50	0.296	90.20	4.51%	59.86%	40.14%			
No 100	0.149	310.02	15.50%	75.36%	24.64%			
No 200	0.075	54.51	2.73%	78.09%	21.91%			
Plato		438.28	21.91%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		2000.00	100.00%			4.11		



TECNICO EN LABORATORIO DE GEOTECNIA  
 C.I.T. 1481028



OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50

Sondaje: C-3

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

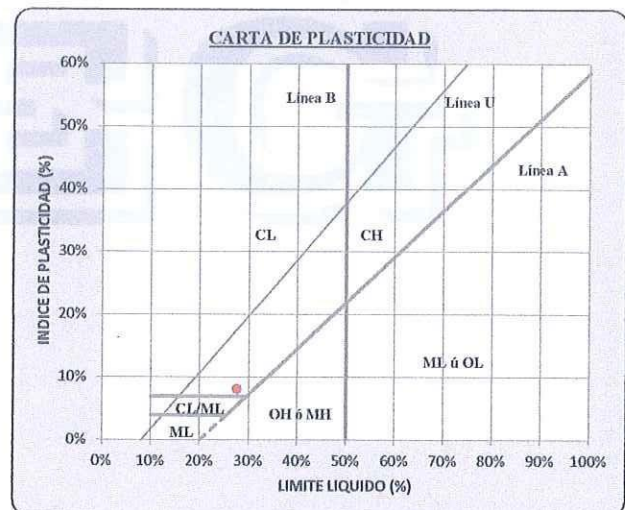
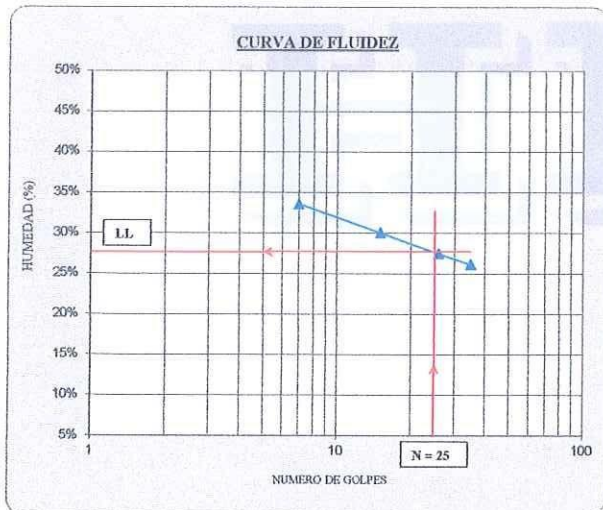
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	56.27	55.31	56.12	55.06
Tara + suelo seco	47.21	46.60	48.12	47.51
Agua	9.06	8.71	8.00	7.55
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.60
Peso del suelo seco	27.01	29.00	29.10	28.91
% humedad	33.56%	30.03%	27.49%	26.12%
No. golpes	7	15	26	35
LIMITE LIQUIDO	27.67%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	24.05	23.39		
Tara + suelo seco	23.41	22.80		
Agua	0.64	0.59		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	3.21	3.08		
% humedad	19.94%	19.16%		
LIMITE PLASTICO	19.55%			

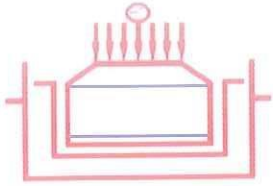
### RESULTADOS:

Límite Líquido:	27.67%
Líquido Plástico:	19.55%
Límite de Contracción:	17.07%
Índice de Plasticidad:	8.13%



  
 GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 CIP 145108





OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-4
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

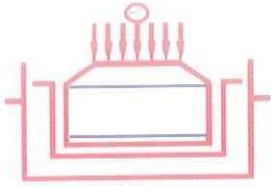
## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
------	----------	-----------	------------------------------	------	---------	---------

### CALICATA C-4 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
	-1.50					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

*[Handwritten Signature]*



# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

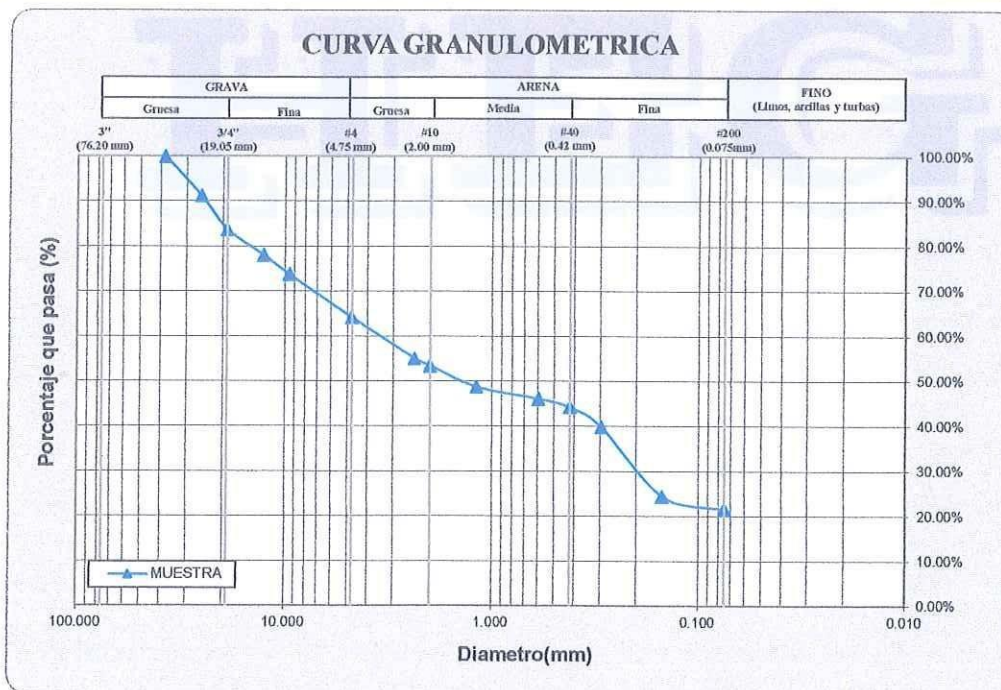
Prof (m) : 0.20 - 1.50

CANTERA: MATERIAL IN SITU  
CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA

Sondaje: C-4  
Muestra: M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado (gr)		431.22				Límites		
Peso Tamizado (gr)		1568.78				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	T. Maximo Nominal: 1"
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							Límites de Consistencia: Limite Liquido: 30.64% Limite Plastico: 13.70% Limite de Contraccion: 10.81% Indice de Plasticidad: 16.94%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.400	175.26	8.76%	8.76%	91.24%			Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 35.83% % Arena (#4 a #200): 42.61% % Finos (Menor a #200): 21.56%
3/4"	19.050	150.12	7.51%	16.27%	83.73%			
1/2"	12.700	113.26	5.66%	21.93%	78.07%			Características Granulométricas: D60: (mm): - D50: (mm): 1.40 D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -
3/8"	9.525	86.65	4.33%	26.26%	73.74%			
No 4	4.750	191.26	9.56%	35.83%	64.17%			Clasificación: SUCS: SC AASHTO: A-2-6 ( 0 )
No 8	2.381	182.02	9.10%	44.93%	55.07%			
No 10	2.000	32.01	1.60%	46.53%	53.47%			Contenido de humedad (%) 4.57
No 16	1.191	94.26	4.71%	51.24%	48.76%			
No 30	0.595	53.26	2.66%	53.91%	46.10%			Plato: 431.22 21.56% 100.00% 0.00%
No 40	0.420	36.63	1.83%	55.74%	44.26%			
No 50	0.296	86.26	4.31%	60.05%	39.95%			Sumatoria: 2000.00 100.00%
No 100	0.149	310.25	15.51%	75.56%	24.44%			
No 200	0.075	57.54	2.88%	78.44%	21.56%			



LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA S.R.L.  
 TRUJILLO - PERU





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50

Sondaje: C-4

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

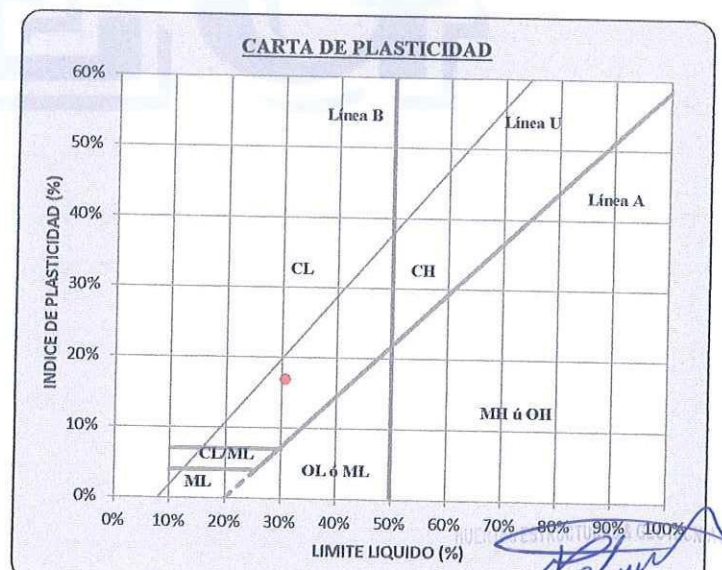
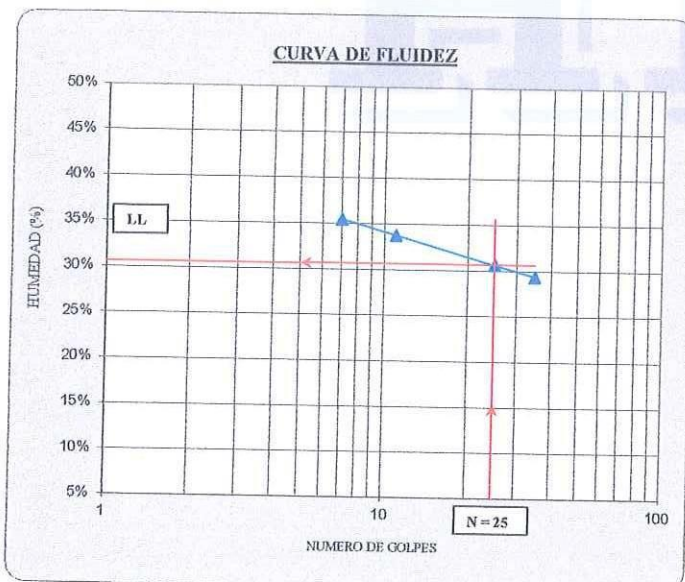
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	64.10	54.86	55.77	58.77
Tara + suelo seco	52.61	45.46	47.15	49.65
Agua	11.49	9.40	8.62	9.12
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.60
Peso del suelo seco	32.41	27.86	28.13	31.05
% humedad	35.44%	33.74%	30.64%	29.37%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	30.64%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.37	22.94		
Tara + suelo seco	22.99	22.55		
Agua	0.38	0.39		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	2.79	2.83		
% humedad	13.62%	13.78%		
LIMITE PLASTICO	13.70%			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	30.64%
Liquido Plastico:	13.70%
Limite de Contraccion:	10.81%
Indice de Plasticidad:	16.94%





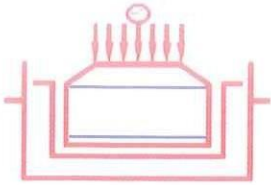
OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-5
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-5 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

INGENIERO GEOTECNICO  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL





# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

CANtera: MATERIAL IN SITU  
CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA

Sondaje: C-5  
Muestra: M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		436.44				Límites	
Peso Tamizado (gr)		1563.56				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa
Pulg/malla	mm						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.400	181.26	9.06%	9.06%	90.94%		
3/4"	19.050	135.62	6.78%	15.84%	84.16%		
1/2"	12.700	112.26	5.61%	21.46%	78.54%		
3/8"	9.525	81.26	4.06%	25.52%	74.48%		
No 4	4.750	194.26	9.71%	35.23%	64.77%		
No 8	2.381	181.26	9.06%	44.30%	55.70%		
No 10	2.000	32.65	1.63%	45.93%	54.07%		
No 16	1.191	94.28	4.71%	50.64%	49.36%		
No 30	0.595	56.26	2.81%	53.46%	46.54%		
No 40	0.420	32.01	1.60%	55.06%	44.94%		
No 50	0.296	94.65	4.73%	59.79%	40.21%		
No 100	0.149	310.25	15.51%	75.30%	24.70%		
No 200	0.075	57.54	2.88%	78.18%	21.82%		
Plato		436.44	21.82%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		2000.00	100.00%			4.90	

**OBSERVACIONES:**

Tamaño Máximo: 1 1/2"

Límites de Consistencia:

Límite Líquido: 27.36%

Límite Plástico: 19.50%

Límite de Contracción: 17.10%

Índice de Plasticidad: 7.86%

Porcentaje en muestra:

% Grava (3" a #4): 35.23%

% Arena (#4 a #200): 42.95%

% Finos (Menor a #200): 21.82%

Características Granulométricas:

D60: (mm): -

D50: (mm): 1.30

D30: (mm): -

D10: (mm): -

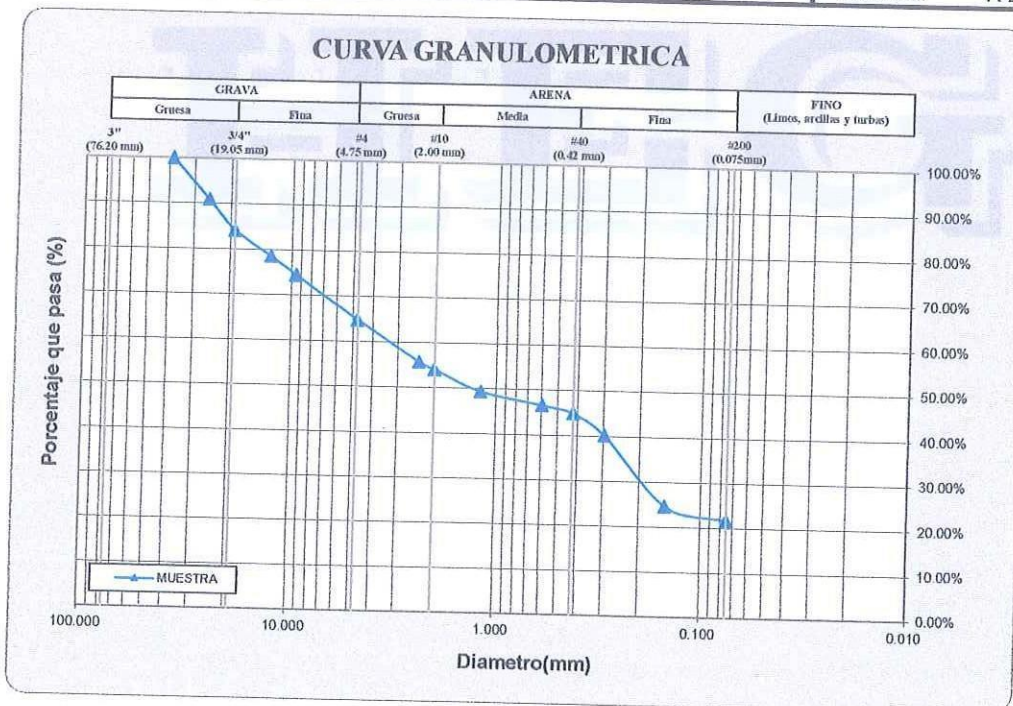
Cu: -

Cc: -

Clasificación: SC

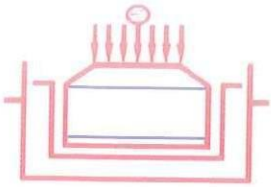
SUCS: SC

AASHTO: A-2-4 ( 0 )



GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL  
 CIP. 110105





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50  
 Sondaje: C-5  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

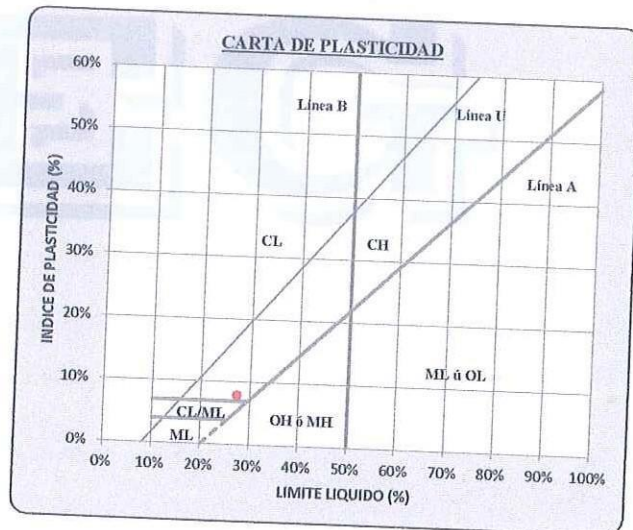
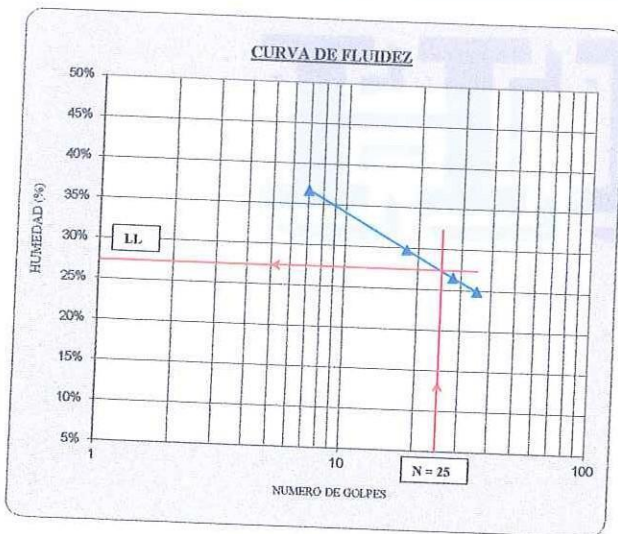
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	76.33	58.35	57.42	58.12
Tara + suelo seco	61.26	51.36	50.21	50.24
Agua	15.07	6.99	7.21	7.88
Peso de la tara	20.20	27.88	23.03	18.60
Peso del suelo seco	41.06	23.48	27.18	31.64
% humedad	36.70%	29.77%	26.53%	24.89%
No. golpes	7	18	28	35
LIMITE LIQUIDO	27.36%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	17.08	20.76		
Tara + suelo seco	16.51	20.23		
Agua	0.57	0.53		
Peso de la tara	13.76	17.33		
Peso del suelo seco	2.75	2.90		
% humedad	20.73%	18.28%		
LIMITE PLASTICO	19.50%			

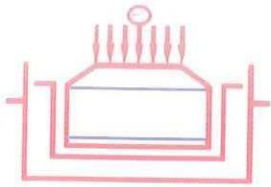
### RESULTADOS:

Limite Liquido:	27.36%
Liquido Plastico:	19.50%
Limite de Contraccion:	17.10%
Indice de Plasticidad:	7.86%



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 ING. CRISTHIAN HUERTAS MARTELL  
 C.R. 148108



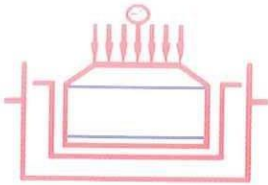


OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-6
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

**REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO**

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-6 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6						
7						
8			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

*[Signature]*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL  
 CIP. 14491



OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-6</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA ARCILLOSA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		433.63				Límites	
Peso Tamizado (gr)		1566.37				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.400	177.62	8.88%	8.88%	91.12%		
3/4"	19.050	142.26	7.11%	15.99%	84.01%		
1/2"	12.700	112.13	5.61%	21.60%	78.40%		
3/8"	9.525	84.65	4.23%	25.83%	74.17%		
No 4	4.750	191.26	9.56%	35.40%	64.60%		
No 8	2.381	175.62	8.78%	44.18%	55.82%		
No 10	2.000	45.26	2.26%	46.44%	53.56%		
No 16	1.191	93.26	4.66%	51.10%	48.90%		
No 30	0.595	52.02	2.60%	53.70%	46.30%		
No 40	0.420	34.21	1.71%	55.41%	44.59%		
No 50	0.296	90.26	4.51%	59.93%	40.07%		
No 100	0.149	310.25	15.51%	75.44%	24.56%		
No 200	0.075	57.57	2.88%	78.32%	21.68%		
Plato		433.63	21.68%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		2000.00	100.00%			6.11	

**OBSERVACIONES:**

T. Maximo Nominal: 1"

**Límites de Consistencia:**

Limite Liquido: 27.14%

Limite Plastico: 11.74%

Limite de Contraccion: 9.54%

Indice de Plasticidad: 15.40%

**Porcentaje en muestra:**

% Grava (3" a #4): 35.40%

% Arena (#4 a #200): 42.92%

% Finos (Menor a #200): 21.68%

**Características Granulometricas:**

D60: (mm): -

D50: (mm): 1.38

D30: (mm): -

D10: (mm): -

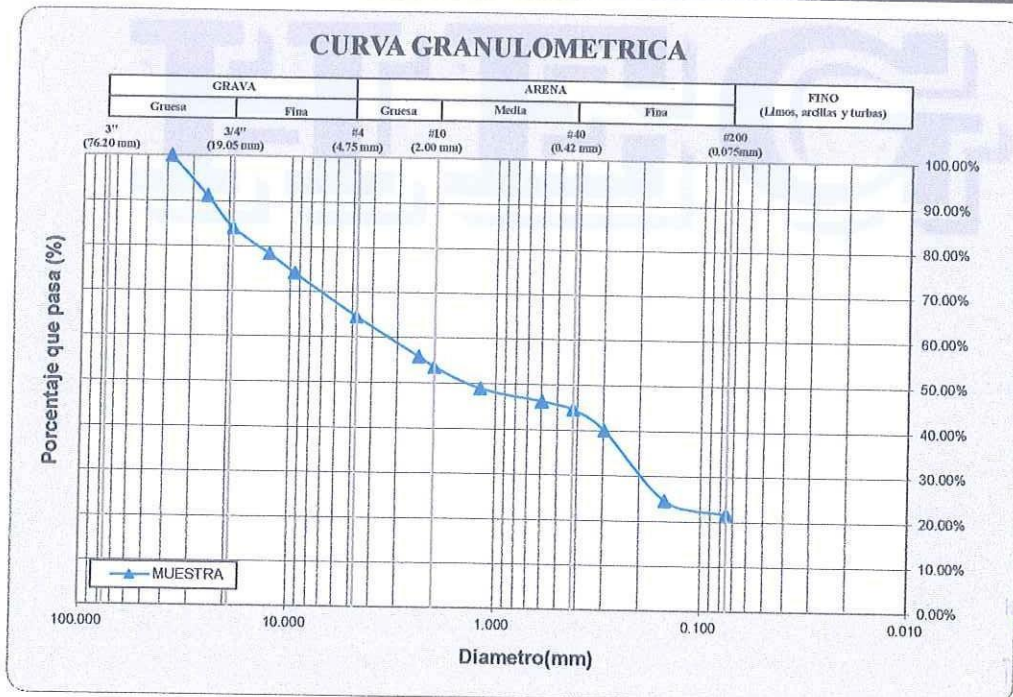
Cu: -

Cc: -

**Clasificacion:**

SUCS: SC

AASHTO: A-2-6 ( 0 )



GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL  
 C.I. 448105





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50  
 Sondaje: C-6  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	53.13	54.28	54.06	54.64
Tara + suelo seco	45.22	46.62	46.86	47.21
Agua	7.91	7.66	7.20	7.43
Peso de la tara	20.20	21.40	20.20	18.60
Peso del suelo seco	25.02	25.22	26.66	28.61
% humedad	31.63%	30.37%	27.01%	25.96%
No. golpes	7	10	26	35
LIMITE LIQUIDO	27.14%			

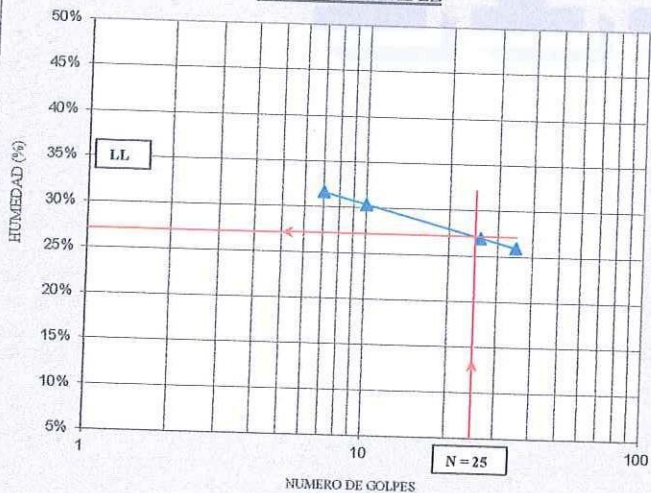
### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.84	20.78		
Tara + suelo seco	25.49	20.41		
Agua	0.35	0.37		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	3.01	3.12		
% humedad	11.63%	11.86%		
LIMITE PLASTICO	11.74%			

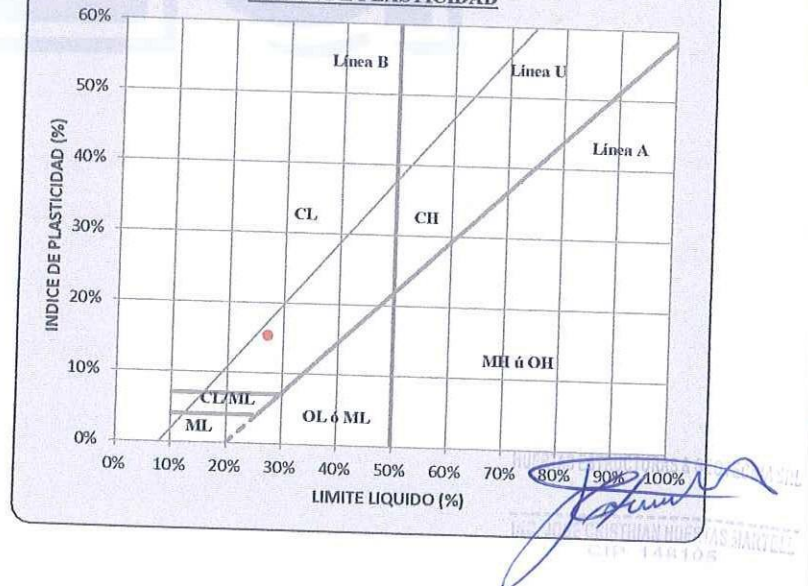
### RESULTADOS:

Limite Liquido:	27.14%
Liquido Plastico:	11.74%
Limite de Contraccion:	9.54%
Indice de Plasticidad:	15.40%

CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD





OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-7
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-7 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6						
7						
8			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

*[Handwritten Signature]*





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-7
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA	Muestra:	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado(gr)		457.05				Límites	
Peso Tamizado (gr)		1542.95				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800			0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.400	153.26	7.66%	7.66%	92.34%		
3/4"	19.050	141.26	7.06%	14.73%	85.27%		
1/2"	12.700	112.20	5.61%	20.34%	79.66%		
3/8"	9.525	84.26	4.21%	24.55%	75.45%		
No 4	4.750	197.65	9.88%	34.43%	65.57%		
No 8	2.381	181.02	9.05%	43.48%	56.52%		
No 10	2.000	36.65	1.83%	45.31%	54.69%		
No 16	1.191	94.22	4.71%	50.03%	49.97%		
No 30	0.595	51.26	2.56%	52.59%	47.41%		
No 40	0.420	32.23	1.61%	54.20%	45.80%		
No 50	0.296	89.26	4.46%	58.66%	41.34%		
No 100	0.149	312.02	15.60%	74.26%	25.74%		
No 200	0.075	57.66	2.88%	77.15%	22.85%		
Plato		457.05	22.85%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		2000.00	100.00%			7.30	

**OBSERVACIONES:**

Tamaño Maximo: 1 1/2"

Límites de Consistencia:

Limite Liquido: 34.22%

Limite Plastico: 20.54%

Limite de Contracción: 16.52%

Indice de Plasticidad: 13.68%

Porcentaje en muestra:

% Grava (3" a #4): 34.43%

% Arena (#4 a #200): 42.72%

% Finos (Menor a #200): 22.85%

Características Granulométricas:

D60: (mm): -

D50: (mm): 1.20

D30: (mm): -

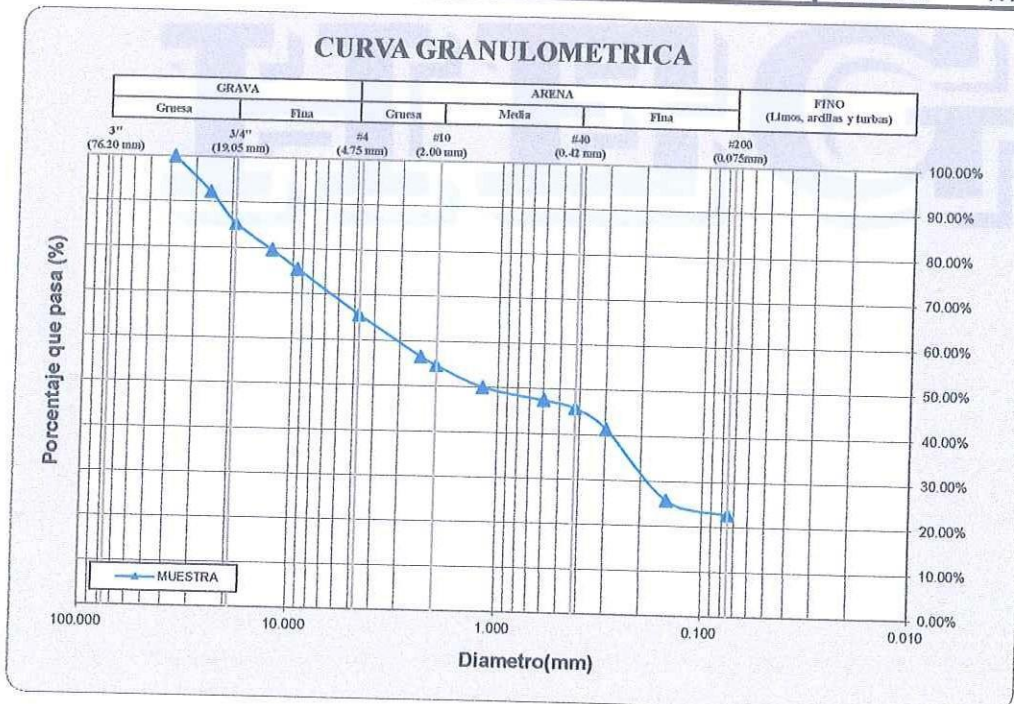
D10: (mm): -

Cu: -

Cc: -

Clasificación: SUCS: SC

AASHTO: A-2-6 ( 0 )



LABORATORIO HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 TRUJILLO



OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50

Sondaje: C-7

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

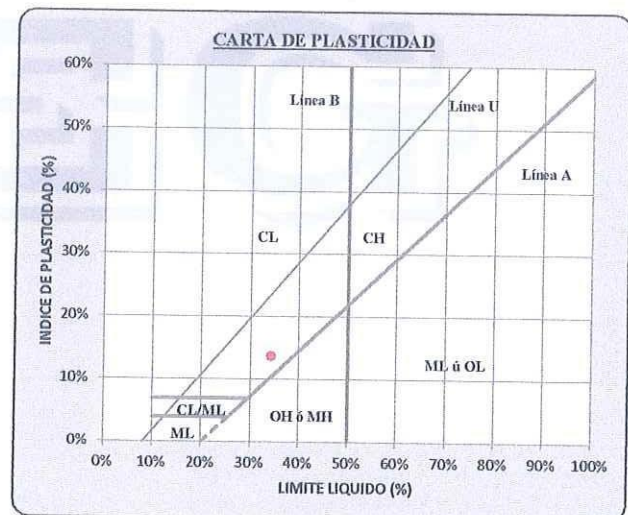
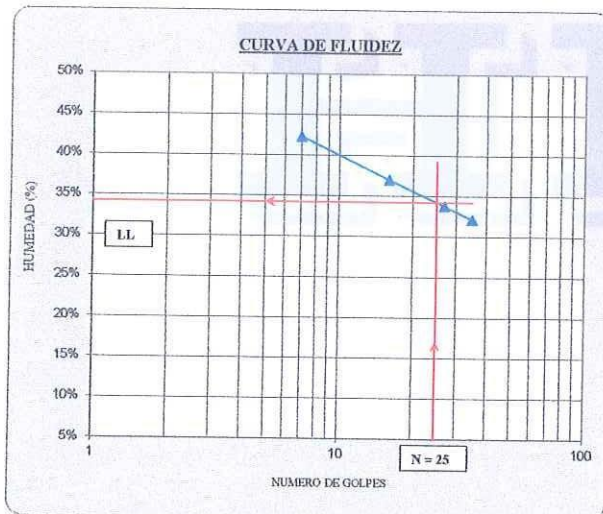
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	64.36	63.77	53.74	55.62
Tara + suelo seco	51.25	54.25	45.13	46.62
Agua	13.11	9.52	8.61	9.00
Peso de la tara	20.20	28.54	19.61	18.60
Peso del suelo seco	31.05	25.71	25.52	28.02
% humedad	42.23%	37.03%	33.74%	32.11%
No golpes	7	16	27	35
LIMITE LIQUIDO	34.22%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	26.84	31.04		
Tara + suelo seco	26.22	30.42		
Agua	0.62	0.62		
Peso de la tara	23.13	27.47		
Peso del suelo seco	3.09	2.95		
% humedad	20.06%	21.02%		
LIMITE PLASTICO	20.54%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	34.22%
Líquido Plástico:	20.54%
Límite de Contracción:	16.52%
Índice de Plasticidad:	13.68%



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 W. GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL  
 SUSAN JUDITH GONZALES TOLEDO  
 C.I.F. 148105





OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-8
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-8 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 C/12, 14, 104





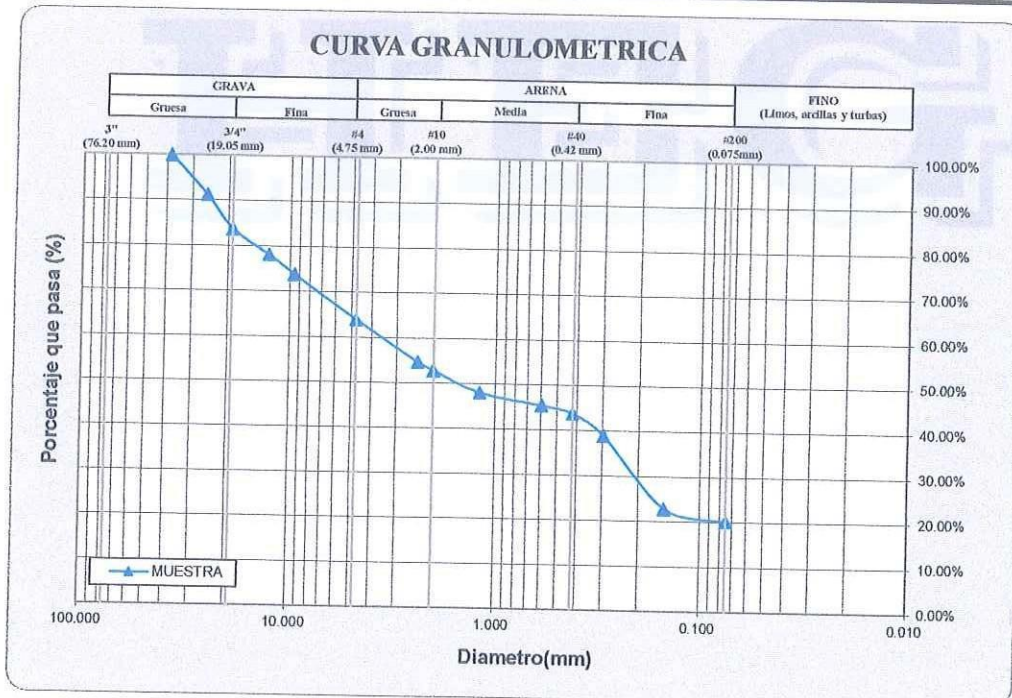
OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHARAT  
 UBICACIÓN: C.P. CALLANCAS - CHARAT - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2020

Prof (m) : 0.20 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-8
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA	Muestra:	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado (gr)		403.69				Límites		
Peso Tamizado (gr)		1596.32				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	T. Maximo Nominal: 1"
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							Límites de Consistencia: Limite Liquido: 29.54% Limite Plastico: 12.99% Limite de Contraccion: 10.34% Indice de Plasticidad: 16.55%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.400	175.26	8.76%	8.76%	91.24%			Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 36.09% % Arena (#4 a #200): 43.73% % Finos (Menor a #200): 20.18%
3/4"	19.050	150.12	7.51%	16.27%	83.73%			
1/2"	12.700	112.23	5.61%	21.88%	78.12%			Características Granulometricas: D60: (mm): - D50: (mm): 1.53 D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -
3/8"	9.525	86.56	4.33%	26.21%	73.79%			
No 4	4.750	197.62	9.88%	36.09%	63.91%			Clasificacion: SUCS: SC AASHTO: A-2-6 ( 0 )
No 8	2.381	184.56	9.23%	45.32%	54.68%			
No 10	2.000	36.65	1.83%	47.15%	52.85%			Contenido de humedad (%) 6.02
No 16	1.191	97.59	4.88%	52.03%	47.97%			
No 30	0.595	51.02	2.55%	54.58%	45.42%			
No 40	0.420	34.11	1.71%	56.29%	43.71%			
No 50	0.296	94.77	4.74%	61.02%	38.98%			
No 100	0.149	321.26	16.06%	77.09%	22.91%			
No 200	0.075	54.56	2.73%	79.82%	20.18%			
Plato		403.69	20.18%	100.00%	0.00%			
Sumatoria		2000.00	100.00%					



*[Handwritten Signature]*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 C.P. CHARAT - C.P. CALLANCAS - OTUZCO - LA LIBERTAD





# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA S.R.L.

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHARAT

UBICACIÓN: C.P. CALLANCAS - CHARAT - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2020

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50

Sondaje: C-8

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

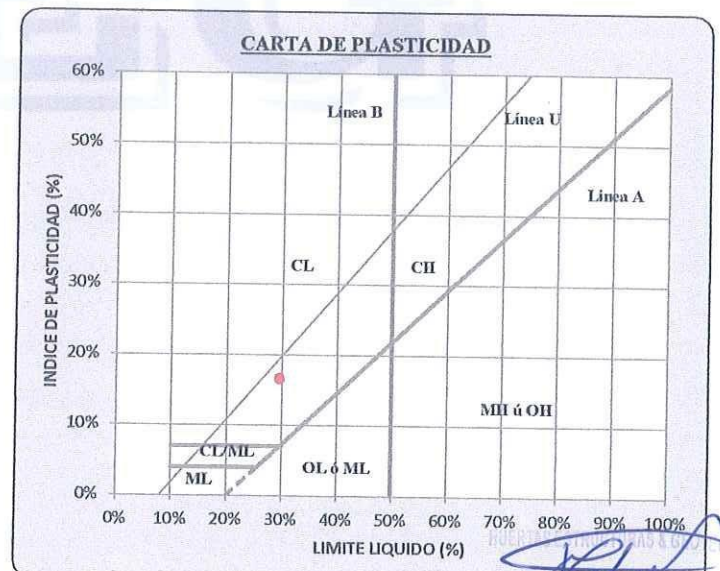
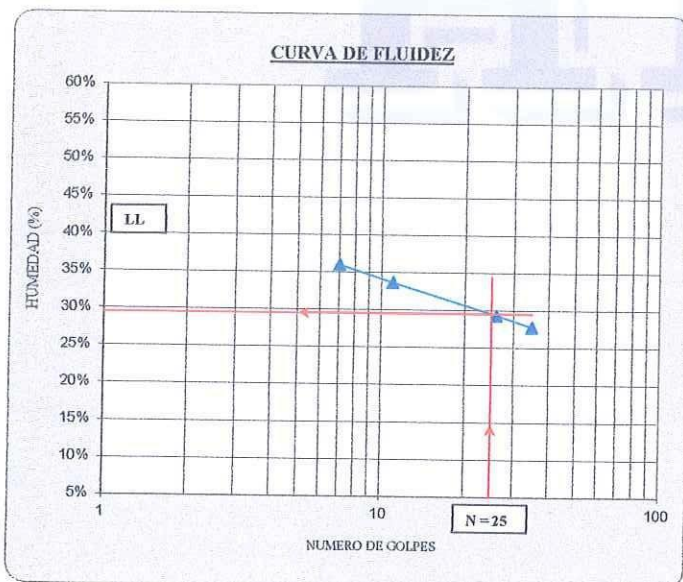
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	55.32	55.11	57.15	55.85
Tara + suelo seco	46.02	45.65	48.50	47.74
Agua	9.30	9.46	8.65	8.11
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.60
Peso del suelo seco	25.82	28.05	29.48	29.14
% humedad	36.03%	33.73%	29.34%	27.83%
No. golpes	7	11	26	35
LIMITE LIQUIDO	29.54%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.48	23.05		
Tara + suelo seco	23.11	22.66		
Agua	0.37	0.39		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	2.91	2.94		
% humedad	12.71%	13.27%		
LIMITE PLASTICO	12.99%			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	29.54%
Liquido Plastico:	12.99%
Limite de Contraccion:	10.34%
Indice de Plasticidad:	16.55%





OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-9
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-9 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
	-1.50					
2						
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION





# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-9</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA ARCILLOSA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

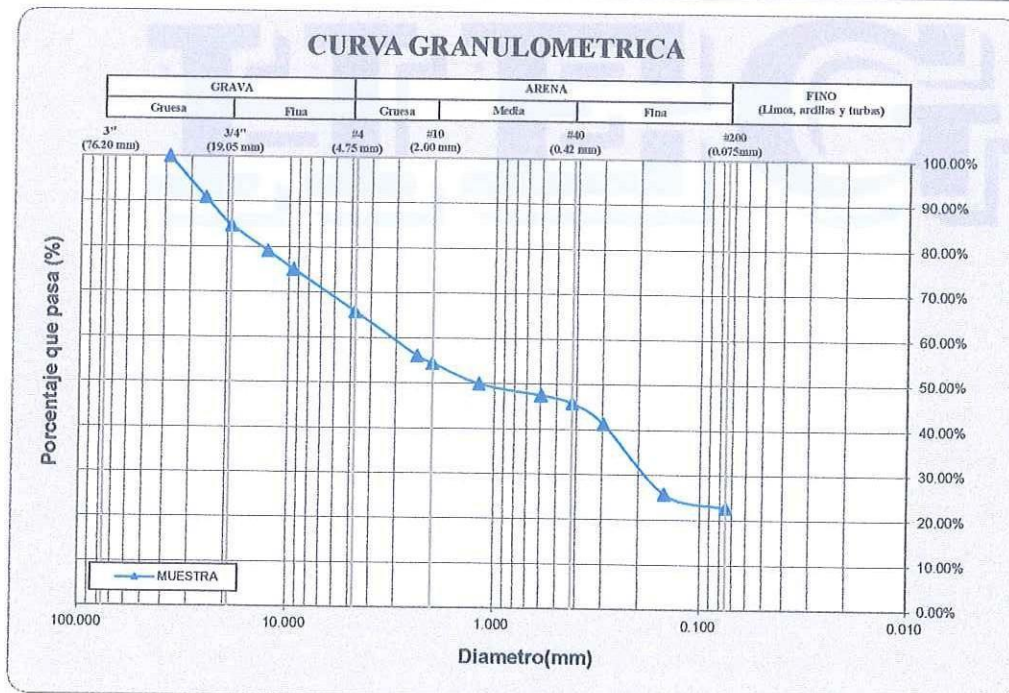
## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		457.61				Límites	
Peso Tamizado (gr)		1542.39				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.400	181.26	9.06%	9.06%	90.94%		
3/4"	19.050	123.26	6.16%	15.23%	84.77%		
1/2"	12.700	112.24	5.61%	20.84%	79.16%		
3/8"	9.525	81.26	4.06%	24.90%	75.10%		
No 4	4.750	186.90	9.35%	34.25%	65.75%		
No 8	2.381	194.26	9.71%	43.96%	56.04%		
No 10	2.000	32.25	1.61%	45.57%	54.43%		
No 16	1.191	90.21	4.51%	50.08%	49.92%		
No 30	0.595	48.67	2.43%	52.52%	47.48%		
No 40	0.420	34.02	1.70%	54.22%	45.78%		
No 50	0.296	90.22	4.51%	58.73%	41.27%		
No 100	0.149	310.25	15.51%	74.24%	25.76%		
No 200	0.075	57.59	2.88%	77.12%	22.88%		
Plato		457.61	22.88%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		2000.00	100.00%			6.80	

**OBSERVACIONES:**  
 Tamaño Maximo: 1 1/2"  
 Límites de Consistencia:  
 Limite Liquido: 27.46%  
 Limite Plastico: 20.21%  
 Limite de Contraccion: 17.86%  
 Indice de Plasticidad: 7.26%

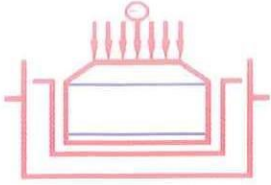
**Porcentaje en muestra:**  
 % Grava (3" a #4): 34.25%  
 % Arena (#4 a #200): 42.87%  
 % Finos (Menor a #200): 22.88%

**Características Granulometricas:**  
 D60: (mm): -  
 D50: (mm): 1.21  
 D30: (mm): -  
 D10: (mm): -  
 Cu: -  
 Cc: -  
**Clasificacion:**  
 SUCS: SC  
 AASHTO: A-2-4 ( 0 )



GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL  
 C.I.T. 144105





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50  
 Sondaje: C-9  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

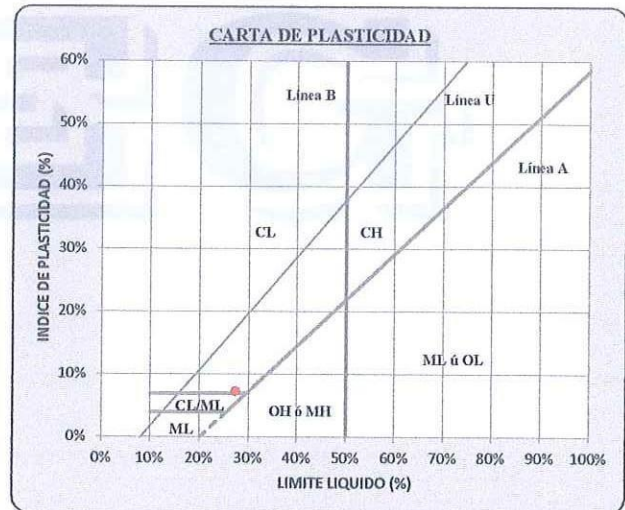
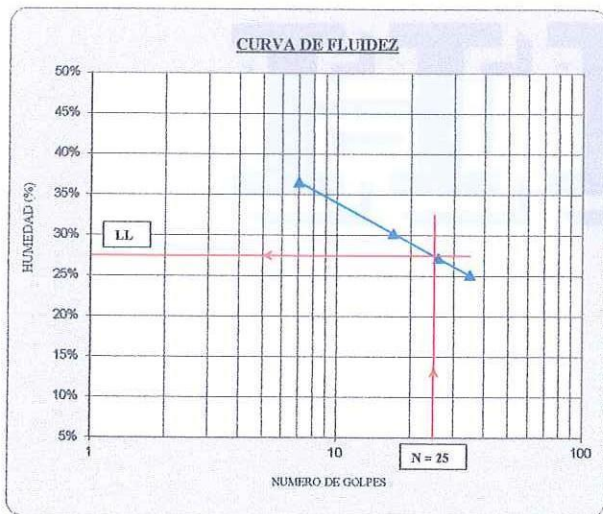
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	69.79	59.83	62.18	67.63
Tara + suelo seco	56.62	52.57	54.31	57.80
Agua	13.27	7.26	7.87	9.83
Peso de la tara	20.20	28.54	25.36	18.60
Peso del suelo seco	36.32	24.03	28.95	39.20
% humedad	36.53%	30.21%	27.18%	25.07%
No. golpes	7	17	26	35
LIMITE LIQUIDO	27.46%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	39.74	23.94		
Tara + suelo seco	39.05	23.36		
Agua	0.69	0.58		
Peso de la tara	35.42	20.65		
Peso del suelo seco	3.63	2.71		
% humedad	19.01%	21.40%		
LIMITE PLASTICO	20.21%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	27.46%
Líquido Plástico:	20.21%
Límite de Contracción:	17.86%
Índice de Plasticidad:	7.26%



*J. Esparza*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 C/ ESTACION MUNICIPAL MARAVALL  
 L.T. 144108



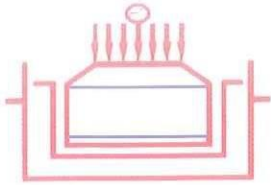
OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-10
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-10 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

*[Handwritten Signature]*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 LABORATORIO GEOTECNICO, ESTRUCTURAL Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 C.U. 140118





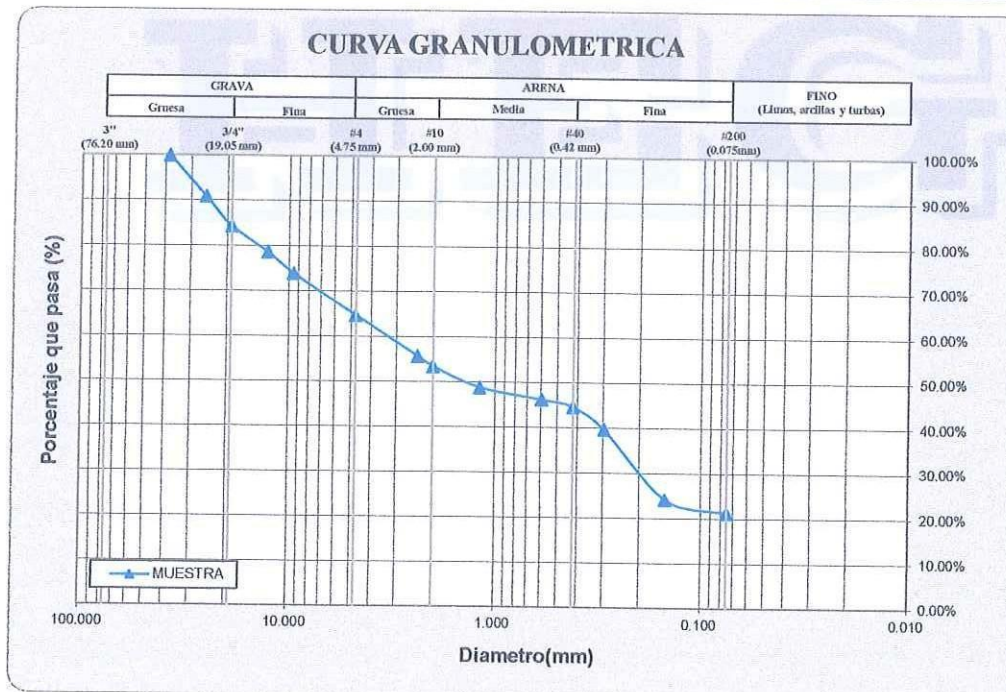
OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	MATERIAL IN SITU	<b>Sondaje:</b>	C-10
<b>CLASE DE SUELO:</b>	ARENA ARCILLOSA	<b>Muestra:</b>	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1997.70				Especificaciones		OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado(gr)		425.55				Límites		
Peso Tamizado (gr)		1572.15				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 29.72% Limite Plastico: 22.51% Limite de Contraccion: 19.88% Indice de Plasticidad: 7.21%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): 35.34% % Arena (#4 a #200): 43.36% % Finos (Menor a #200): 21.30%  <b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): 1.40 D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: - <b>Clasificacion:</b> SUCS: SC AASHTO: A-2-4 ( 0 )
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.400	181.26	9.07%	9.07%	90.93%			
3/4"	19.050	132.26	6.62%	15.69%	84.31%			
1/2"	12.700	112.26	5.62%	21.31%	78.69%			
3/8"	9.525	95.65	4.79%	26.10%	73.90%			
No 4	4.750	184.52	9.24%	35.34%	64.66%			
No 8	2.381	179.65	8.99%	44.33%	55.67%			
No 10	2.000	45.26	2.27%	46.60%	53.40%			
No 16	1.191	92.15	4.61%	51.21%	48.79%			
No 30	0.595	51.02	2.55%	53.76%	46.24%			
No 40	0.420	31.65	1.58%	55.35%	44.65%			
No 50	0.296	98.65	4.94%	60.29%	39.71%			
No 100	0.149	310.25	15.53%	75.82%	24.18%			
No 200	0.075	57.57	2.88%	78.70%	21.30%			
Plato		425.55	21.30%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		1997.70	100.00%			4.75		







OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50  
Sondaje: C-10  
Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

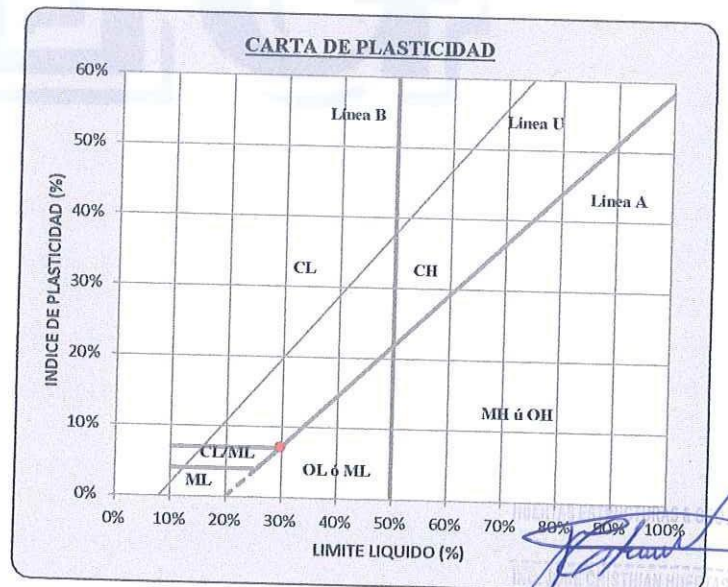
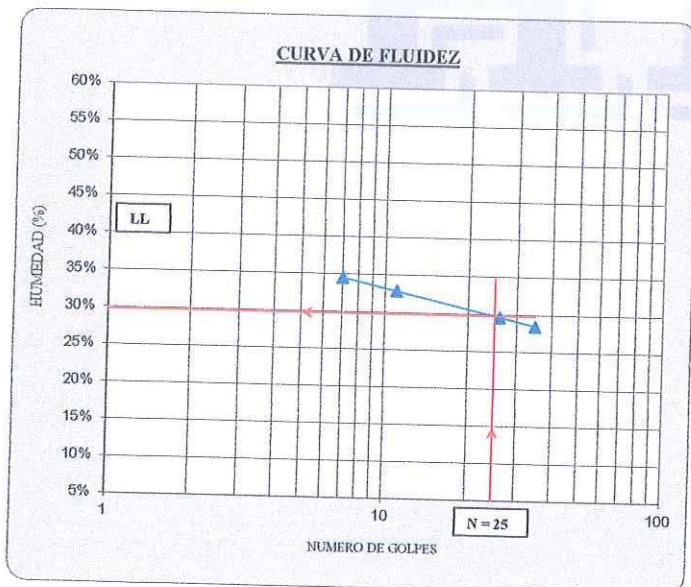
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	54.44	57.18	58.02	56.64
Tara + suelo seco	45.65	48.04	49.43	48.22
Agua	8.79	9.14	8.59	8.42
Peso de la tara	20.20	20.20	20.38	18.60
Peso del suelo seco	25.45	27.84	29.05	29.62
% humedad	34.54%	32.83%	29.57%	28.44%
No. golpes	7	11	26	35
LIMITE LIQUIDO	29.72%			

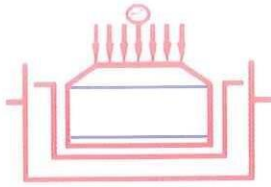
### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	20.87	24.90		
Tara + suelo seco	20.23	24.30		
Agua	0.64	0.60		
Peso de la tara	17.60	21.40		
Peso del suelo seco	2.63	2.90		
% humedad	24.33%	20.69%		
LIMITE PLASTICO	22.51%			

### RESULTADOS:

Limite Líquido:	29.72%
Líquido Plástico:	22.51%
Limite de Contracción:	19.88%
Índice de Plasticidad:	7.21%





OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-11
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
------	----------	-----------	------------------------------	------	---------	---------

### CALICATA C-11 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
	-1.50					
2						
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

*[Handwritten signature]*





# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-11
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA	Muestra:	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		2000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado(gr)		428.30				Límites	
Peso Tamizado (gr)		1571.71				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.400	177.62	8.88%	8.88%	91.12%		
3/4"	19.050	145.63	7.28%	16.16%	83.84%		
1/2"	12.700	112.26	5.61%	21.78%	78.22%		
3/8"	9.525	86.65	4.33%	26.11%	73.89%		
No 4	4.750	191.26	9.56%	35.67%	64.33%		
No 8	2.381	184.65	9.23%	44.90%	55.10%		
No 10	2.000	36.26	1.81%	46.72%	53.28%		
No 16	1.191	94.65	4.73%	51.45%	48.55%		
No 30	0.595	51.26	2.56%	54.01%	45.99%		
No 40	0.420	32.11	1.61%	55.62%	44.38%		
No 50	0.296	94.56	4.73%	60.35%	39.65%		
No 100	0.149	310.22	15.51%	75.86%	24.14%		
No 200	0.075	54.58	2.73%	78.59%	21.41%		
Plato		428.30	21.41%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		2000.00	100.00%			5.86	

**OBSERVACIONES:**

T. Maximo Nominal: 1"

Límites de Consistencia:

Limite Liquido: 32.70%

Limite Plastico: 22.06%

Limite de Contraccion: 18.48%

Indice de Plasticidad: 10.64%

**Porcentaje en muestra:**

% Grava (3" a #4): 35.67%

% Arena (#4 a #200): 42.91%

% Finos (Menor a #200): 21.41%

**Características Granulométricas:**

D60: (mm): -

D60: (mm): 1.44

D30: (mm): -

D10: (mm): -

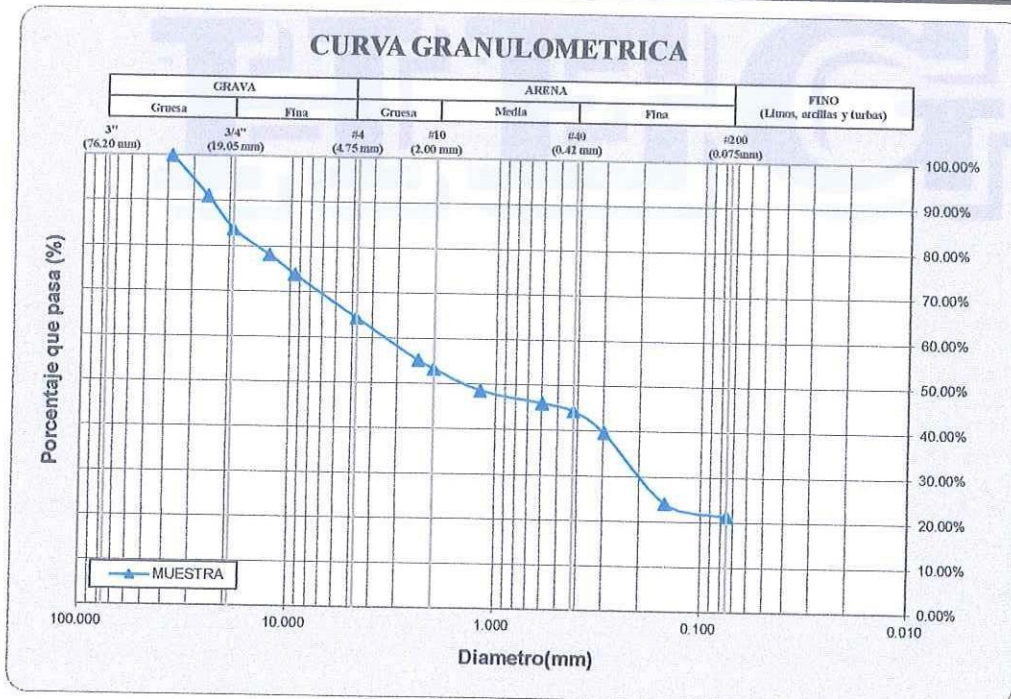
Cu: -

Cc: -

**Clasificación:**

SUCS: SC

AASHTO: A-2-6 ( 0 )







# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50

Sondaje: C-11

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

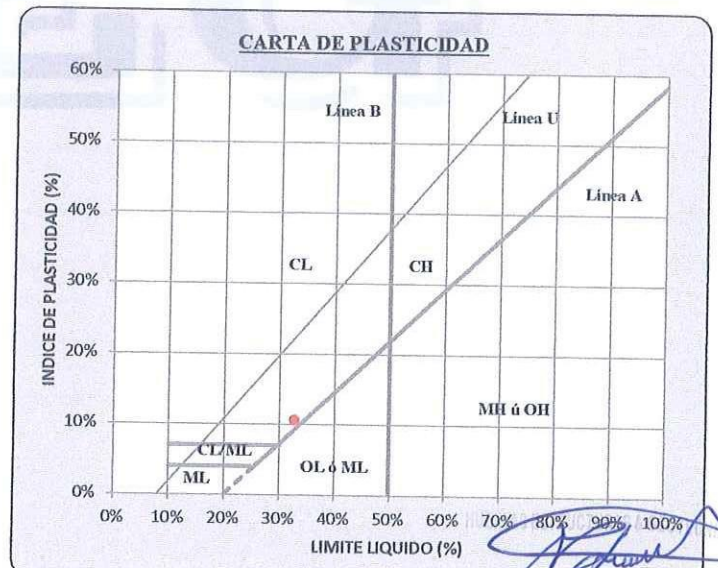
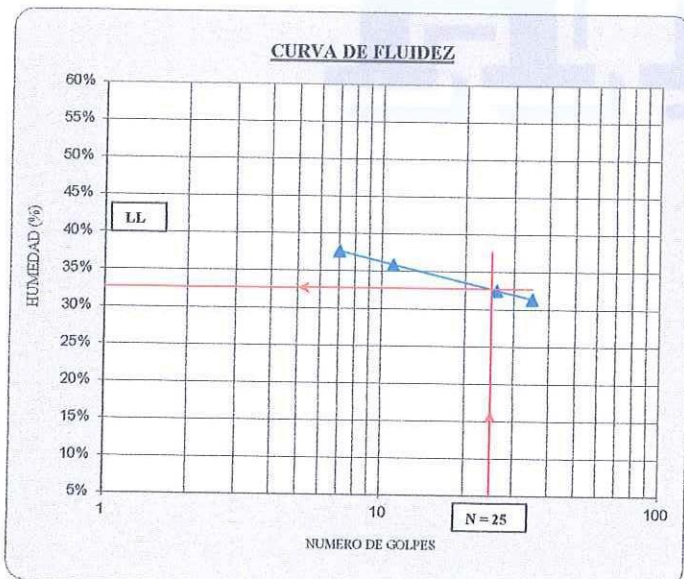
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	58.75	54.82	56.20	55.86
Tara + suelo seco	48.21	44.99	47.07	46.96
Agua	10.54	9.83	9.13	8.90
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.60
Peso del suelo seco	28.01	27.39	28.05	28.36
% humedad	37.64%	35.89%	32.55%	31.39%
No. golpes	7	11	26	35
LIMITE LIQUIDO	32.70%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.44	23.01		
Tara + suelo seco	22.85	22.42		
Agua	0.59	0.59		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	2.65	2.70		
% humedad	22.26%	21.85%		
LIMITE PLASTICO	22.06%			

### RESULTADOS:

Limite Líquido:	32.70%
Líquido Plástico:	22.06%
Limite de Contracción:	18.48%
Índice de Plasticidad:	10.64%





OBRA:	DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021	CALICATA:	C-12
SOLICITA:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	CAJAMARCA / LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
FECHA:	TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021	NAF (m):	NP

## REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-12 (100) CARRETERA SAN JORGE - FARRAT						
	-0.20	0.20	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
	-1.50					
2						
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						





# HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

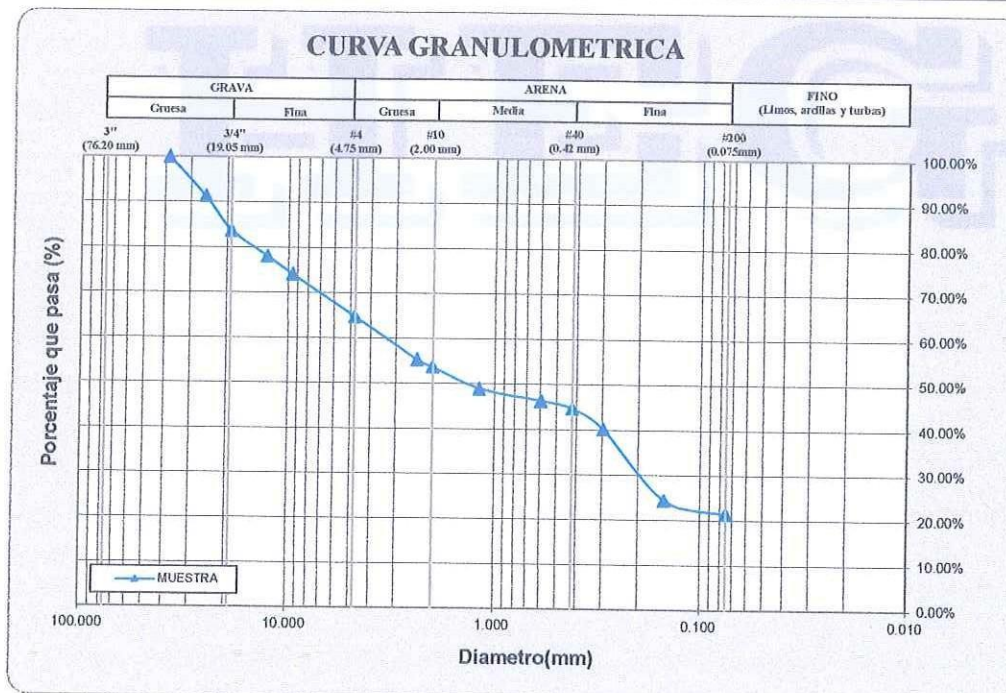
FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

Prof (m) : 0.20 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	MATERIAL IN SITU	<b>Sondaje:</b>	C-12
<b>CLASE DE SUELO:</b>	ARENA ARCILLOSA	<b>Muestra:</b>	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	Especificaciones		OBSERVACIONES:
Pulg/malla	mm					Superior	Inferior	
Peso Original (gr)		2000.00			Límites			Tamaño Maximo: 1 1/2"
Pérd. por lavado (gr)		430.62						Límites de Consistencia:
Peso Tamizado (gr)		1569.38						Limite Liquido: 27.34%
								Limite Plastico: 19.39%
								Limite de Contraccion: 16.98%
								Indice de Plasticidad: 7.95%
								Porcentaje en muestra:
								% Grava (3" a #4): 35.26%
								% Arena (#4 a #200): 43.21%
								% Finos (Menor a #200): 21.53%
								Características Granulometricas:
								D60: (mm): -
								D50: (mm): 1.38
								D30: (mm): -
								D10: (mm): -
								Cu: -
								Cc: -
								Clasificacion:
Plato		430.62	21.53%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		SUCS: SC
Sumatoria		2000.00	100.00%			4.23		AASHTO: A-2-4 ( 0 )



Ing. Gaitan Esparza Luis Angel  
 C.I. 148106





OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DESPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
 SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
 UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.20 - 1.50  
 Sondaje: C-12  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

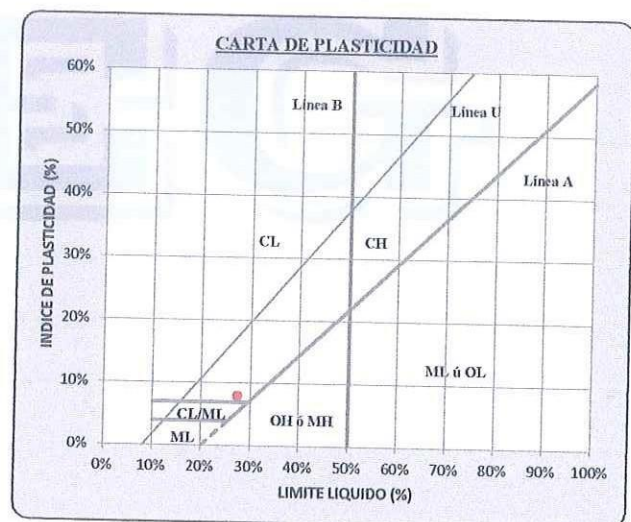
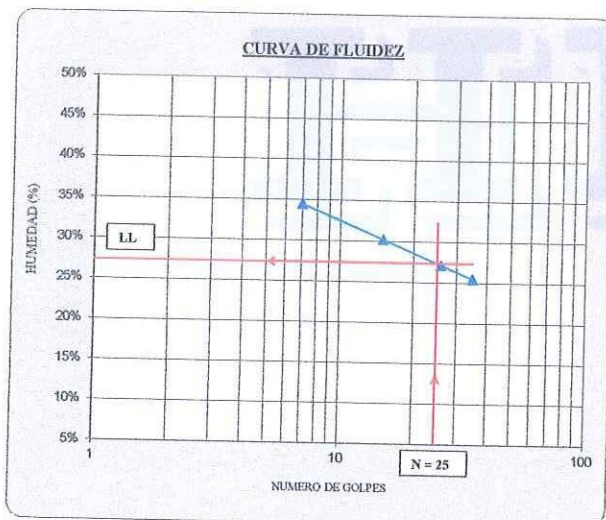
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	48.51	55.80	53.84	67.42
Tara + suelo seco	41.26	46.14	46.05	57.51
Agua	7.26	9.66	7.79	9.91
Peso de la tara	20.20	14.15	17.33	18.60
Peso del suelo seco	21.06	31.99	28.72	38.91
% humedad	34.45%	30.20%	27.12%	25.46%
No. golpes	7	15	26	35
LIMITE LIQUIDO	27.34%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Tara + suelo húmedo	29.08	25.02
Tara + suelo seco	28.54	24.43
Agua	0.54	0.59
Peso de la tara	25.90	21.21
Peso del suelo seco	2.64	3.22
% humedad	20.45%	18.32%
LIMITE PLASTICO	19.39%	

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	27.34%
Líquido Plástico:	19.39%
Límite de Contracción:	16.98%
Índice de Plasticidad:	7.95%



*[Handwritten Signature]*

INGENIERO EN GEOTECNIA

INGENIERO EN ESTRUCTURAS

INGENIERO EN MATERIALES DE CONSTRUCCION

INGENIERO EN SISTEMAS DE CONSTRUCCION

INGENIERO EN DISEÑO DE CONSTRUCCION

INGENIERO EN CONTROL DE CALIDAD

INGENIERO EN SEGURIDAD DE OBRAS

INGENIERO EN GESTIÓN DE PROYECTOS

INGENIERO EN LOGÍSTICA

INGENIERO EN ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE OBRAS

INGENIERO EN EVALUACIÓN DE RIESGOS

INGENIERO EN MONITOREO DE OBRAS

INGENIERO EN RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS

INGENIERO EN REPARACIÓN DE OBRAS

INGENIERO EN RESTAURACIÓN DE OBRAS

INGENIERO EN TRATAMIENTO DE OBRAS

INGENIERO EN VERIFICACIÓN DE OBRAS

INGENIERO EN VISIÓN DE OBRAS

INGENIERO EN VIGILANCIA DE OBRAS

INGENIERO EN VULNERABILIDAD DE OBRAS

INGENIERO EN ZONIFICACIÓN DE OBRAS



## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO B

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-1 M-1)

GOLPES/CAPA: 5 / 25

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 956.04 cm<sup>3</sup>

DSM(g/cc):	1.98
OCH (%):	8.47

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Tara No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	60.83	63.53	58.78	60.86	62.68
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	58.97	61.16	55.55	56.93	58.10
Peso del Agua (gr)	1.86	2.37	3.23	3.93	4.58
Peso tara (gr)	19.43	25.90	17.40	20.14	21.04
Peso Suelo Seco (gr)	39.54	35.26	38.15	36.79	37.06
Contenido de humedad (%)	4.70	6.72	8.47	10.68	12.36

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	4000	4115	4200	4135	4070
Peso Molde (gr)	2150	2150	2150	2150	2150
Peso Suelo Húmedo (gr)	1850	1965	2050	1985	1920
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94	2.06	2.14	2.08	2.01
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.93	1.98	1.88	1.79







## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021

SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH

UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-1 M-1)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4600		4600		4600	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (gr.)	9820.00	10250.00	9500.00	10100.00	9100.00	9800.00
Peso del Molde (gr.)	4900.00	4900.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4920.00	5350.00	4500.00	5100.00	4100.00	4800.00
Volúmen de la Muestra (cm3)	2141.21	2141.21	2085.23	2085.23	2085.23	2085.23
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.30	2.50	2.16	2.45	1.97	2.30
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	4	4	5	5	6	6
Muestra húmeda + Tara (gr.)	56.22	59.50	75.20	56.10	54.36	57.48
Muestra seca + Tara (gr.)	54.56	53.56	70.56	51.00	51.88	51.86
Peso del Agua (gr.)	1.66	5.94	4.64	5.10	2.48	5.62
Peso de la Tara (gr.)	21.40	19.72	20.30	21.40	19.02	19.02
Muestra Seca (gr.)	33.16	33.84	50.26	29.60	32.86	32.84
Contenido de humedad ( % )	5.01%	17.55%	9.23%	17.23%	7.55%	17.11%
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)	2.19		1.98		1.83	

### DATOS DE EXPANSION

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4600		4600		4600	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.
30-Nov	7:30 p. m.	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
1-Dic	7:30 p. m.	24	8.00	0.2032	12.00	0.3048	15.00	0.3810
2-Dic	7:30 p. m.	48	12.00	0.6032	15.00	0.6048	17.00	0.5810
3-Dic	7:30 p. m.	72	12.00	0.6032	15.00	0.6048	17.00	0.5810





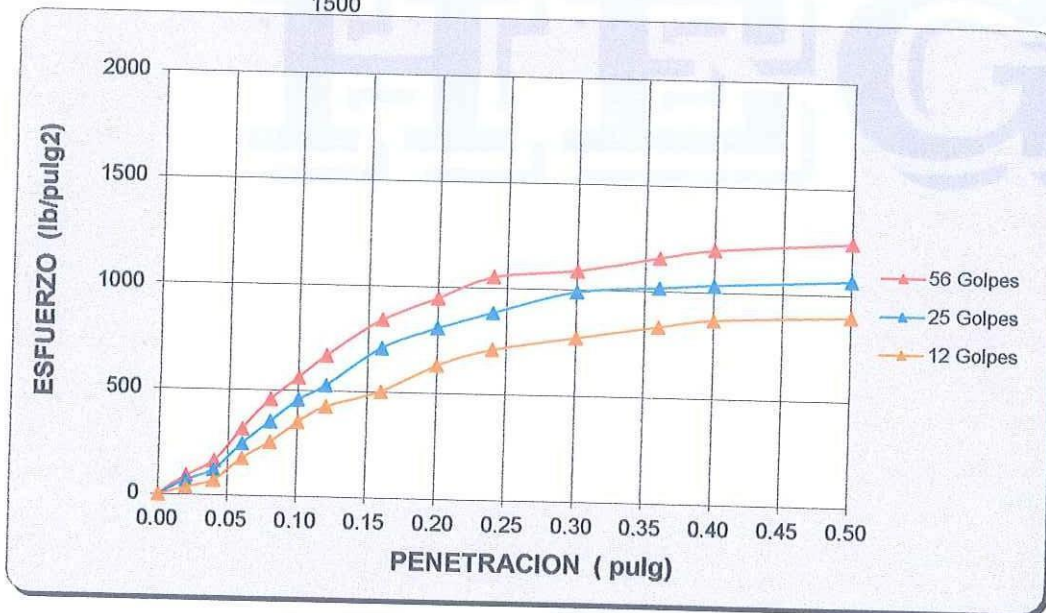
## ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. Deform. Rd	Penetr. pulg. (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Ensayo de Carga			Ensayo de Carga			Ensayo de Carga		
		kg	lbs.	lbs/pulg2	kg	lbs.	lbs/pulg2	kg	lbs.	lbs/pulg2
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.02	130.00	286.60	91.23	100.00	220.46	70.18	50.00	110.23	35.09
40	0.04	230.00	507.06	161.40	170.00	374.79	119.30	100.00	220.46	70.18
60	0.06	450.00	992.08	315.79	350.00	771.62	245.61	250.00	551.16	175.44
80	0.08	650.00	1433.00	456.14	500.00	1102.31	350.88	360.00	793.66	252.63
100	0.10	800.00	1763.70	561.40	650.00	1433.00	456.14	500.00	1102.31	350.88
120	0.12	950.00	2094.39	666.67	750.00	1653.47	526.31	606.25	1336.55	425.44
160	0.16	1200.00	2645.55	842.10	1010.00	2226.67	708.77	715.25	1576.86	501.93
200	0.20	1350.00	2976.24	947.37	1150.00	2535.32	807.02	900.00	1984.16	631.58
240	0.24	1500.00	3306.93	1052.63	1260.00	2777.82	884.21	1010.50	2227.77	709.12
300	0.30	1550.00	3417.17	1087.72	1410.00	3108.52	989.47	1100.41	2425.99	772.22
360	0.36	1650.00	3637.63	1157.89	1450.00	3196.70	1017.54	1186.50	2615.78	832.63
400	0.40	1710.00	3769.90	1200.00	1475.00	3251.82	1035.09	1238.50	2730.43	869.12
500	0.50	1770.00	3902.18	1242.10	1518.55	3347.83	1065.65	1275.80	2812.66	895.30

56  
 CBR (0.1")  $\frac{561.40 \times 100}{1000} = 56.14\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{947.37 \times 100}{1500} = 63.16\%$

25  
 CBR (0.1")  $\frac{456.14 \times 100}{1000} = 45.61\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{807.02 \times 100}{1500} = 53.80\%$

12  
 CBR (0.1")  $\frac{350.88 \times 100}{1000} = 35.09\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{631.58 \times 100}{1500} = 42.11\%$

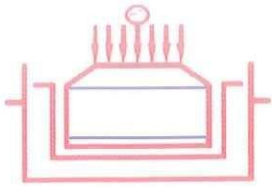


Correccion de cero (mm):  
 56 golpes: 0  
 25 golpes: 0  
 12 golpes: 0

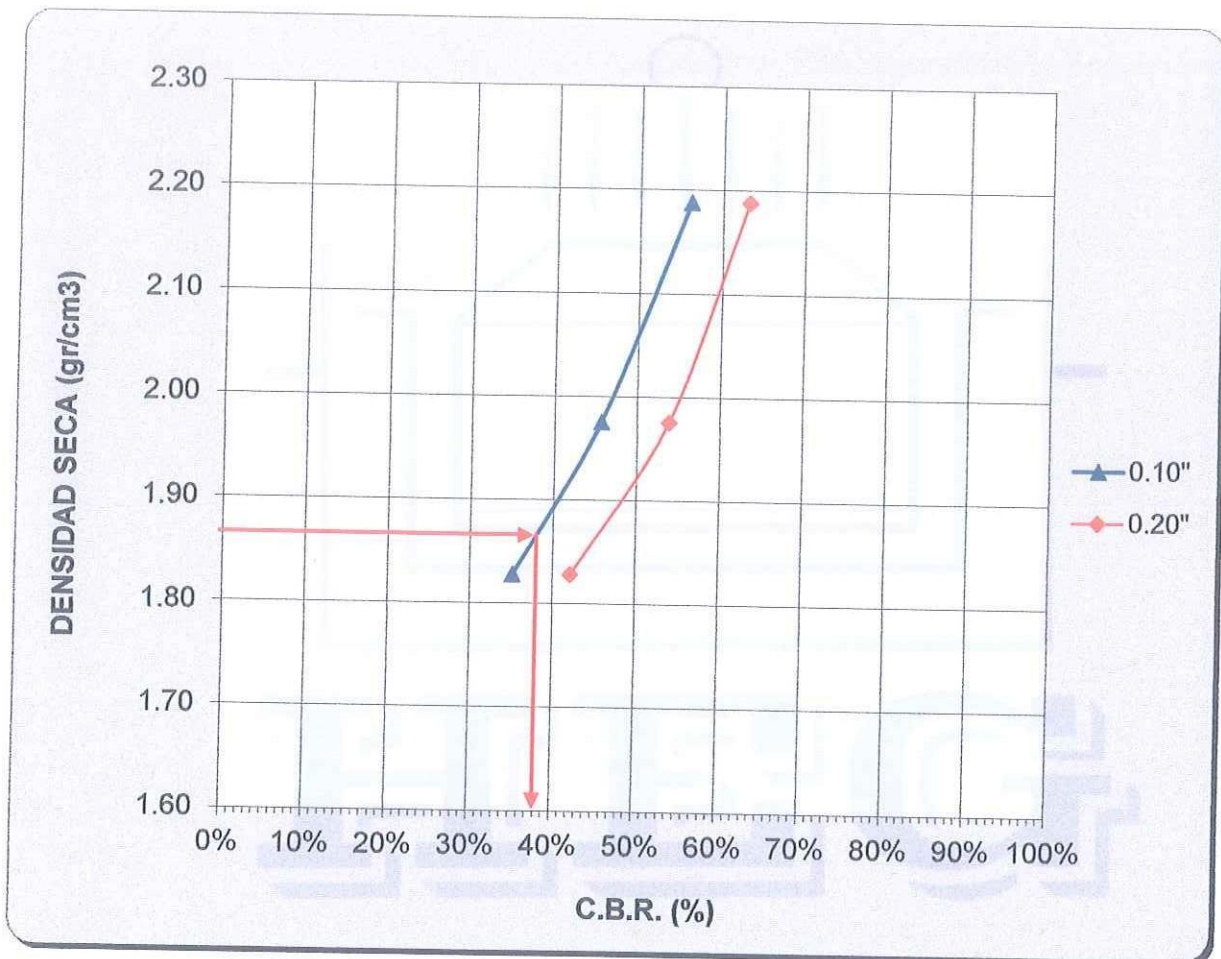
GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	56.14%	45.61%	35.09%
	0.2	63.16%	53.80%	42.11%

*[Handwritten Signature]*  
 HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
 C.B.R. TANTO





## CURVA DENSIDAD SECA - CBR



VALORES PROCTOR MODIFICADO:  
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.98  
HUMEDAD OPTIMA (%): 8.47

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.88  
C.B.R. (%): 38.00



OBRA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021

## SECCIONES DE CAPA DE AFIRMADO METODO DEL NAASRA

### DATOS DE ENTRADA:

CBR (subrasante): 

38
----

 %

### CALCULO DEL ESAL: (Fuente: SOLICITANTE)

ESAL TOTAL	2263687.00
------------	------------

### METODO NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities)

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e = Espesor de la capa de afirmado en mm

CBR = Valor del CBR de la subrasante

Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño (EAL)

Espesor de la Capa de Afirmado:

e =	130.05 mm
e =	13.01 cm

Espesor de la Capa de Afirmado (Mínimo)

e =	15.00 cm
-----	----------

**ANEXO V**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



**FOTO N° 1**

TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT



**FOTO N° 2**

TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

  
INGENIERO EN CARRETERAS Y SISTEMAS DE  
TRANSPORTE  
CALLE DE LA UNIÓN 148103

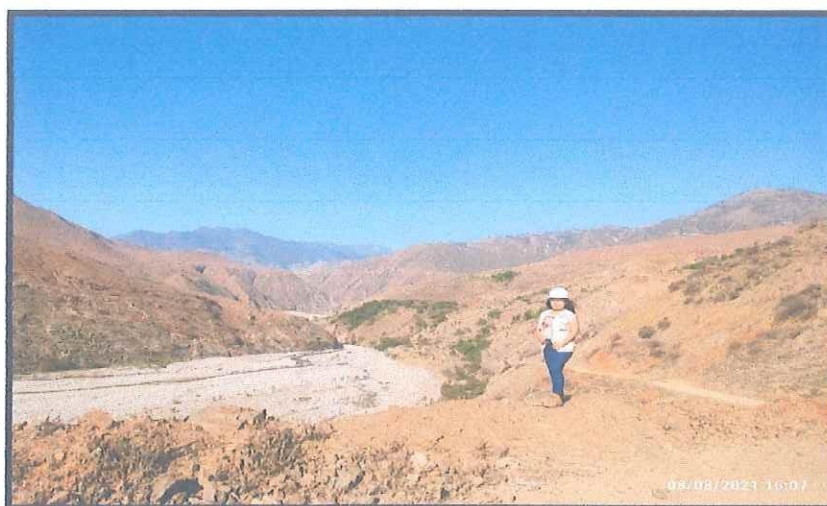


## PANEL FOTOGRAFICO



**FOTO N° 3**

TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT



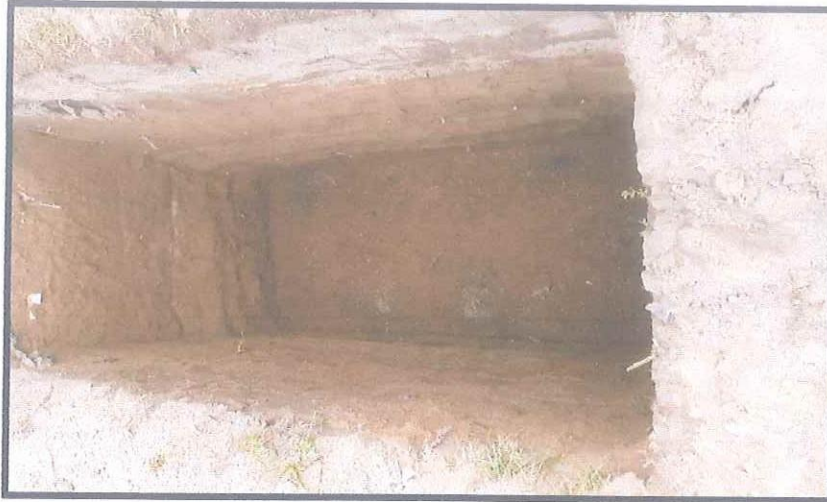
**FOTO N° 4**

TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

*[Handwritten signature]*  
INGENIERO CIVIL  
C.O. 148103

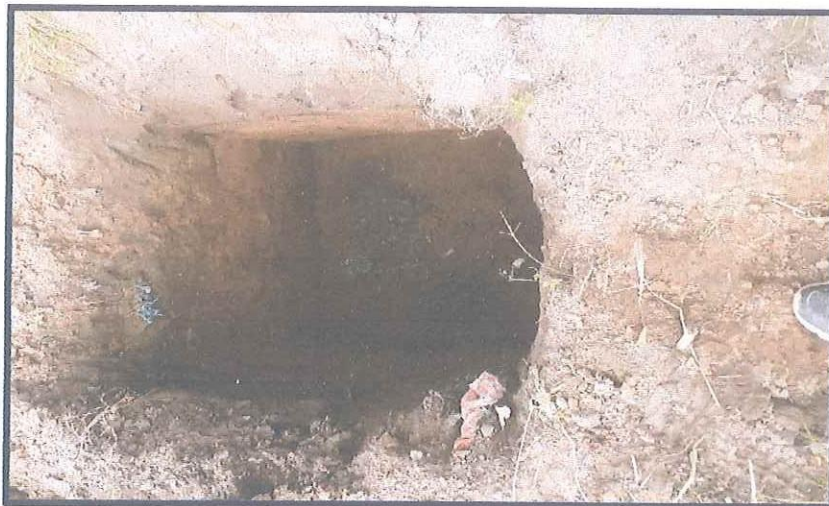


## PANEL FOTOGRAFICO



**FOTO N° 5**

CALICATA DE EXPLORACION SUBTERRANEA, REALIZADA AL TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT



**FOTO N° 6**

CALICATA DE EXPLORACION SUBTERRANEA, REALIZADA AL TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

*J. C. C.*  
INGENIERO EN GEOMETRIA Y TOPOGRAFIA  
C.I. 148105

## PANEL FOTOGRAFICO



**FOTO N° 7**

CALICATA DE EXPLORACION SUBTERRANEA, REALIZADA AL TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT



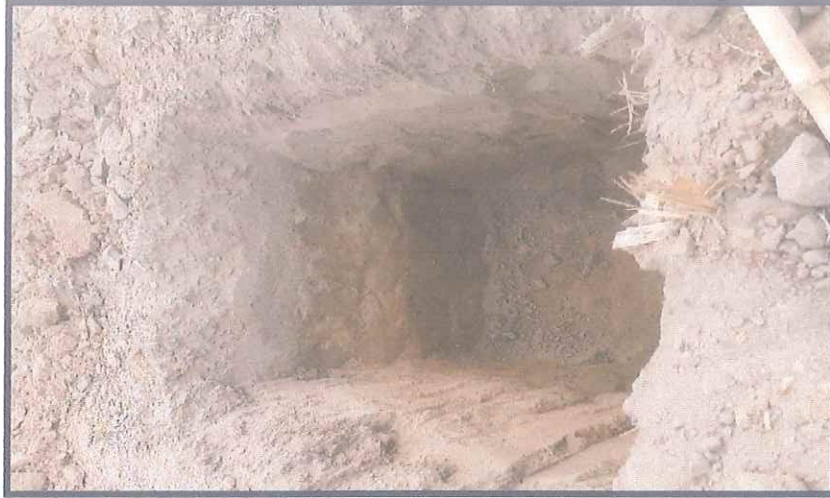
**FOTO N° 8**

CALICATA DE EXPLORACION SUBTERRANEA, REALIZADA AL TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

*[Handwritten signature]*  
C. 148108



## PANEL FOTOGRAFICO



**FOTO N° 9**

CALICATA DE EXPLORACION SUBTERRANEA, REALIZADA AL TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT



**FOTO N° 10**

CALICATA DE EXPLORACION SUBTERRANEA, REALIZADA AL TERRENO UBICADO EN COSPAN / SAYAPULLO - CAJAMARCA / LA LIBERTAD, DONDE SE PROYECTA LA OBRA DENOMINADA: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT

*J. Churruarín*  
INGENIERO EN GEOMETRIA Y TOPOGRAFIA  
C.E. 148105

## Anexo 4.2. Ensayo de Diamantina (Resistencia a la Compresión)



**HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL**  
Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

### RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $f'_c$ ) DE TESTIGOS EXTRAIDOS CON BROCA DIAMANTINA (ASTM C-39)

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2021  
SOLICITA: GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL Y GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH  
UBICACIÓN: CAJAMARCA / LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2021  
ANÁLISIS: MUESTRA DE ROCA EXTRAIDA CON BROCA DIAMANTINA

N°	Estructura y/o Identificación	A. Testigo (cm)	H. Testigo (cm)	(Esb.) (H/D)	Factor Corrección	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kgf)	Res.Obt. (kgf/cm <sup>2</sup> )	Peso (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
D-1	M-1	5.00	8.50	1.70	0.976	25.00	17600	687.10	563	212.50	2.65

OBSERVACION:  
Se obtuvieron muestras con diamantina de 5.00 cm de diámetro, modelo JG-230, fabricación Colombiana

Eslbeltez H/D	Factor de Corrección ACI 301-84
2.00	1.00
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.94
1.00	0.92



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL  
*[Signature]*  
TRUJILLO, PERÚ  
12/11/2021



### Anexo 4.3. Estudio de Tráfico

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

**Carretera:** San Jorge - Farrat  
**Tramo :** FARRAT - COSPÁN  
**Cod Estación:** MEN-1  
**Estación:** MENOCUCHO (Quiriguas)

**Ubicacion** COSPÁN- CAJAMARCA  
**Sentido** ENTRADA  
**Dia** LUNES **Fecha** 2-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		COMBI RURAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL			2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05		1																		1	4.00
05-06	1				1															2	8.00
06-07			1							1										2	8.00
07-08	1																			1	4.00
08-09		1	2						1											4	16.00
09-10			1																	1	4.00
10-11	1																			1	4.00
11-12					1															1	4.00
12-13	2																			2	8.00
13-14																				0	0.00
14-15			1						1											2	8.00
15-16	1																			1	4.00
16-17																				0	0.00
17-18	1		1		1					1										4	16.00
18-19				2																2	8.00
19-20																				0	0.00
20-21				1																1	4.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	7	2	9	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100.00
<b>%</b>	28.00	8.00	36.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido SALIDA  
 Dia LUNES Fecha 2-Ago-21

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T 2	2T 3	3T 2	>=3T 3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06			1			1														2	11.76
06-07																				0	0.00
07-08	1									1										2	11.76
08-09	1																			1	5.88
09-10			1						1											2	11.76
10-11																				0	0.00
11-12						1														1	5.88
12-13																				0	0.00
13-14																				0	0.00
14-15																				0	0.00
15-16	1																			1	5.88
16-17	1	1							1											3	17.65
17-18						1														1	5.88
18-19										1										1	5.88
19-20	1		2																	3	17.65
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	5	1	4	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	100.00
%	29.41	5.88	23.53	0.00	17.65	0.00	0.00	0.00	11.76	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido AMBOS  
 Dia LUNES  
 Fecha 2-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.38
05-06	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9.52
06-07	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.76
07-08	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.14
08-09	1	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	11.90
09-10	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.14
10-11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.38
11-12	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.76
12-13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.76
13-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
14-15	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.76
15-16	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.76
16-17	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.14
17-18	1	-	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	11.90
18-19	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.14
19-20	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.14
20-21	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.38
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	12	3	13	0	6	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	100.00
<b>%</b>	28.57	7.14	30.95	0.00	14.29	0.00	0.00	0.00	9.52	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo: FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación: MEN-1  
 Estación: MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion: COSPÁN - CAJAMARCA  
 Sentido: ENTRADA  
 Dia: MARTES Fecha: 3-Ago-21

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI BURAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T 2	2T 3	3T 2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06						1														1	4.55
06-07	1		1								1									3	13.64
07-08	1																			1	4.55
08-09		1								1										2	9.09
09-10																				0	0.00
10-11																				0	0.00
11-12	1		2		1															4	18.18
12-13			1																	1	4.55
13-14	1																			1	4.55
14-15			1							1										2	9.09
15-16		1																		1	4.55
16-17	1																			1	4.55
17-18					1						1									2	9.09
18-19			1																	1	4.55
19-20	1																			1	4.55
20-21			1																	1	4.55
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	6	2	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	100.00
%	27.27	9.09	31.82	0.00	13.64	0.00	0.00	0.00	9.09	9.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA



**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Ferrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido SALIDA  
 Día MARTES Fecha 3-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06			1		1															2	12.50
06-07																				0	0.00
07-08	1									1										2	12.50
08-09																				0	0.00
09-10									1											1	6.25
10-11	1		1																	2	12.50
11-12					1															1	6.25
12-13																				0	0.00
13-14			1																	1	6.25
14-15																				0	0.00
15-16	1																			1	6.25
16-17									1											1	6.25
17-18		1			1															2	12.50
18-19			1							1										2	12.50
19-20																				0	0.00
20-21	1																			1	6.25
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	4	1	4	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	100.00
%	25.00	6.25	25.00	0.00	18.75	0.00	0.00	0.00	12.50	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo: FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación: MEN-1  
 Estación: MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion: COSPÁN - CAJAMARCA  
 Sentido: AMBOS  
 Dia: MARTES  
 Fecha: 3-Ago-21

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI BIURAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.89
06-07	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.89
07-08	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.89
08-09	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.26
09-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.63
10-11	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.26
11-12	1	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	13.16
12-13	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.63
13-14	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.26
14-15	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.26
15-16	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.26
16-17	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.26
17-18	-	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	10.53
18-19	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.89
19-20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.63
20-21	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.26
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	10	3	11	0	6	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	100.00
%	26.32	7.89	28.95	0.00	15.79	0.00	0.00	0.00	10.53	10.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo: FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación: MEN-1  
 Estación: MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion: COSPÁN - CAJAMARCA  
 Sentido: ENTRADA  
 Dia: MIERCOLES Fecha: 4-Ago-21

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06						1														1	4.35
06-07		1									1									2	8.70
07-08	1		1																	2	8.70
08-09									1											1	4.35
09-10			1																	1	4.35
10-11	1																			1	4.35
11-12			1			1														2	8.70
12-13																				0	0.00
13-14	2																			2	8.70
14-15		1	2						1											4	17.39
15-16																				0	0.00
16-17	1																			1	4.35
17-18			1			1					1									3	13.04
18-19		1																		1	4.35
19-20	1		1																	2	8.70
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	6	3	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	100.00
%	26.09	13.04	30.43	0.00	13.04	0.00	0.00	0.00	8.70	8.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera:  
 Tramo  
 Cod Estación  
 Estación

San Jorge - Farrat  
 FARRAT - COSPÁN  
 MEN-1  
 MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion  
 Sentido  
 Dia

COSPÁN - CAJAMARCA  
 SALIDA  
 MIERCOLES      Fecha 4-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05	1																			1	5.56
05-06			1		1															2	11.11
06-07																				0	0.00
07-08		1								1										2	11.11
08-09	1																			1	5.56
09-10										1										1	5.56
10-11	1		1																	2	11.11
11-12					1															1	5.56
12-13																				0	0.00
13-14	1																			1	5.56
14-15			1																	1	5.56
15-16																				0	0.00
16-17		1								1										2	11.11
17-18					1															1	5.56
18-19											1									1	5.56
19-20	1		1																	2	11.11
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	5	2	4	0	3	0	0	0	2	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	100.00
<b>%</b>	27.78	11.11	22.22	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	11.11	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA



**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido AMBOS  
 Dia MIERCOLES Fecha 4-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RUBAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.44
05-06	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
06-07	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
07-08	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9.76
08-09	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
09-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
10-11	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
11-12	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
13-14	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
14-15	-	1	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12.20
15-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
16-17	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
17-18	-	-	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9.76
18-19	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
19-20	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9.76
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	11	5	11	0	6	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	100.00
<b>%</b>	26.83	12.20	26.83	0.00	14.63	0.00	0.00	0.00	9.76	9.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera:  
 Tramo  
 Cod Estación  
 Estación

San Jorge - Farrat  
 FARRAT - COSPÁN  
 MEN-1  
 MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion  
 Sentido  
 Dia

COSPÁN - CAJAMARCA  
 ENTRADA  
 JUEVES

Fecha 5-Ago-21

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI BURRA		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T 2	2T 3	3T 2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06			1		1															2	8.70
06-07	1									1										2	8.70
07-08	1																			1	4.35
08-09									1											1	4.35
09-10		1																		1	4.35
10-11	2		2																	4	17.39
11-12					1															1	4.35
12-13			1																	1	4.35
13-14	1																			1	4.35
14-15		1							1											2	8.70
15-16	1		2																	3	13.04
16-17																				0	0.00
17-18			1		1					1										3	13.04
18-19	1																			1	4.35
19-20																				0	0.00
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	7	2	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	100.00
%	30.43	8.70	30.43	0.00	13.04	0.00	0.00	0.00	8.70	8.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera:  
 Tramo  
 Cod Estación  
 Estación

San Jorge - Farrat  
 FARRAT - COSPÁN  
 MEN-1  
 MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion  
 Sentido  
 Dia

COSPÁN- CAJAMARCA  
 SALIDA  
 JUEVES

Fecha 5-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RUBAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06			1		1															2	11.11
06-07																				0	0.00
07-08		1								1										2	11.11
08-09	1																			1	5.56
09-10									1											1	5.56
10-11	1																			1	5.56
11-12			2		1															3	16.67
12-13																				0	0.00
13-14	1																			1	5.56
14-15			1																	1	5.56
15-16		1																		1	5.56
16-17									1											1	5.56
17-18	1				1															2	11.11
18-19			1							1										2	11.11
19-20																				0	0.00
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	4	2	5	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	100.00
%	22.22	11.11	27.78	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	11.11	11.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido AMBOS  
 Dia JUEVES  
 Fecha 5-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RUBAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9.76
06-07	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
07-08	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
08-09	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
09-10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
10-11	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12.20
11-12	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9.76
12-13	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.44
13-14	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.88
14-15	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
15-16	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9.76
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.44
17-18	1	-	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12.20
18-19	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.32
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	11	4	12	0	6	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	100.00
<b>%</b>	26.83	9.76	29.27	0.00	14.63	0.00	0.00	0.00	9.76	9.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA



**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo: FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación: MEN-1  
 Estación: MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion: COSPÁN - CAJAMARCA  
 Sentido: ENTRADA  
 Dia: VIERNES Fecha: 6-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05	1																			1	4.17
05-06			1		1															2	8.33
06-07		1								1										2	8.33
07-08	1																			1	4.17
08-09			1						1											2	8.33
09-10																				0	0.00
10-11	2		1																	3	12.50
11-12					1															1	4.17
12-13	1	1																		2	8.33
13-14			1																	1	4.17
14-15									1											1	4.17
15-16	2																			2	8.33
16-17			1																	1	4.17
17-18			1		1					1										3	12.50
18-19	1																			1	4.17
19-20			1																	1	4.17
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	8	2	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	100.00
%	33.33	8.33	29.17	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	8.33	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Elaboración propia

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Ferrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN - CAJAMARCA  
 Sentido SALIDA  
 Dia VIERNES Fecha 6-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RUBAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06					1															1	6.25
06-07			1																	1	6.25
07-08	1									1										2	12.50
08-09																				0	0.00
09-10									1											1	6.25
10-11		1																		1	6.25
11-12	1				1															2	12.50
12-13																				0	0.00
13-14	1		1																	2	12.50
14-15																				0	0.00
15-16																				0	0.00
16-17		1							1											2	12.50
17-18	1				1															2	12.50
18-19										1										1	6.25
19-20				1																1	6.25
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	4	2	3	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	100.00
%	25.00	12.50	18.75	0.00	18.75	0.00	0.00	0.00	12.50	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido AMBOS  
 Dia VIERNES  
 Fecha 6-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RUBAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.50
05-06	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.50
06-07	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.50
07-08	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.50
08-09	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.00
09-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.50
10-11	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	10.00
11-12	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.50
12-13	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.00
13-14	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.50
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.50
15-16	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.00
16-17	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.50
17-18	1	-	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12.50
18-19	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.00
19-20	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5.00
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	12	4	10	0	6	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100.00
<b>%</b>	30.00	10.00	25.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera:  
 Tramo  
 Cod Estación  
 Estación

San Jorge - Farrat  
 FARRAT - COSPÁN  
 MEN-1  
 MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion  
 Sentido  
 Dia

COSPÁN - CAJAMARCA  
 ENTRADA  
 SABADO

Fecha 7-Ago-21

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI BURA		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T 2	2T 3	3T 2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05	1																			1	3.70
05-06			1			1														2	7.41
06-07		1								1										2	7.41
07-08	2																			2	7.41
08-09	1								1											2	7.41
09-10			2																	2	7.41
10-11		1																		1	3.70
11-12	1	1	1			1														4	14.81
12-13	1																			1	3.70
13-14																				0	0.00
14-15	1								1											2	7.41
15-16	1	1	1																	3	11.11
16-17																				0	0.00
17-18		1	1			1				1										4	14.81
18-19	1																			1	3.70
19-20																				0	0.00
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	9	5	6	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	100.00
%	33.33	18.52	22.22	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00	7.41	7.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA



**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Ferrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN - CAJAMARCA  
 Sentido SALIDA  
 Dia SABADO Fecha 7-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RUBAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06	1				1															2	10.00
06-07																				0	0.00
07-08		1								1										2	10.00
08-09																				0	0.00
09-10	1		1							1										3	15.00
10-11																				0	0.00
11-12				1		1														2	10.00
12-13				1																1	5.00
13-14	1																			1	5.00
14-15		1																		1	5.00
15-16																				0	0.00
16-17	1			1						1										3	15.00
17-18						1														1	5.00
18-19		1									1									2	10.00
19-20	1			1																2	10.00
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	5	3	5	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.00
%	25.00	15.00	25.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Ferrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido AMBOS  
 Dia SABADO  
 Fecha 7-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RUBAI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.13
05-06	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.51
06-07	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.26
07-08	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.51
08-09	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.26
09-10	1	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10.64
10-11	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.13
11-12	1	1	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	12.77
12-13	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.26
13-14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.13
14-15	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.38
15-16	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.38
16-17	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.38
17-18	-	1	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10.64
18-19	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.38
19-20	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.26
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	14	8	11	0	6	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	100.00
<b>%</b>	29.79	17.02	23.40	0.00	12.77	0.00	0.00	0.00	8.51	8.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera:  
 Tramo  
 Cod Estación  
 Estación

San Jorge - Farrat  
 FARRAT - COSPÁN  
 MEN-1  
 MENOCUCHO (Quirigua)

Ubicacion  
 Sentido  
 Dia

COSPÁN - CAJAMARCA  
 ENTRADA  
 DOMINGO

Fecha 8-Ago-21

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI BURA		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T 2	2T 3	3T 2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06	1		1			1														3	12.50
06-07			1																	1	4.17
07-08	2			1																3	12.50
08-09				2						1										3	12.50
09-10	1		1																	2	8.33
10-11				1																1	4.17
11-12			1			1														2	8.33
12-13	2																			2	8.33
13-14			1	2																3	12.50
14-15	2																			2	8.33
15-16			1	1																2	8.33
16-17			1																	1	4.17
17-18	1			1		1														3	12.50
18-19																				0	0.00
19-20	1																			1	4.17
20-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	10	6	9	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	120.83
%	34.48	20.69	31.03	0.00	10.34	0.00	0.00	0.00	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Elaboración propia

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Ferrat  
 Tramo FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación MEN-1  
 Estación MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion  
 Sentido  
 Dia

COSPÁN- CAJAMARCA  
 SALIDA  
 DOMINGO Fecha 8-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
05-06					1															1	6.25
06-07		1																		1	6.25
07-08	1		1																	2	12.50
08-09		1																		1	6.25
09-10	1		1																	2	12.50
10-11	1	1																		2	12.50
11-12					1															1	6.25
12-13		1	1																	2	12.50
13-14	1																			1	6.25
14-15																				0	0.00
15-16	1		1																	2	12.50
16-17	1	1							1											3	18.75
17-18					1															1	6.25
18-19	1		1																	2	12.50
19-20	1																			1	6.25
20-21			1																	1	6.25
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
<b>TOTAL</b>	8	5	6	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	143.75
<b>%</b>	34.78	21.74	26.09	0.00	13.04	0.00	0.00	0.00	4.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA



**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

Carretera: San Jorge - Farrat  
 Tramo: FARRAT - COSPÁN  
 Cod Estación: MEN-1  
 Estación: MENOCUCHO (Quiriguas)

Ubicacion: COSPÁN- CAJAMARCA  
 Sentido: AMBOS  
 Dia: DOMINGO  
 Fecha: 8-Ago-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
06-07	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3.85
07-08	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	9.62
08-09	-	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
09-10	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
10-11	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5.77
11-12	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5.77
12-13	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
13-14	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
14-15	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3.85
15-16	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
16-17	1	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
17-18	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.69
18-19	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3.85
19-20	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3.85
20-21	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.92
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	18	11	15	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	100.00
<b>%</b>	34.62	21.15	28.85	0.00	11.54	0.00	0.00	0.00	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**  
**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

**Carretera:** San Jorge - Farrat  
**Tramo:** FARRAT - COSPÁN  
**Cod Estación:** MEN-1  
**Estación:** MENOCUCHO (Quiriguas)

**Ubicacion:** COSPÁN - CAJAMARCA  
**Sentido:** TOTAL  
**Dia:** Del 02/08/2021 AL 08/08/2021

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEM TRAYLER				TRAYLERS				TOTAL
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
<b>LUNES</b>																				
2/08/2021																				
ENTRADA	7	2	9	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
SALIDA	5	1	4	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
<b>Ambos</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>
<b>MARTES</b>																				
3/08/2021																				
ENTRADA	6	2	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
SALIDA	4	1	4	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
<b>Ambos</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>
<b>MIERCOLES</b>																				
4/08/2021																				
ENTRADA	6	3	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
SALIDA	5	2	4	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
<b>Ambos</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>39</b>
<b>JUEVES</b>																				
5/08/2021																				
ENTRADA	7	2	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
SALIDA	4	2	5	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
<b>Ambos</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>41</b>
<b>VIERNES</b>																				
6/08/2021																				
ENTRADA	8	2	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
SALIDA	4	2	3	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
<b>Ambos</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>
<b>SABADO</b>																				
7/08/2021																				
ENTRADA	9	5	6	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
SALIDA	5	3	5	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<b>Ambos</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>47</b>
<b>DOMINGO</b>																				
8/08/2021																				
ENTRADA	10	6	9	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
SALIDA	8	5	6	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<b>Ambos</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>52</b>
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>	<b>38</b>	<b>83</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>299</b>

**RESUMEN DEL VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DE SALIDA Y ENTRADA**

**Carretera:** San Jorge - Farrat  
**Tramo** FARRAT - COSPÁN  
**Cod Estación** MEN-1  
**Estación** MENOCUCHO (Quiriguas)

**Ubicacion** COSPÁN - CAJAMARCA  
**Sentido** AMBOS  
**Dia** Del 02/08/2021 AL 08/08/2021

SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
ENTRADA	8	3	7	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
SALIDA	5	2.28571429	4	0	3	0	0	0	2	1.428571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
AMBOS	13	5	12	0	6	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43

VARIACION HORARIA - ENTRAN

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.86
6	2	-	4	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	8.07
7	2	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4.97
8	9	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6.83
9	1	2	5	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	9.32
10	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4.35
11	6	1	4	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6.83
12	2	2	4	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	9.32
13	6	1	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	5.59
14	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4.97
15	3	2	4	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	9.32
16	5	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	7.45
17	2	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2.48
18	2	1	6	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	9.94
19	3	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4.35
20	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.11
21	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.24
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	53	22	52	0	21	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	100.00
%	32.92	13.66	32.30	0.00	13.04	0.00	0.00	0.00	8.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



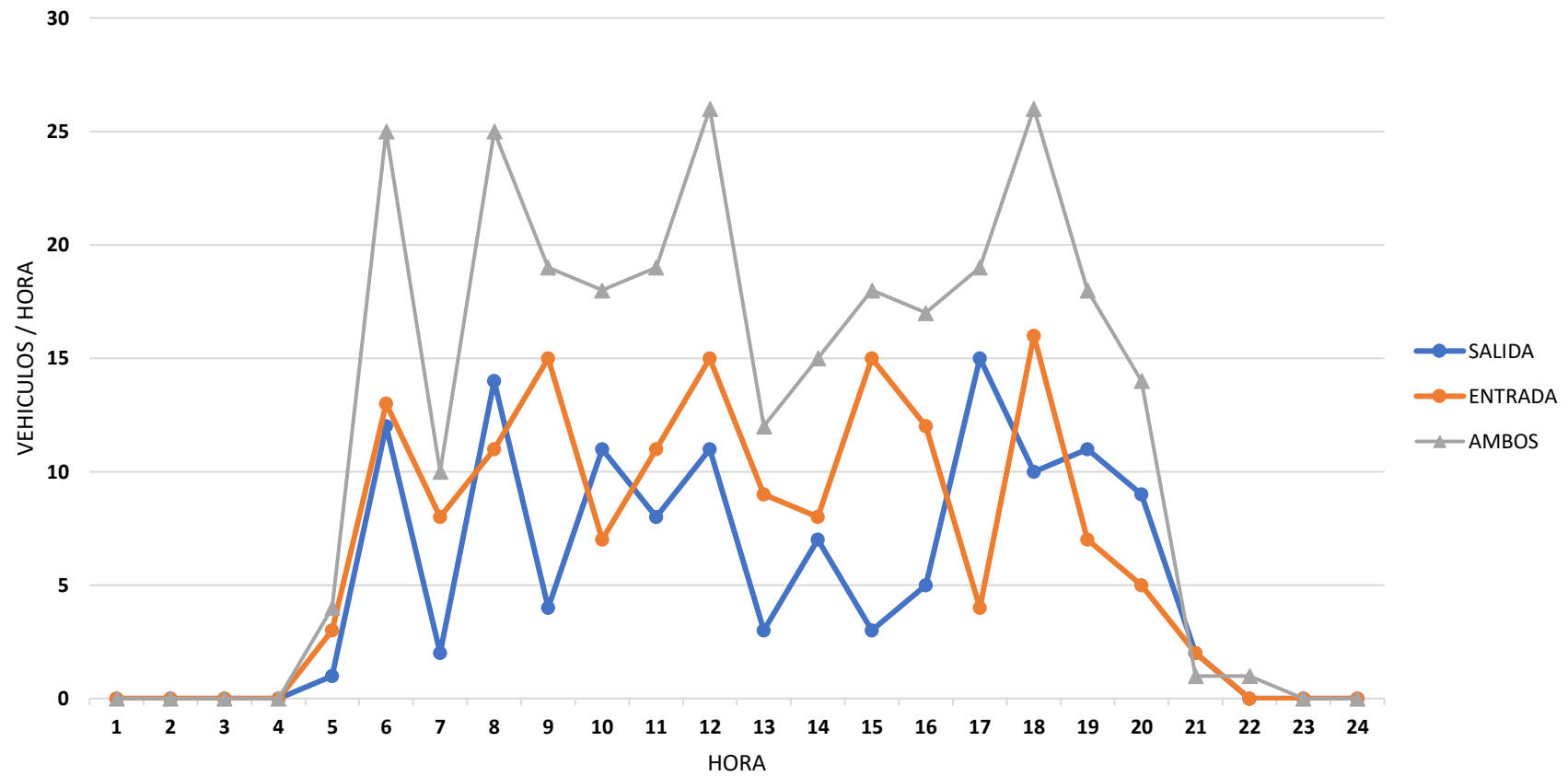
VARIACION HORARIA - SALIDA

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.78
6	1	-	4	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.38
7	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.56
8	4	3	1	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	10.94
9	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.13
10	2	-	3	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	8.59
11	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.25
12	1	-	3	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	8.59
13	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.34
14	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.47
15	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.34
16	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.91
17	3	4	1	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	11.72
18	2	1	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	7.81
19	1	1	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	8.59
20	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.03
21	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.56
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	35	16	31	0	21	0	0	0	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	100.00
%	27.34	12.50	24.22	0.00	16.41	0.00	0.00	0.00	10.16	9.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VARIACION HORARIA - TOTAL

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.39
6	3	-	8	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	8.71
7	2	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3.48
8	13	3	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	8.71
9	4	3	5	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.62
10	3	2	7	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	6.27
11	10	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.62
12	3	2	7	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	9.06
13	6	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.18
14	9	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5.23
15	3	3	6	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	6.27
16	8	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	5.92
17	5	5	2	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.62
18	4	2	6	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	9.06
19	4	2	6	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	6.27
20	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	4.88
21	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.35
22	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.35
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	88	38	81	0	42	0	0	0	26	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287	100.00
%	30.66	13.24	28.22	0.00	14.63	0.00	0.00	0.00	9.06	4.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VARIACION HORARIA ESTACION -E-1



## Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 A

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1694	1.1945	0.9458	0.8773	0.9666	1.0294	1.0292	0.9945	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMB O	0.7822	0.8451	0.8637	0.7549	0.7735	0.7823	0.7479	0.9820	1.0829	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8949	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AYAMBI	0.9913	0.9297	1.0870	1.0720	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0485	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMAN A	0.5365	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.2961	1.2549	1.2278	1.2076	1.2638	1.2303	0.8484	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8708	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9686	1.0999	1.0520	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9885	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASABACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9709	1.1465	0.8666	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.2534	1.0495	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0632	1.1050	1.0611	1.0719	1.0665	0.9517	0.9133	0.8950	0.9989	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9896	1.0653	1.0636	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHAHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0659	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7483	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3082	1.4238	1.5045	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9382	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8329	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0874	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0735	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0992	0.8560	1.0564	0.5549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2523	1.0206	0.9748	1.0836	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULLI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESUO OUMOS	0.9756	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9582	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESUO TALARA	0.8869	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9955	1.1153	1.0280	1.0562	0.8201	1.0000	
24	EL RISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0638	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9106	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0829	0.7531	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9055	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8304	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1065	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9785	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1386	1.1846	0.9893	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000	
31	ILO	0.8288	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0842	0.8382	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8383	0.8732	1.0716	0.9075	1.1200	1.1826	0.9389	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	
33	LDM A LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3015	1.2397	1.1376	1.0225	0.8263	0.9065	0.8251	0.8919	0.8810	0.7525	1.0000	
34	LINAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9781	1.0782	1.0782	1.0000	
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1200	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000	
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9652	1.0068	1.0983	1.0630	1.0341	1.0196	1.0833	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000	
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6997	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3991	0.7821	1.0000	
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0873	0.9902	0.9064	1.0654	0.8523	0.7838	0.5288	1.0000	
39	MOCC E	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6905	1.0000	
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0640	1.0687	1.0553	0.8310	1.0000	
41	MORROPE	0.9513	0.9148	1.0611	1.1244	1.1424	1.1751	0.8326	0.9687	1.0820	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0638	1.0613	1.0651	1.0168	0.9738	0.9485	0.9573	0.9761	0.9702	0.9891	0.8068	1.0000	
43	NAZA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0227	1.0000	
44	PACANQUILLA	0.9367	0.9290	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0148	1.0390	0.6863	1.0000	
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.9341	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9894	1.0000	
46	PATA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1386	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0489	1.0315	0.7241	1.0000	
47	PAMPACUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1548	1.1507	0.9423	0.7893	1.0677	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000	
48	PAMPAGALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0465	1.0748	1.1328	0.8288	1.0000	
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0638	1.0296	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8263	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0887	0.9404	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0665	0.9748	1.0193	0.8260	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	0.9748	1.0557	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9748	1.0028	0.6773	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0522	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7789	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.1082	1.0806	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7364	1.0000	
54	PLANCHON	1.0522	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000	
55	POMAHUAC A	0.9283	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.8476	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7063	1.0000	
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0885	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	1.0000	
57	POZO REDONDO	0.9285	0.8502	1.0219	1.0882	1.1022	1.0699	1.0885	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8482	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	0.9949	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8089	0.5874	1.1694	1.0582	1.2693	1.0728	1.0000	
59	QUIJILLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0872	0.8120	0.8670	0.9650	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000	
60	RUMICACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0848	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000	
61	SAN ANTON								1.1261	1.0659	0.9638	1.0837	0.8809	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0884	0.9730	0.9088	0.9405	0.9226	0.9675	0.8185	1.0000	
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1256	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9672	0.9531	1.0653	0.7560	1.0000	
64	SANTALUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000	
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0985	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9882	0.9876	0.9300	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMAY	1.0952	1.0572	1.0806	1.0634	1.0648	1.0634	0.9885	0.8150	1.0847	1.0532	1.0482	0.9283	1.0000	
67	SICUYAYI	1.0307	0.8251	1.0258	1.0855	1.1308	1.1029	0.9101	0.9101	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000	
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8366	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0048	1.0295	0.9294	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9536	1.0447	1.1068	1.0989	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8399	0.9612	0.8363	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9657	0.9170	1.0642	1.0883	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7356	1.0000	
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.1018	1.0406	1.0899	0.8685	0.8521	0.9794	0.9808	1.1159	0.9908	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0383	1.0948	1.0397	1.0254	1.0712	0.9899	0.9337	0.9674	1.0186	1.0481	0.7814	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0661	1.0857	1.0591	1.0235	0.9403	0.8386	0.9887	0.9666	0.9829	0.7404	1.	

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 B

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0640	1.0651	1.0703	1.1254	0.9831	0.9674	0.9655	0.9464	0.9429	0.9922	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9973	0.9623	0.9940	0.9697	0.9619	1.0066	1.0042	0.9920	1.0000
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0226	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9662	0.9628	0.9573	0.9513	0.9458	1.0000
5	AYAMRI	1.0277	1.0067	1.0635	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9605	0.9325	0.9466	0.9405	0.9935	1.0000
6	CAMANA	0.9670	0.9902	1.0410	1.0733	1.0904	1.0933	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.9325	1.0000
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0482	1.0284	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9561	0.9433	0.9563	1.0000
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0641	0.9962	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.9133	1.0000
9	CASARACRA	1.1128	1.0819	1.1121	0.9789	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9321	1.0674	0.9416	1.0000
10	CATAC	1.0638	1.0907	1.1606	1.0736	1.0719	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000
11	CASACANCHAS	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9562	0.9509	0.9196	0.7875	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9656	1.0091	1.0477	1.0441	1.0486	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	0.9741	1.0468	1.0614	1.0640	1.0533	0.9622	0.9411	0.9321	0.9569	0.9465	0.9488	0.9948	1.0000
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0227	1.0739	1.0586	1.0428	1.0427	0.9839	0.9836	0.9814	0.9469	0.9964	1.0000
15	CHILCA	0.9471	0.9781	1.0202	1.0429	1.0622	1.0651	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.9073	1.0000
16	CHULLQUI	0.9671	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9665	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1590	1.0509	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.9390	0.7396	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0609	1.0687	0.8375	0.8101	0.6629	1.0000
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9646	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9789	1.0900	0.9561	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1382	1.1610	1.0781	0.9789	0.9885	0.9222	0.9034	0.9483	0.9400	1.0885	1.0000
22	DESVIDALMOS	1.0670	1.0524	1.0607	1.0667	1.0520	1.0132	0.9887	0.9187	0.9394	0.9597	0.9400	0.8400	1.0000
23	DESVIDALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9662	1.0000	0.9940	0.9648	0.9656	1.0000
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0345	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0554	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8048	1.0000
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0482	1.0527	1.0371	0.9652	0.9989	0.9807	0.9610	0.7630	1.0000
27	HUACRAPUQUIO	0.9600	0.9011	0.9423	0.7943	1.1103	1.0254	0.9778	0.9778	0.9216	0.9065	1.1194	0.9334	1.0000
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0800	0.9387	0.9487	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000
29	ICA	0.9662	0.9944	1.0616	1.0471	1.0266	1.0647	1.0384	0.9804	0.9489	0.9382	1.0246	0.8883	1.0000
30	ILAVE	1.0287	0.9485	0.9680	1.0108	1.0332	1.0605	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000
31	ILO	1.0669	1.0487	1.0755	0.9887	1.0028	1.0433	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8448	1.0000
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9625	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000
33	LOMALARGA BAJA	0.9988	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0619	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7848	1.0000
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9805	0.9768	0.9344	0.9506	1.0380	1.0000
35	MACUSANI	1.0472	1.0567	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	0.9221	1.0000
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0223	1.0444	1.0695	1.0602	0.9893	0.9632	0.8165	1.0000
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0620	1.0660	1.0755	1.0200	1.0076	1.0345	0.9673	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0536	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8082	0.7510	0.6242	1.0000
39	MOCHE	0.9689	0.9880	1.0660	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9650	0.9950	0.9641	0.9485	0.6739	1.0000
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0664	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0000
41	MORROPPE	0.9653	0.9582	1.0108	1.0690	1.0482	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9634	0.7873	1.0000
42	MOYOBAMBA	1.0694	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0387	1.0279	0.9973	0.9794	0.9596	0.9575	0.9266	0.8100	1.0000
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0485	1.0636	1.0323	0.9901	0.9929	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9886	0.9510	0.9634	0.9504	0.9933	1.0005	1.0000
46	PATTA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0623	1.1406	1.0673	0.9480	0.9388	0.8388	0.7955	1.0000
47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.9790	0.8946	0.8184	1.0000
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0637	1.0554	1.0345	1.0078	0.9902	0.9332	0.9554	0.9487	0.9377	0.8104	1.0000
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0631	1.0606	1.0664	1.0201	0.9988	0.9473	0.9723	0.7723	0.7828	0.8073	1.0000
50	PATRUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9509	0.9448	0.9382	0.9068	0.7907	1.0000
51	PEDRO RUIZ	1.0896	1.0270	1.0141	1.0485	1.0091	0.9897	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.9388	0.8808	1.0000
52	PICHIRHUA	1.0749	1.0717	1.0821	1.0739	1.0482	1.0267	0.9976	0.9372	0.9528	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000
53	PIURA SULLANA	0.9777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9838	0.9711	0.9383	0.7840	1.0000
54	PLANCON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8876	0.9470	0.7937	1.0000
55	POMAHUACA	1.0921	1.0381	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9381	0.9081	0.9596	0.9808	0.9438	0.8048	1.0000
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9963	0.9762	0.9386	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000
57	POCO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0306	1.3088	1.1504	0.9881	0.9410	0.9238	0.8668	0.9106	0.9502	1.0000
59	QUIULLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9609	0.9786	0.9979	1.1238	0.9767	1.0000
60	RUMIC HACA	1.0618	1.0263	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0000
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9907	1.0325	0.9682	1.0000
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1793	1.1125	1.1375	1.0687	1.2293	0.8982	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2280	1.1596	1.0889	0.9817	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0663	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9385	0.9206	0.7987	1.0000
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0639	0.9886	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000
66	SERPENTIN DE PASAMA	1.0230	1.0047	1.0391	1.0480	1.0344	1.0190	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000
68	SOCOS	1.0635	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9651	0.9911	0.9563	1.0190	0.9776	1.0000
69	TAMBORANDE	0.9981	0.7820	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9196	0.7364	1.0000
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0638	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9683	0.9389	0.9286	0.9780	0.9895	1.0221	1.0081	1.0000
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0638	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0285	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9217	0.9488	0.9781	0.9745	0.8942	0.8352	1.0000
74	VARIANTE DE PASAMA	0.9887	0.9310	0.9776</										





TIPO DE VEHICULO		IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P.	f IMDA
		2023	EJE	LLANTAS	EJE Tn	FLEXIBLE	FLEXIBLE
VEHICULO SLIGEROS	Autos	12.07	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00636025
		12.07	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00636025
	S. Wagon	5.03	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0026501
		5.03	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0026501
	Pick Up	11.06	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00583023
		11.06	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00583023
	Panel	0.00	SIMPLE	2	1	0.000527	0
		0.00	SIMPLE	2	1	0.000527	0
	Rural	6.03	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00318012
		6.03	SIMPLE	2	1	0.000527	0.00318012
Micros	0.00	SIMPLE	2	1	0.000527	0	
	0.00	SIMPLE	2	1	0.000527	0	
OMNIBUS	2E	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
	3E	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	TANDEM	6	16	1.365945	0
	4E	0.00	TANDEM	4	14	2.196447	0
		0.00	TANDEM	6	16	1.365945	0
CAMIÓN	2E	4.05	SIMPLE	2	7	1.265367	5.12675992
		4.05	SIMPLE	4	11	3.238287	13.1202434
	3E	4.05	SIMPLE	2	7	1.265367	5.12675992
		4.05	TANDEM	8	18	2.019213	8.18104523
	4E	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	TRIDEM	10	23	1.508184	0
	2S1	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
	2S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
SEMITRAY LERS		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0
	2S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	TRIDEM	12	25	1.706026	0
	3S1	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
	3S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0
	>=S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
	0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0	
	0.00	TRIDEM	12	25	1.706026	0	
TRAYLERS	2T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
	2T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0
	3T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0
	>=3T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265367	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0
	0.00	SIMPLE	4	11	3.238287	0	
	0.00	TANDEM	8	18	2.019213	0	

- Hallamos el Factor Ponderado mediante la siguiente tabla que nos da la DG 2018:

$$FP = 0.50$$

**Cuadro 6.1**  
**Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

- Hallamos la Tasa de Crecimiento de Vehículos pesados mediante la siguiente tabla que nos da la DG 2018:

$$r = 1.29$$

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados</b>	
	<b>PBI</b>
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

- Hallamos el Factor  $Fca$  de vehículos pesados mediante la fórmula:

$$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} = 22.65$$

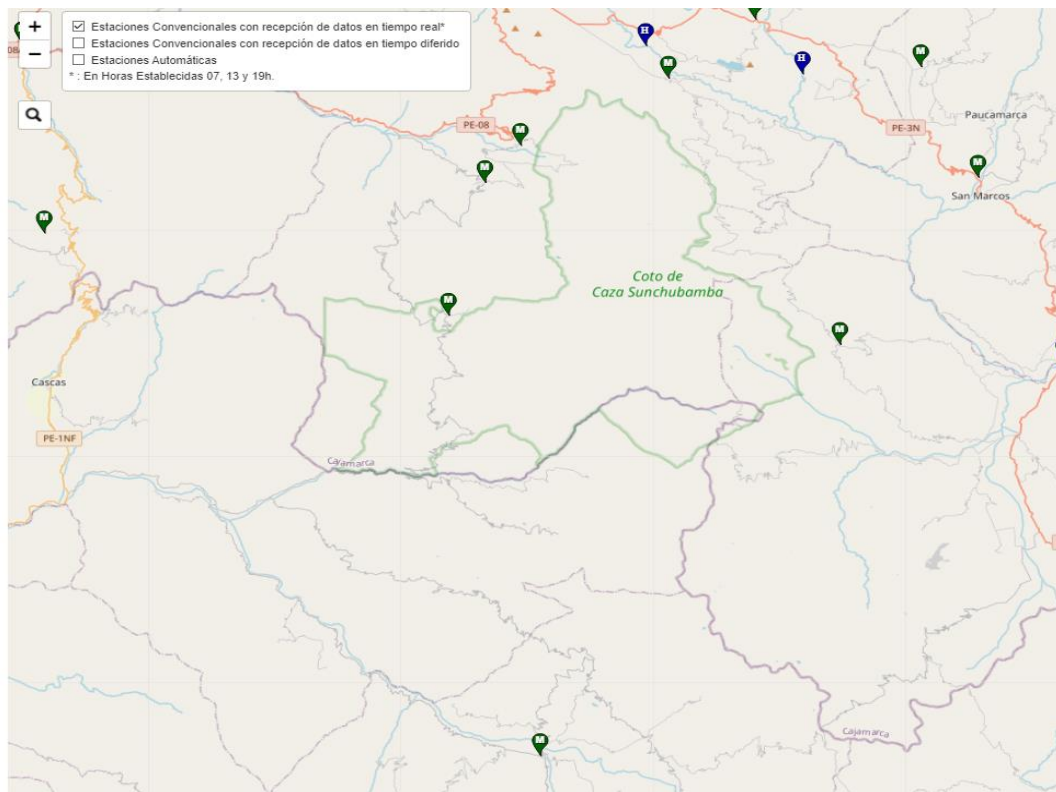
- Trabajaremos con una Vida útil de Pavimento de  $n = 20$  años.
- Con todos los parámetros anteriores, calculamos el Número de Ejes Equivalentes, mediante la siguiente fórmula:

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

$$ESAL = 130.594$$

#### Anexos 4.4. Estudio hidrológico

Estaciones usadas Senamhi



Intensidades de Precipitaciones mediante la Distribución de Gumbel, de la Estación de Cospán, para determinar el Caudal Máximo en Cunetas y Alcantarillas.

## **Anexo 4.5. Procedimiento del diseño geométrico de la carretera**

Para el Diseño en planta de la carretera se utilizó la DG2018, considerando parámetros de diseño de una carreta de tercera clase.

### **4.5.1. Diseño Geométrico en planta**

Este proyecto consiste en realizar el diseño de infraestructura vial del tramo San Jorge-Farrat, distritos de Cospán y Sayapullo, departamentos de Cajamarca y La Libertad. El diseño en planta y perfil se hizo en el software Civil 3D, pero con anterioridad fue necesario realizar estudios previos como: Estudios topográficos y un estudio de tráfico de la actual vía, con el objetivo de conseguir la orografía del terreno y la cantidad de vehículos que transitan, para luego clasificar el terreno y la categoría a la cual pertenece la carretera.

Según la Norma DG-2018, las carreteras se clasifican:

#### **Por su transitabilidad:**

- Carretera sin Afirmar: Son las que están construidas hasta el nivel de subrasante.
- Carretera Afirmada: Son las vías donde sobre la subrasante se coloca una o más capas de afirmado y los vehículos pueden transitar todo el año.
- Carretera Pavimentada: Es aquella que sobre la subrasante se coloca una mezcla asfáltica (flexible) u cemento Portland (rígido).

En este proyecto consideramos una **carretera afirmada**, sin embargo, para darle mayor soporte, se adicionará un micropavimento de 3cm.

#### **Por su Demanda:**

En función de los servicios que deban prestar, es decir, la cantidad de tráfico que soportarán, la vía tendrá características geométricas



suficientes según el siguiente diseño estandarizado. para esto se tuvo en cuenta el estudio de tráfico realizado:

Visualizamos las tablas del estudio de tráfico realizado y la tabla según la clasificación de carretas por demanda del manual de Diseño Geométrico 2018.

Tipos de vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	12	30.2%
Station wagon	5	12.6%
Camioneta pick Up	11	27.7%
Combi Rural	5	12.6%
Camión 2E	4	9.6%
Camión 3E	3	7.2%
<b>TOTAL, IMD</b>	<b>40</b>	<b>100.0%</b>

Tipo	Descripción	
<b>Autopistas de Primera Clase</b>	<b>IMDA</b>	Mayor a 6000 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6 m. Cada calzada debe contar con 2 o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo.
	<b>Control de acceso</b>	Total (Ingresos y salidas) que proporciona flujos vehiculares continuos, sin cruce o pasos a nivel y con puente peatonal en zonas urbanas.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada
<b>Autopistas de Segunda Clase</b>	<b>IMDA</b>	Entre 6000 y 4001 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6 hasta 1 m (se instalara un sistema de contención vehicular) Cada calzada debe contar con 2 o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo.

	<b>Control de acceso</b>	Parcial (Ingresos y salidas) que proporciona flujos vehiculares continuos, pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y con puente peatonal en zonas urbanas.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada
<b>Carreteras de Primera Clase</b>	<b>IMDA</b>	Entre 4001 y 2001 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzada de 2 carriles de 3.60m de ancho como mínimo.
	<b>Control de acceso</b>	Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel, así mismo para zonas urbanas se recomienda contar con puentes peatonales o con dispositivos de seguridad vial.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada
<b>Carreteras de Segunda Clase</b>	<b>IMDA</b>	Entre 2000 y 400 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzada de 2 carriles de 3.30m de ancho como mínimo.
	<b>Control de acceso</b>	Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel, así mismo para zonas urbanas se recomienda contar con puentes peatonales o con dispositivos de seguridad vial.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Debe ser pavimentada
<b>Carreteras de Tercera Clase.00</b>	<b>IMDA</b>	Menores a 400 veh/día
	<b>Calzada</b>	Calzada de 2 carriles de 3.00m de ancho como mínimo.

		De manera excepcional podrán tener carriles hasta de 2.50m, contando con un sustento técnico.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Pueden funcionar con soluciones básicas o económicas, aplicando estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos. Al ser pavimentada debe cumplir con las condiciones geométricas mencionadas en las carreteras de segunda clase.
<b>Trochas Carrozables</b>	<b>IMDA</b>	Vías que no alcanzan las características geométricas. Menor a 200 veh/día
	<b>Calzada</b>	4.00 m de ancho mínimo. Para este caso se construirán Plazoletas de cruce, por lo menos cada 500m.
	<b>Superficie de Rodadura</b>	Puede ser afirmada o sin afirmar.

Fuente: Manual de Carreteras – DG 2018

Podemos observar de las tablas anteriores del estudio de tráfico realizado se ha obtenido un **IMD** de 40 veh/día, que en el DG 2018 correspondería a una demanda vehicular para una trocha carrozable, pero para este proyecto en específico se tomaron los parámetros para una la carretera de tercera clase, puesto que no existen parámetros bien definidos en este manual del MTC para el diseño geométrico de una trocha carrozable.

### **Por orografía del terreno**

En función a la orografía, se tomará en cuenta la orografía predominante del terreno. Para ello tendremos en cuenta el estudio topográfico

Tipo	Descripción	
Terreno plano (tipo 1)	Pendiente transversal al eje de la vía	Menores o iguales al 10%
	Pendiente longitudinal	Menores 3%
	Movimiento de tierras	Mínimo; por lo que no presente dificultades en su trazo.
Terreno ondulado (tipo 2)	Pendiente transversal al eje de la vía	Entre 11% y 50%
	Pendiente longitudinal	Entre 3% y 6%
	Movimiento de tierras	Moderado; permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios sin mayor dificultad en el trazo.
Terreno accidentado (tipo 3)	Pendiente transversal al eje de la vía	Entre 51% y 100%
	Pendiente longitudinal	Entre 6% y 8%
	Movimiento de tierras	Requiere movimiento de tierra, razón por la cual presenta dificultades en su trazo.
Terreno escarpado (tipo 4)	Pendiente transversal al eje de la vía	Superiores al 100%
	Pendiente longitudinal	Superiores al 8%
	Movimiento de tierras	Movimiento máximo de tierra, presenta grandes dificultades en su trazo.

Del plano topográfico se obtuvo las pendientes transversales para determinar el tipo de orografía más predominante:

ZONA	COTA		DIFERENCIA	DISTANCIA	PENDIENTE	OROGRAFÍA	TIPO
	SUPERIOR	INFERIOR	COTAS	(m)	(%)		
1	1290	1280	10.00	18.99	52.66	ACCIDENTADA	3
2	1270	1260	10.00	19.72	50.71	ONDULADA	2
3	1285	1275	10.00	18.10	55.24	ACCIDENTADA	3
4	1270	1265	5.00	9.01	55.52	ACCIDENTADA	3
5	1270	1260	10.00	21.47	46.57	ONDULADA	2
6	1270	1260	10.00	16.29	61.37	ACCIDENTADA	3
7	1285	1260	25.00	41.08	60.85	ACCIDENTADA	3
8	1270	1255	15.00	46.14	32.51	ONDULADA	2
9	1265	1260	5.00	4.35	115.06	ESCARPADA	4
10	1270	1260	10.00	5.65	177.03	ESCARPADA	4
11	1270	1260	10.00	14.32	69.85	ACCIDENTADA	3
12	1280	1275	5.00	6.20	80.67	ACCIDENTADA	3
13	1285	1275	10.00	12.90	77.51	ACCIDENTADA	3
14	1290	1280	10.00	8.11	123.37	ESCARPADA	4
15	1305	1290	15.00	14.35	104.55	ESCARPADA	4
16	1305	1295	10.00	13.74	72.80	ACCIDENTADA	3
17	1340	1320	20.00	26.18	76.39	ACCIDENTADA	3
18	1350	1325	25.00	33.58	74.45	ACCIDENTADA	3
19	1355	1345	10.00	13.80	72.48	ACCIDENTADA	3
20	1375	1360	15.00	17.84	84.09	ACCIDENTADA	3
21	1430	1400	30.00	52.99	56.61	ACCIDENTADA	3
22	1450	1435	15.00	35.34	42.45	ONDULADA	2
23	1490	1485	5.00	11.30	44.25	ONDULADA	2
24	1500	1490	10.00	15.48	64.62	ACCIDENTADA	3
25	1505	1495	10.00	12.50	79.97	ACCIDENTADA	3
26	1545	1534	11.00	138.89	7.92	PLANA	1
27	1555	1540	15.00	37.03	40.51	ONDULADA	2
28	1590	1570	20.00	34.44	58.07	ACCIDENTADA	3
29	1585	1575	10.00	19.23	51.99	ACCIDENTADA	3
30	1585	1570	15.00	31.31	47.91	ONDULADA	2

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos de la tabla, realizamos una estadística para determinar cuál es el tipo de orografía más predominante en este proyecto.

ESTADÍSTICA			
N°	TIPO	# VECES	%
1	LLANO	1	3.33
2	ONDULADO	7	23.33
3	ACCIDENTADO	18	60
4	ESCARPADO	4	13.33
	<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia



De la estadística realizada determinamos que el tipo de orografía predominante es el **accidentada de tipo 3**, con un pendiente transversal promedio de 60%.

#### 4.5.2 PARÁMETRO DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

##### ➤ VELOCIDAD DE DISEÑO.

Es aquella velocidad escogida para el diseño el cual te va a garantizar mantener esa seguridad y comodidad sobre una sección determinada de la carretera.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: Manual de Carreteras

De la tabla anterior visualizamos que par nuestro proyecto estamos considerando una orografía accidentada con una velocidad de diseño de 30 km/h.

## ➤ Tramos en Tangente

Una vez ya obtenida la velocidad de diseño, se tenía que definir las longitudes de nuestros tramos en tangente, las cuales estaban dentro de un rango de “Lmin” ( longitud mínima) a “Lmax”( longitud máxima); siempre teniendo en cuenta que para el caso de las longitudes mínimas su valor dependería si en dicho tramo en tangente se presentaba alguna curva S esta se representaría como “Lmin.s” y si se presentase alguna curva del mismo sentido se representaría como “Lmin.o”.

V (Km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L max (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: DG 2018

Para nuestro proyecto usaremos una longitud mínima de tangentes curvas S de 42 metros y una tangente mínima de 84 metros para curvas del mismo sentido.

CUADRO DE ALINEAMIENTOS - SEGMENTOS EN TANGENTE					
Nº	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	RUMBO	P.I. (INICIO)	P.I. (FINAL)
L1	Carretera	25.38	N70° 48' 18.69"E	(773730.00E,9163909.00N)	(773753.97E,9163917.34N)
L2	Carretera	154.21	S85° 21' 03.19"E	(773778.56E,9163920.48N)	(773932.26E,9163907.98N)
L3	Carretera	80.70	S71° 51' 13.41"E	(773989.86E,9163896.37N)	(774066.55E,9163871.24N)
L4	Carretera	181.99	S82° 57' 15.84"E	(774113.75E,9163860.69N)	(774294.36E,9163838.37N)
L5	Carretera	202.93	N73° 22' 00.21"E	(774376.14E,9163845.23N)	(774570.59E,9163903.32N)
L6	Carretera	22.76	N57° 43' 24.20"E	(774595.36E,9163914.58N)	(774614.61E,9163926.74N)
L7	Carretera	43.31	N88° 22' 42.63"E	(774629.60E,9163940.22N)	(774636.01E,9163948.30N)
L8	Carretera	19.39	N43° 43' 45.72"E	(774636.01E,9163948.30N)	(774649.41E,9163962.31N)
L9	Carretera	45.37	N1° 06' 17.23"E	(774653.56E,9163972.39N)	(774653.98E,9163993.75N)
L10	Carretera	52.18	N13° 55' 57.06"E	(774751.13E,9164058.76N)	(774763.69E,9164109.40N)
L11	Carretera	43.34	N13° 55' 57.06"E	(774763.69E,9164109.40N)	(774771.72E,9164141.77N)
L12	Carretera	43.27	N89° 09' 22.77"E	(774783.43E,9164165.21N)	(774798.76E,9164184.03N)
L13	Carretera	44.97	N4° 35' 18.05"W	(774804.29E,9164201.81N)	(774802.61E,9164222.72N)
L14	Carretera	43.07	S68° 50' 21.85"E	(774816.19E,9164232.84N)	(774826.51E,9164228.85N)
L15	Carretera	53.57	N64° 11' 20.10"E	(774858.37E,9164230.14N)	(774906.59E,9164253.47N)

### ➤ Curvas horizontales

Para el diseño de estos elementos en forma de arco de círculo fue necesario conocer la ubicación de la vía (urbana o rural), la velocidad de diseño, el peralte máximo y el coeficiente de fricción transversal; para así permitir que la unión de los tramos tangentes sea cumpliendo las condicionantes de comodidad y seguridad.

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.1	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
Área rural (plano u ondulado)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667	670
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105	105
	70	12.00	0.14	148.4	150

80	12.00	0.14	193.8	195
90	12.00	0.13	255.1	255
100	12.00	0.12	328.1	330
110	12.00	0.11	414.2	415
120	12.00	0.09	539.9	540
130	12.00	0.08	665.4	665

Fuente: DG 2018

En nuestro caso consideramos según el manual un radio mínimo de curva equivalente a 25 metros. Por razones de seguridad y comodidad, los radios de curvatura horizontal mínimos son aquellos que pueden conducir a la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte. El cálculo utiliza la siguiente fórmula:

$$R_{\text{mín}} = \frac{v^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}}.)}$$

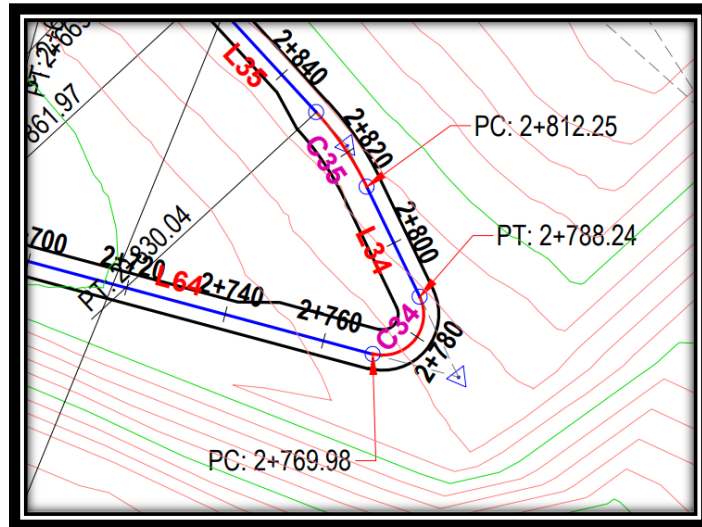
#### ➤ **Curvas de volteo**

Con el alineamiento horizontal ya avanzado, en aquellos casos en que las pendientes excedían su valor máximo permitido, fue conveniente hacer el uso de las curvas de volteo, ya que estas permitieron realizar ese cambio de cota sin necesidad de sobrepasar ese valor máximo de pendiente, considerando además que no se podía trazar otra ruta ya que no se contaba con la data del levantamiento por donde pasaría esa otra posible ruta.

Radio Interior R1 (m)	Radio exterior Mínimo Re (m), según maniobra prevista		
	S2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75	18.75	20.50
12.0	18.25	20.50	22.25
15.0	21.00	23.25	24.75
20.0	26.00	28.00	29.25

Fuente: DG 2018

Para salvar zonas con cambios de cota y sectores de difícil acceso: En este proyecto se consideró el **radio mínimo interior de 6m** y en **radio exterior de 16 metros**.



Fuente: Elaboración Propia.



Se obtuvo el siguiente cuadro de curvas y elementos de Cambio de alineación

N°	DESCRIPCIÓN	RADIO (m)	LONG. (m)	RUMBO	P.C.	P.C. (E,N)	P.T.	P.T. (E,N)	SUB TANGENTE (m)	ANG. DEFLEXIÓN	L. CUERDA (m)
C1	Carretera	60	24.97	N82° 43' 37.75E"	0+025.38	(773753.97E,9163917.34N)	0+050.35	(773778.56E,9163920.48N)	12.67	23°50'38.12";24.79"	1.29
C2	Carretera	250	58.89	S78° 36' 08.30E"	0+204.56	(773932.26E,9163907.98N)	0+263.45	(773989.86E,9163896.37N)	29.58	13°29'49.78";58.76"	1.73
C3	Carretera	250	48.44	S77° 24' 14.62E"	0+344.16	(774066.55E,9163871.24N)	0+392.60	(774113.75E,9163860.69N)	24.29	11°06'02.43";48.36"	1.17
C4	Carretera	200	82.65	N85° 12' 22.19E"	0+574.58	(774294.36E,9163838.37N)	0+657.24	(774376.14E,9163845.23N)	41.93	23°40'43.95";82.07"	4.25
C5	Carretera	100	27.3	N65° 32' 42.21E"	0+860.17	(774570.59E,9163903.32N)	0+887.47	(774595.36E,9163914.58N)	13.74	15°38'36.02";27.22"	0.93
C6	Carretera	60	14.03	N51° 01' 36.54E"	0+911.51	(774615.69E,9163927.42N)	0+925.54	(774626.56E,9163936.22N)	7.04	13°23'35.30";13.99"	0.41
C7	Carretera	25	18.81	N22° 46' 17.74E"	0+954.00	(774646.45E,9163956.58N)	0+972.81	(774653.57E,9163973.52N)	9.88	43°07'02.31";18.37"	1.75
C8	Carretera	25	33.78	N39° 55' 14.75E"	0+991.96	(774653.97E,9163992.66N)	1+025.74	(774674.04E,9164016.64N)	20.03	77°24'56.33";31.27"	5.49
C9	Carretera	50	56.46	N46° 16' 49.99E"	1+065.62	(774713.13E,9164024.50N)	1+122.08	(774751.81E,9164061.48N)	31.67	64°41'45.85";53.51"	7.76
C10	Carretera	60	26.41	N26° 32' 39.92E"	1+204.79	(774771.72E,9164141.77N)	1+231.21	(774783.43E,9164165.21N)	13.42	25°13'25.71";26.20"	1.45
C11	Carretera	25	22.2	N13° 43' 09.31E"	1+253.62	(774797.59E,9164182.59N)	1+275.82	(774802.68E,9164203.45N)	11.89	50°52'26.93";21.48"	2.42
C12	Carretera	16	32.79	N50° 54' 38.40E"	1+288.36	(774800.13E,9164215.73N)	1+321.15	(774820.81E,9164232.52N)	28.97	125°15'25.11";26.64"	8.1
C13	Carretera	40	35.44	N88° 09' 30.41E"	1+328.95	(774827.96E,9164229.41N)	1+364.39	(774862.24E,9164230.51N)	18.98	50°45'41.09";34.29"	3.86
C14	Carretera	40	25.43	N44° 34' 03.48E"	1+415.16	(774907.38E,9164253.73N)	1+440.58	(774924.93E,9164271.54N)	13.16	36°25'12.77";25.00"	2
C15	Carretera	40	16.2	N37° 57' 27.69E"	1+461.68	(774934.29E,9164290.44N)	1+477.87	(774944.19E,9164303.13N)	8.21	23°12'01.18";16.09"	0.82
C16	Carretera	20	38.72	S74° 59' 07.32E"	1+504.69	(774964.59E,9164320.52N)	1+543.40	(774996.42E,9164311.99N)	29.05	110°54'48.80";32.95"	8.66
C17	Carretera	25	31.07	S55° 08' 03.19E"	1+557.41	(775001.10E,9164298.79N)	1+588.48	(775024.98E,9164282.15N)	17.9	71°12'40.54";29.11"	4.67
C18	Carretera	150	41.04	S82° 54' 09.79E"	1+607.52	(775044.02E,9164282.39N)	1+648.55	(775084.61E,9164277.34N)	20.65	15°40'27.32";40.91"	1.4
C19	Carretera	25	45.68	N52° 35' 13.67E"	1+662.06	(775097.66E,9164273.86N)	1+707.74	(775129.11E,9164297.91N)	32.4	104°41'40.39";39.59"	9.73
C20	Carretera	40	21.46	N15° 36' 21.54E"	1+786.32	(775129.43E,9164376.49N)	1+807.78	(775135.14E,9164396.91N)	10.99	30°43'56.11";21.20"	1.43
C21	Carretera	16	35.55	S81° 07' 44.47E"	1+818.86	(775140.84E,9164406.41N)	1+854.41	(775168.30E,9164402.12N)	36.94	135°47'51.88";27.80"	9.36
C22	Carretera	30	6.66	S19° 35' 12.09E"	1+872.09	(775172.35E,9164384.90N)	1+878.75	(775174.58E,9164378.64N)	3.34	12°42'47.13";6.64"	0.18
...	....	...	...	...	...	....	...	...	...	...	...
C61	Carretera	25	20.21	N0° 13' 50.24W"	5+374.72	(776929.64E,9164860.53N)	5+394.93	(776929.56E,9164880.19N)	10.69	46°19'11.64";19.66"	2.01

Fuente. Elaboración propia

#### 4.5.3 PARÁMETRO DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

##### ➤ Diseño Geométrico en perfil

Este procedimiento sirvió para diseñar el alineamiento vertical de la vía, la cual estuvo conformado por rectas que se conectaron a parábolas verticales.

##### ➤ Pendiente

El valor de la pendiente que se escogió estaba dentro de un rango. En el caso del valor de **pendiente mínima** se tuvo en cuenta el valor establecido de **0.5%** para así conseguir una correcta y completa evacuación de las aguas superficiales. En cuanto a la **pendiente máxima** se consideró la velocidad de diseño y la clasificación por demanda, dicho valor fluctúa alrededor de los **12% máx.**

Tabla 303.01  
Pendientes máximas (%)

Demanda Vehículos/día	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																			9.00	8.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00			8.00	8.00
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

En cuanto al valor máximo se consideró la velocidad de diseño y la clasificación por demanda, dicho valor fluctúa alrededor de los 12% máx. puesto que esto nos permite la norma en casos excepcionales por estar a una altitud menor a 3000 m.s.n.m.

➤ **Curva vertical**

En los casos en que la diferencia de pendientes entre dos tramos rectos fue mayor a 1%, fue necesaria la implementación de estos elementos parabólicos que a su vez son gobernados por el índice de curvatura “K”. El valor de K que se escogió dependió de la velocidad de diseño y de la distancia de velocidad de parada.

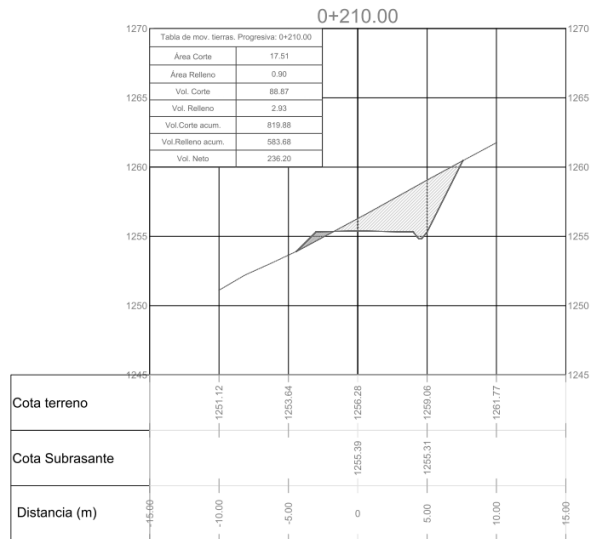
Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.5.4 PARÁMETRO DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE SECCIÓN TRANSVERSAL

➤ **Diseño transversal**

Este procedimiento sirvió para poder diseñar los componentes que son visibles solo si establecemos cortes transversales imaginarios al alineamiento horizontal de la vía, los cuales cuentan con información suficiente para visualizar los puntos de corte y relleno, así como la sección de la vía.




Fuente: Elaboración Propia.

### ➤ Calzada

La dimensión elegida en los tramos rectos fue de acuerdo a la clasificación por demanda de la vía; mientras que, en las curvas horizontales y curvas de volteo, a esa dimensión elegida se le adiciono el sobrecancho correspondiente:

Ancho mínimo según la para velocidades de diseño.

Clasif.	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6000				6000 - 4001				4000 - 20001				2000 - 400				< 400			
Veh/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Orogr.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Vel. de diseño																				
30 km/h																			6.00	6.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	6.60		
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.00		
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			



➤ **Peralte**

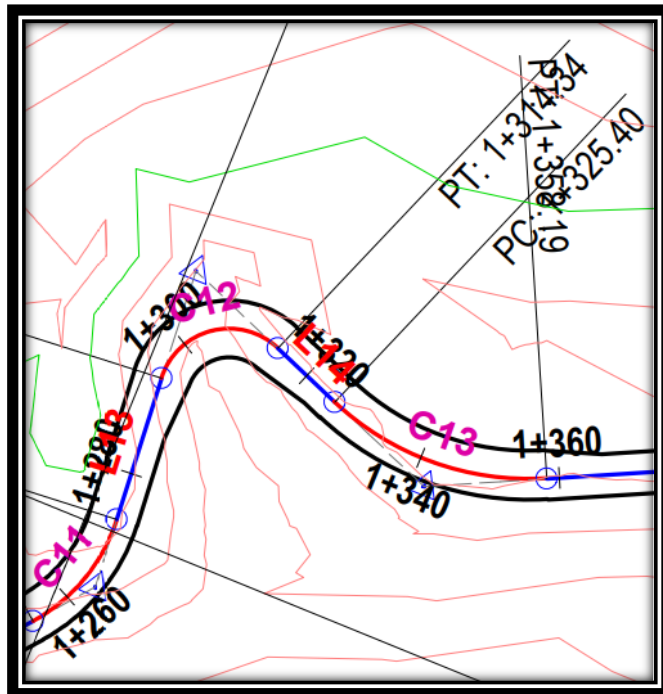
Para la determinación de este paramento se tuvo en cuenta la ubicación de la vía en cuanto si era zona urbana o rural.

Tipo de peraltes según la zona de ejecución.

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		ver figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente: DG 2018

Dichos peraltes se usaron para salvar zonas donde evitar la invasión de carril contrario:



Fuente: Elaboración propia

➤ **Bombeo**

Se denomina bombeo a las inclinaciones transversales mínimas que deben tener las calzadas. El bombeo depende del tipo de superficie operativa y la cantidad de precipitación en el sitio de estudio.

Valores de Bombeo de la calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018

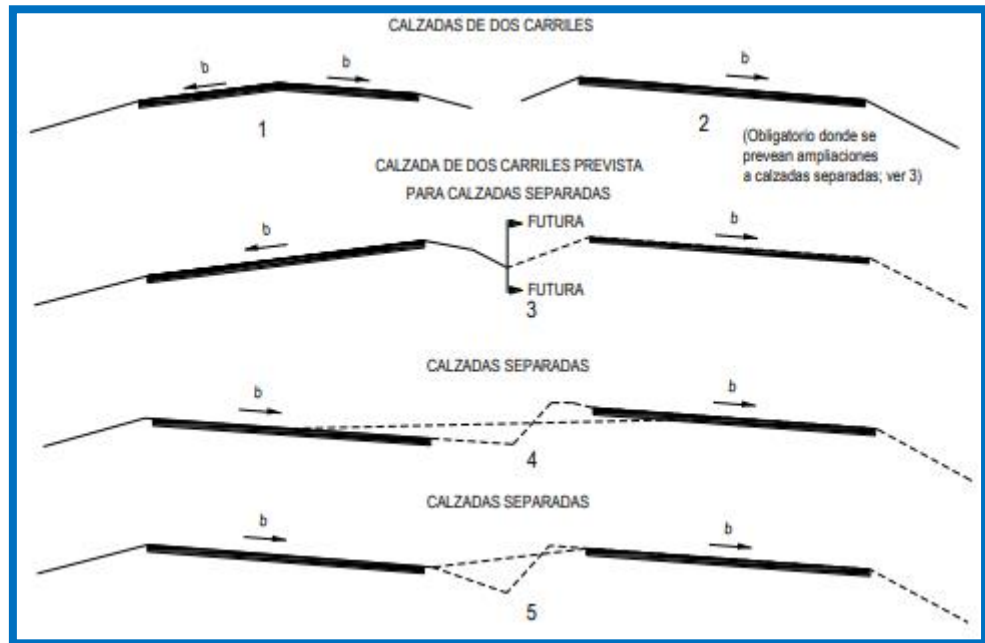
Así mismo, el bombeo se puede realizar de diversas formas, según el tipo de carretera y la forma en que se evalúe el área de agua, por ejemplo:

La inclinación de las dos aguas comienza desde el centro del camino hasta el borde.

Una sola agua, cuando un borde de la carretera está sobre el otro. Esto se usa para resolver la pendiente lateral mínima, especialmente entre curvas en la misma dirección.

Para nuestro proyecto utilizaremos un **bombeo de 2.5%**.

**Figura N° 5: Casos de bombeos.**



Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018

➤ **Taludes**

Para las inclinaciones de los taludes en zona de corte fue necesario saber la altura de corte del talud, así como el material por el que estaba conformado el futuro talud.

**Tabla 1** Alturas de corte y taludes.

Clasificación de material de corte	Roca fija	Roca suelta	Material		
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
<5 m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
5-10 m	1:10	1:4 - 1:2	1:1	1:1	*
>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: Elaboración Propia.

Para las inclinaciones de los taludes en zona de relleno fue necesario saber la altura del talud, así como el material por el que estaba conformado el futuro talud.

**Tabla 2:**Alturas de corte y taludes.

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:2.25	1:1.5

#### 4.5.5 DISEÑO DE CARPETAS DE RODADURA

Para el diseño del pavimento se realizarán los siguientes pasos como nos recomienda el “MANUAL DE CARRETERAS” SUELOS, GEOLOGIA GEOTECNIA Y PAVIMENTOS”:

➤ **TIPO DE TRÁFICO:**

Según nuestro estudio de tráfico obtenemos un ESAL de 130 594 EE.

**Si  $W_{18} = 130\ 594\ EE.$  →  $75000\ EE > T_{P0} \leq 150000\ EE.$**

**$T_{P0} \approx W_{18}$**

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
$T_{P0}$	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
$T_{P1}$	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
$T_{P2}$	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
$T_{P3}$	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
$T_{P4}$	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

**FUENTE: MANUAL DE CARRETERAS” SUELOS, GEOLOGIA GEOTECNIA Y PAVIMENTOS**

Como se aprecia en la figura anterior el tipo de tráfico según nuestro rango de EE obtenido pertenece a un Tipo de Tráfico  $T_{P0}$ .

- **CATEGORIA DE SUBRASANTE.** Según nuestro EMS, en este proyecto el CBR es de 38%.

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Comparando nuestro CBR con el cuadro del Manual la subrasante es clasificado como excelente ya que el CBR es mayor al 30%.

- **PERIODO DE DISEÑO**

El periodo de diseño será de 10 años en una solo etapa.

- **VARIABLES**

**a. Estudio de Tráfico.** según este estudio nuestro w18: 130 594 EE.

**b. Modulo resiliente (Mr.)** Para ello utilizaremos la siguiente fórmula del MTC:

$$\text{CBR} = 38\%$$

$$Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

$$Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64} = 26209.12 \text{ psi.}$$



c. **Nivel de Confiabilidad (%R):** Para ello ingresamos en el cuadro con el tipo de tráfico  $T_{P0}$ .

**Cuadro 12.6**  
**Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P0}$	75,000	150,000	65%
	$T_{P1}$	150,001	300,000	70%
	$T_{P2}$	300,001	500,000	75%
	$T_{P3}$	500,001	750,000	80%
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	85%
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	85%
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	85%
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	90%
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	90%
	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	90%
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	90%
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	95%
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	95%
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	95%
	$T_{P15}$		>30'000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Según el  $T_{P0}$ , el nivel de confiabilidad(R) para una sola etapa de diseño de 10 años es del 65%.

d. **Coficiente Estadístico de la Desviación Estándar normal ( $Z_r$ ).** Para ello ingresamos en el cuadro con el tipo de tráfico  $T_{P0}$ .

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.262
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	-1.262
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	-1.262
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	-1.262
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	-1.645
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	-1.645
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	-1.645
T <sub>P15</sub>		>30,000,000	-1.645	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Según el T<sub>P0</sub>. Coeficiente Estadístico de la desviación Estándar normal (Zr) para una sola etapa de diseño de 10 años es **Zr=-0.385**

**e. Desviación Estándar Combinada (S<sub>0</sub>).** Según el manual se recomienda adoptar una Desviación Estándar Combinada comprendidos entre 0.40 y 0.50. en este caso adoptaremos el valor de 0.45.

$$S_0 = 0.45$$

**f. Índice de Serviciabilidad.**

**Índice de Serviciabilidad Inicial (P<sub>i</sub>).** Para ello ingresamos en el cuadro con el tipo de tráfico T<sub>P1</sub>. ya que s el tráfico mínimo a considerar.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	3.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.00
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.00
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.00
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.00
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.00
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.00
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.00
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.20
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.20
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.20
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	4.20

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Según el T<sub>P1</sub>, El Índice de Serviabilidad Inicial para un tipo de vía recientemente construida es **3.80**

**Índice de Serviabilidad Final o Terminal (PT).** Para ello ingresamos en el cuadro con el tipo de tráfico T<sub>P1</sub>. ya que s el tráfico mínimo a considerar.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Según el  $T_{P1}$ , el Índice de Serviciabilidad terminal para un tipo de vía recientemente construida es **2**.

➤ **NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO.**

Para ello reemplazamos los valores anteriormente obtenidos en la formula:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07.$$

$$SN = 1.265$$

➤ **DETERMINACION DE ESPESORES DE CAPAS.**

Para determinar los espesores de capas se debe considerar lo siguiente:

**a. Coeficiente Estructural.**

Para ello ingresamos en el cuadro con el tipo de componente estructural del pavimento que se requiere, tomando también en cuenta las observaciones para cada caso.

**Cuadro 12.13**  
**Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento  $a_i$**

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_i$ (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	$a_1$	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25 mm	$a_1$	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

- ✓ Del cuadro anterior el coeficiente de nuestra capa superficial de micropavimento de 25 mm, le corresponde el valor de 0.130/cm.
- ✓ Del cuadro anterior el coeficiente de nuestra Base, le corresponde el valor de 0.052/cm.



**b. Coeficiente de drenaje.**

Para este caso se considerará el coeficiente de drenaje de 1 (m1), ya que la calidad de drenaje es buena y supera el 25 % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación.

**Cuadro 12.15**  
**Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje  $m_1$**   
**Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles**

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

**c. Espesores Mínimos para Micropavimento.** Para ello analizamos la tabla siguiente:

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	TP4	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Del cuadro podemos observar que los valores mínimos para un  $T_{P1}$ . El micropavimento será de 25 mm y la base granular de 20 cm.

➤ **CÁLCULOS PARA DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPA.**

a. **PROPUESTA DE ESPESORES DE PAVIMENTO:** En este caso consideraremos un espesor de micropavimento de 2.5 cm y una base granular de 20cm y el espesor de la Subbase se considerará cero ya que es una subrasante excelente.

b. **Cálculo de Número Estructural Propuesto:** Para ello se utiliza el método de tanteo y se debe cumplir que el **SNR requerido** sea menor que el **SNR propuesto**.

Reemplazando valores tenemos:

$$\text{SNR} = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

$$\text{SNR} = 0.130 \cdot 2.5 + 0.052 \cdot 20 \cdot 1 + 0$$

$$\text{SNR} = 1.365.$$

➤ **COMPRACIÓN DE SNR Y PROPUESTA FINAL.**

Al comparar el SNR requerido y el SNR propuesto, tenemos:

**SNR requerido < el SNR propuesto.**

**Cumple con la norma. Ok**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.5.6 Diseño Geométrico en el Software Civil 3D

El diseño en SOFTWARE CIVIL 3D se tomó todos los parámetros explicados anteriormente y con la ayuda del manual de AutoCAD Civil 3D 2018. Obteniendo así todos los planos respectivos de Perfil y Secciones transversales de la carretera.

#### 4.6 Procedimiento de Diseño del Puente (Tipo Viga Losa)

La zona donde se realizó el diseño de la vía se encuentra dividida en dos, debido a que el río lo atraviesa de este a oeste, esto obliga a diseñar un puente en un tramo del río.

##### Diseño de la superestructura del puente

Para el dimensionamiento del puente se utilizó la norma técnica AASHTO Y LRFD y EL MANUAL DE PUENTES DE MTC, además se cuenta con los siguientes datos:

Calidad de concreto:	$f'c = 280 \text{ kg/m}^2$
Fluencia de Acero:	$f_y = 4200 \text{ kg/m}^2$
Luz del puente:	$L = 18 \text{ metros}$
N° de Carriles:	$N^{\circ}C = 2$
Peso específico del Asfalto	$\gamma_{\text{Asfalto}} = 2250 \text{ kg/m}^3$
Espesor de Asfalto	$e_{\text{Asfalto}} = 0.05 \text{ m}$
Peso específico del Concreto	$\gamma_{\text{Concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3$
Elasticidad del Acero	$E_a = 2.00E+06 \text{ kg/m}^3$

- 1) Realizamos el **PREDIMENSIONAMIENTO** de los elementos que componen el puente, para poder idealizar su sección transversal.

### **Predimensionamiento de la Viga Principal**

- Peralte de la Viga Principal

$$h = 0.07 * L = 0.07 * 18 = 1.25m$$

- Número de Vigas

$$N^{\circ} \text{ vigas} = N^{\circ} \text{ Carriles} + 2 = 2 + 2 = 4 \text{ carriles}$$

- Ancho de Calzada

$$\text{Ancho de Calzada} = N^{\circ} \text{ de carriles} \times 3.00 = 6.00 \text{ m}$$

- Separación entre Vigas

$$2.00 < S < 3.00$$

$$S = 2.4 \text{ m}$$

- Base de la Viga Principal

$$b = 0.0157 \times L \times \sqrt{S} = 0.0157 * 18 * \sqrt{2} = 0.45 \text{ m}$$

### **Predimensionamiento de la Losa**

- Espesor de la losa

$$t_{min} = \frac{(s + 3)}{30} \geq 0.175$$

$$t_{min} = 0.20 \text{ m}$$

Este espesor es el recomendable para puentes de luces continuas, es decir, donde hay dos o más tramos.

### **Predimensionamiento de la Viga de Arriostre**

- Peralte de la Viga de Arriostre

$$\text{Peralte viga arriostre} = \text{Peralte de viga principal} - 0.3$$

$$\text{Peralte viga arriostre} = 1.25 - 0.3 = 0.95m$$

- Longitud de Base

$$\text{Longitud de la base} = 0.20 \leq Bw \leq 0.30$$

Elegimos  $Bw = 0.30$  para mayor soporte.

2) Realizamos el **METRADO DE CARGAS**, comenzaremos con las cargas y momentos que soportará la VIGA PRINCIPAL.

- Momento de Carga Muerta de la Viga Principal

Primero hacemos el metrado de Carga Muerta:

$$W \text{ losa} = L \cdot \text{Colab.} \cdot t \cdot \gamma C = 1.15 \text{ tn/m}$$

$$W \text{ viga} = b \cdot (h - t) \cdot \gamma C = 1.13 \text{ tn/m}$$

---

$$W \text{ total} = 2.29 \text{ tn/m}$$

Luego, hallamos el Momento con la siguiente formula:

$$M_{DC} = \frac{WL^2}{10} = \frac{2.29 \cdot 18^2}{10} = 92.58 \text{ Tn. m}$$

- Momento de Carga Muerta del Asfalto

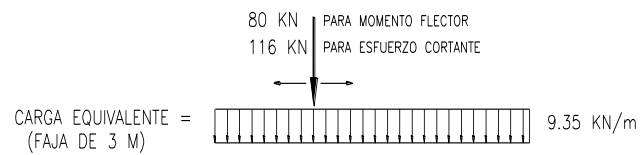
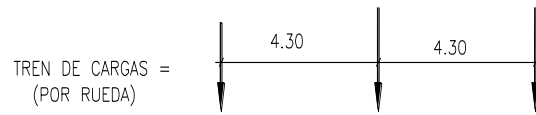
$$W \text{ asfalto} = \gamma_{\text{Asfalto}} \times L \text{ colab} \times \text{Espesor} = 0.27 \text{ tn/m}$$

$$M_{DW} = \frac{WL^2}{8} = \frac{0.27 \cdot 18^2}{8} = 10.94 \text{ Tn. m}$$

3) Realizamos el **CÁLCULO DE SOBRECARGAS**, comenzaremos con las sobrecargas que soportará la VIGA PRINCIPAL.

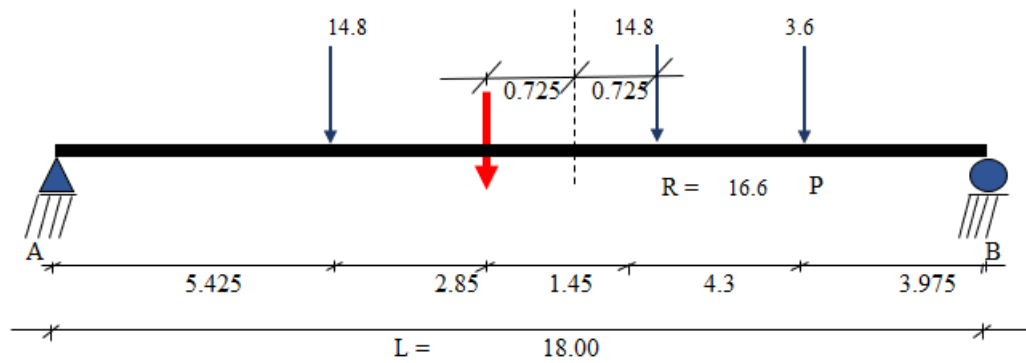
Para hallar los momentos tomaremos el Diseño de Tren de Cargas según el Tipo de Vehículo HL-93 de la Norma AASHTO





### Momento por Sobrecarga Móvil

Momento máximo producido por el sistema de cargas en la viga en su posición

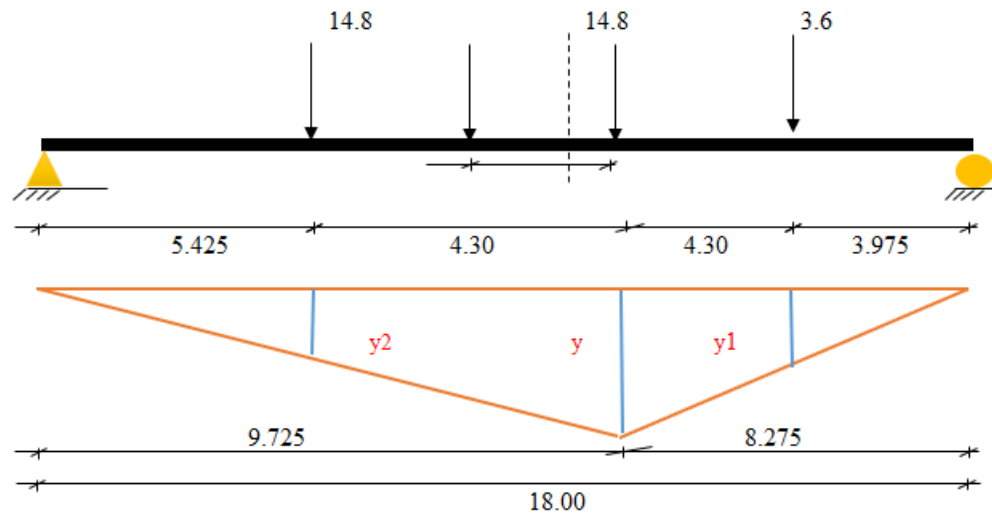


$$M = 14.8 \cdot 4.3 + 3.6 \cdot 8.6 = 94.6$$

$$R = 14.8 + 14.8 + 3.6 = 33.2$$

$$x = M/R = 94.6/33.2 = 2.85$$

## Momento Flector bajo la Carga



$$y = \frac{9.725 * 8.275}{18} = 4.471m$$

$$y1 = \frac{3.975 * 4.471}{8.275} = 2.148m$$

$$y2 = \frac{5.425 * 4.471}{9.725} = 2.494m$$

Entonces, el Momento flector de Carga es:

$$ML = \sum \text{Fuerza} * \text{Distancia}$$

$$ML = (14.8 * 4.471) + (3.6 * 2.148) + (14.8 * 2.494)$$

$$ML = 110.81 \text{ tn.m}$$

## Carga de Impacto

$$MI = ML * 0.33 = 110.81 * 0.33 = 36.5674 \text{ Tn-m}$$

## Carga del Carril de Diseño

$$M_{S/C} = \frac{0.96 * L^2}{8} = 38.88 \text{ Tn. m}$$

## Momento en la Viga de Arriostre

$$W_{V \text{ arriostre}} = \gamma c * 1.5 * (\text{peralte viga} - \text{espesor losa}) * Bw$$

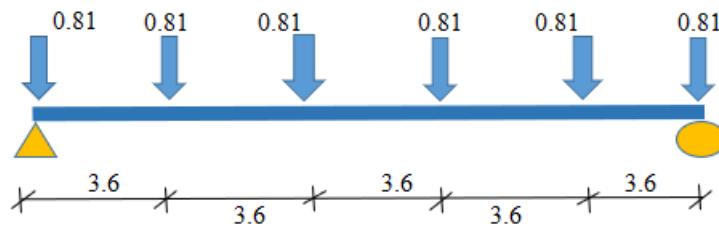
$$W_{V \text{ arriostre}} = (2400 * 1.5 * (0.95 - 0.20) * 0.30) / 1000$$

$$W_{V \text{ arriostre}} = 0.81 \text{ tn/m}$$

Una vez encontrado la carga de la Viga de Arriostre, procedemos a hallar la Separación entre Cargas "S".

$$S = \frac{\text{Longitud Puente}}{5} = \frac{18}{5} = 3.6 \text{ m}$$

Y la figura quedaría de la siguiente manera:



$$\text{Peso Total} = \frac{N^{\circ} \text{ vigas} * W_{V \text{ Arriostre}}}{\text{long puente}} = \frac{6 * 0.81}{18} = 10.94 \text{ tn. m}$$

Entonces el Momento de la Viga de Arriostre es 10.94 tn.m

- 4) Realizamos el **CÁLCULO DE MOMENTOS**, que tendrá la VIGA PRINCIPAL.

### Resumen de Momentos ya calculados

$$\text{Carga Muerta} = 92.58 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

$$\text{Carga de Rodadura} = 10.94 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

$$ML = 110.81 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

$$M_{S/C} = 38.88 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

$$MI = 36.57 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

### Factor de Distribución

$$G = 0.67$$

### Momentos Finales

$$M_{(CLL+CI)} = \left( \sum \text{Momentos} \right) * G * 1.2$$

$$M_{(CLL+CI)} = (110.81 + 38.88 + 36.57) * 0.67 * 1.2$$

$$M_{(CLL+CI)} = 149.01 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

### Momento para el Diseño Elástico

$$M_{DE} = M_{DC} + M_{arriostre} + \left( \sum \text{Momentos} \right) * G * 1.2$$

$$M_{DE} = 92.58 + 10.94 + (110.81 + 38.96 + 36.57) * 0.67 * 1.2$$

$$M_{DE} = 263.47 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

### Momentos Último

$$M_{ULTIMO} = W_D * 1.25 + W_w * 1.5 + M_{(CLL+CI)} * 1.75$$

$$M_{ULTIMO} = 79.70 * 1.25 + 9.11 * 1.5 + 131.06 * 1.75$$

$$M_{ULTIMO} = 342.905 \text{ tn}\cdot\text{m}$$

5) Realizamos el **CÁLCULO DE ACERO** de la VIGA PRINCIPAL, por el **MÉTODO DE ROTURA**.

- Área de Acero en Viga principal

Teniendo ya el  $M_{ULTIMO} = 392.905 \text{ tn.m}$ , procedemos a verificar la Cuantía Mínima:

$$\rho_b = \gamma * \beta_1 * \frac{f'c}{fy} * \frac{\epsilon_U}{\epsilon_U + \epsilon_Y}$$
$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{280}{4200} * \frac{6115}{6115 + 4200}$$
$$\rho_b = 0.02855$$

Procedemos a verificar la Cuantía Máxima:

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$
$$\rho_{max} = 0.75 * 0.02855 = 0.02142$$

$$\partial_{max} = \frac{\rho_{max} * F_Y * d}{f'c * 0.85 * b}$$
$$\partial_{max} = \frac{0.02142 * 4200 * (125 - 5)}{280 * 0.85 * 1}$$
$$\partial_{max} = 45.35$$

Hallando el Momento Máximo;

$$M_{max} = Fy * A_s * \left( d - \frac{\partial_{max}}{2} \right) = 1890.86 \text{ tn.m}$$

Como el  $M_U > M_{max}$ , entonces **FALLA POR TRACCION**



Ahora, hallamos el Área de Acero:

$$A_s = \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M * 10^5}{0.425 * 0.9x * c * d^2 * b}} \right) x \frac{0.85x * c * d * b}{F'y}$$

$$A_s = 89.0487 \text{ cm}^2$$

- Acero en la parte Inferior de la Viga

Asumimos un Diámetro de Acero de 1", el cual tiene un área de 5.07cm<sup>2</sup>.

Para calcular el Número de Varillas, se realiza la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_{\phi}} = \frac{89.0487}{5.07} = 18 \text{ varillas}$$

- Acero en la parte Superior de la Viga

Para esto se necesita una Área de acero Mínimo;

$$A_s \text{ min} = 0.002x b x d = 0.002 * 40 * 120 = 10.8 \text{ cm}^2$$

Asumimos un Diámetro de Acero de 3/4", el cual tiene un área de 2.85 cm<sup>2</sup>.

Para calcular el Número de Varillas, se realiza la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_{\phi}} = \frac{10.8}{2.85} = 4 \text{ varillas}$$

- Diseño por Cortante

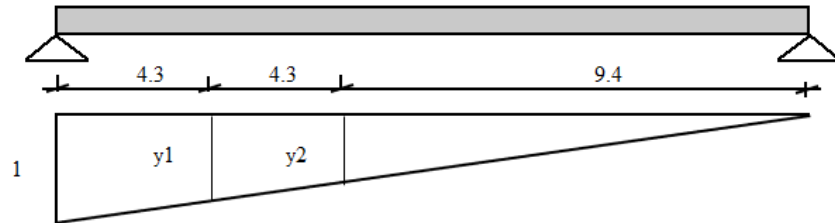
#### CORTANTE POR CARGA MUERTA

$$V_{DC} = \frac{W * L}{2} = \frac{2.29 * 18}{2} = 20.60 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR CARGA DE ASFALTO

$$V_{DW} = \frac{W * L}{2} = \frac{0.27 * 18}{2} = 2.43 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR SOBRECARGA

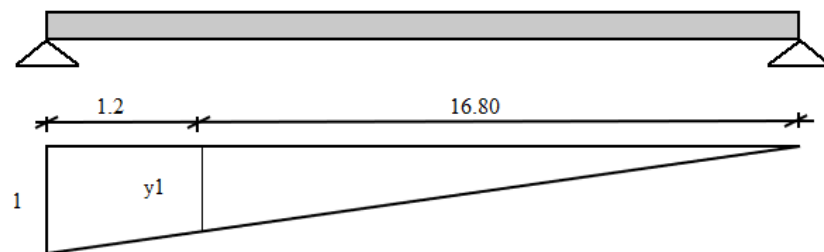


$$Y_1 = \frac{9.4 + 4.3}{19} = 0.72105$$

$$Y_2 = \frac{9.4}{19} = 0.49474$$

$$V_{SC} = (14.8 \times (0.72 + 1)) + (3.6 \times 0.49) = 27.25 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR TANDEM



$$Y_1 = \frac{16.80}{1.2 + 16.80} = 0.9333$$

$$\text{Cortante} = (11.21 \times (0.93 + 1)) = 21.67 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR CARRIL DE DISEÑO

$$V_{SC1} = \frac{W * L}{2} = \frac{0.96 * 18}{2} = 8.64 \text{ tn}$$

**Por lo tanto, se elige la Cortante Mayor,  $V_{SC} = 27.25 \text{ Tn}$**

### CORTANTE POR IMPACTO

$$VI = V_{SC} * 0.33 = 8.99 \text{ tn}$$

#### CORTANTE POR VIGA DE ARRIOSTRE

$$V_{arriostre} = 7.29 \text{ tn}$$

#### CORTANTE POR VIGA INTERIOR

$$g = 0.2 + \frac{S}{3.6} - \left(\frac{S}{10.7}\right)^2$$

$$g = 0.2 + \frac{2.4}{3.6} - \left(\frac{2.4}{10.7}\right)^2 = 0.816$$

#### CORTANTE DE DISEÑO

$$V_{(LL+IM)} = (V_{SC} + V_{SC1} + VI) * g * 1.2$$

$$V_{(LL+IM)} = (27.25 + 8.64 + 8.99) * 0.816 * 1.2$$

$$V_{(LL+IM)} = 43.67 \text{ Tn}$$

$$V_{TOTAL} = W_{DC} * 1.25 + W_{Dw} * 1.5 + V_{(LL+IM)} * 1.75$$

$$V_{TOTAL} = 20.60 * 1.25 + 2.43 * 1.5 + 43.97 * 1.75$$

$$V_{TOTAL} = 106.3 \text{ Tn}$$

#### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE

$$V_C = 47.89 \text{ tn}$$

#### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE AL ACERO (ESTRIBOS)

Considerando  $\theta = 45^\circ$  y  $\alpha = 90^\circ$

Se utilizará estribos de 1/2" espaciados a cada 15 cm, el área de la varilla de 1/2" es 1.27cm.

$$A_V = 2 * 1.27 = 2.53 \text{ cm}^2$$

$$V_S = 85.10 \text{ tn}$$

El componente Nominal final es:

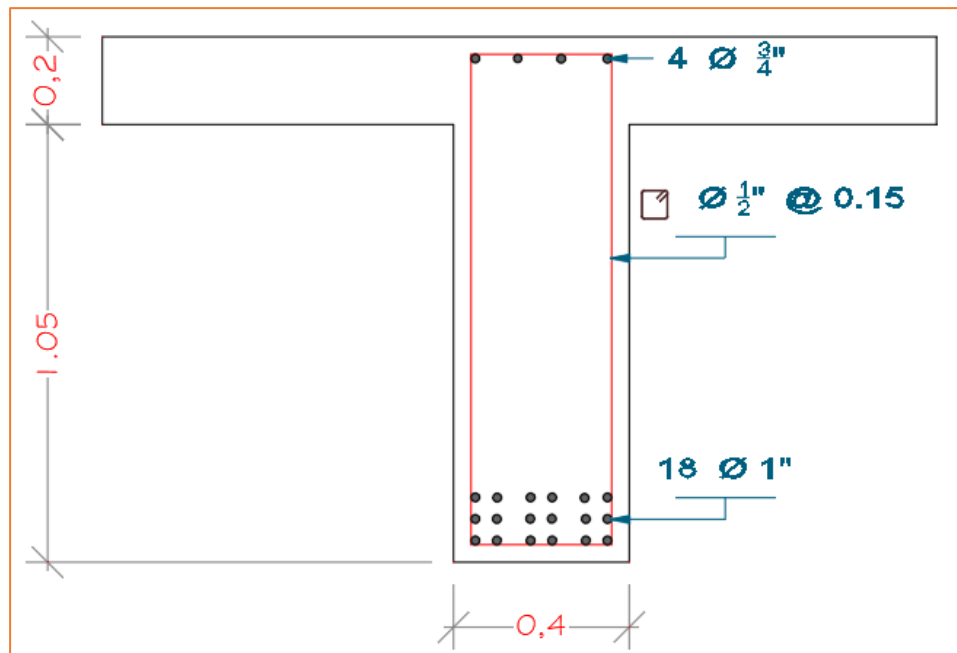
$$V_n = V_C + V_S = 47.89 + 85.10 = 133.017 \text{ tn}$$

El cortante Resistente Total es:

$$V_r = 0.9 * V_n = 0.9 * 133.017 = 119.7 \text{ tn}$$

Por lo tanto, si  $V_r > \phi V_{diseño}$ , **NO FALLA POR CORTANTE**

Y el dibujo de la Viga Principal, quedaría así:



6) Realizamos el **CÁLCULO DE ACERO** de la VIGA PRINCIPAL, por el **MÉTODO ELÁSTICO**.

- Área de Acero en Viga principal

Teniendo ya el  $M_{ULTIMO} = 263.47 \text{ tn.m}$ , procedemos a verificar la Viga "T":

$$\frac{L}{4} = \frac{18}{4} = 4.5 \text{ m}$$

$$L \times t_{min} + Bw = 18 * 0.20 + 0.30 = 3.9$$

$$S = 2.4 \text{ m}$$

$$d = (1.25 - 0.05) * 100 = 120 \text{ cm}$$

Por lo tanto "b" = 240cm

Procedemos a verificar la Sección de la Viga:

$$A_s = \frac{M_{Ultimo}}{f_s * \left(d - \frac{t_{min}}{2}\right)} = 142.57 \text{ cm}^2$$

$$K_d = 8.25$$

$$K_{db} = 41.63$$

Si el  $K_d < K_{db}$ , la Viga es de **Sección Rectangular**.

Hallando Factores para el Diseño:

$$K = 0.35$$

$$J = 0.88$$

Hallamos el "d" necesario: 73.93cm

Como el  $d > d_{necesario}$ , entonces **FALLA POR TRACCION**



Ahora, hallamos el Área de Acero:

$$A_s = \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M * 10^5}{0.425 * 0.9x * c * d^2 * b}} \right) x \frac{0.85x * c * d * b}{F'y}$$

$$A_s = 147.8 \text{ cm}^2$$

- Acero en la parte Inferior de la Viga

Asumimos un Diámetro de Acero de 1", el cual tiene un área de 5.07cm<sup>2</sup>.

Para calcular el Número de Varillas, se realiza la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_{\phi}} = \frac{147.8}{5.07} = 30 \text{ varillas}$$

- Acero en la parte Superior de la Viga

Para esto se necesita una Área de acero Mínimo;

$$A_s \text{ min} = 0.002x b x d = 0.002 * 40 * 120 = 10.8 \text{ cm}^2$$

Asumimos un Diámetro de Acero de 3/4", el cual tiene un área de 2.85 cm<sup>2</sup>.

Para calcular el Número de Varillas, se realiza la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_{\phi}} = \frac{10.8}{2.85} = 4 \text{ varillas}$$

- Diseño por Cortante

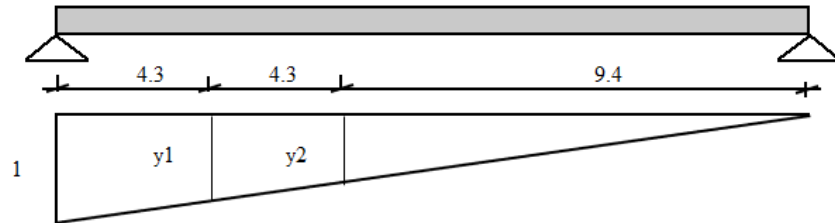
**CORTANTE POR CARGA MUERTA**

$$V_{DC} = \frac{W * L}{2} = \frac{2.29 * 18}{2} = 20.60 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR CARGA DE ASFALTO

$$V_{DW} = \frac{W * L}{2} = \frac{0.27 * 18}{2} = 2.43 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR SOBRECARGA

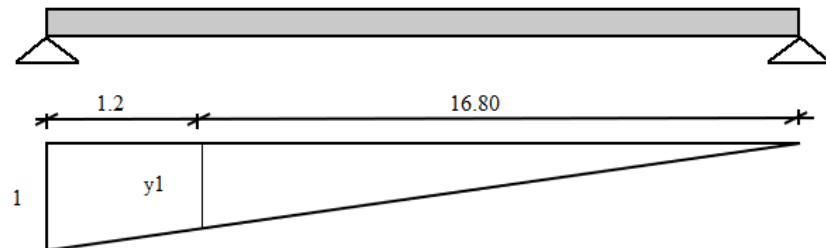


$$Y_1 = \frac{9.4 + 4.3}{19} = 0.721$$

$$Y_2 = \frac{9.4}{19} = 0.495$$

$$V_{SC} = (14.8 \times (0.72 + 1)) + (3.6 \times 0.49) = 27.25 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR TANDEM



$$Y_1 = \frac{16.80}{1.2 + 16.80} = 0.9333$$

$$\text{Cortante} = (11.21 \times (0.93 + 1)) = 21.67 \text{ tn}$$

**Por lo tanto, se elige la Cortante Mayor,  $V_{SC} = 27.25 \text{ Tn}$**

### CORTANTE POR SOBRECARGA

$$V_{SC1} = \frac{W * L}{2} = \frac{0.96 * 18}{2} = 8.64 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR IMPACTO

$$VI = V_{SC} * 0.33 = 8.99 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR VIGA DE ARRIOSTRE

$$V_{arriostre} = 7.29 \text{ tn}$$

### CORTANTE POR VIGA INTERIOR

$$g = 0.2 + \frac{S}{3.6} - \left(\frac{S}{10.7}\right)^2$$

$$g = 0.2 + \frac{2.4}{3.6} - \left(\frac{2.4}{10.7}\right)^2 = 0.816$$

### CORTANTE DE DISEÑO

$$V_{TOTAL} = V_{Arriostre} + V_{DC} + V_{DW}(V_{SC} + V_{SC1} + VI) * g * 1.2$$
$$V_{TOTAL} = 7.29 + 20.6 + 2.43 + (27.25 + 8.64 + 8.99) * 0.816 * 1.2$$
$$V_{TOTAL} = 74.3 \text{ Tn}$$

### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE

$$V_C = 47.89 \text{ tn}$$

### CORTANTE NOMINAL RESISTENTE AL ACERO (ESTRIBOS)

Considerando  $\theta = 45^\circ$  y  $\alpha = 90^\circ$

Se utilizará estribos de 1/2" espaciados a cada 15 cm, el área de la varilla de 1/2" es 1.27cm.

$$A_V = 2 * 1.27 = 2.53 \text{ cm}^2$$

$$V_S = 51.10 \text{ tn}$$

El componente Nominal final es:

$$V_n = V_C + V_S = 47.89 + 51.10 = 98.97 \text{ tn}$$

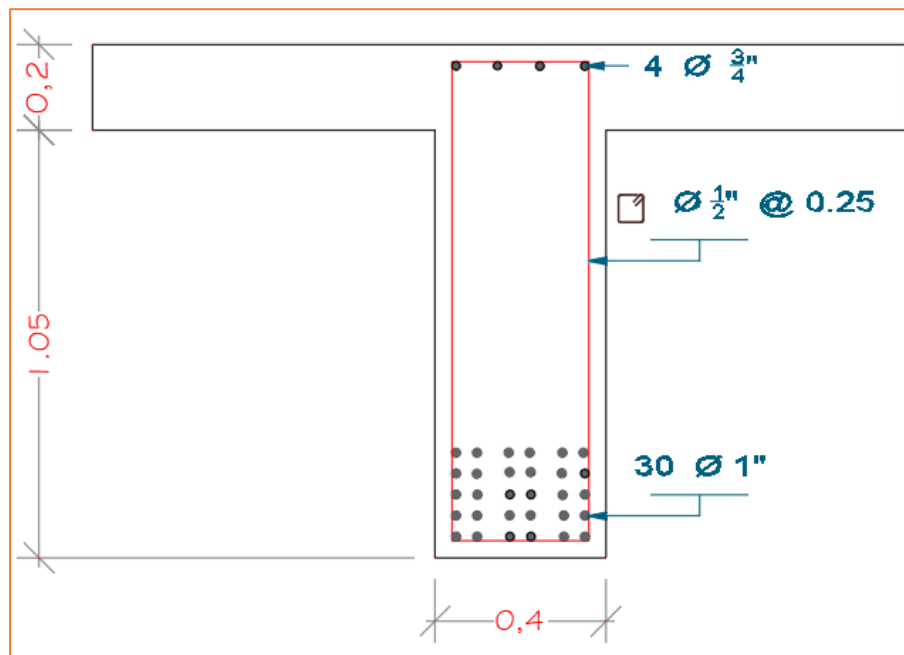
El cortante Resistente Total es:

$$V_r = 0.9 * V_n = 0.9 * 98.97 = 89.1 \text{ tn}$$

Por lo tanto, si  $V_r > V_{TOTAL}$

$$89.1 > 74.3 \quad \text{NO FALLA POR CORTANTE}$$

Y el dibujo de la Viga Principal, quedaría así:



7) Una vez determinado el diseño y distribución de acero de la VIGA PRINCIPAL, procedemos a realizar las **Verificaciones por Estado Límite de Servicio y Resistencia y Fatiga.**

➤ **Verificación por Estado Límite de Servicio y Resistencia**

- Cálculo del “n”

Se realiza para calcular la sección equivalente.

$$n = \frac{e_s}{e_c} = \frac{2.04 * 10^6}{15300 * \sqrt{f'_c}} = 7.968$$

- Cálculo del Momento de Servicio

$$M_s = M_{DC} + M_{DW} + M_{LL+IM} = 392.905 \text{ tn.m}$$

- Cálculo del “Y” (Eje neutro)

**CASO 1:** Cuando “Y” es menor a “t = 20cm”

$$T = C$$

$$n * A_s * (d - Y) = b_L * t_s * \left(y - \frac{t_s}{2}\right) + b_V * (Y - t_s) * \left(\frac{Y - t_s}{2}\right)$$

$$7.968 * (5.07 * 30) * (120 - Y) = 240 * 20 * \left(Y - \frac{20}{2}\right) + 44 * (Y - 20) * \left(\frac{Y - 20}{2}\right)$$

$$Y = 31.676 \text{ cm} \rightarrow \text{(No cumple, así que pasamos al Caso 2)}$$

**CASO 2:** Cuando “Y” es mayor a “t = 20cm”

$$T = C$$

$$n * A_s * (d - Y) = A_c * \frac{Y}{2}$$



$$7.968 * (5.07 * 30) * (120 - Y) = (240 * Y) * \frac{Y}{2}$$

$$Y = 30.127 \text{ cm}$$

- Esfuerzo del Acero bajo de Servicio

$$J_d = d - \frac{Y}{3} = 120 - \frac{30.127}{3} = 109.958 \text{ cm}$$

Con lo obtenido por la ecuación anterior, procedemos a calcular la Tensión Solicitante Actuante o producto de Cargas:

$$F_{SS} = \frac{M_S}{J_d * A_S} = \frac{263.47 (* 100)}{109.958 * (5.07 * 30)} = 1.575 \text{ tn/cm}^2$$

$$F_{SS} = 1575.34 \text{ Kg/cm}^2$$

Ahora realizamos la Verificación de la Tensión en el Acero:

$$F_{SS} \leq 0.6 * F_y$$

$$1575.34 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 2520 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

➤ **Verificación por Estado Límite de Fatiga**

- Cálculo de Momento de Fatiga

$$M_{Fat} = 1.5 * M_{viga} = 1.5 * 149.01 = 223.515 \text{ Tn. m /viga}$$

- Cálculo de la Capacidad Máxima de Resistencia de Concreto

$$f_{trac} = 0.4 * f_r = 0.8 * \sqrt{f'c}$$

$$f_{trac} = 0.8 * \sqrt{280} = 13.387 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de la Tensión generada por Fatiga

$$f_{Fat} = \frac{M_{DC} + M_{DW} + M_{Fat}}{S}$$

$$f_{Fat} = \frac{92.58 + 10.94 + 223.515}{2.4} = 136.264 \text{ Tn/m}^2$$

$$f_{Fat} = 13.626 \text{ Kg/cm}^2$$

Si: **Tensión Actuante > Tensión Resistente**

$$13.626 \text{ kg/cm}^2 > 13.387 \text{ kg/cm}^2$$

**(La Sección es Fisurada)**

- Cálculo de Esfuerzos

**CARGA MÓVIL**

Según el Manual de Puentes:

$$f_{LL(min)} = 0 \rightarrow \text{Cuando no hay vehículos sobre el puente}$$

$$f_{LL(max)} = f_{LL} \rightarrow \text{Cuando el vehículo pasa encima del puente}$$

$$f_{LL} = \frac{M_{Fat}}{A_S * J_d} = \frac{223.515}{(5.07 * 30) * \left(\frac{109.958}{100}\right)} = 1.336 \frac{Tn}{m^2}$$

$$f_{LL} = 1336.44 \text{ kg/cm}^2$$

**CARGA PERMANENTE**

$$f_{DL} = \frac{M_{DC} + M_{DW}}{A_S * J_d} = \frac{92.58 + 10.94}{(5.07 * 30) * \left(\frac{109.958}{100}\right)} = 0.619 \frac{Tn}{m^2}$$

$$f_{DL} = 618.97 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de Esfuerzos Mínimos y Máximos

$$f_{min} = f_{LL(min)} + f_{DL} = 618.97 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{máx} = f_{LL(max)} + f_{DL} = 1955.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{Limite} = 1687 - 0.33 * f_{(min)}$$

$$f_{Limite} = 1687 - (0.33) * 618.97 = 1482.74 \text{ kg/cm}^2$$

Si la diferencia entre el Esfuerzo Máximo y el Esfuerzo Mínimo es menor al Esfuerzo Límite, quiere decir que el Diseño de Acero colocado no va a tener problemas de Fatiga.

$$(f_{m\acute{a}x} - f_{m\grave{i}n}) < f_{L\acute{i}mite}$$

$$(1955.41 - 618.97) < 1482.74$$

$$1336.44 \text{ kg/cm}^2 < 1482.74 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**8) Para hallar las dimensiones y el acero de las demás partes del puente, se realiza el mismo procedimiento anterior, con sus respectivas Verificaciones en los Estados Límites de Servicio y Resistencia y Fatiga.**

## Anexo 5. Fotos



**FOTO 01:** Reconociendo el terreno por donde se proyecta la carretera.



**FOTO 02:** Colocación del Punto BM para el trazo de la carretera.





**FOTO 03:** Instalación de los Equipos Topográficos en campo.



**FOTO 04:** Tramos del levantamiento topográfico con GPS Diferencial y Prisma.



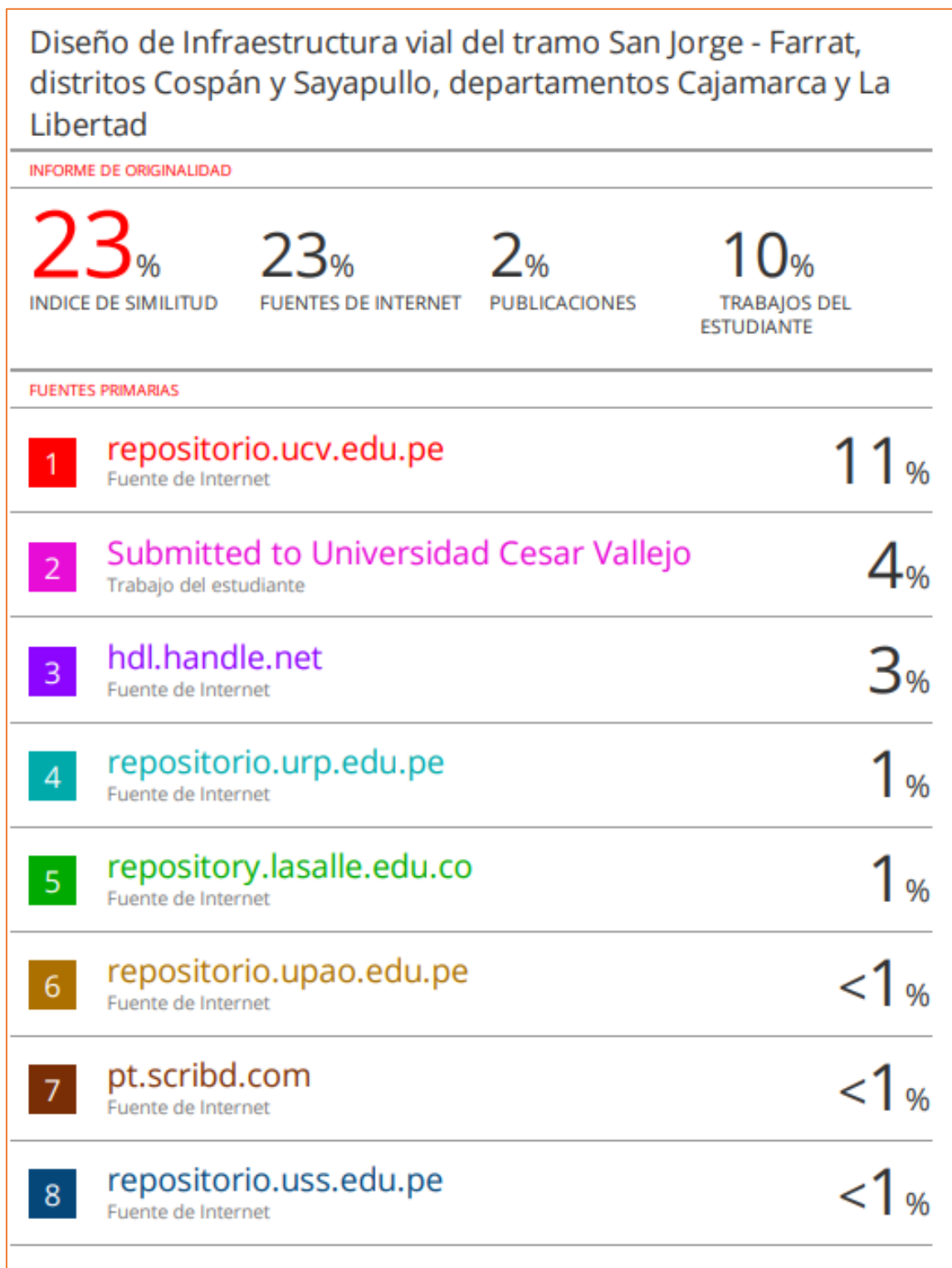


**FOTO 05:** Excavación de Calicata para la extracción de muestra de suelo.



**FOTO 06:** Puente Peatonal de madera, el cual se diseñará como Puente Vehicular de la carretera que une los pueblos de San Jorge y Farrat.

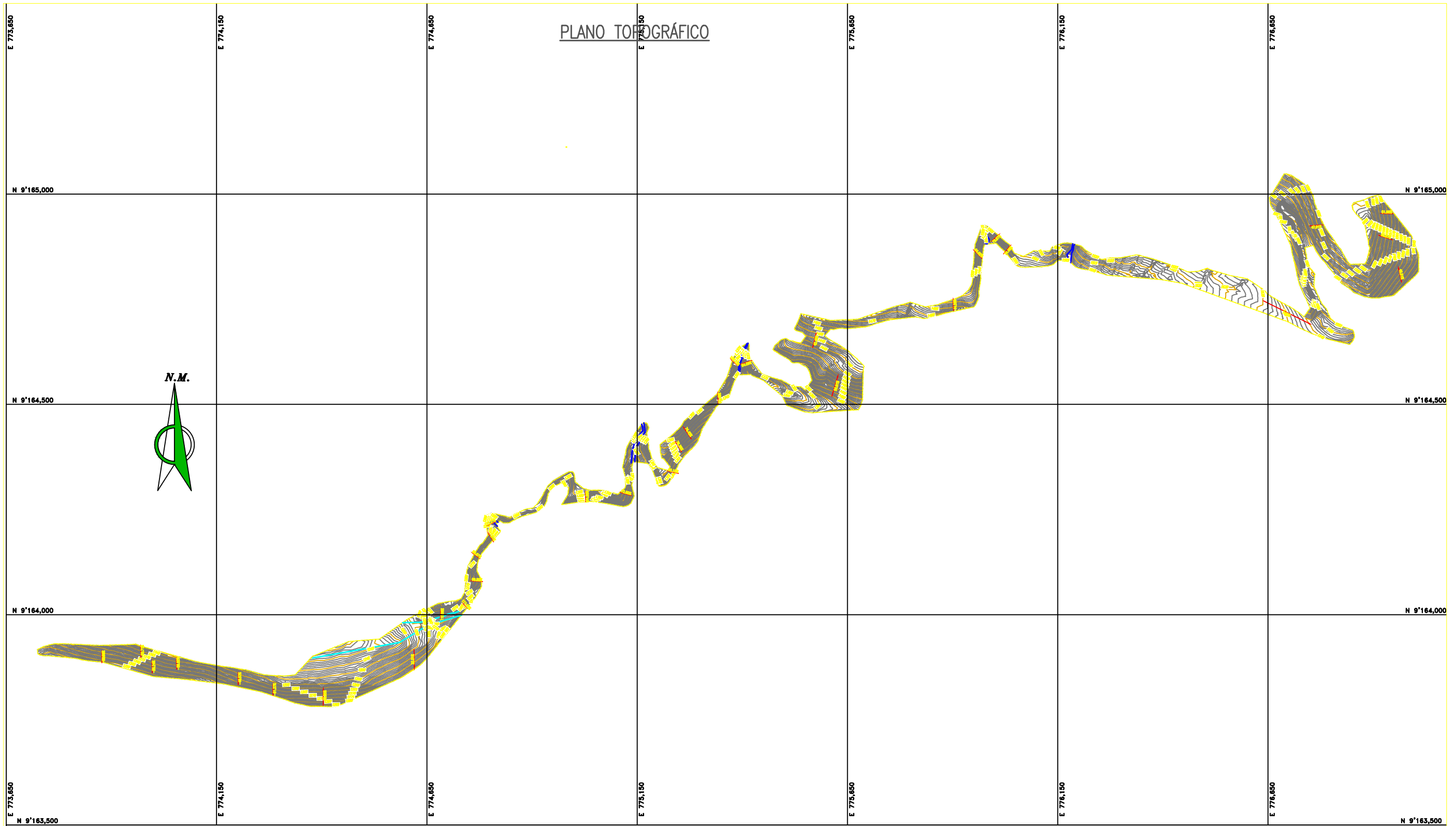
## Anexo 6. Análisis de similitud con el programa turnitin.



Fuente: Turnitin

## **Anexo 7. Planos**

PLANO TOPOGRÁFICO

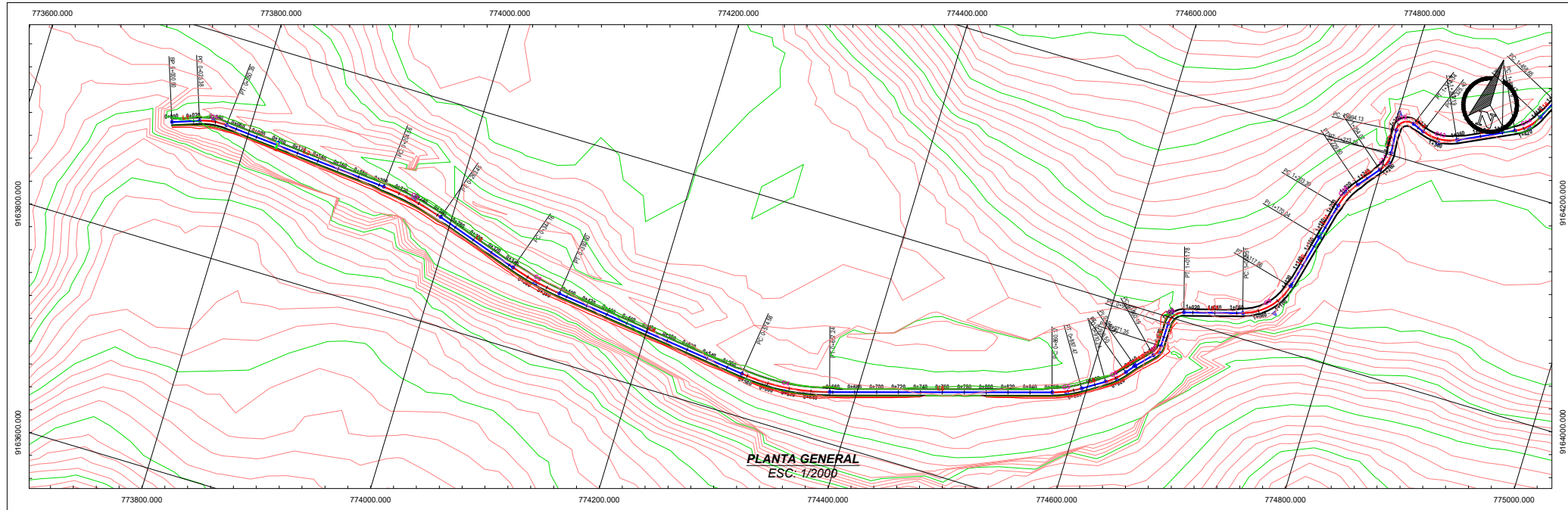


LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	CURVAS MENORES
	CURVAS MAYORES
	RIO
	QUEBRADA



PROYECTO: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE-FARRAT, DISTRITOS COSPAN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS DE CAJAMARCA Y LA LIBERTAD.	
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA
PLANO: PLANO TOPOGRÁFICO	PLANO: <b>PT</b>
PROYECTIVAS: GASTAN ESPARAZA, LUIS ANIBAL, DONCELES TOLEDO, SURAN JUDIT	ESCALA: 1/2000 FECHA: MAYO-2022



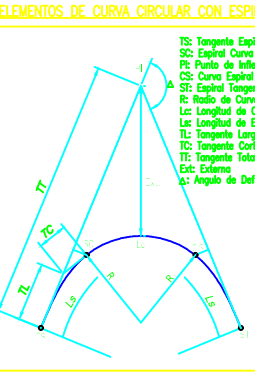
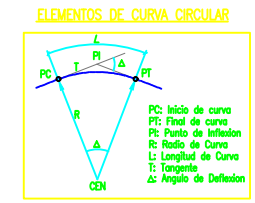


**CUADRO DE ALINEAMIENTOS - SEGMENTOS EN CURVA**

N°	DESCRIPCIÓN	RADIO (m)	LONG. (m)	RUMBO	P.C.	P.C. (E.N)	P.T.	P.T. (E.N)	SUB TANGENTE (m)	ANG. DEFLEXION	L. CUERDA (m)	ORD. MEDIA (m)
C1	Carretera	60.00	24.97	N62° 43' 37.75"E	0+025.38	(773753.97E, 9163917.34N)	0+050.35	(773778.56E, 9163920.48N)	12.67	23° 50' 38.12"	24.79	1.29
C2	Carretera	250.00	58.89	S78° 36' 08.30"E	0+204.56	(773932.26E, 9163907.88N)	0+263.45	(773989.86E, 9163896.37N)	59.58	13° 29' 49.78"	58.76	1.73
C3	Carretera	250.00	48.44	S77° 24' 16.62"E	0+344.16	(774066.55E, 9163871.24N)	0+392.24	(774113.75E, 9163860.69N)	24.29	11° 02' 02.43"	48.36	1.17
C4	Carretera	200.00	82.65	N80° 12' 22.18"E	0+574.58	(774294.36E, 9163838.37N)	0+657.24	(774376.14E, 9163845.23N)	41.83	23° 40' 43.88"	82.07	4.25
C5	Carretera	100.00	27.30	N80° 32' 42.21"E	0+860.17	(774570.59E, 9163803.32N)	0+887.47	(774596.36E, 9163814.58N)	12.74	15° 38' 26.02"	27.22	0.93
C6	Carretera	60.00	20.28	N45° 02' 03.41"E	0+910.24	(774614.61E, 9163826.74N)	0+930.50	(774629.60E, 9163840.22N)	10.23	19° 20' 41.57"	20.16	0.85
C7	Carretera	20.00	11.16	N22° 29' 01.47"E	0+980.79	(774649.41E, 9163862.31N)	0+971.35	(774653.56E, 9163872.39N)	6.85	42° 27' 28.49"	10.90	1.03
C8	Carretera	20.00	19.06	N37° 30' 50.07"E	0+962.72	(774653.98E, 9163893.72N)	+011.78	(774664.82E, 9164007.98N)	11.06	72° 49' 05.68"	17.81	2.93
C9	Carretera	50.00	52.35	N43° 55' 38.95"E	+1065.51	(774718.45E, 9164022.75N)	+1117.86	(774751.13E, 9164058.78N)	28.86	89° 59' 25.85"	49.99	6.70
C10	Carretera	60.00	26.41	N06° 32' 38.95"E	+1203.38	(774771.72E, 9164141.77N)	+1229.80	(774783.43E, 9164165.21N)	13.42	20° 13' 25.71"	26.20	1.45
C11	Carretera	25.00	19.09	N17° 17' 02.36"E	+1254.07	(774798.78E, 9164184.03N)	+1273.16	(774804.29E, 9164201.81N)	10.04	43° 44' 40.82"	18.63	1.80
C12	Carretera	25.00	20.20	N53° 12' 10.65"E	+1294.13	(774802.61E, 9164222.72N)	+1314.34	(774816.19E, 9164232.84N)	15.93	15° 44' 56.20"	16.94	4.68
C13	Carretera	40.00	32.79	N87° 40' 28.12"E	+1325.40	(774826.51E, 9164238.86N)	+1358.19	(774859.37E, 9164250.14N)	17.36	46° 58' 18.05"	31.88	3.31
C14	Carretera	40.00	26.41	N45° 18' 23.62"E	+1411.79	(774808.59E, 9164253.47N)	+1438.17	(774825.01E, 9164271.72N)	13.71	37° 49' 53.00"	28.90	2.16

**CUADRO DE ALINEAMIENTOS - SEGMENTOS EN TANGENTE**

N°	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	RUMBO	P.I. (INICIO)	P.I. (FINAL)
L1	Carretera	25.38	N17° 48' 18.69"E	(773730.00E, 9163909.00N)	(773753.97E, 9163917.34N)
L2	Carretera	154.21	S80° 21' 03.19"E	(773778.56E, 9163920.48N)	(773932.26E, 9163907.88N)
L3	Carretera	80.70	S71° 51' 13.41"E	(773989.86E, 9163896.37N)	(774066.55E, 9163871.24N)
L4	Carretera	181.99	S82° 57' 18.84"E	(774113.75E, 9163860.69N)	(774294.36E, 9163838.37N)
L5	Carretera	202.93	S77° 22' 02.21"E	(774376.14E, 9163845.23N)	(774570.59E, 9163803.32N)
L6	Carretera	22.76	N67° 43' 24.20"E	(774596.36E, 9163814.58N)	(774614.61E, 9163826.74N)
L7	Carretera	43.31	N80° 22' 42.62"E	(774629.60E, 9163840.22N)	(774649.41E, 9163862.31N)
L8	Carretera	19.39	N43° 43' 45.72"E	(774653.98E, 9163893.72N)	(774664.82E, 9164007.98N)
L9	Carretera	45.37	N1° 06' 17.23"E	(774653.98E, 9163893.72N)	(774653.98E, 9163893.72N)
L10	Carretera	52.18	N13° 55' 57.06"E	(774751.13E, 9164058.78N)	(774751.13E, 9164058.78N)
L11	Carretera	43.34	N13° 55' 57.06"E	(774751.13E, 9164058.78N)	(774751.13E, 9164058.78N)
L12	Carretera	43.37	N03° 10' 52.77"E	(774798.78E, 9164184.03N)	(774798.78E, 9164184.03N)
L13	Carretera	44.97	N47° 30' 18.05"E	(774804.29E, 9164201.81N)	(774804.29E, 9164201.81N)
L14	Carretera	43.07	S80° 21' 03.19"E	(774826.51E, 9164238.86N)	(774826.51E, 9164238.86N)
L15	Carretera	53.57	N64° 11' 20.10"E	(774858.37E, 9164250.14N)	(774858.37E, 9164250.14N)

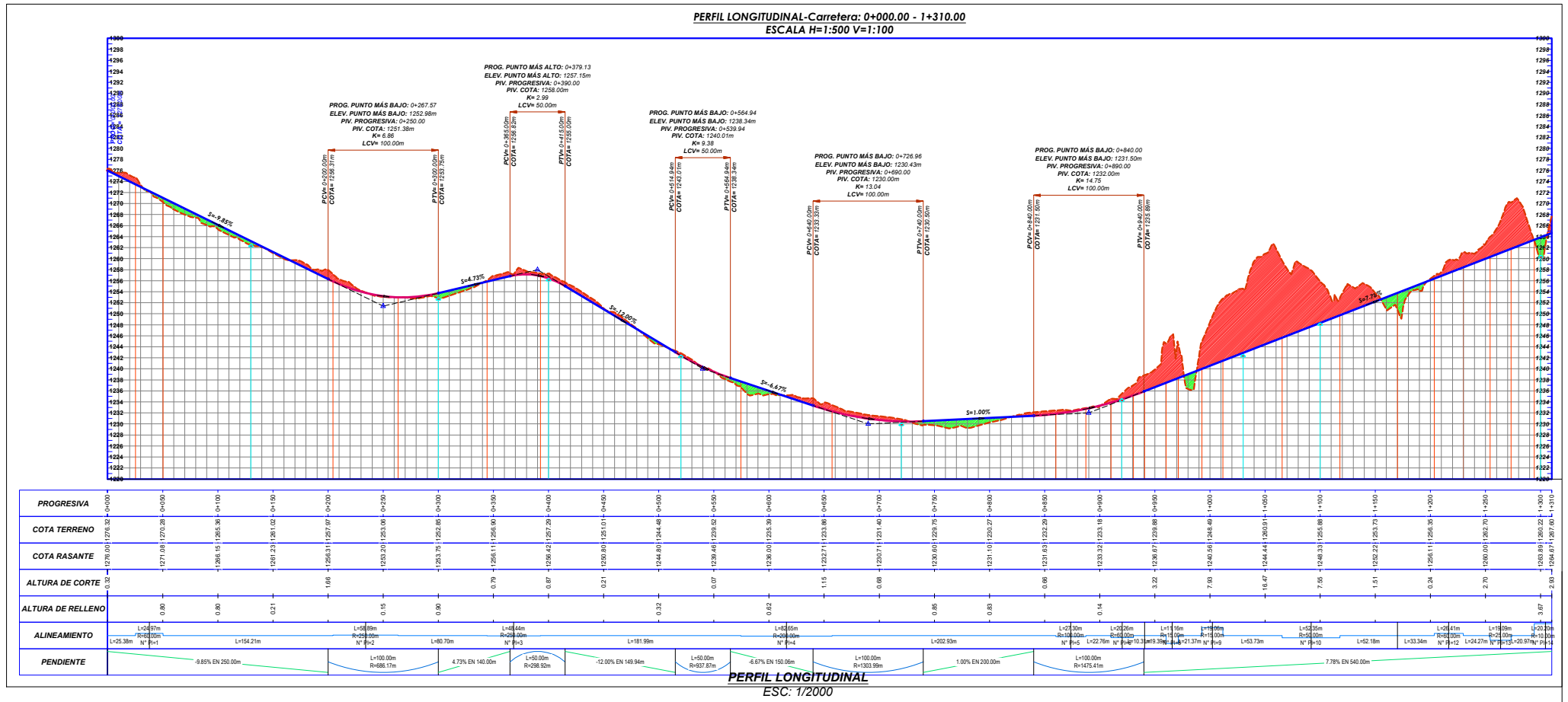


**LEYENDA**

- Curva Mayor C/50.0m
- Curva Menor C/100.0m
- Punto de Control
- Punto de Vista
- Empaque de Humedad
- Empaque de Acilón
- Empaque de Densidad
- Punto de Medidor
- Redon de Desague
- Deflexión
- Canal
- Acceso
- Eje Propuesto

**NOTAS:**  
 1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84.  
 2.- ELEVACIONES EN METROS.  
 3.- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE UN METRO.

**ESCALA GRAFICA**



**PROYECTO:** DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE-FARRAT, DISTRITOS COSPÁN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS DE CAJAMARCA Y LA LIBERTAD

**UBICACION DEL PROYECTO:** DEPARTAMENTO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA  
 DEPARTAMENTO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA

**PLANO:** PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL  
 progresiva 0+000 - 1+3100

**PROYECTISTAS:** GAITAN ESPARAZA, LUIS ANGEL, GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDDI

**ESCALA:** 1/2000

**FECHA:** MAYO-2022

**REV. COD PROYECTO:** A PD7-CAB01

**ARCHIVO:** \Users\Workstation\Desktop\LANAVES DE TESIS 2022\4.5 DC CARRETERA\3.Tromo 1 - km 1.dwg

**PP-01**











PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

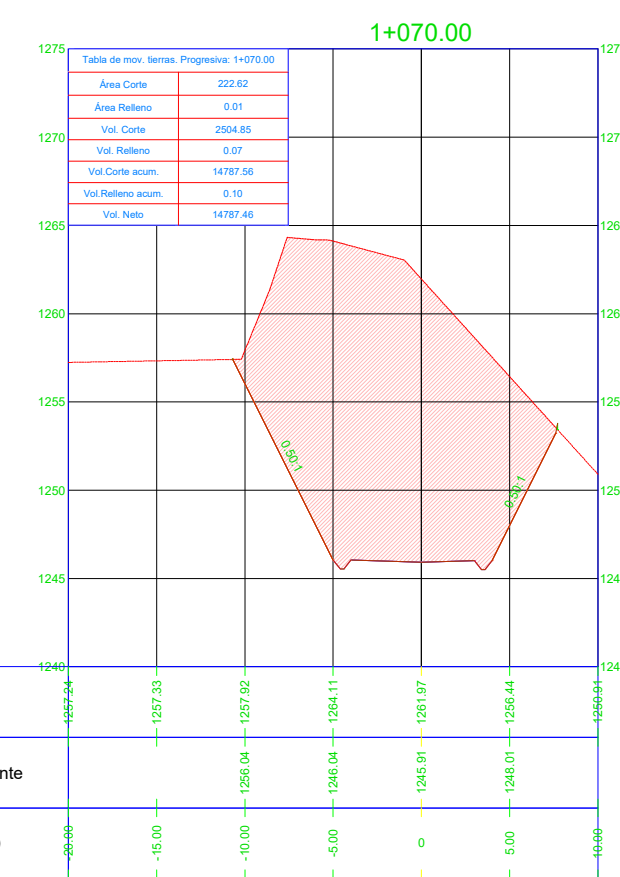
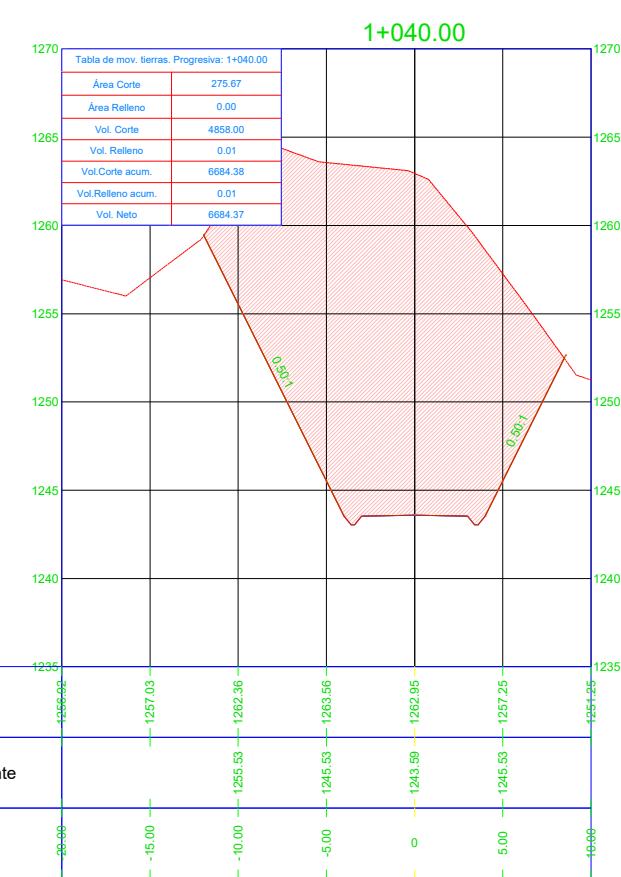
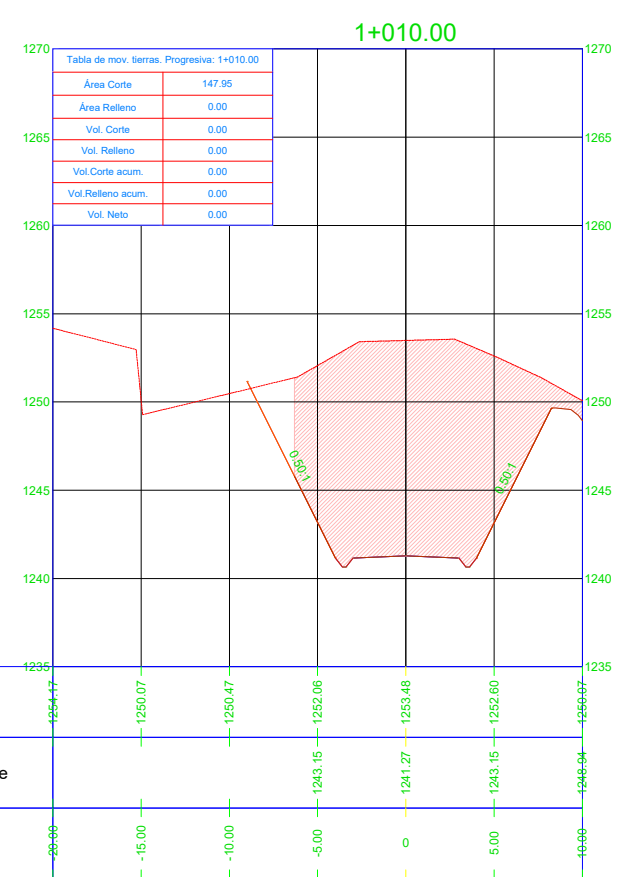
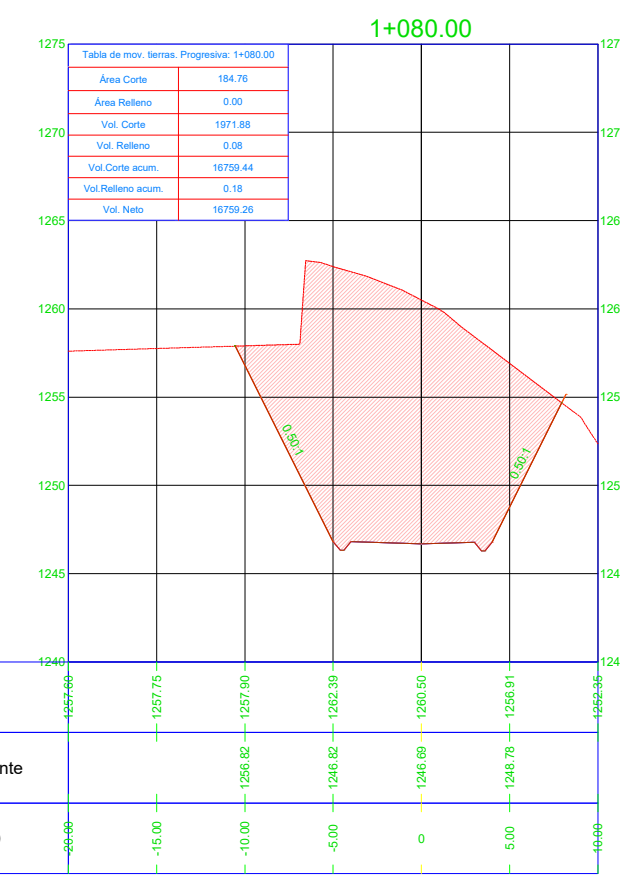
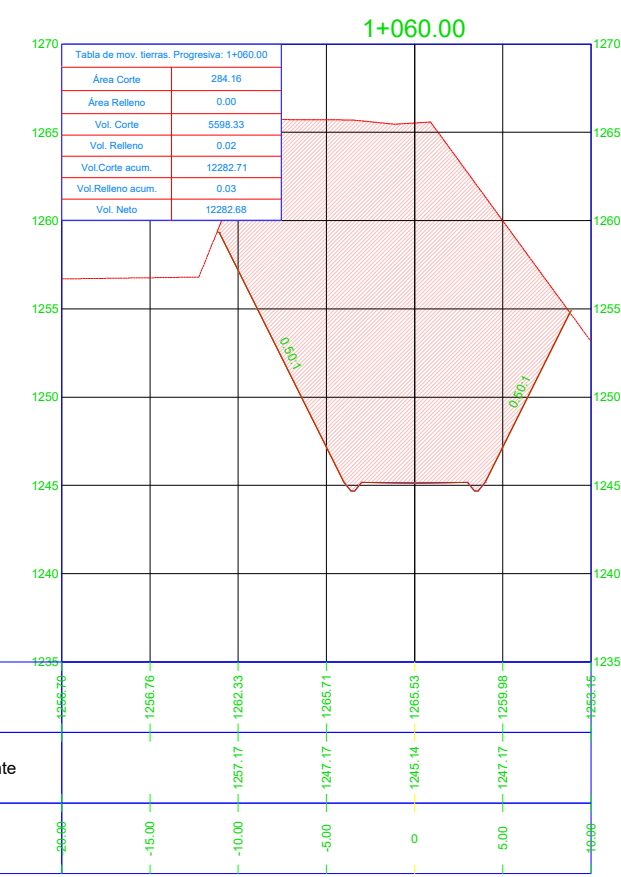
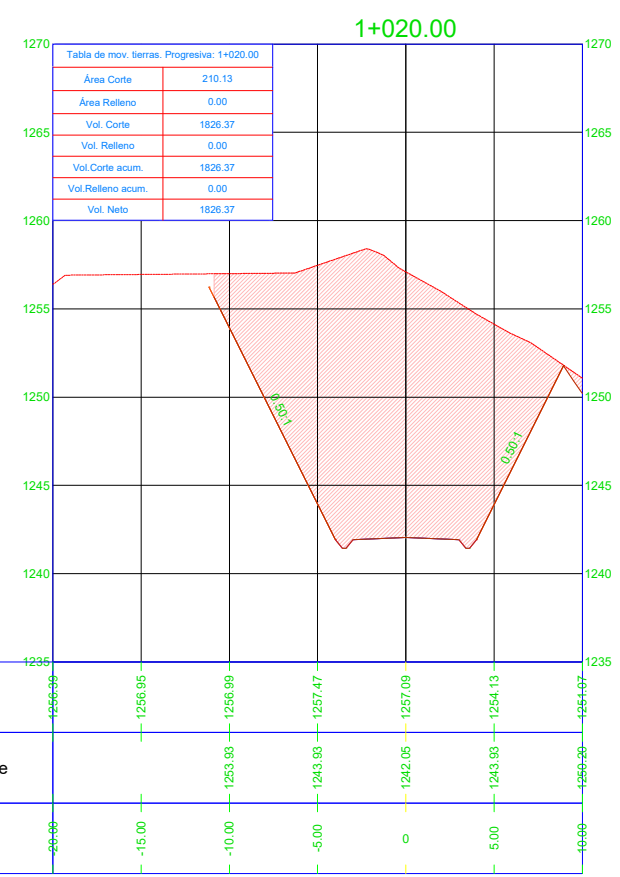
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO
DEPARTAMENTO: <b>CAJAMARCA-LA LIBERTAD</b>
PROVINCIA: <b>CAJAMARCA</b>
DISTRITO: <b>COSPÁN</b>
CENTRO POBLADO: <b>SAN JORGE</b>

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA:	<b>1/200</b>
FECHA:	<b>JUNIO-22</b>
PLANO N°:	

**ST-01**



PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

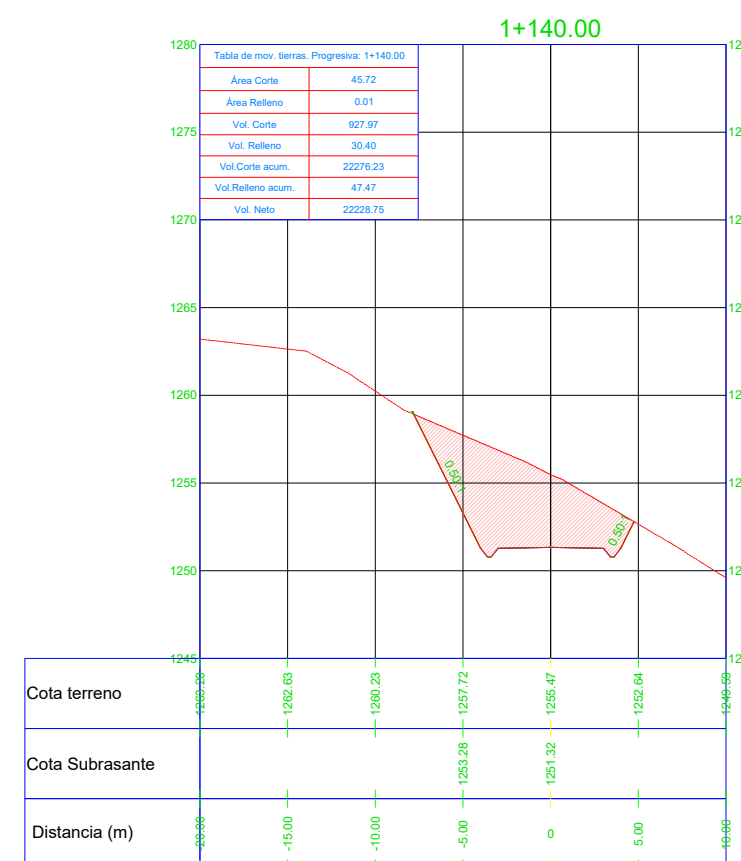
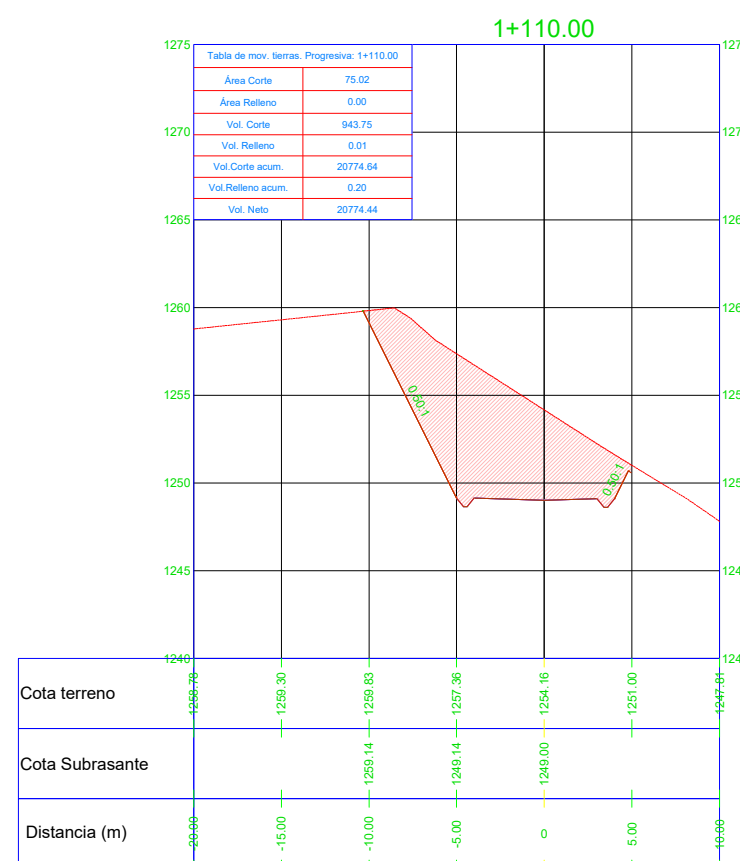
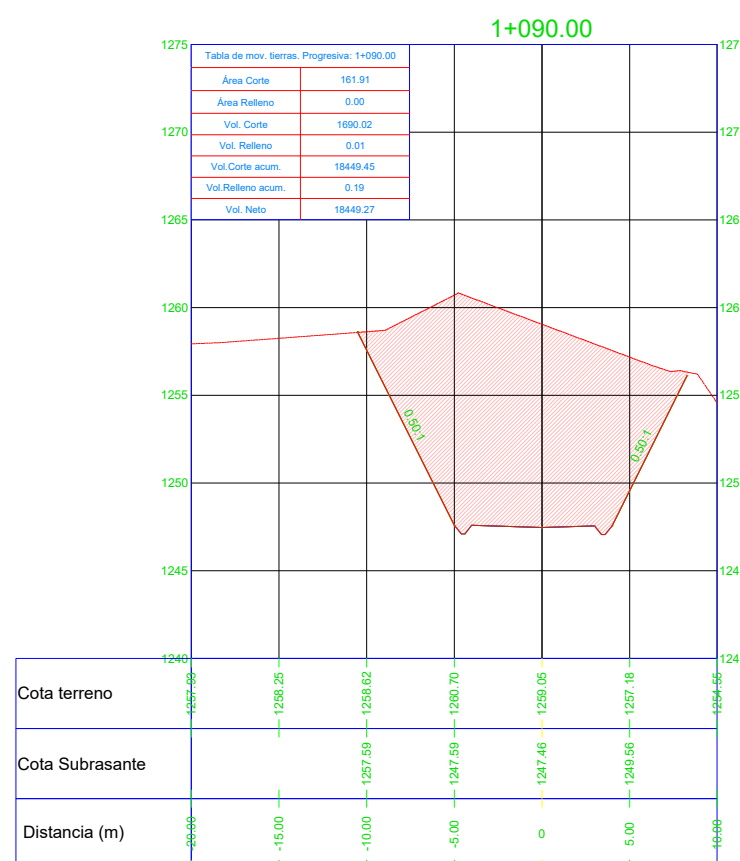
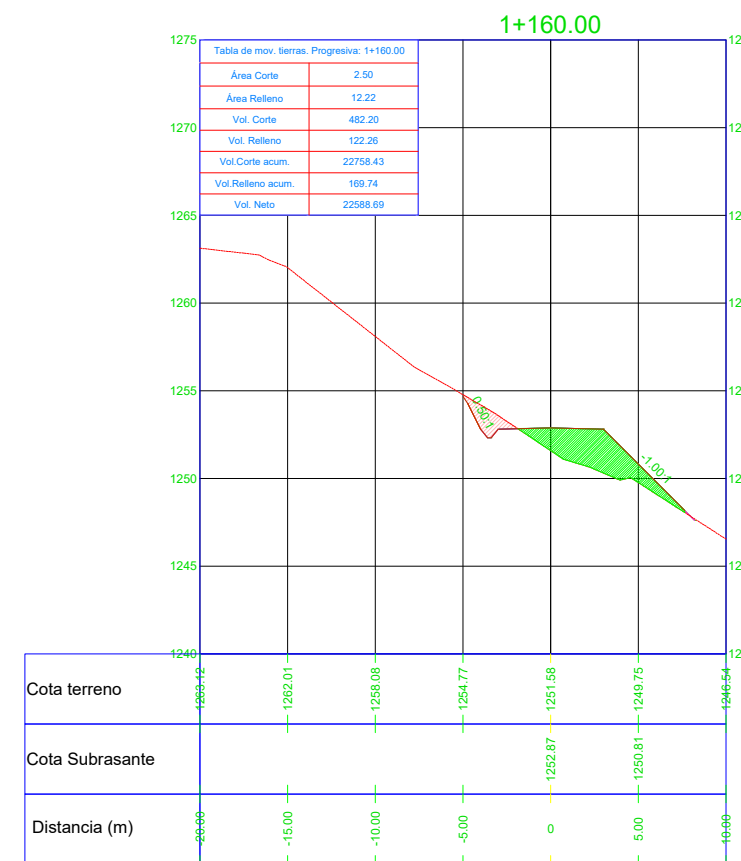
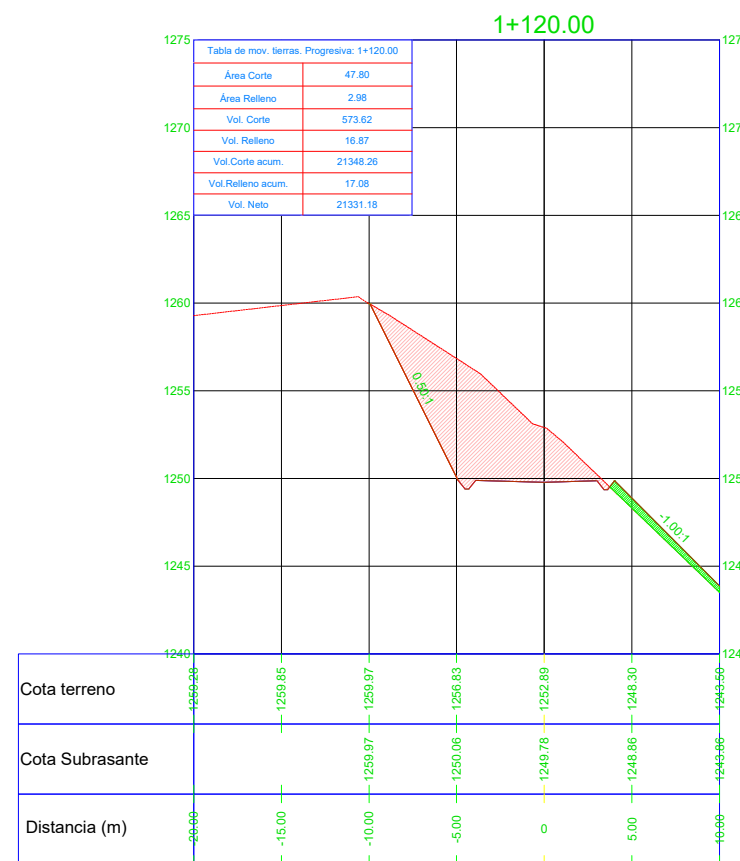
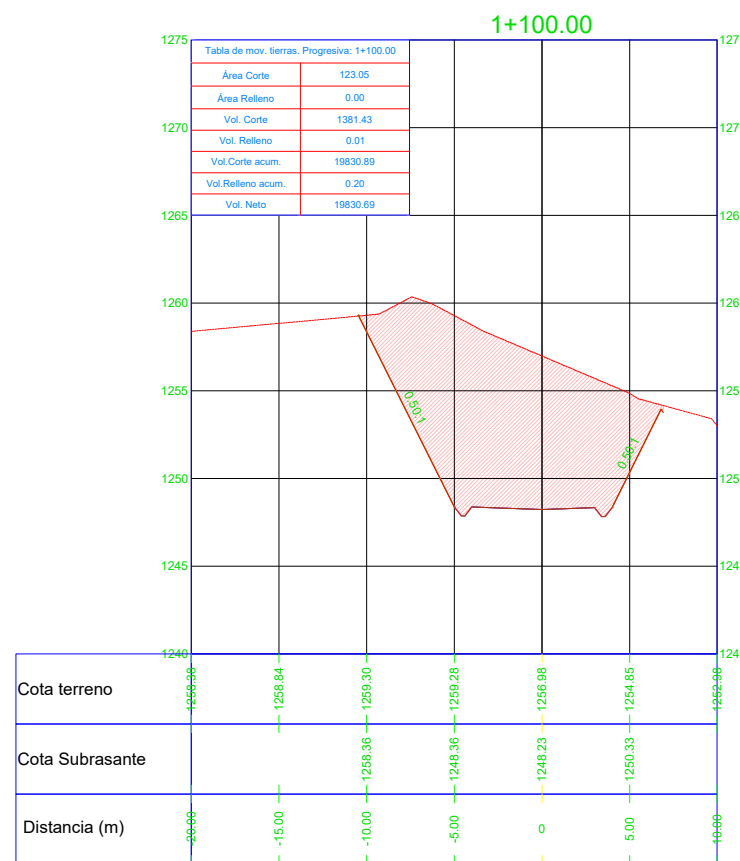
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: COSPÁN  
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200  
FECHA: JUNIO-22  
PLANO N°:

**ST-02**





PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE- FARRAT, DISTRITOS COPÁN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS DE CAJAMARCA Y LA LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO

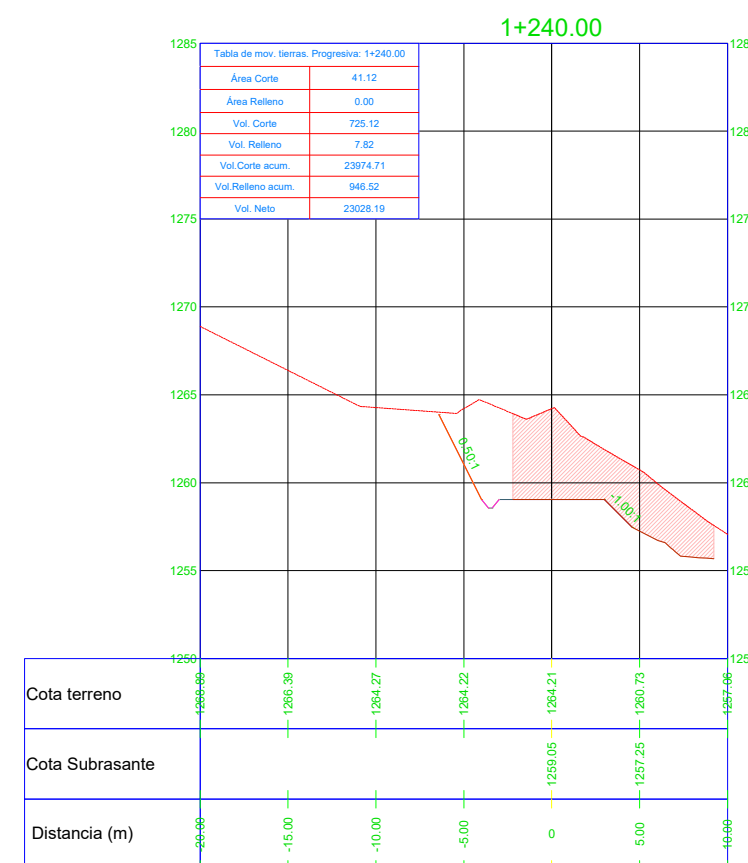
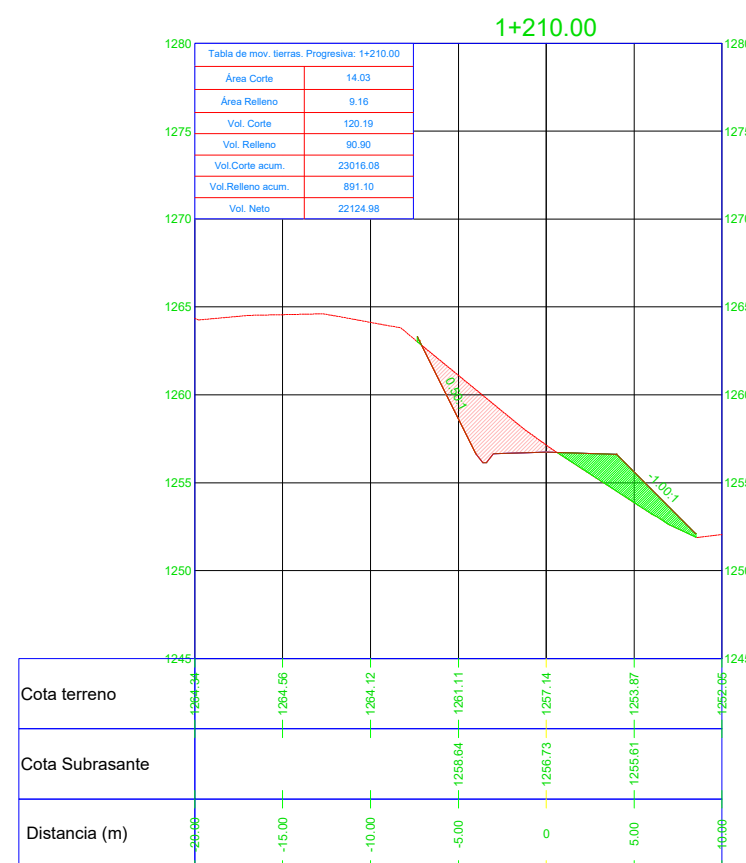
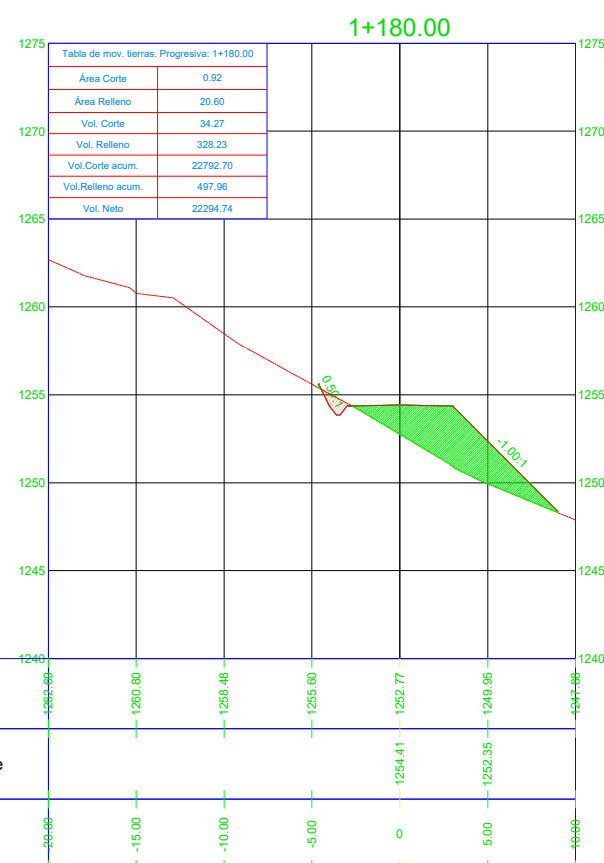
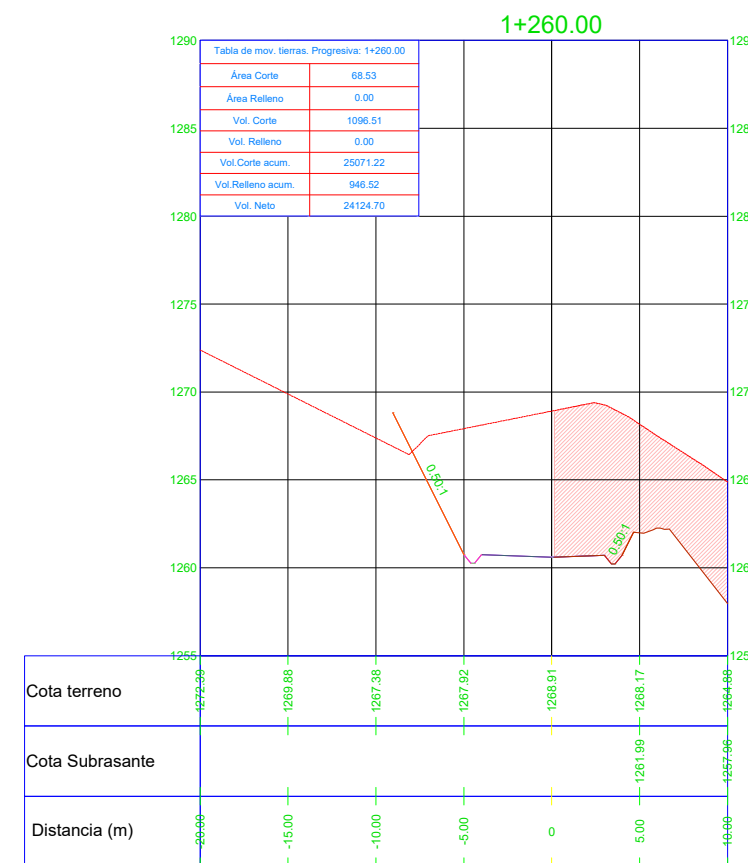
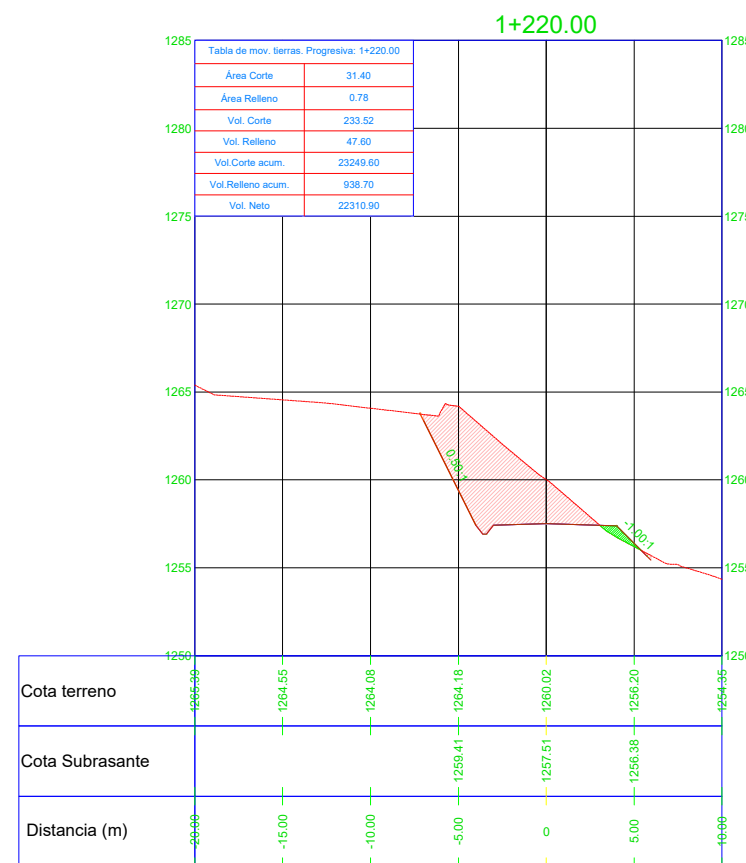
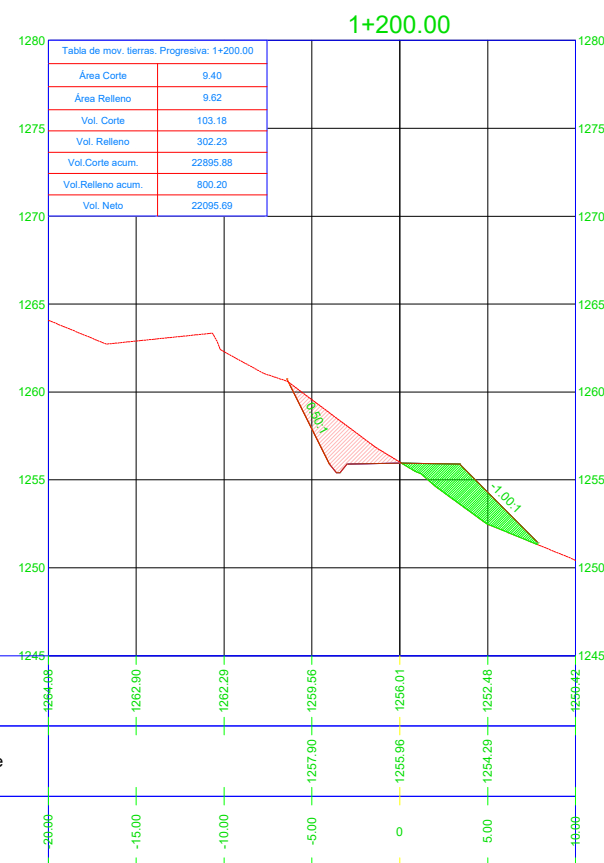
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
 PROVINCIA: CAJAMARCA  
 DISTRITO: COSPÁN  
 CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200  
 FECHA: JUNIO-22

PLANO N°:

**ST-03**



PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE- FARRAT, DISTRITOS COPÁN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS DE CAJAMARCA Y LA LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD

PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: COSPÁN

CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES

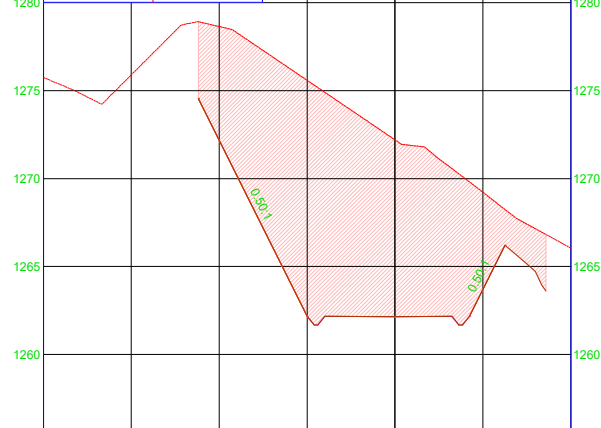
ESCALA: 1/200

FECHA: JUNIO-22

PLANO N°: ST-04

1+280.00

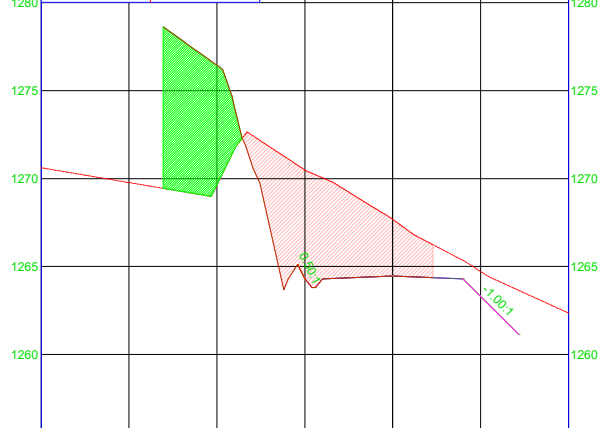
Tabla de mov. tierras. Progresiva: 1+280.00	
Área Corte	169.81
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	1599.98
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	27764.81
Vol. Relleno acum.	946.52
Vol. Neto	26818.29



Cota terreno	1275.74	1275.90	1278.64	1275.59	1272.20	1269.22	1266.05
Cota Subrasante			1272.17	1262.17	1262.14	1263.71	
Distancia (m)	-20.00	-15.00	-10.00	-5.00	0	5.00	10.00

1+310.00

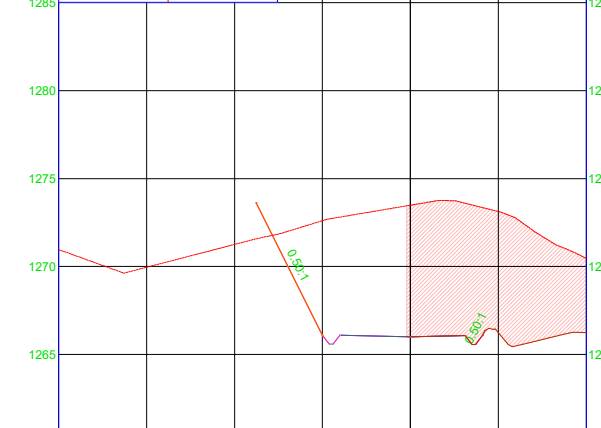
Tabla de mov. tierras. Progresiva: 1+310.00	
Área Corte	45.87
Área Relleno	30.84
Vol. Corte	242.30
Vol. Relleno	541.93
Vol. Corte acum.	29658.04
Vol. Relleno acum.	2352.82
Vol. Neto	27505.22



Cota terreno	1276.64	1269.77	1269.63	1270.49	1267.68	1264.71	1262.95
Cota Subrasante			1276.43	1264.30	1264.46	1264.71	
Distancia (m)	-20.00	-15.00	-10.00	-5.00	0	5.00	10.00

1+330.00

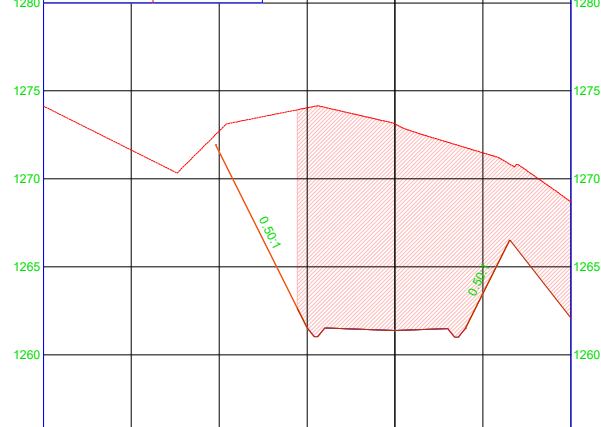
Tabla de mov. tierras. Progresiva: 1+330.00	
Área Corte	68.45
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	828.93
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	31403.00
Vol. Relleno acum.	2507.04
Vol. Neto	28895.95



Cota terreno	1270.96	1269.96	1271.25	1272.61	1273.48	1273.12	1270.46
Cota Subrasante				1266.01	1266.24		
Distancia (m)	-20.00	-15.00	-10.00	-5.00	0	5.00	10.00

1+270.00

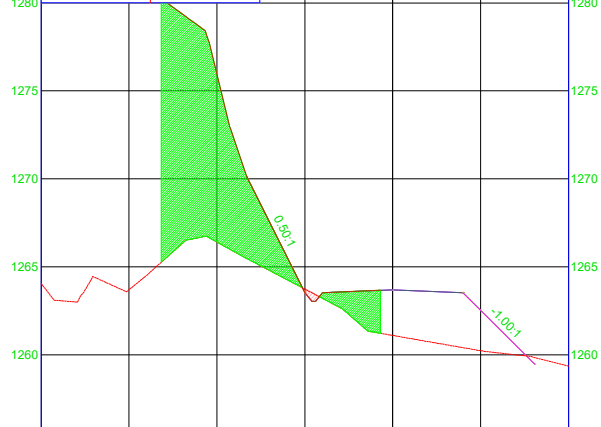
Tabla de mov. tierras. Progresiva: 1+270.00	
Área Corte	150.19
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	1093.61
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	26164.83
Vol. Relleno acum.	946.52
Vol. Neto	25218.31



Cota terreno	1274.14	1271.83	1272.72	1274.04	1273.12	1271.48	1268.88
Cota Subrasante				1261.53	1261.37	1263.49	1262.09
Distancia (m)	-20.00	-15.00	-10.00	-5.00	0	5.00	10.00

1+300.00

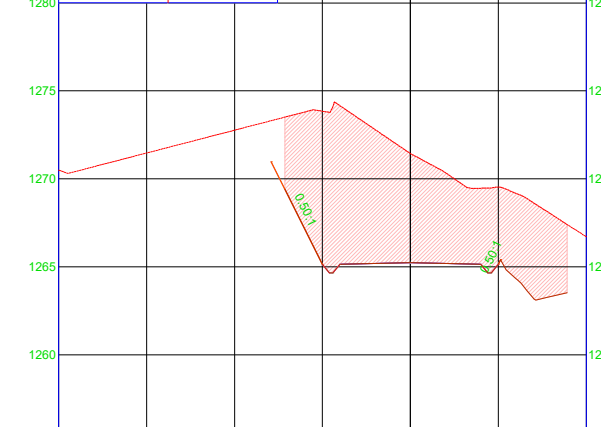
Tabla de mov. tierras. Progresiva: 1+300.00	
Área Corte	0.29
Área Relleno	63.69
Vol. Corte	1850.92
Vol. Relleno	864.37
Vol. Corte acum.	29615.73
Vol. Relleno acum.	1810.89
Vol. Neto	27804.85



Cota terreno	1264.85	1263.70	1266.41	1263.73	1261.10	1260.23	1259.95
Cota Subrasante			1275.96	1263.53	1261.10	1260.23	
Distancia (m)	-20.00	-15.00	-10.00	-5.00	0	5.00	10.00

1+320.00

Tabla de mov. tierras. Progresiva: 1+320.00	
Área Corte	97.33
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	716.03
Vol. Relleno	154.22
Vol. Corte acum.	30574.07
Vol. Relleno acum.	2507.04
Vol. Neto	28067.02



Cota terreno	1270.49	1271.47	1272.77	1273.84	1271.44	1269.53	1266.74
Cota Subrasante				1265.15	1265.24	1265.15	
Distancia (m)	-20.00	-15.00	-10.00	-5.00	0	5.00	10.00

**ST-04**

PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

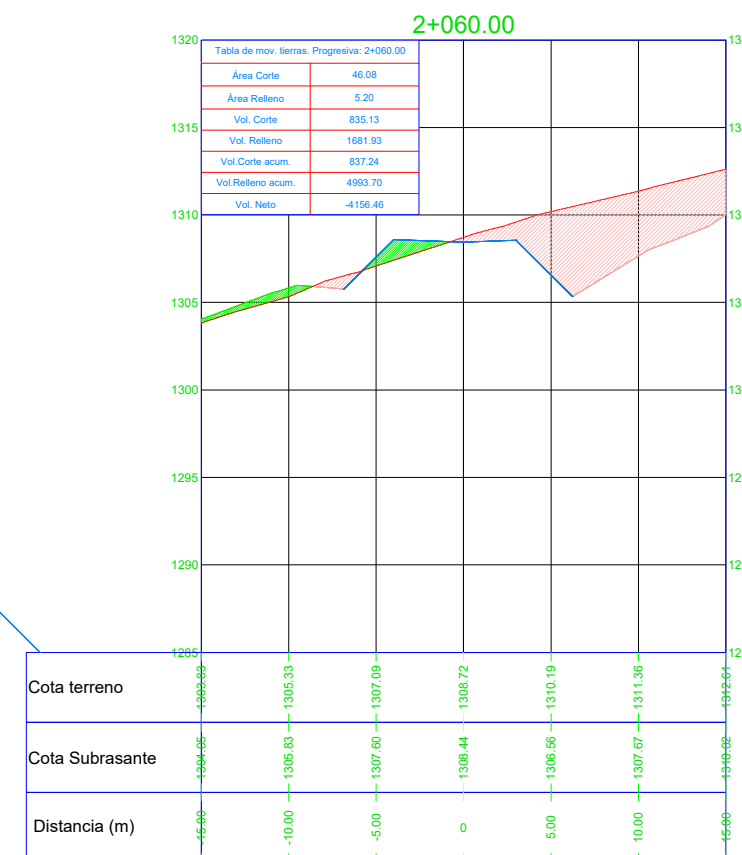
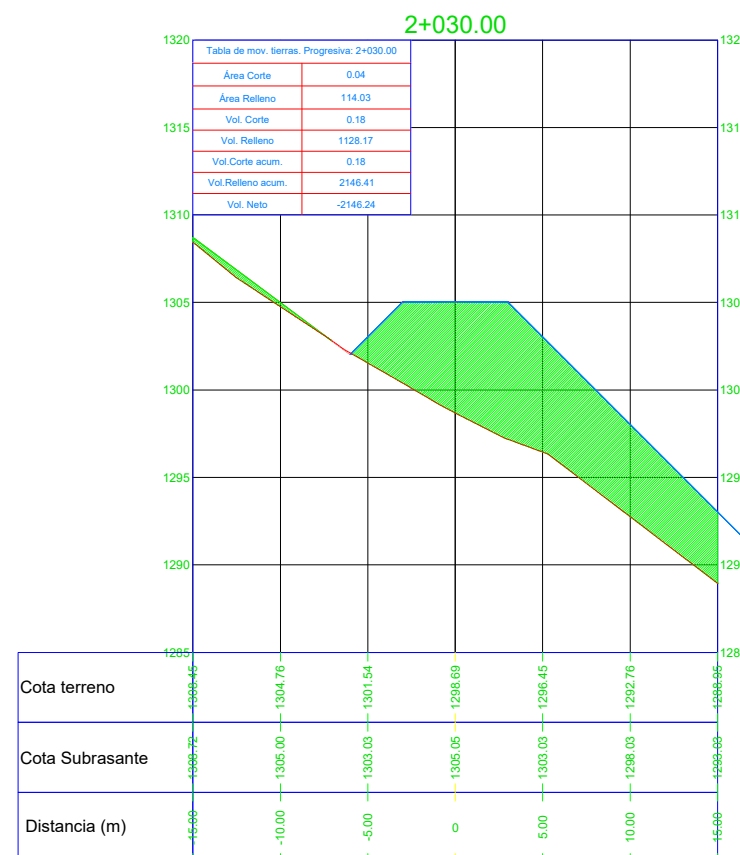
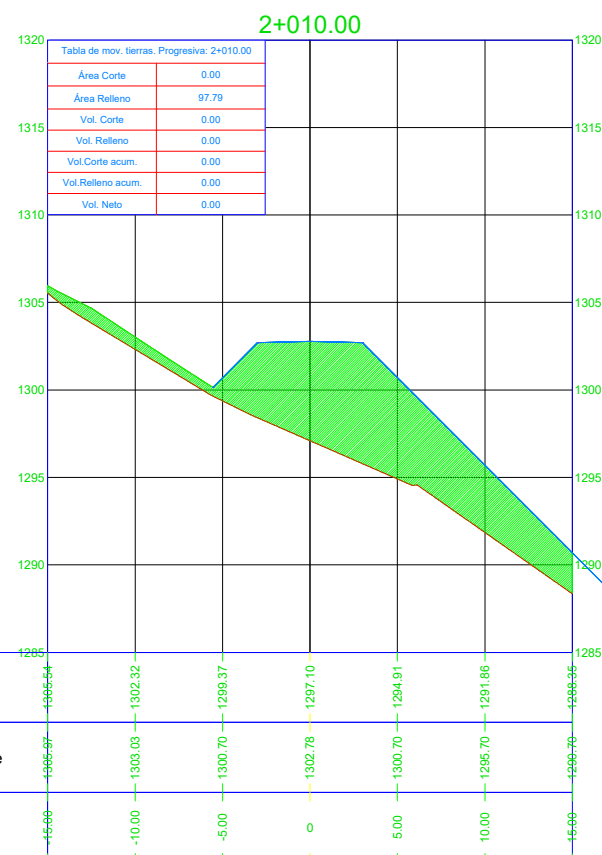
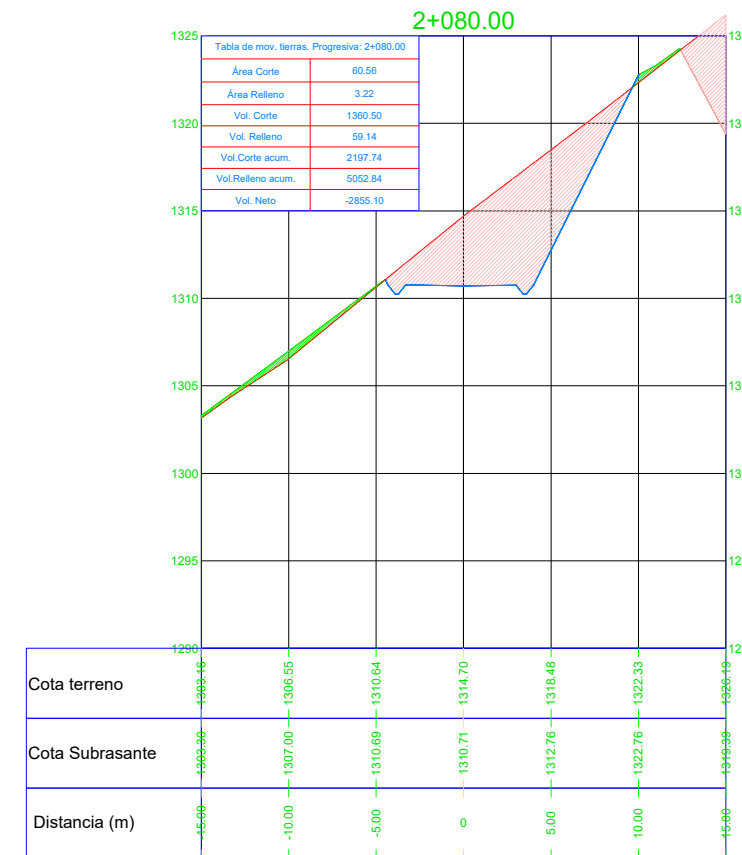
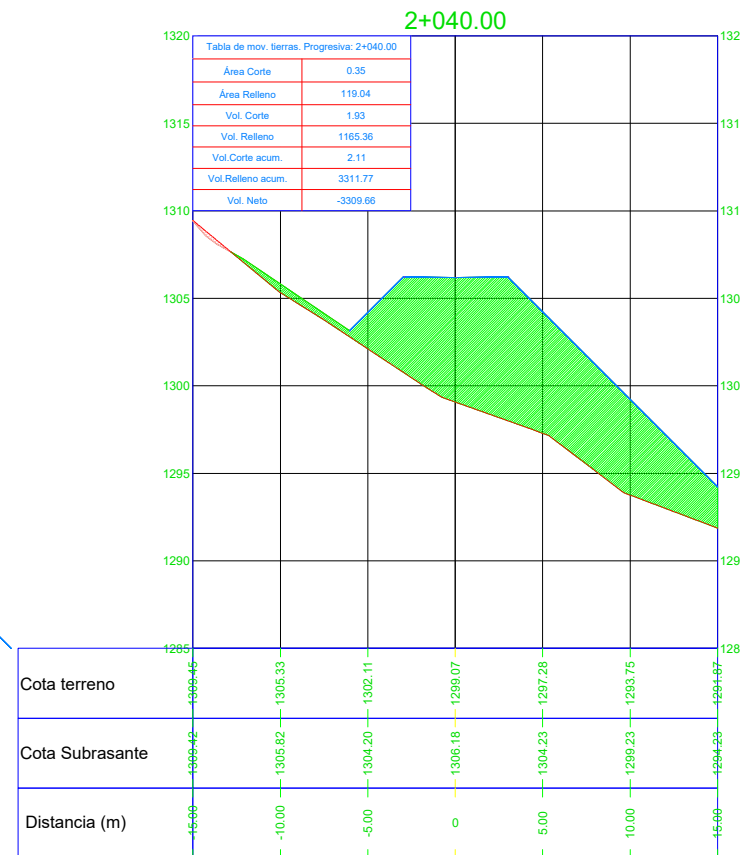
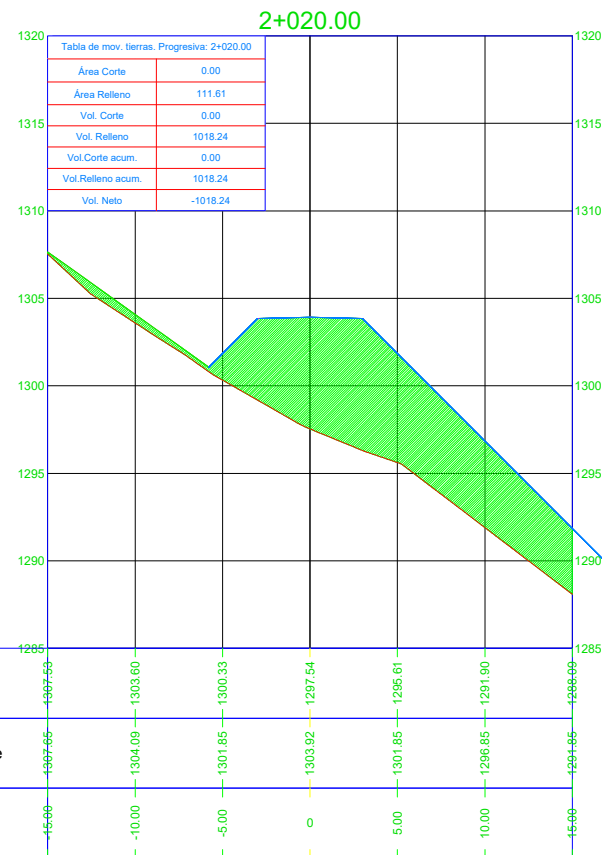
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: COSPÁN  
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200  
FECHA: JUNIO-22  
PLANO N°:

**ST-01**



PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO
DEPARTAMENTO: <b>CAJAMARCA-LA LIBERTAD</b>
PROVINCIA: <b>CAJAMARCA</b>
DISTRITO: <b>COSPÁN</b>
CENTRO POBLADO: <b>SAN JORGE</b>

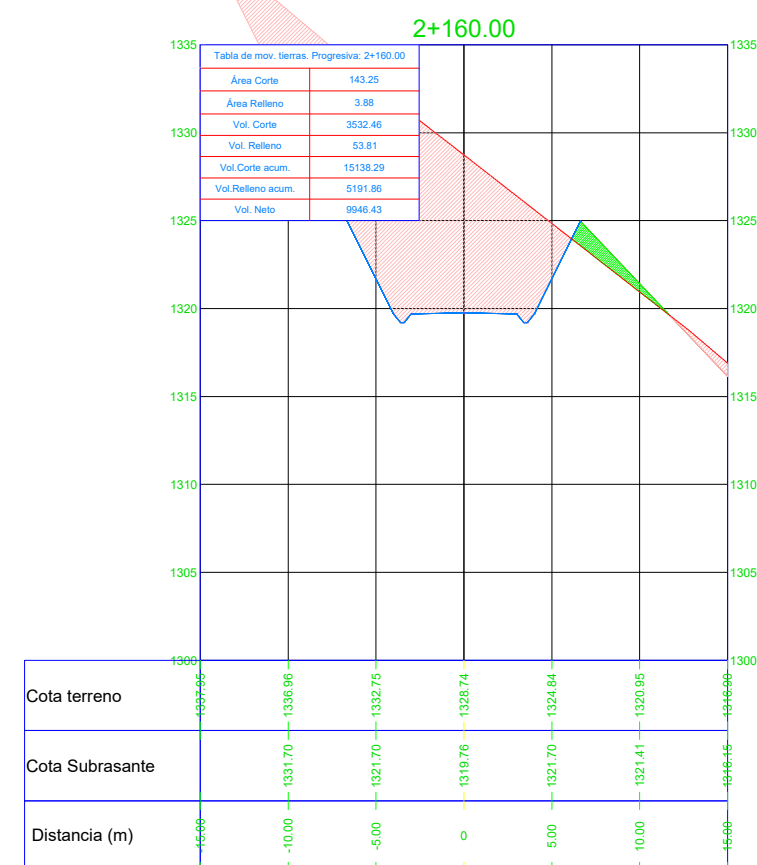
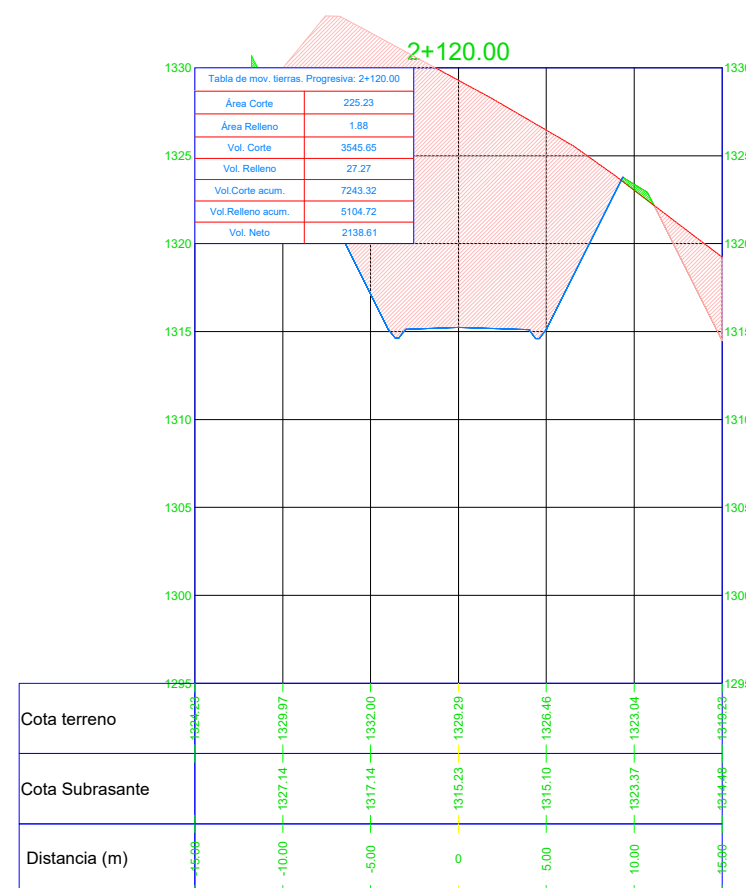
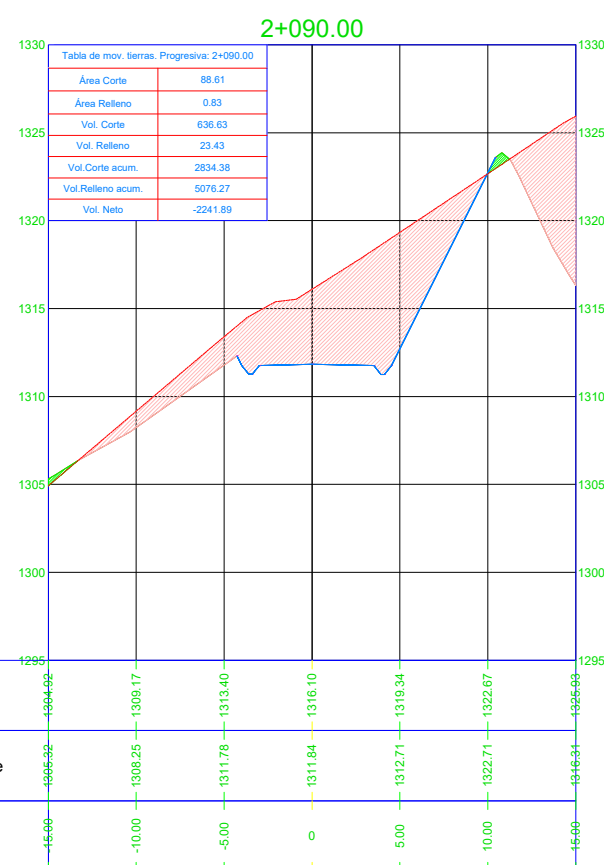
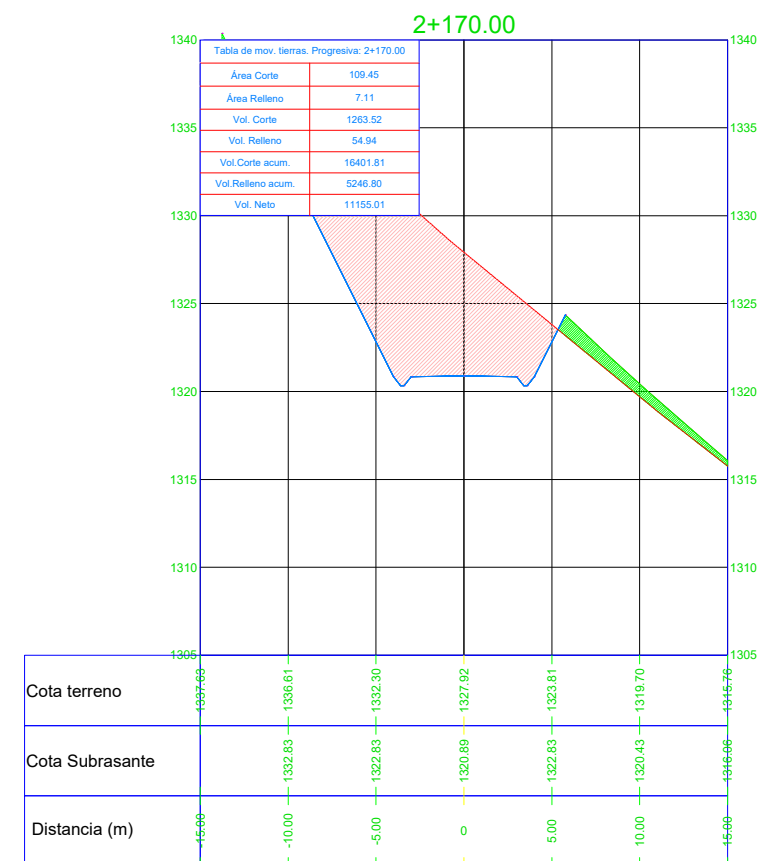
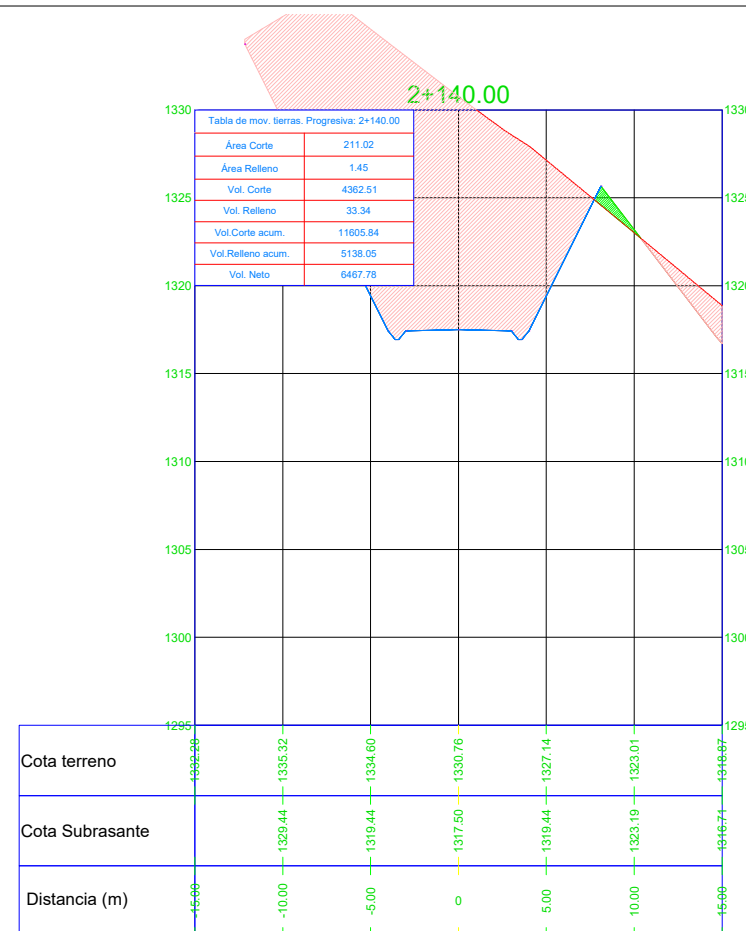
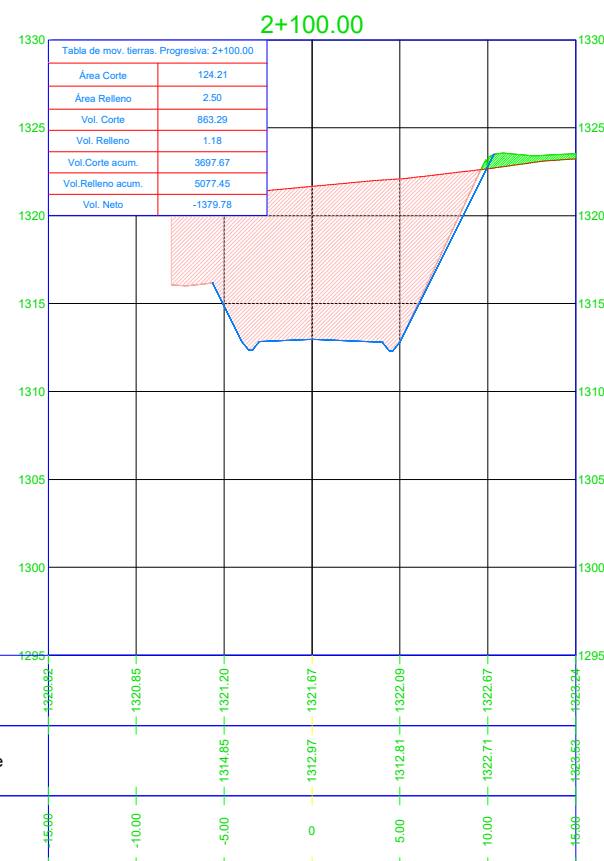
PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA:  
**1/200**

FECHA:  
**JUNIO-22**

PLANO N°:

**ST-02**



PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

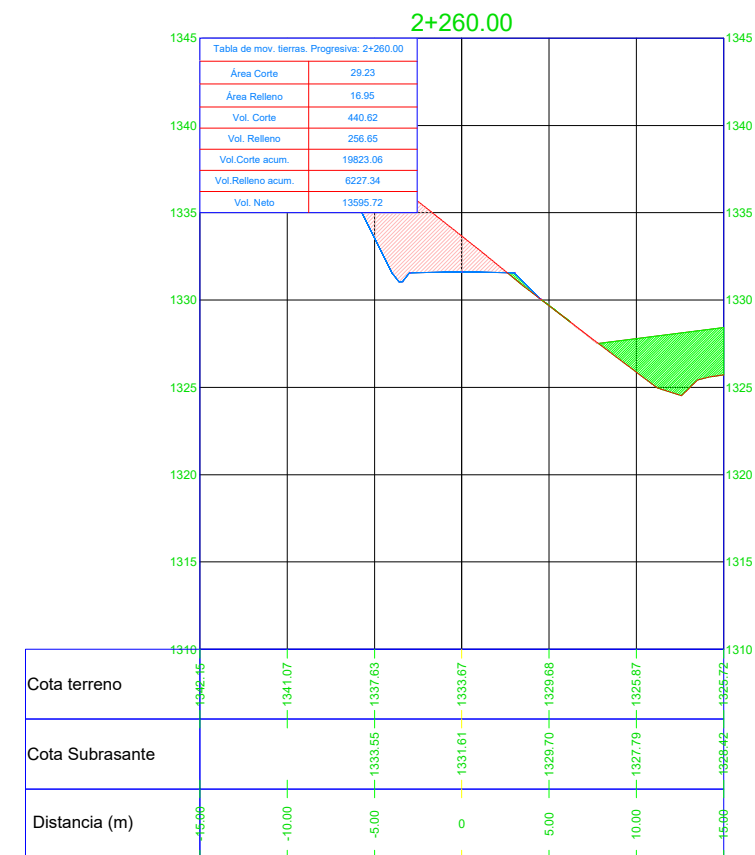
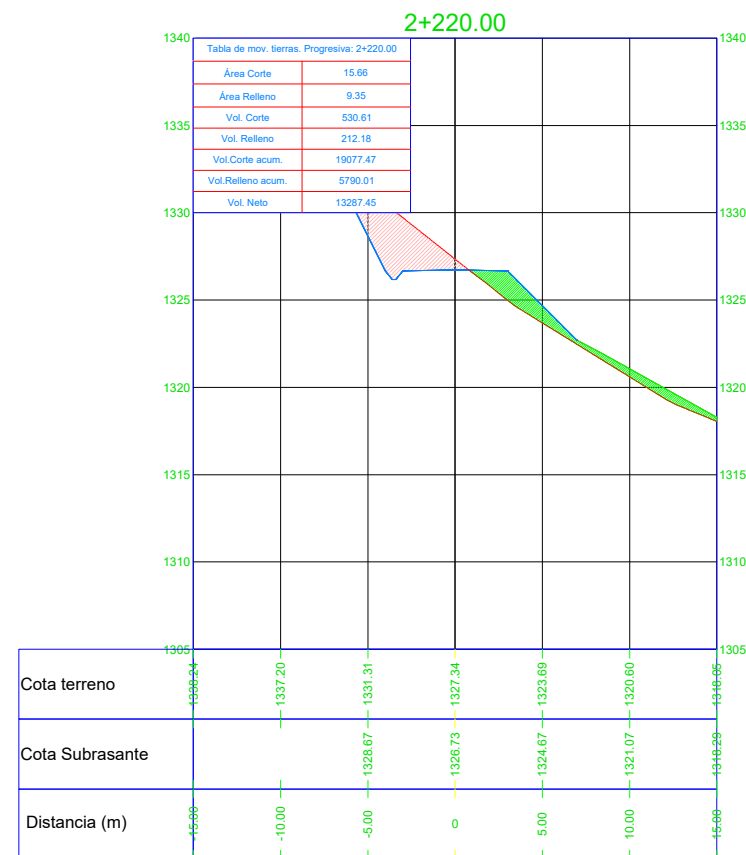
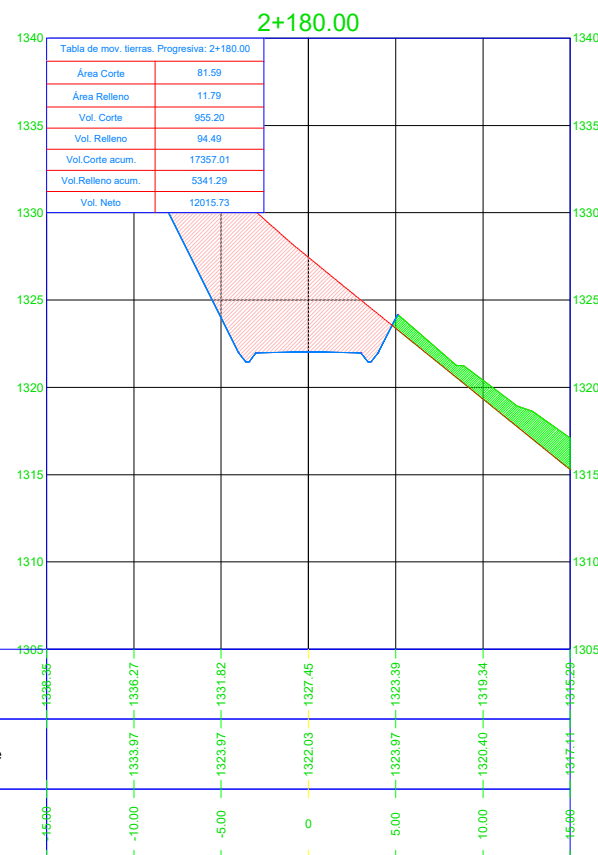
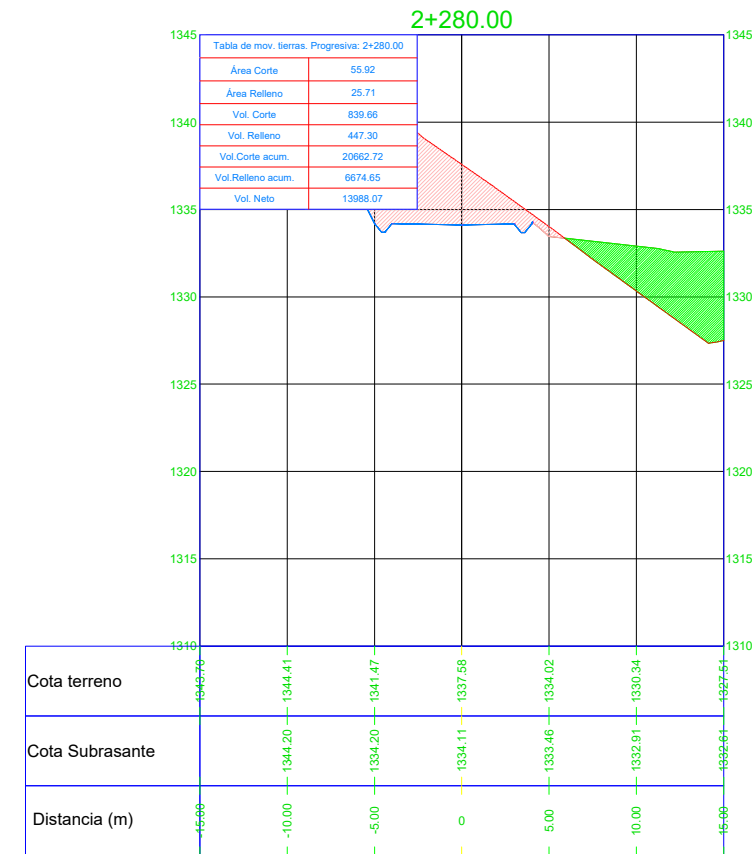
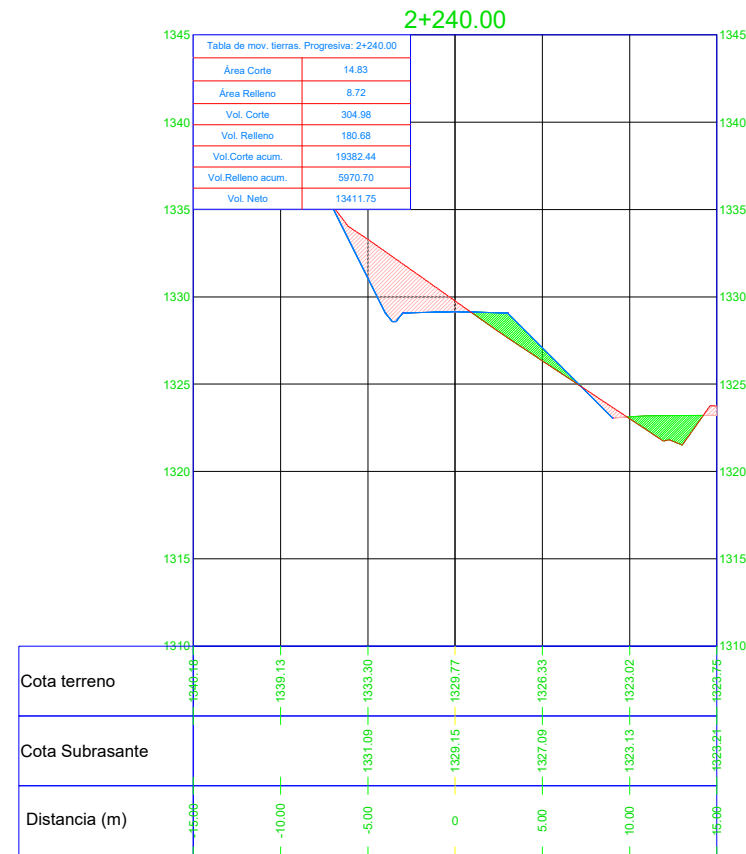
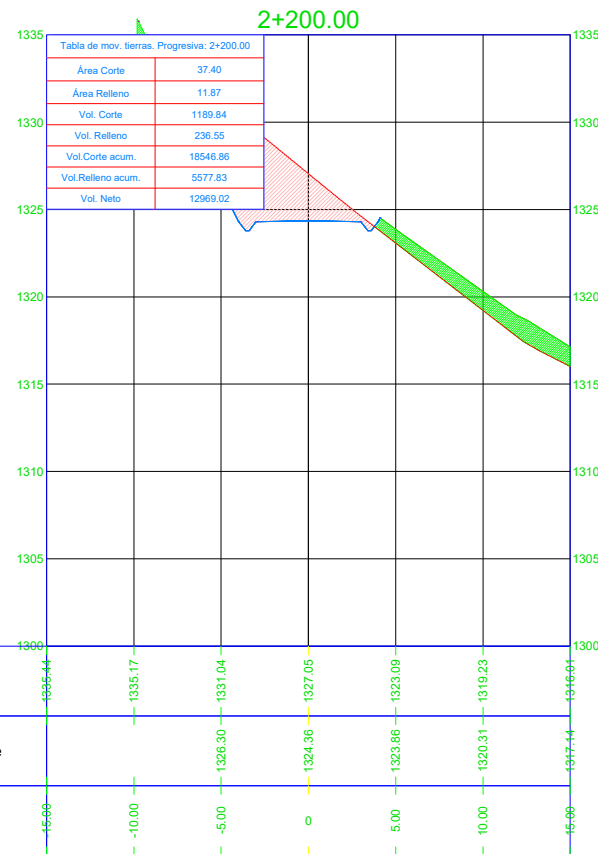
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: COSPÁN  
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200  
FECHA: JUNIO-22  
PLANO N°:

**ST-03**





PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE- FARRAT, DISTRITOS COPÁN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS DE CAJAMARCA Y LA LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
 PROVINCIA: CAJAMARCA  
 DISTRITO: COSPÁN  
 CENTRO POBLADO: SAN JORGE

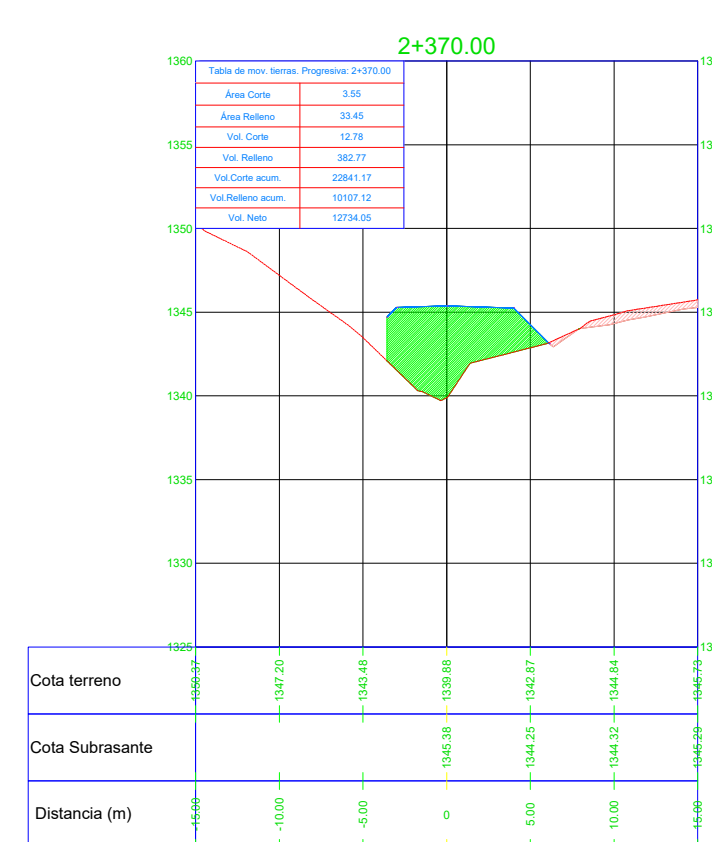
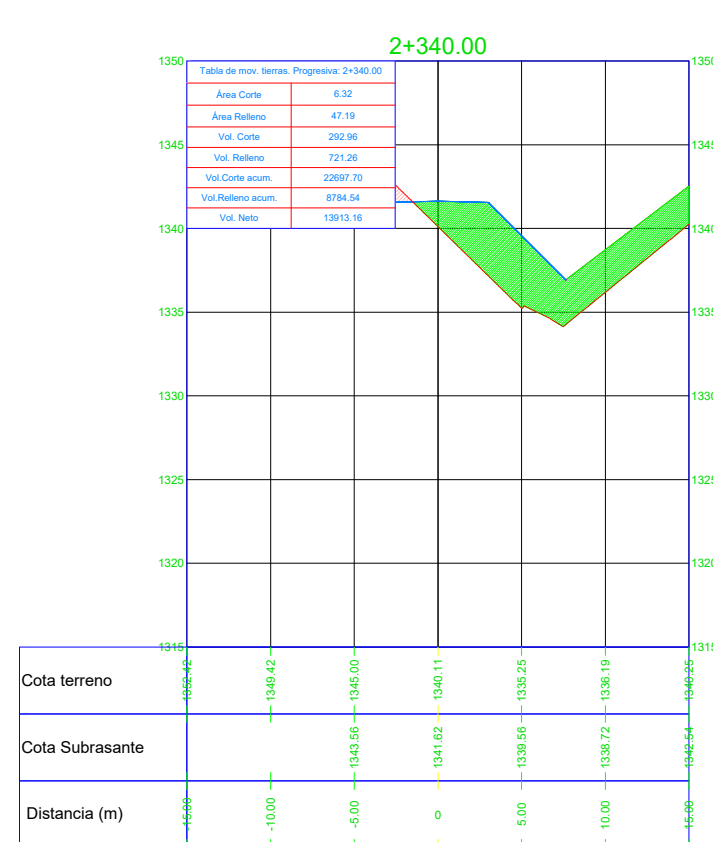
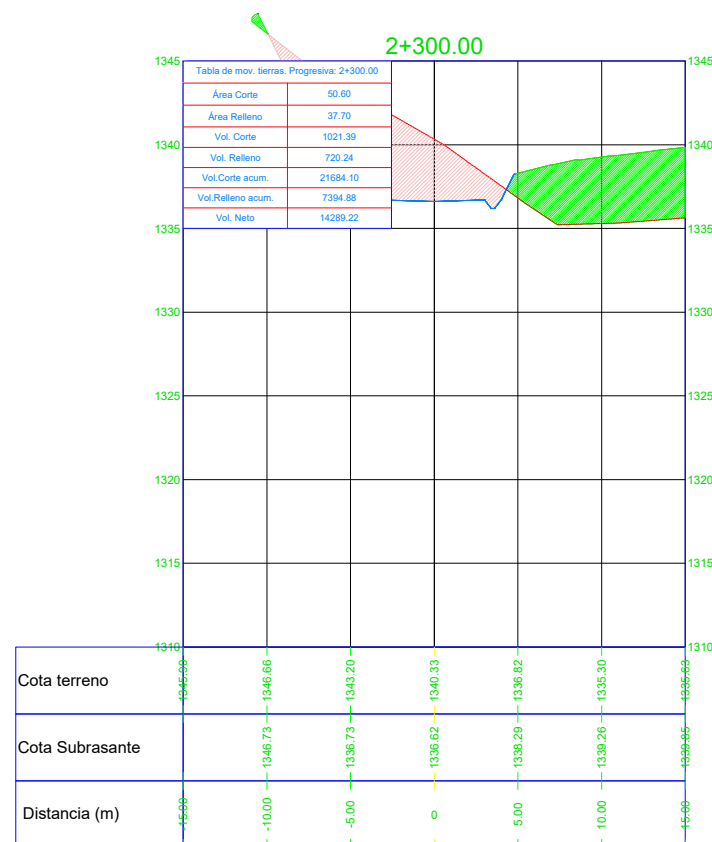
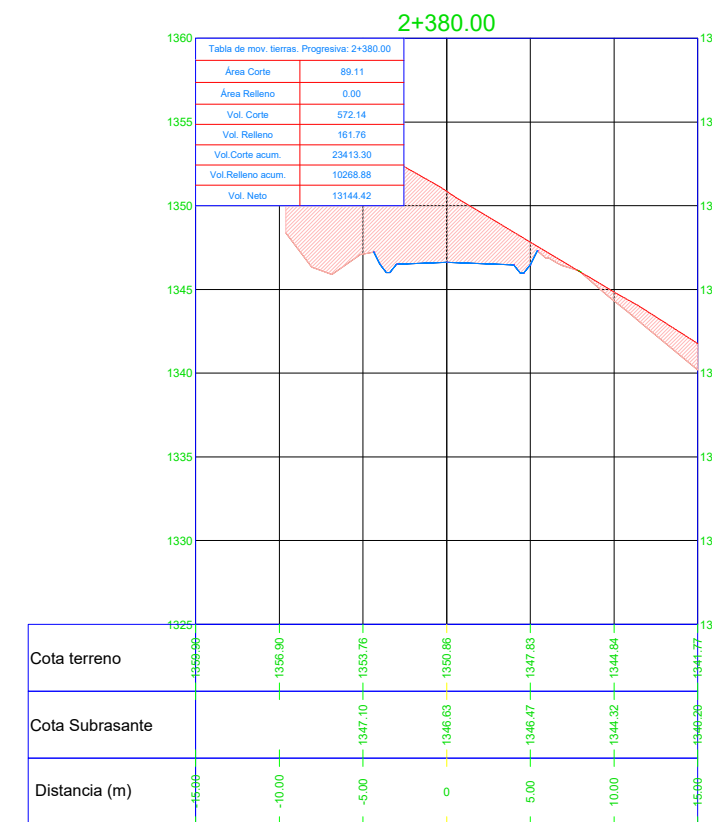
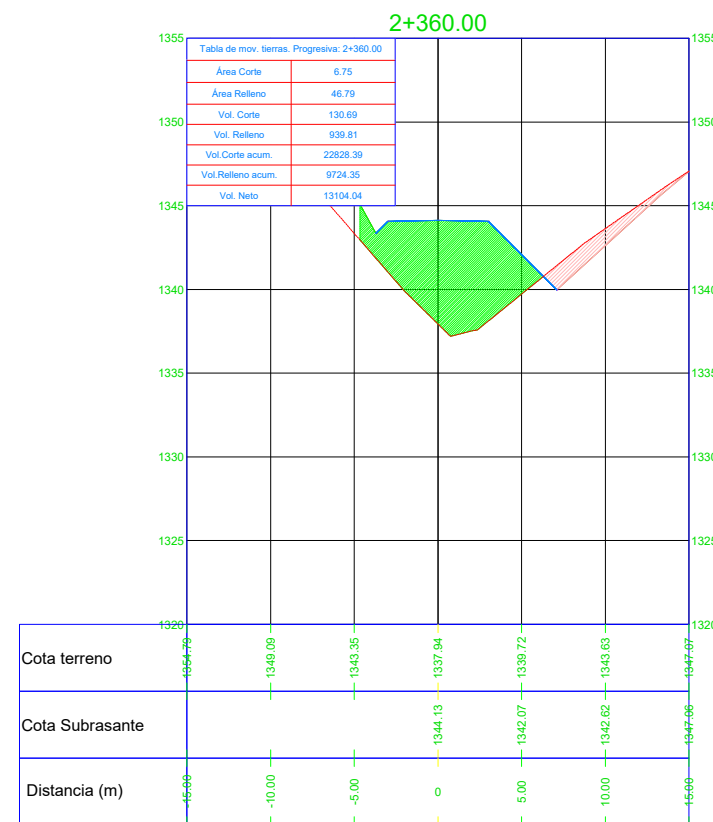
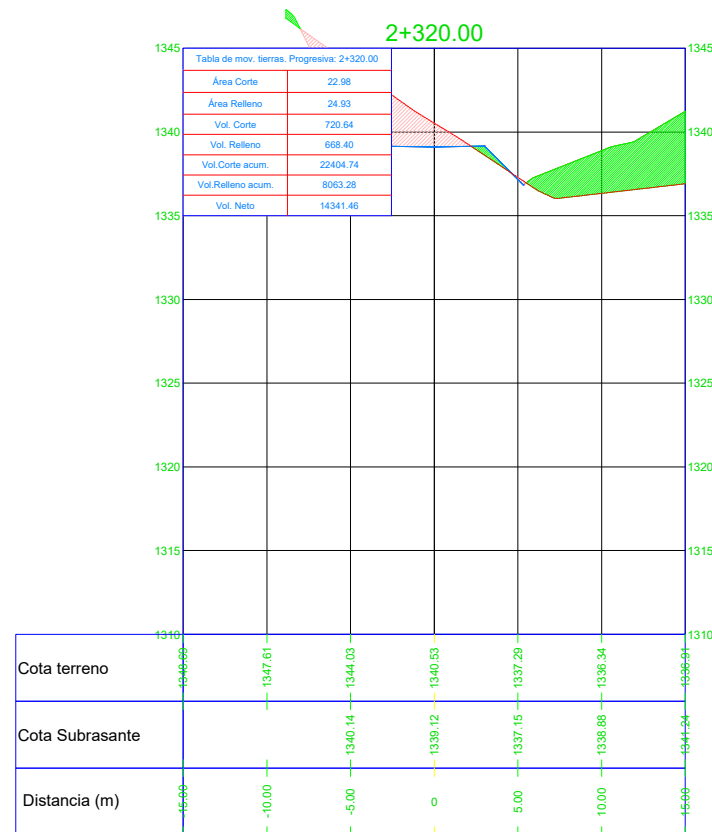
PLANO:  
**SECCIONES TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200

FECHA: JUNIO-22

PLANO N°:

**ST-04**



PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

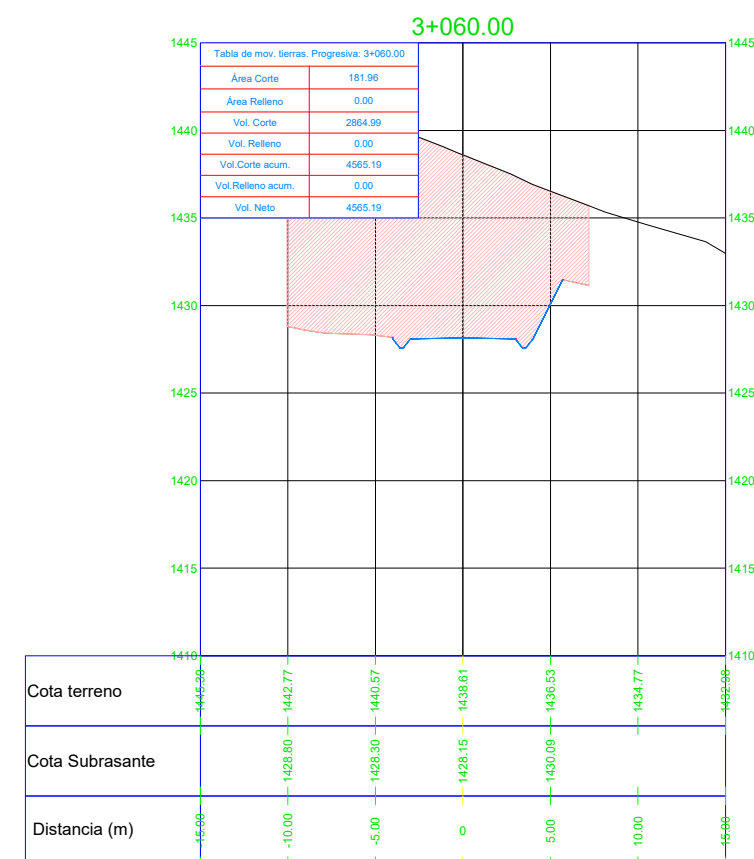
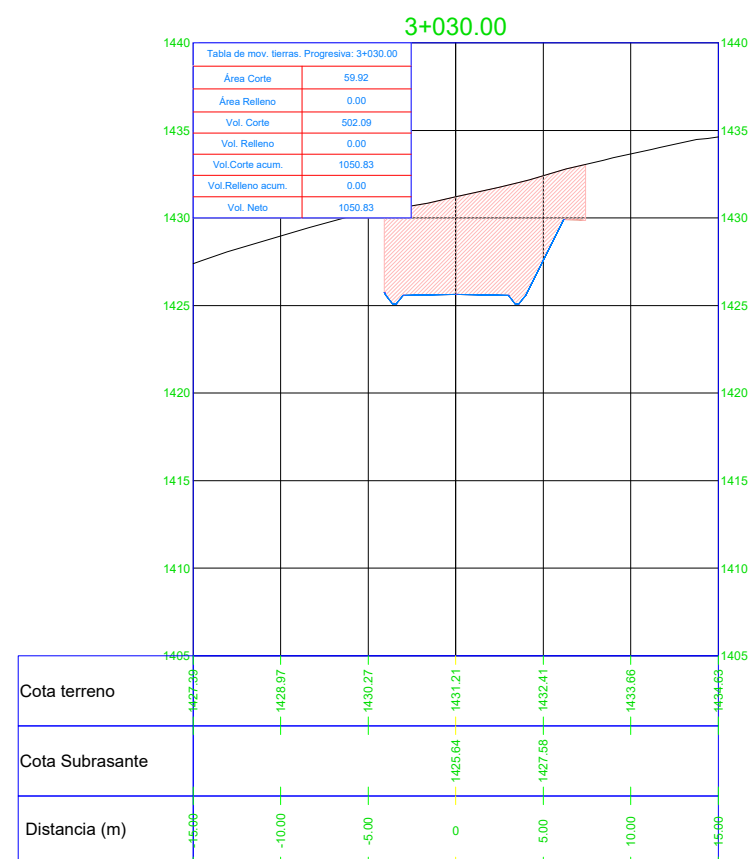
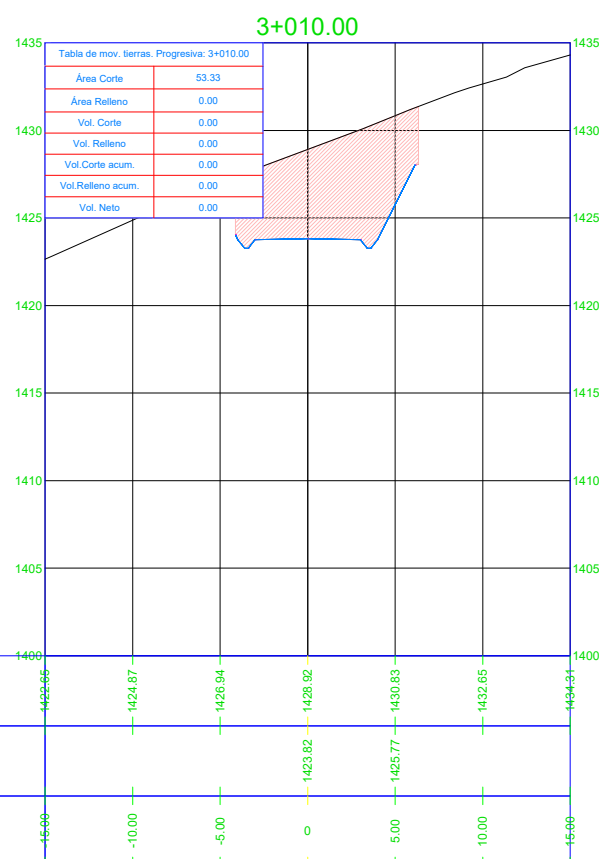
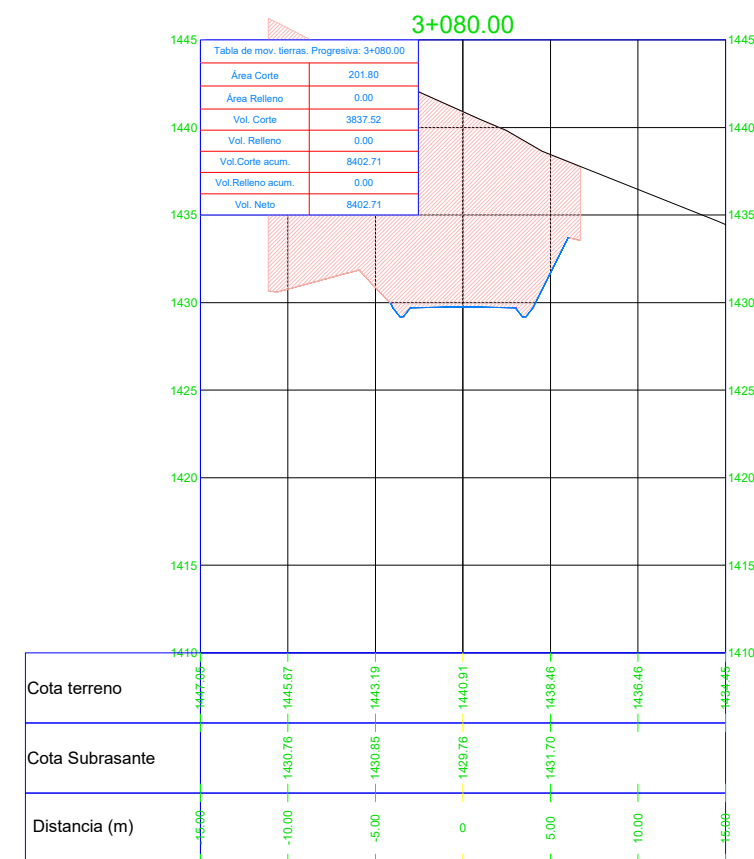
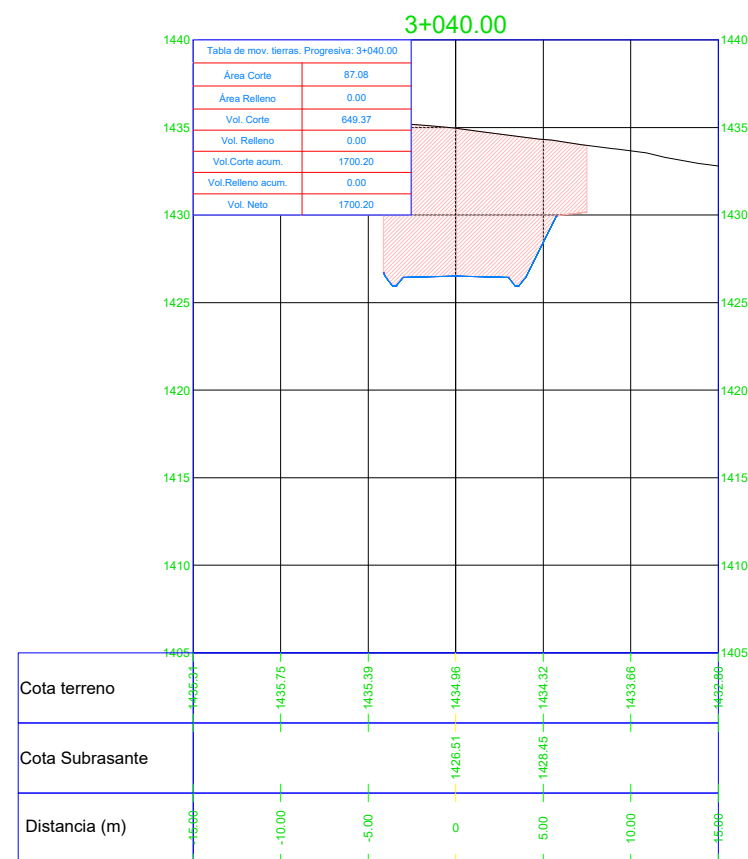
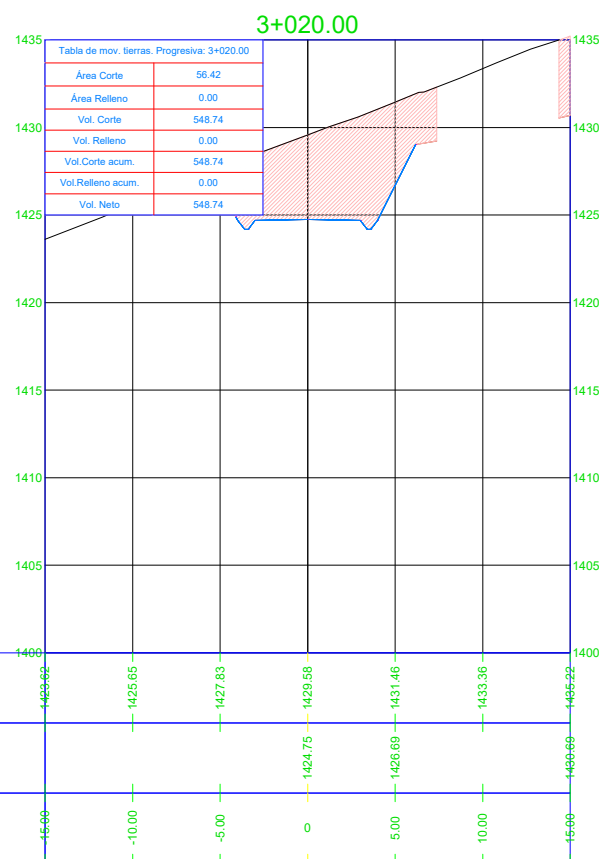
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO	
DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA-LA LIBERTAD
PROVINCIA:	CAJAMARCA
DISTRITO:	COSPÁN
CENTRO POBLADO:	SAN JORGE

**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA:	1/200
FECHA:	JUNIO-22
PLANO N°:	

**ST-03**



PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: COSPÁN  
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

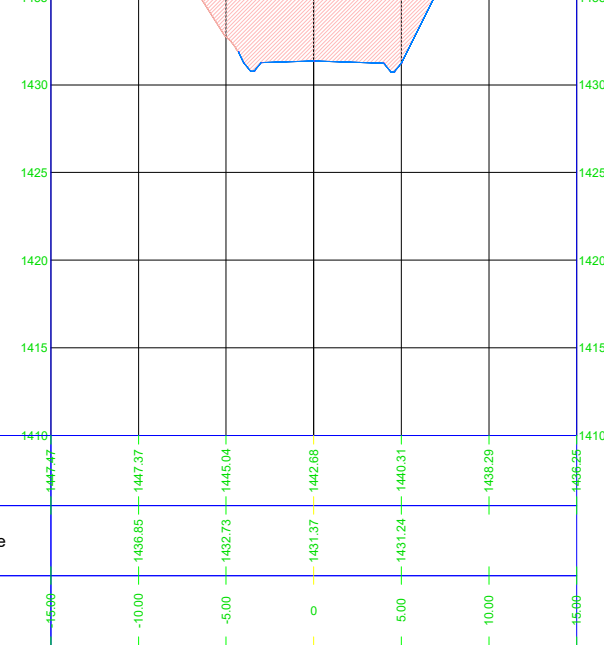
ESCALA: 1/200  
FECHA: JUNIO-22

PLANO Nº:

**ST-02**

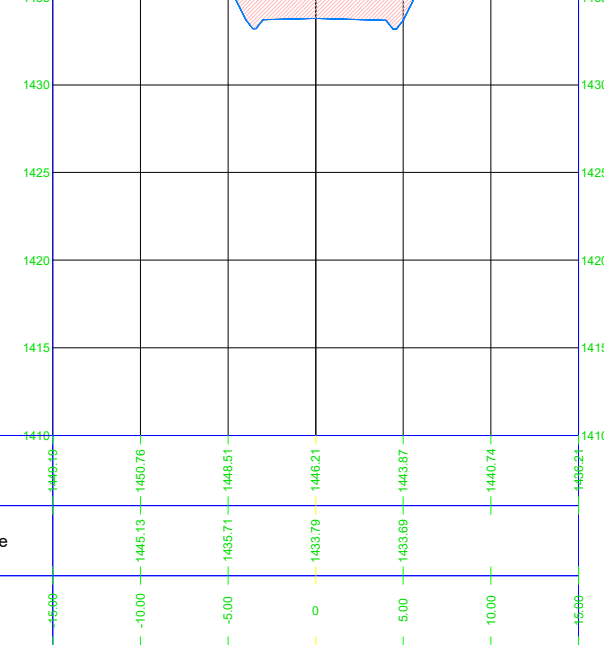
**3+100.00**

Tabla de mov. tierras. Progresiva: 3+100.00	
Área Corte	205.33
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	2021.50
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	12473.94
Vol. Relleno acum.	0.00
Vol. Neto	12473.94



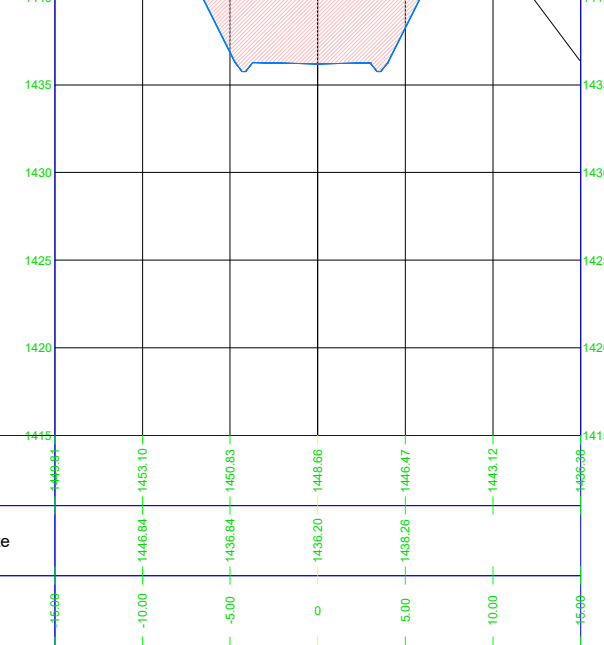
**3+130.00**

Tabla de mov. tierras. Progresiva: 3+130.00	
Área Corte	195.58
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	1943.66
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	18389.30
Vol. Relleno acum.	0.00
Vol. Neto	18389.30



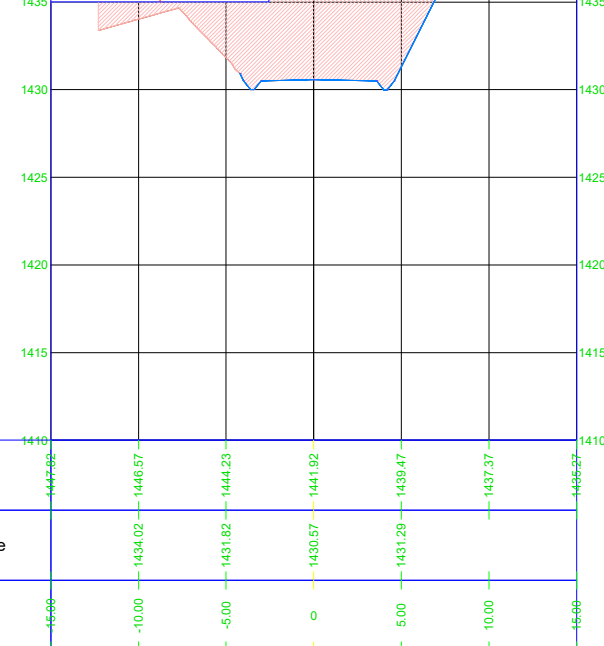
**3+160.00**

Tabla de mov. tierras. Progresiva: 3+160.00	
Área Corte	195.22
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	3852.80
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	24170.33
Vol. Relleno acum.	0.00
Vol. Neto	24170.33



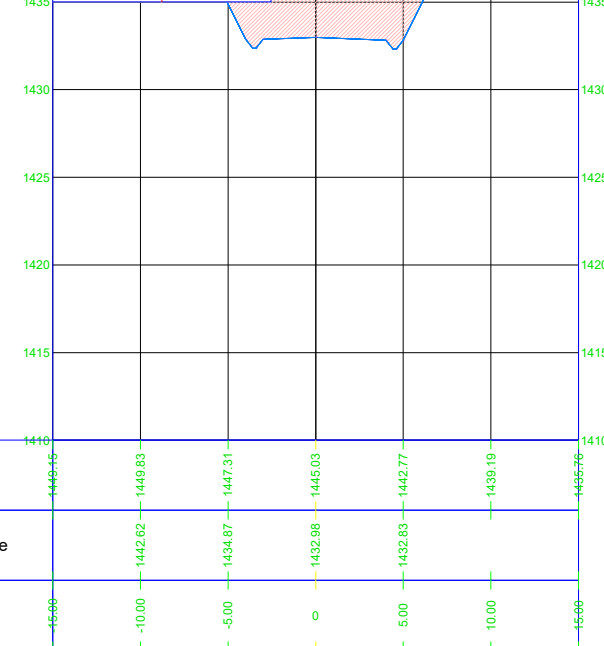
**3+090.00**

Tabla de mov. tierras. Progresiva: 3+090.00	
Área Corte	213.06
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	2049.74
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	10452.45
Vol. Relleno acum.	0.00
Vol. Neto	10452.45



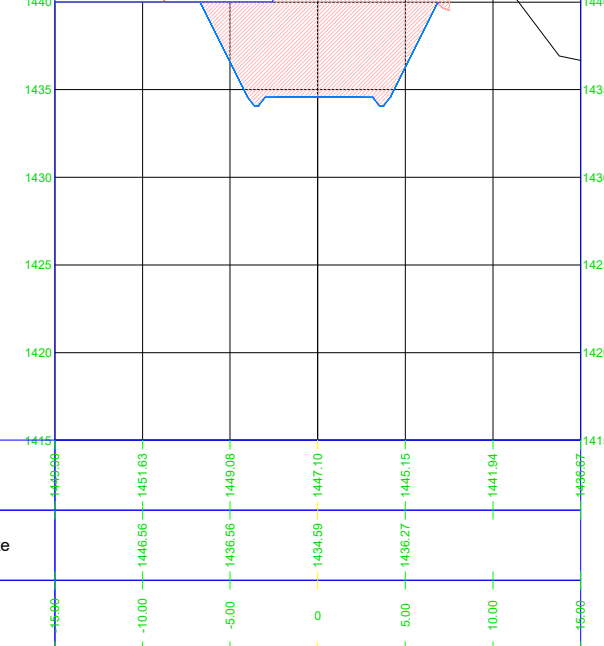
**3+120.00**

Tabla de mov. tierras. Progresiva: 3+120.00	
Área Corte	193.15
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	3971.70
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	16445.64
Vol. Relleno acum.	0.00
Vol. Neto	16445.64



**3+140.00**

Tabla de mov. tierras. Progresiva: 3+140.00	
Área Corte	190.06
Área Relleno	0.00
Vol. Corte	1928.23
Vol. Relleno	0.00
Vol. Corte acum.	20317.53
Vol. Relleno acum.	0.00
Vol. Neto	20317.53



PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE- FARRAT, DISTRITOS COPÁN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS DE CAJAMARCA Y LA LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD

PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: COSPÁN

CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:

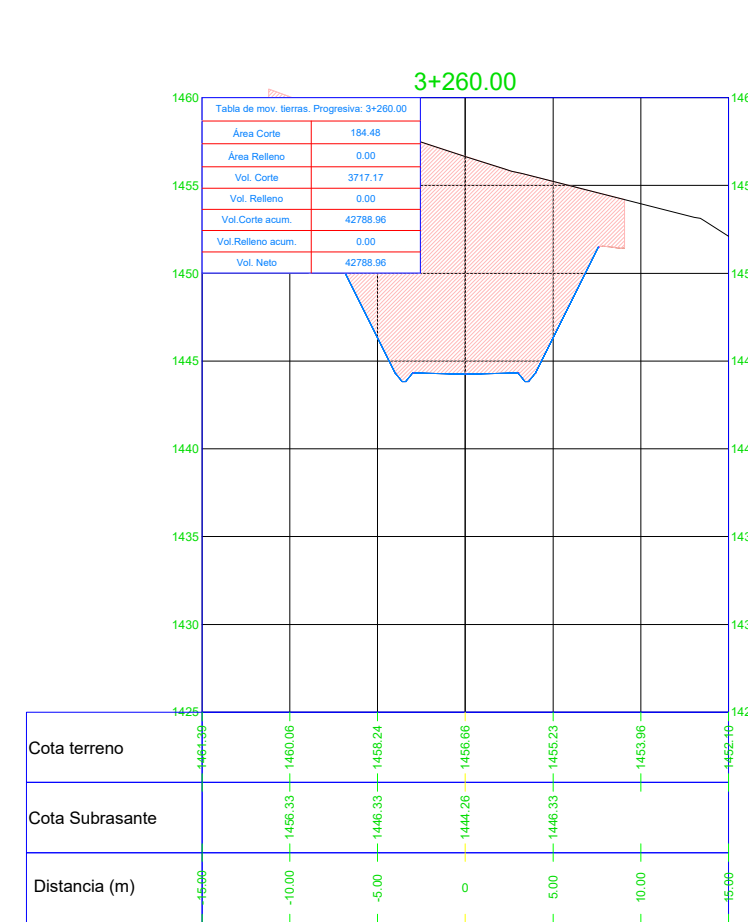
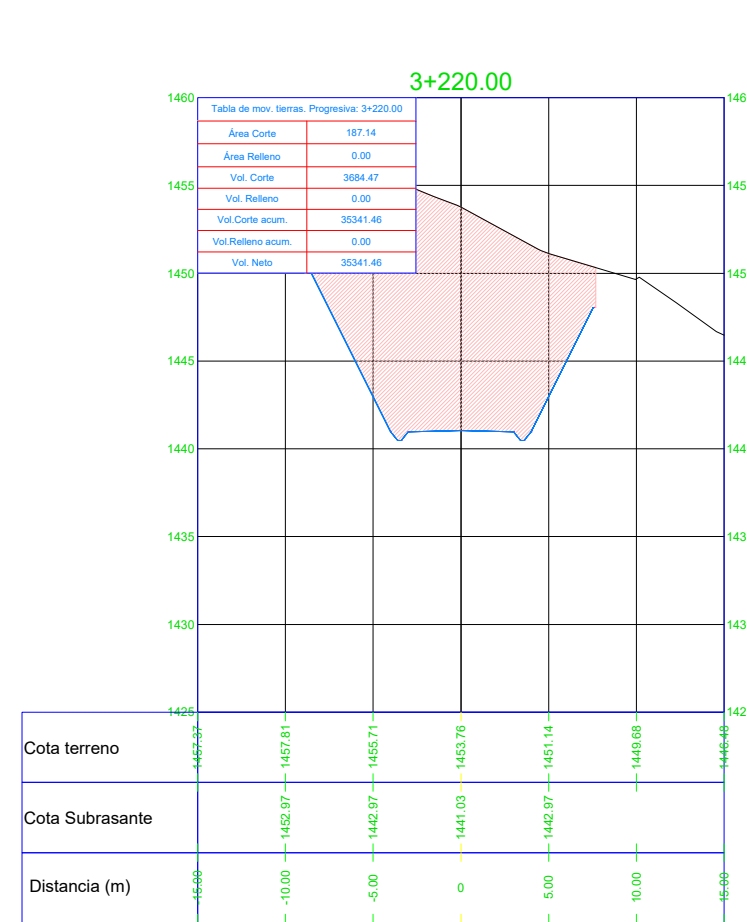
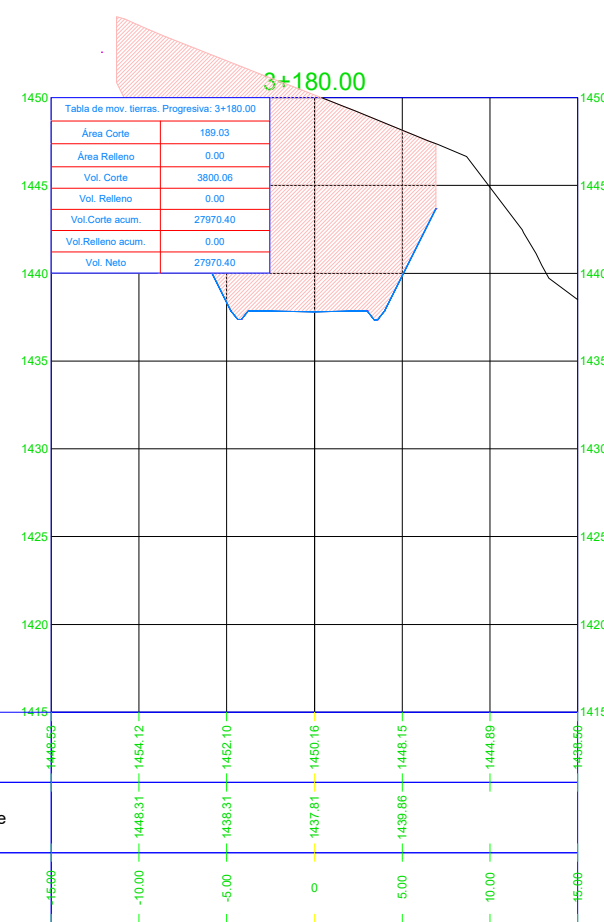
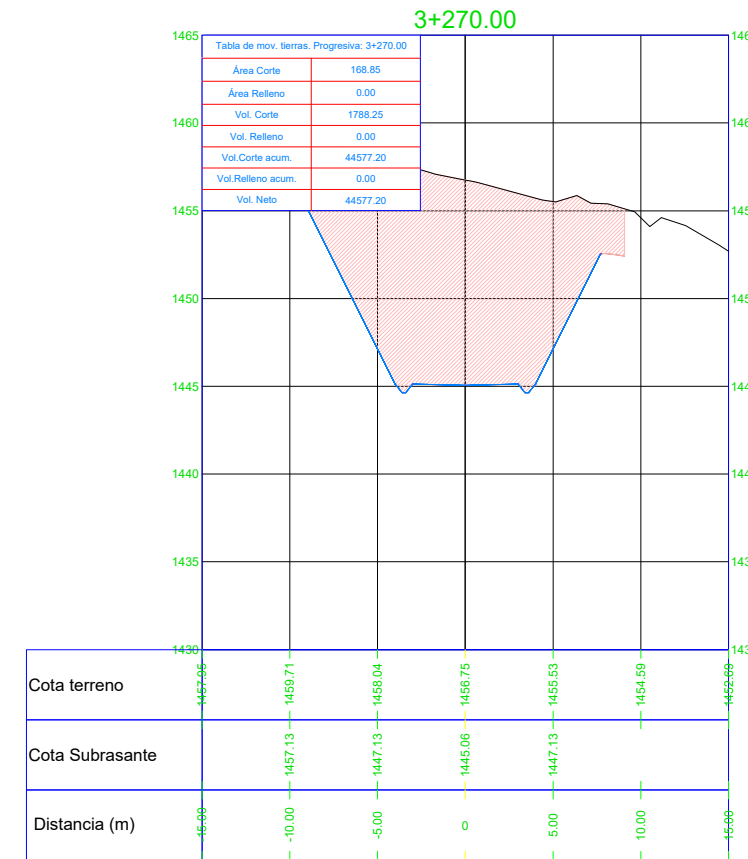
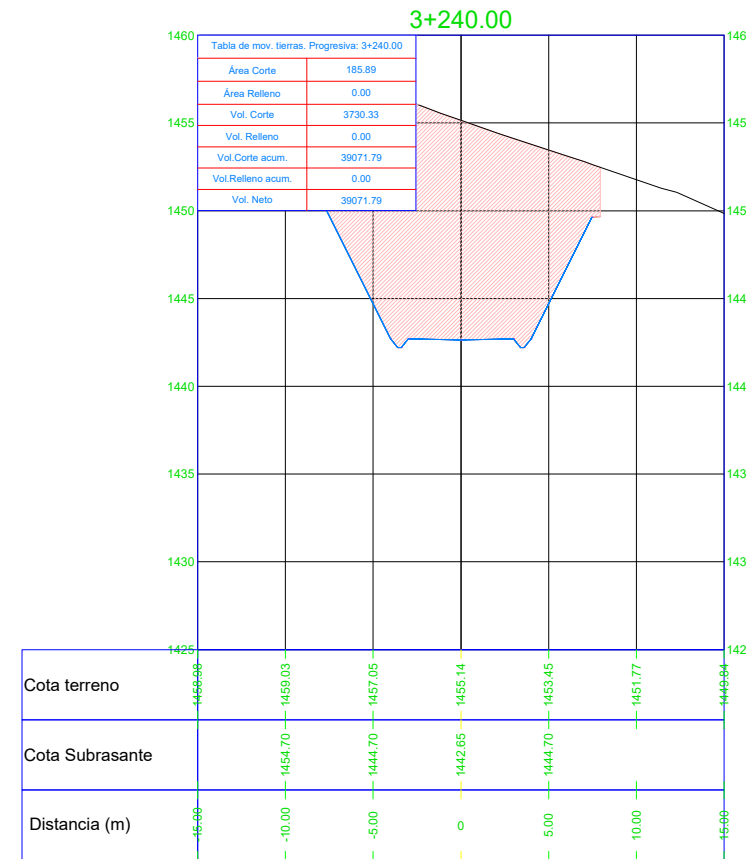
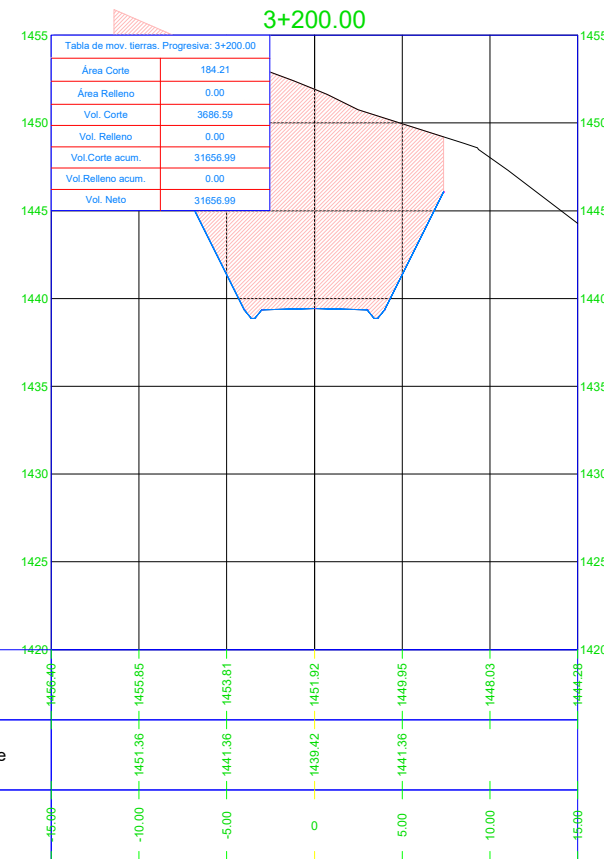
**SECCIONES TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200

FECHA: JUNIO-22

PLANO Nº:

**ST-03**



PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

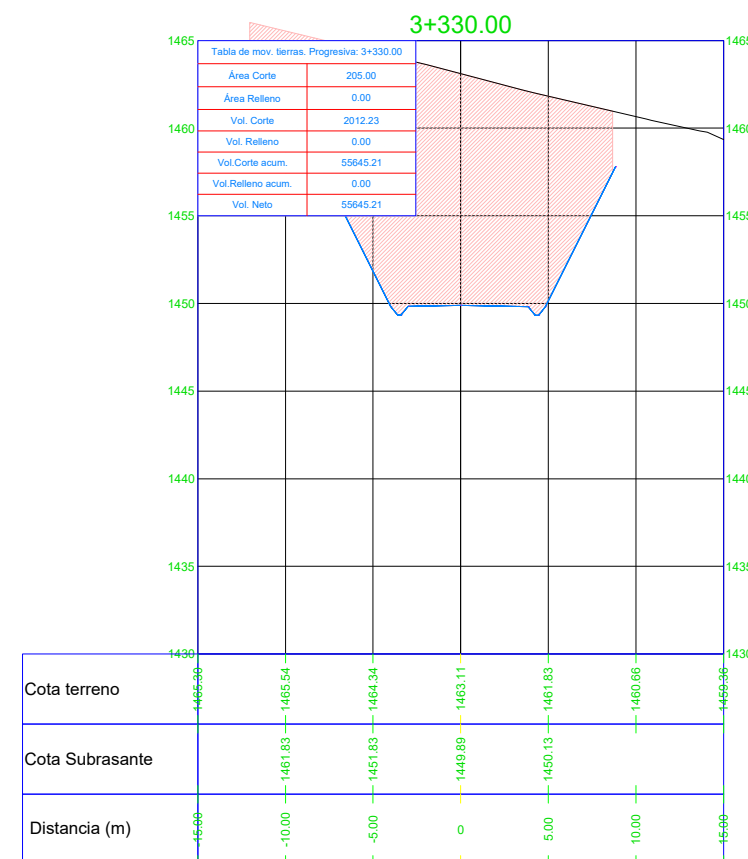
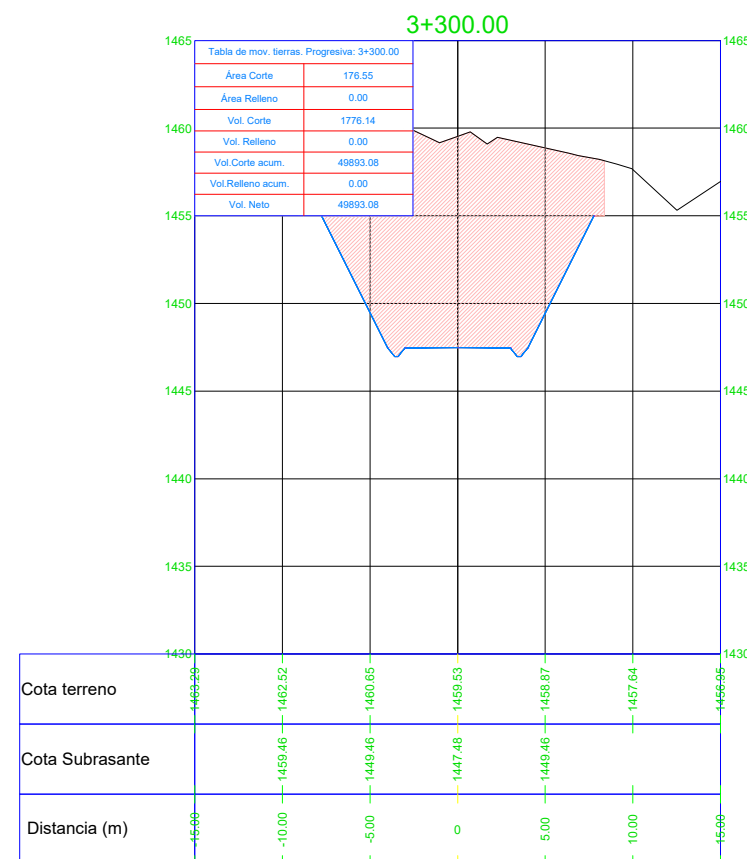
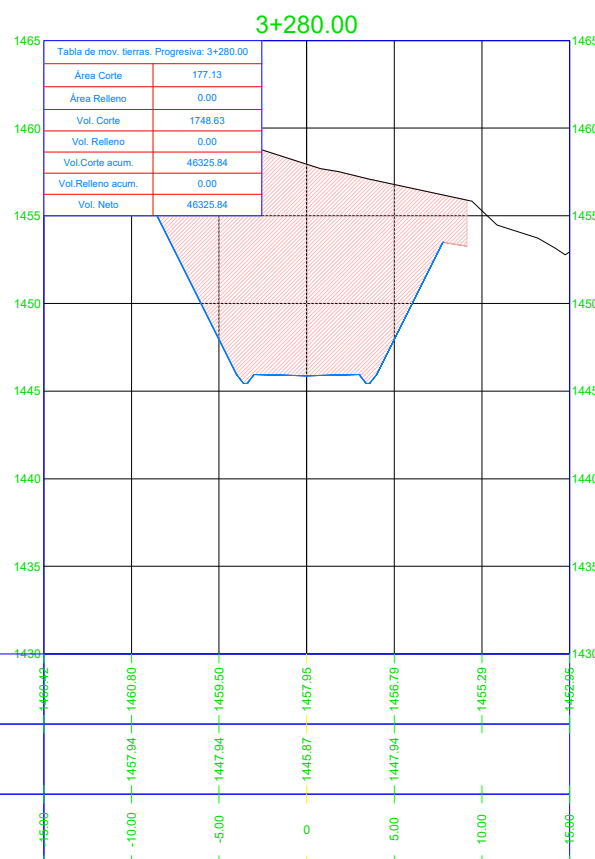
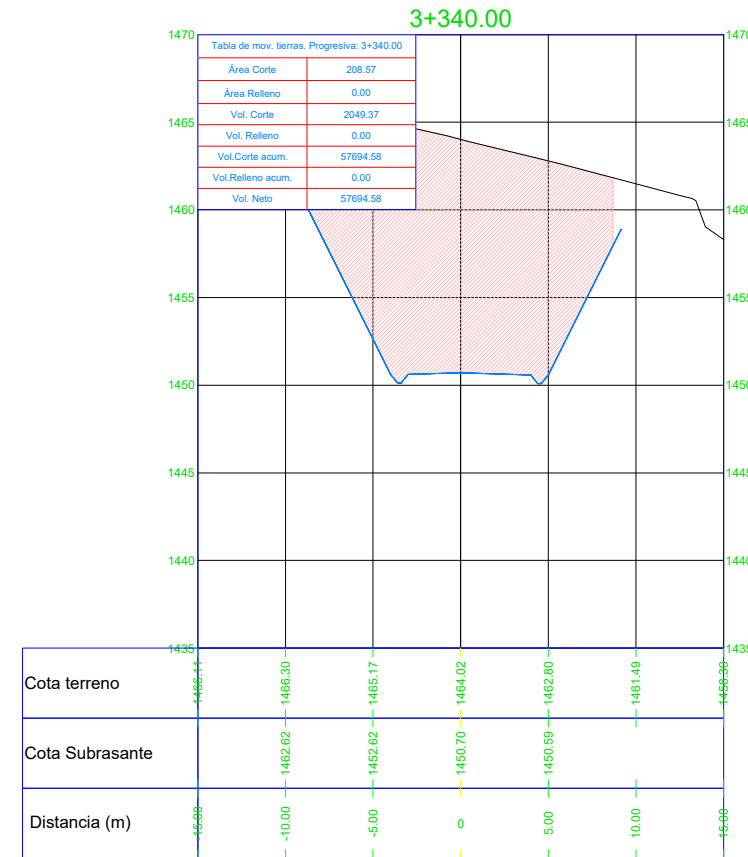
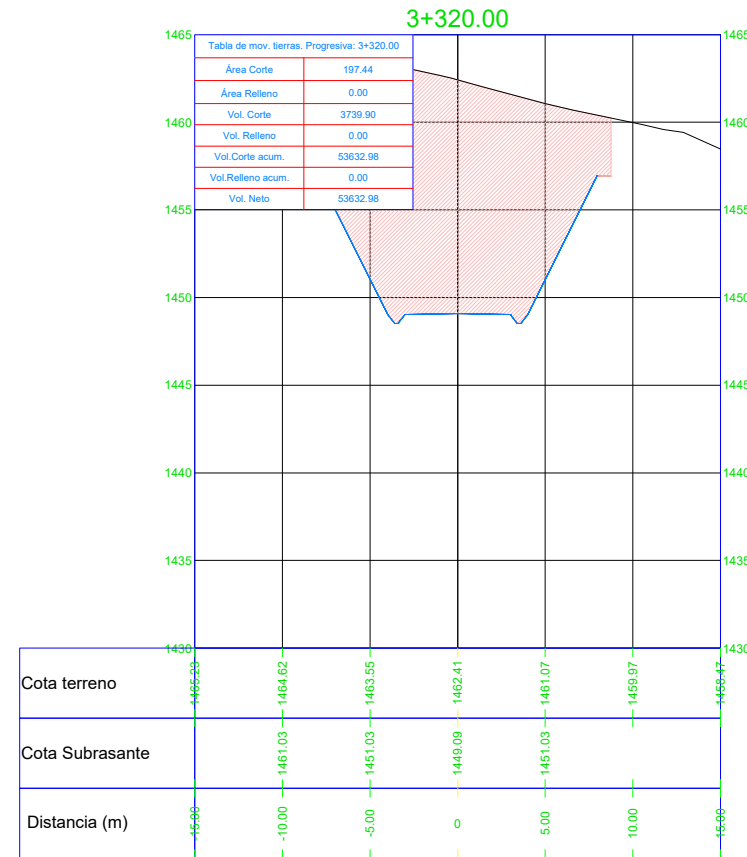
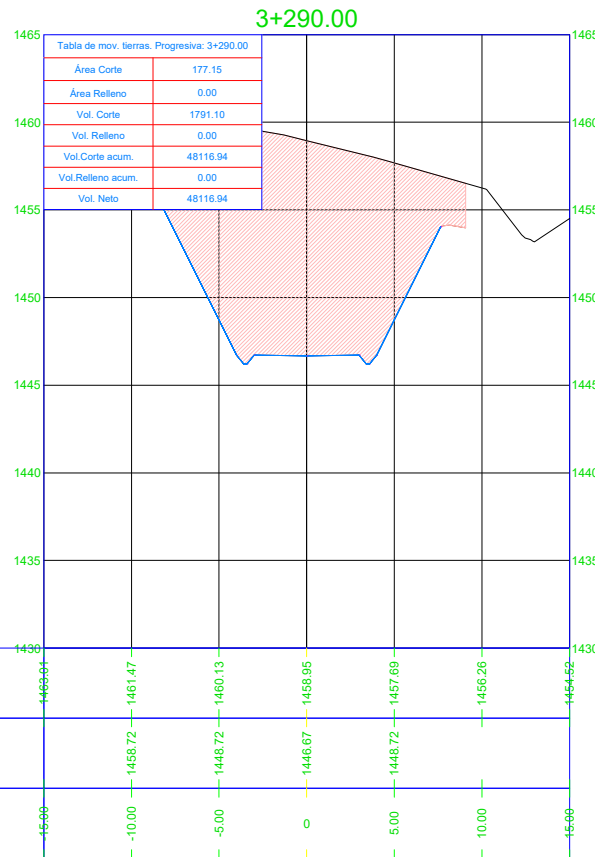
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: COSPÁN  
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

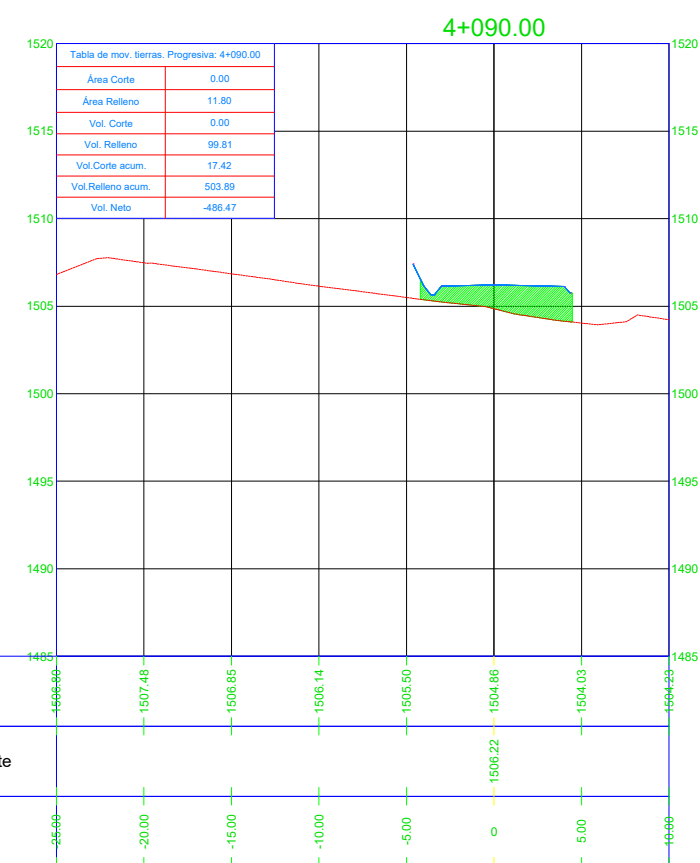
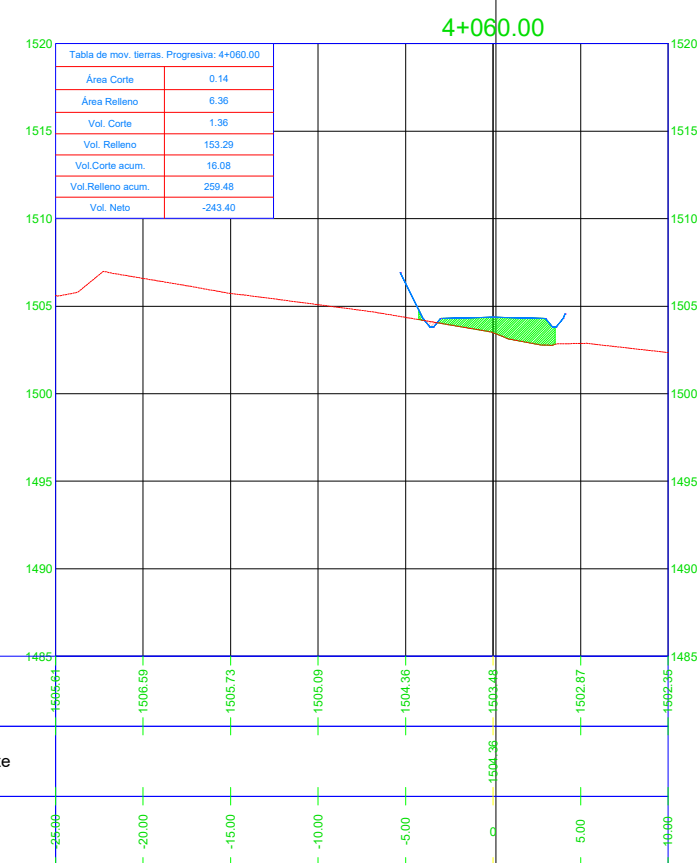
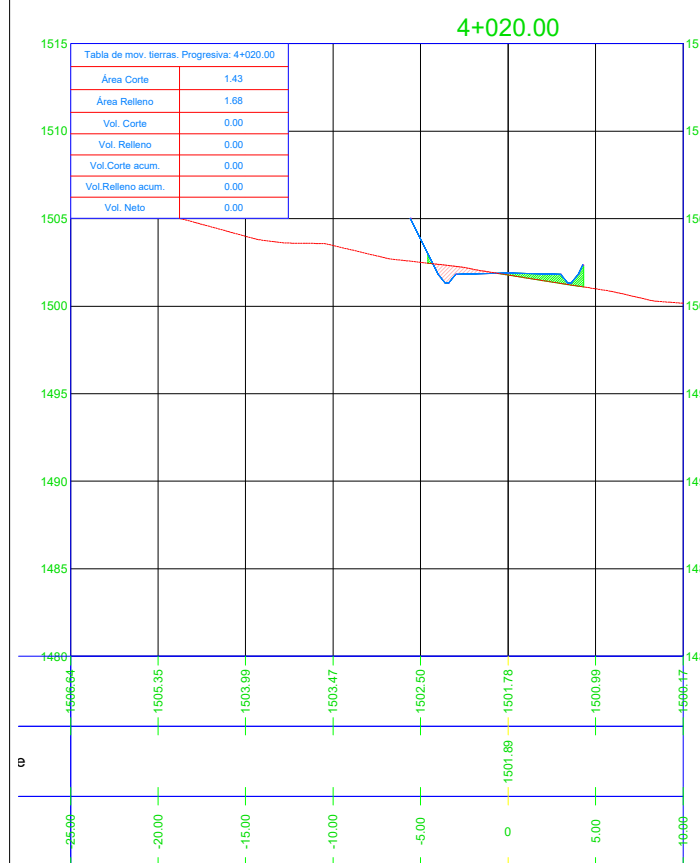
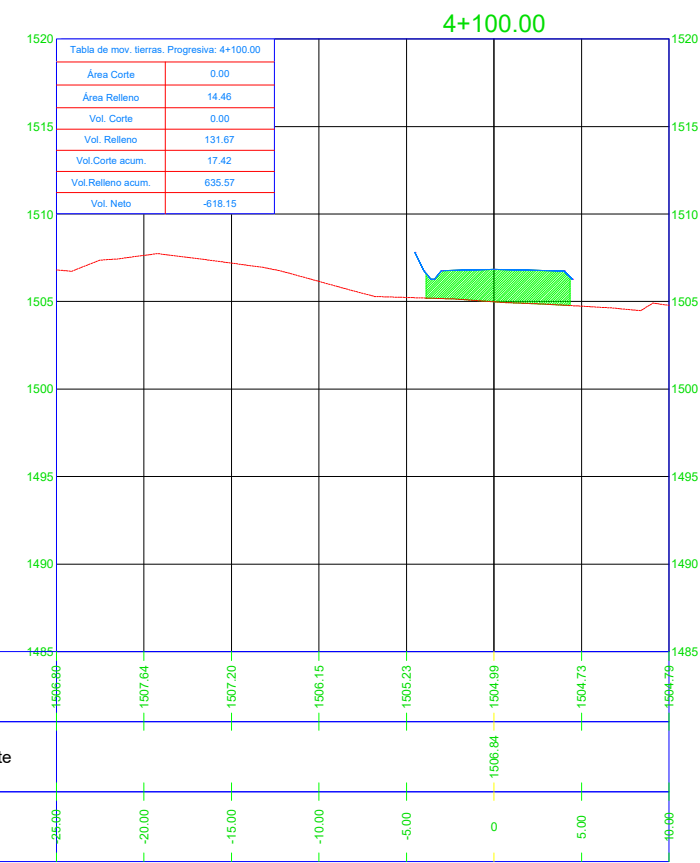
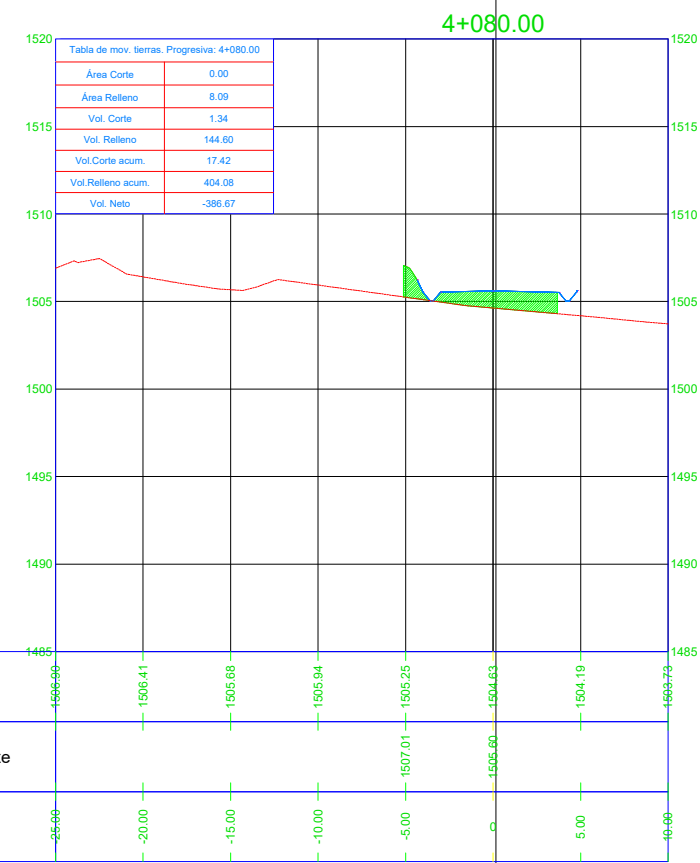
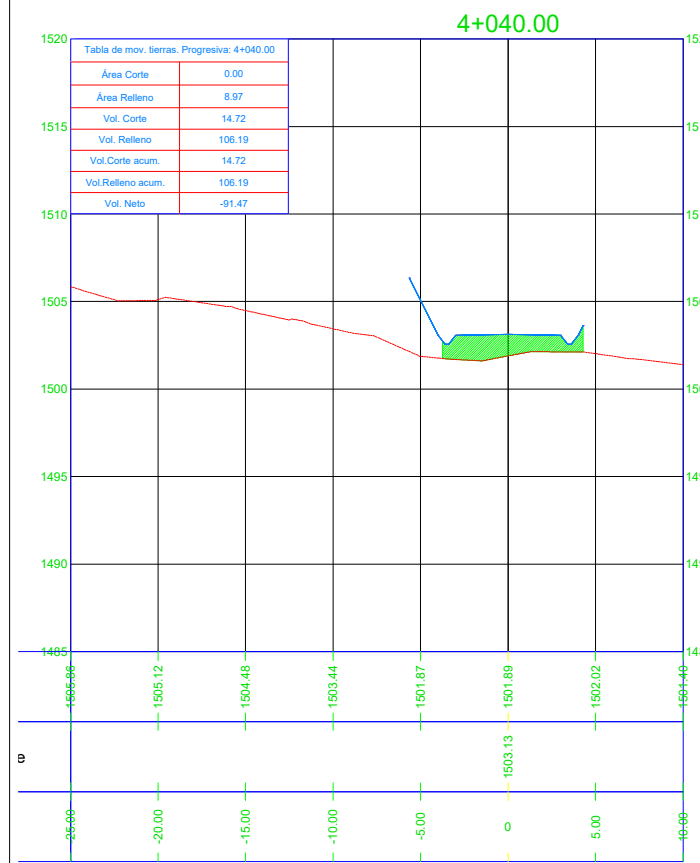
PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200  
FECHA: JUNIO-22  
PLANO N°:

**ST-04**







PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD

PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: COSPÁN

CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200

FECHA: JUNIO-22

PLANO N°:

ST-01



PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

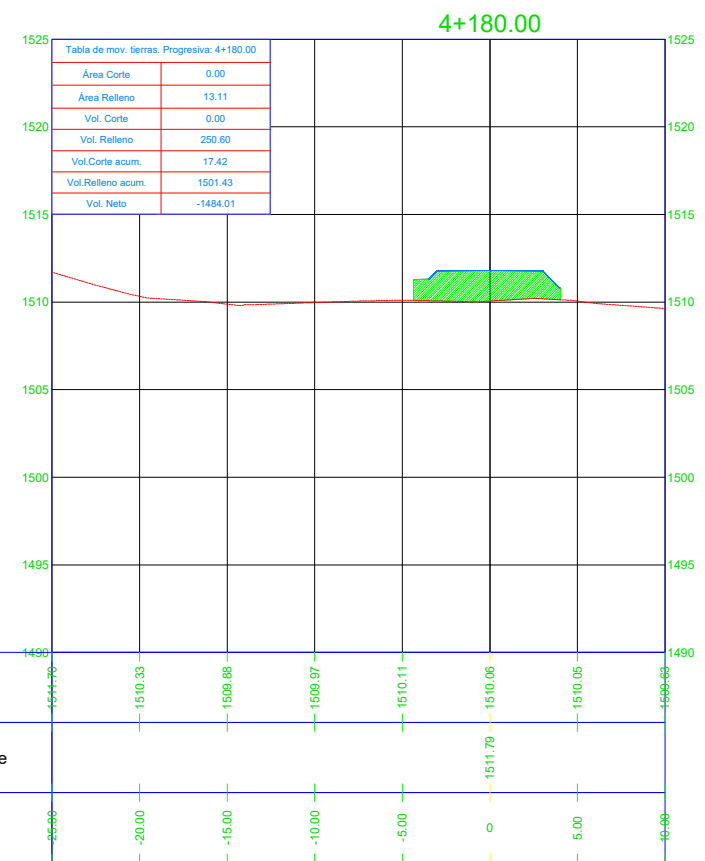
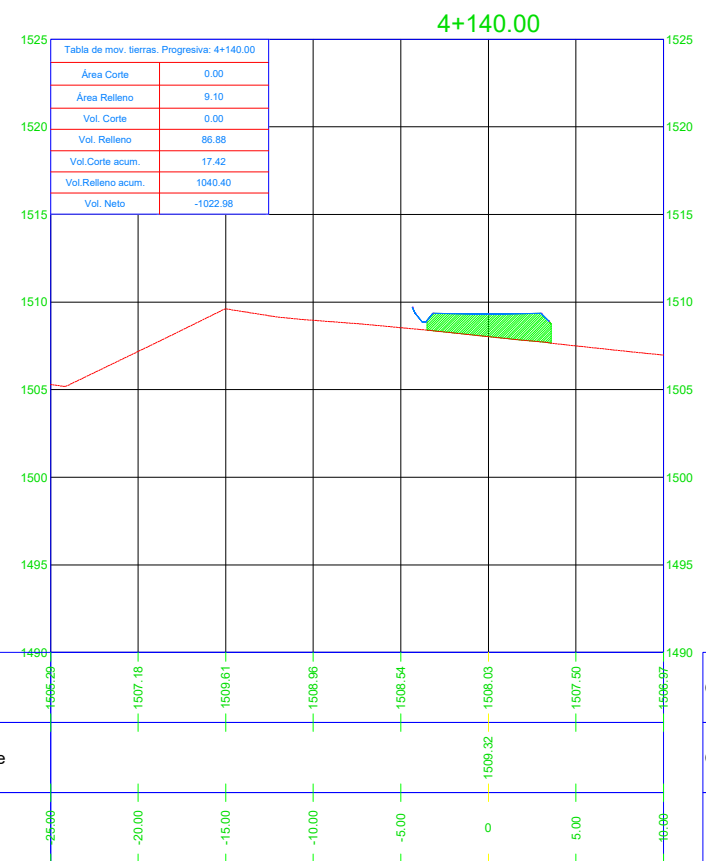
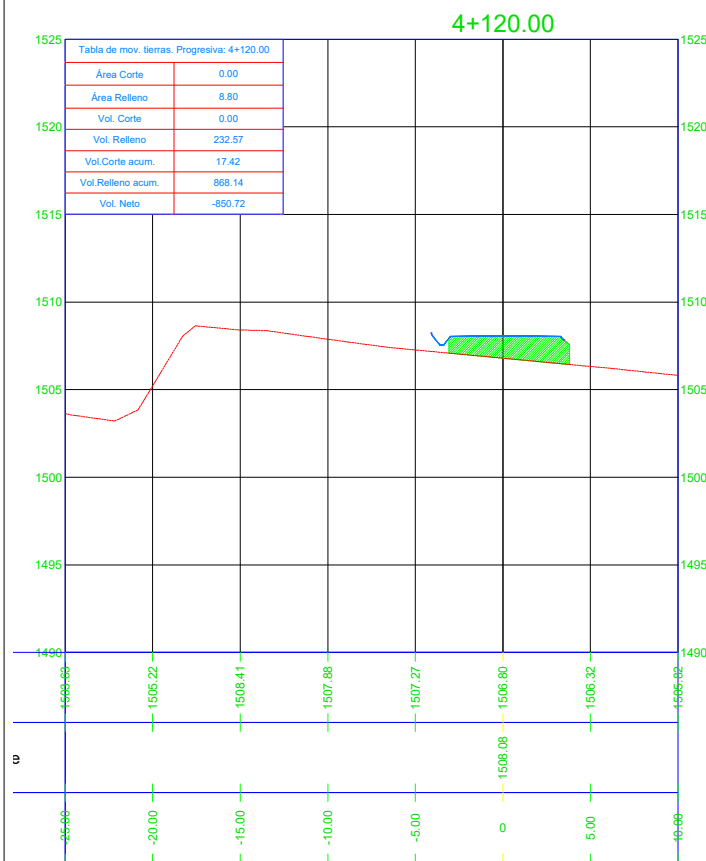
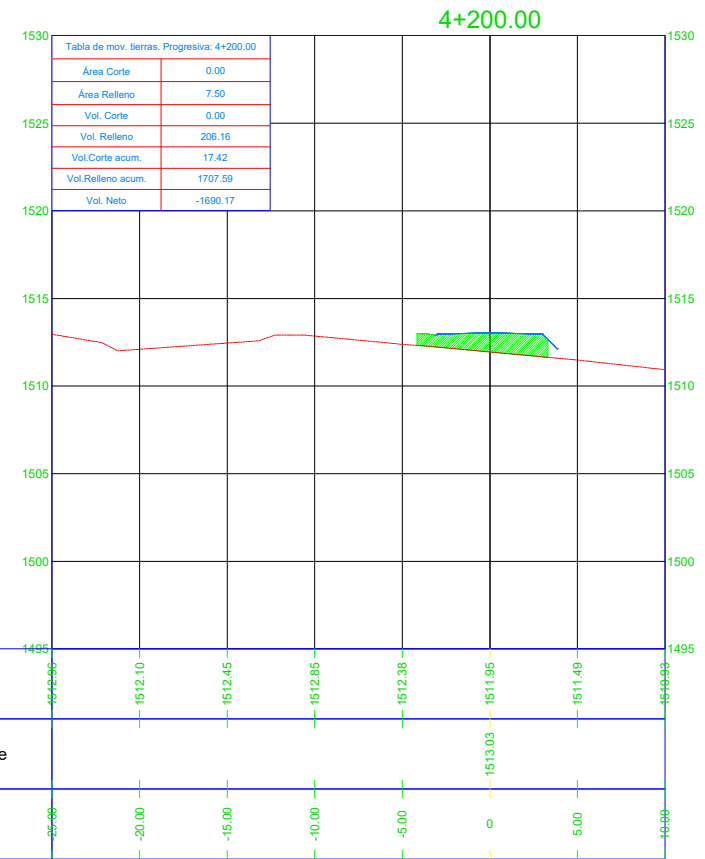
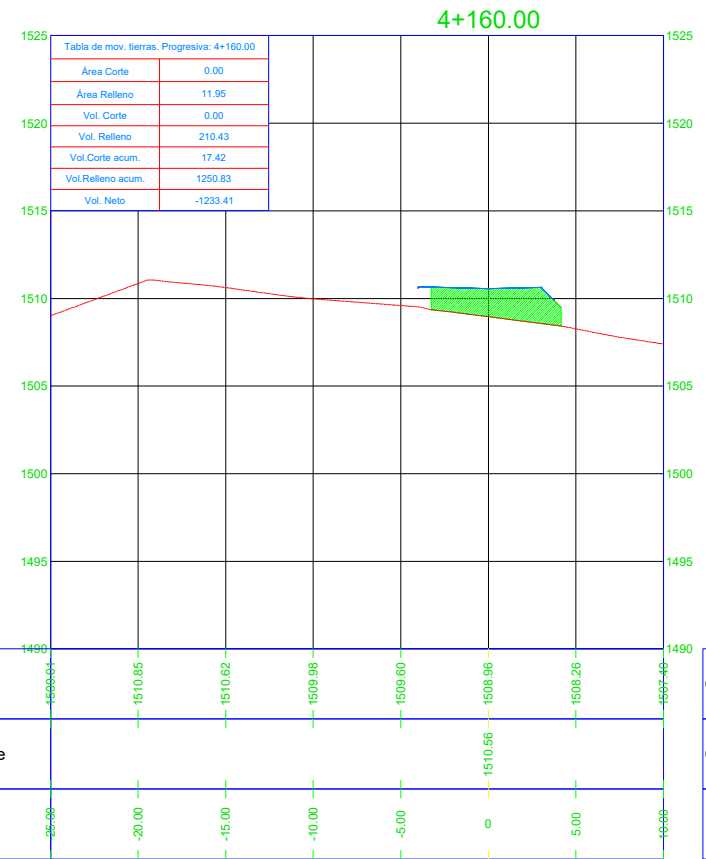
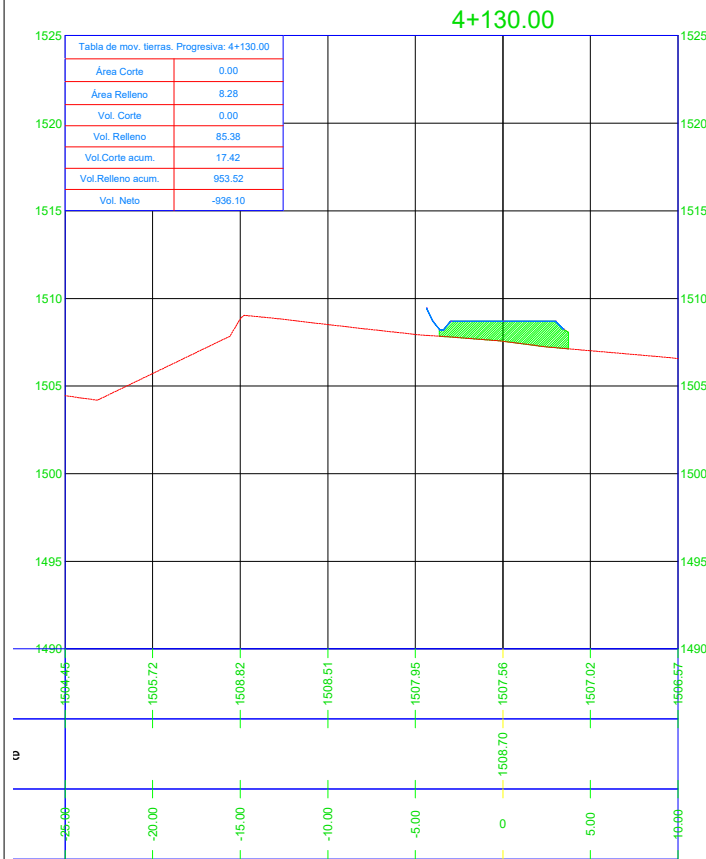
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD
PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: COSPÁN
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA:	1/200
FECHA:	JUNIO-22
PLANO N°:	

**ST-02**



PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

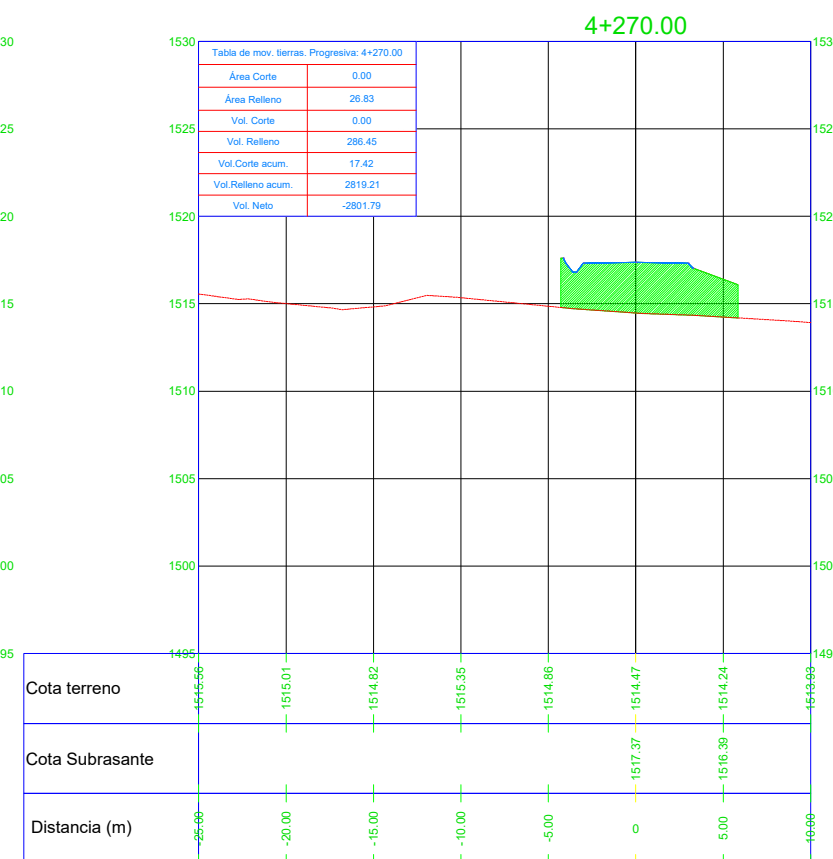
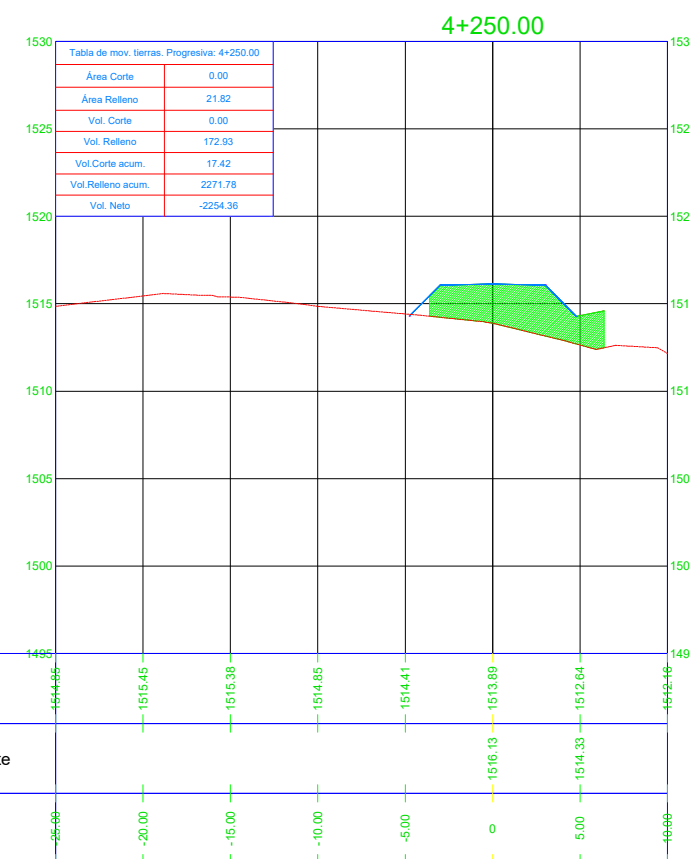
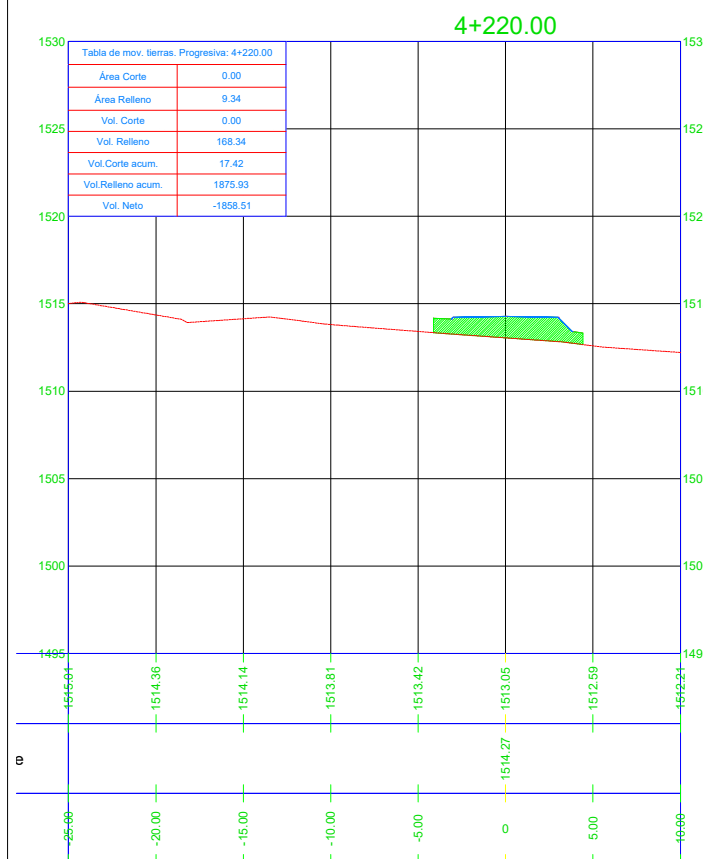
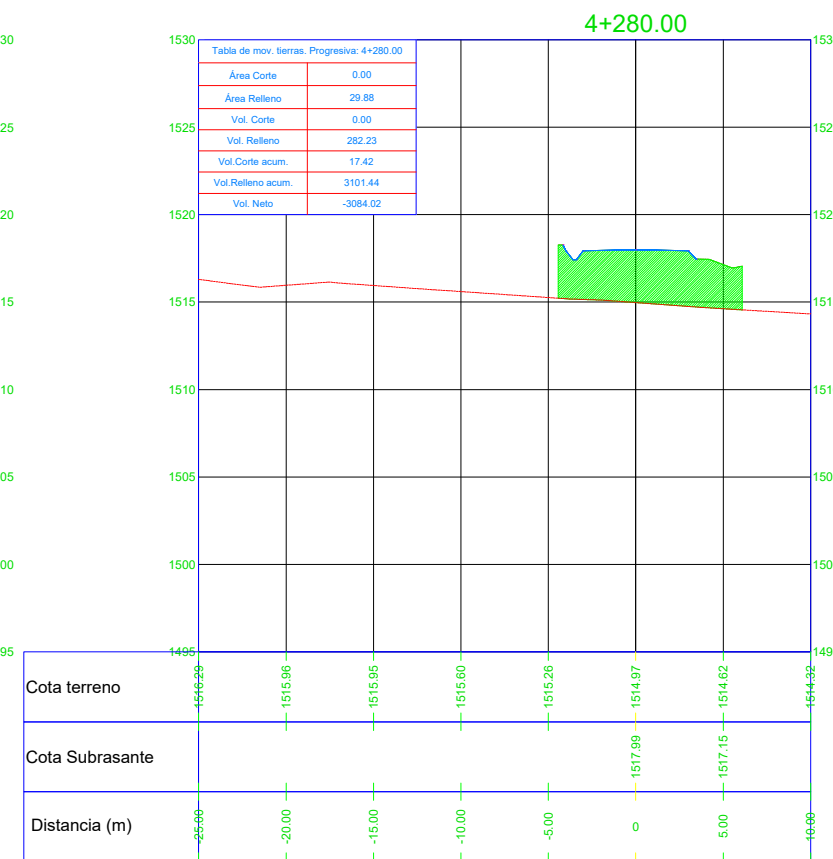
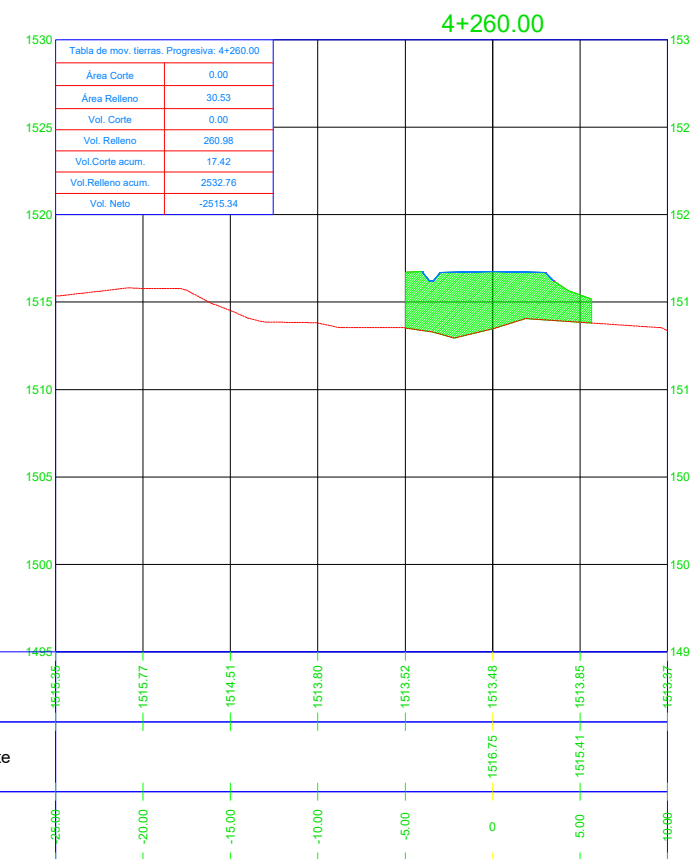
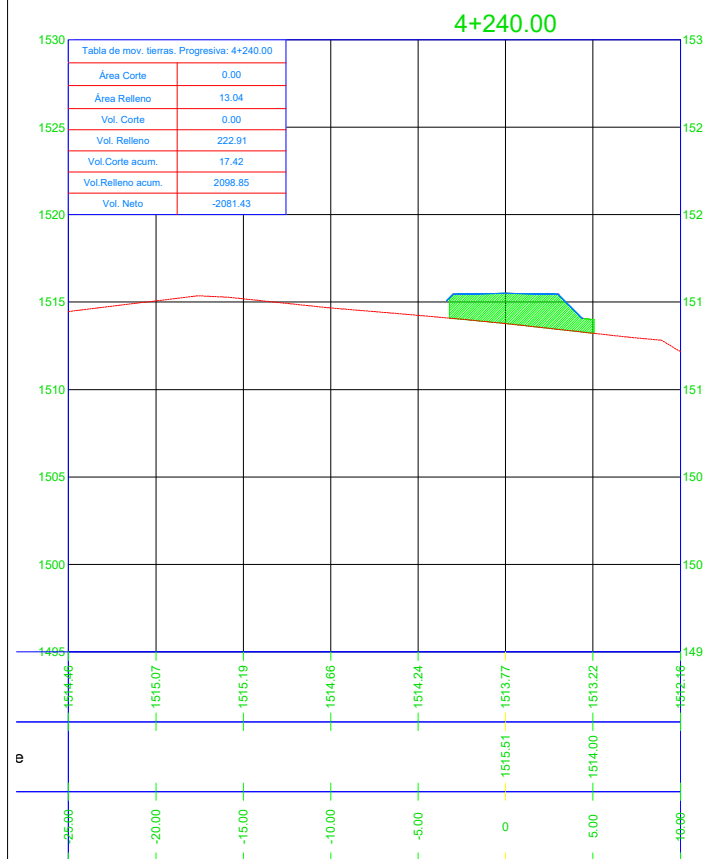
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: COSPÁN  
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA: 1/200  
FECHA: JUNIO-22  
PLANO N°:

**ST-03**



PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

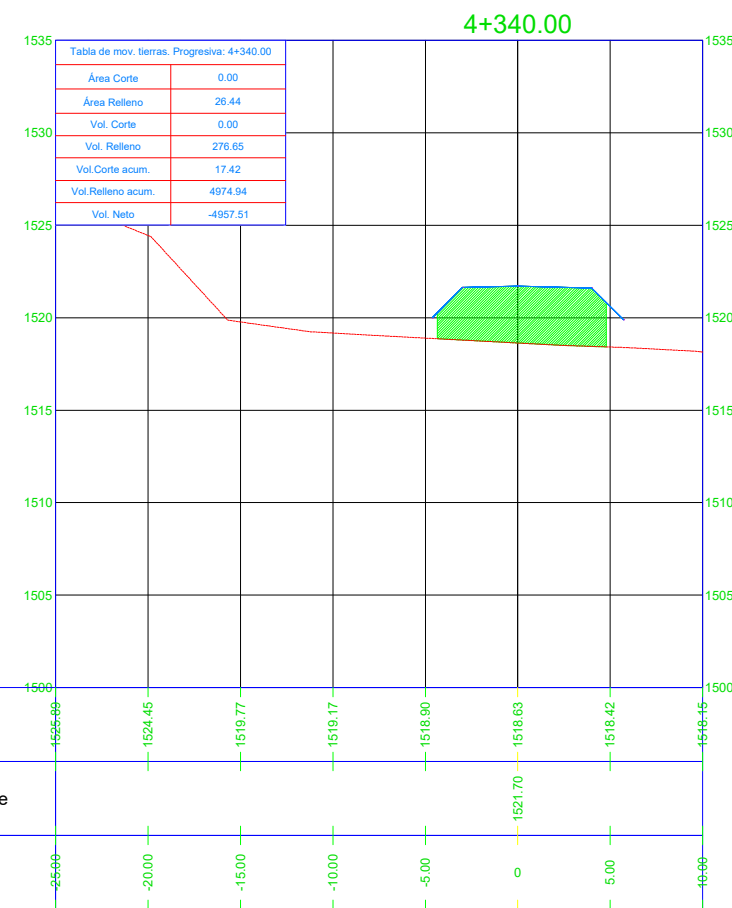
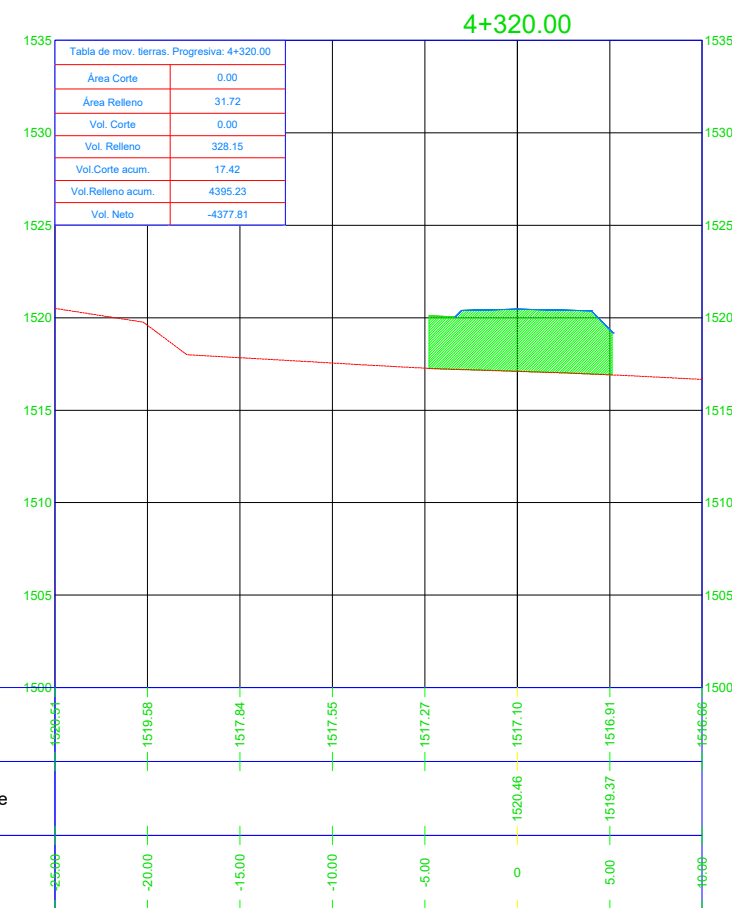
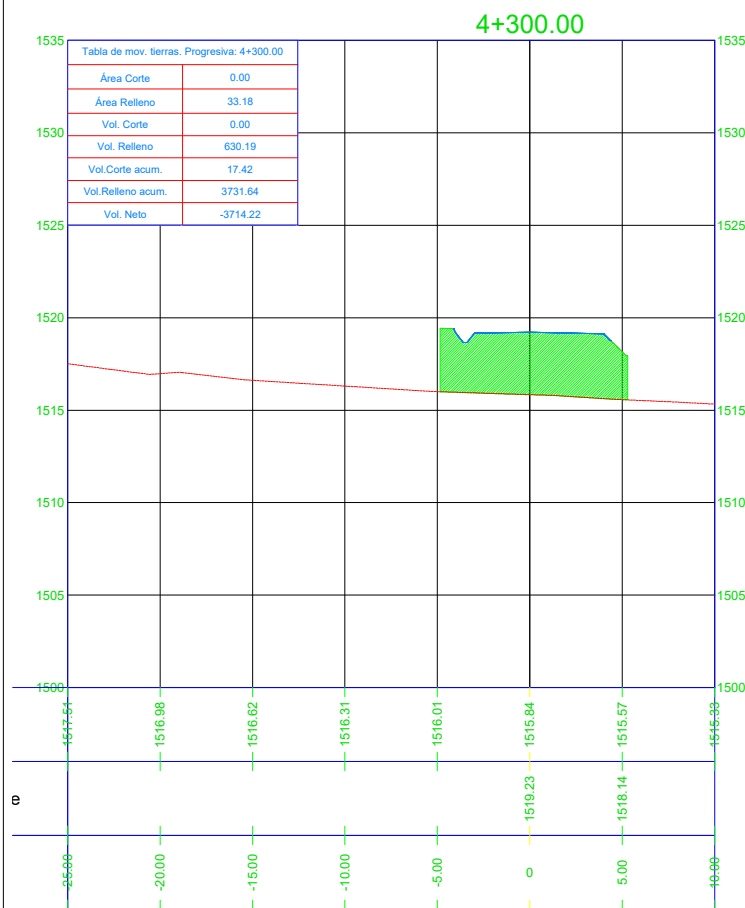
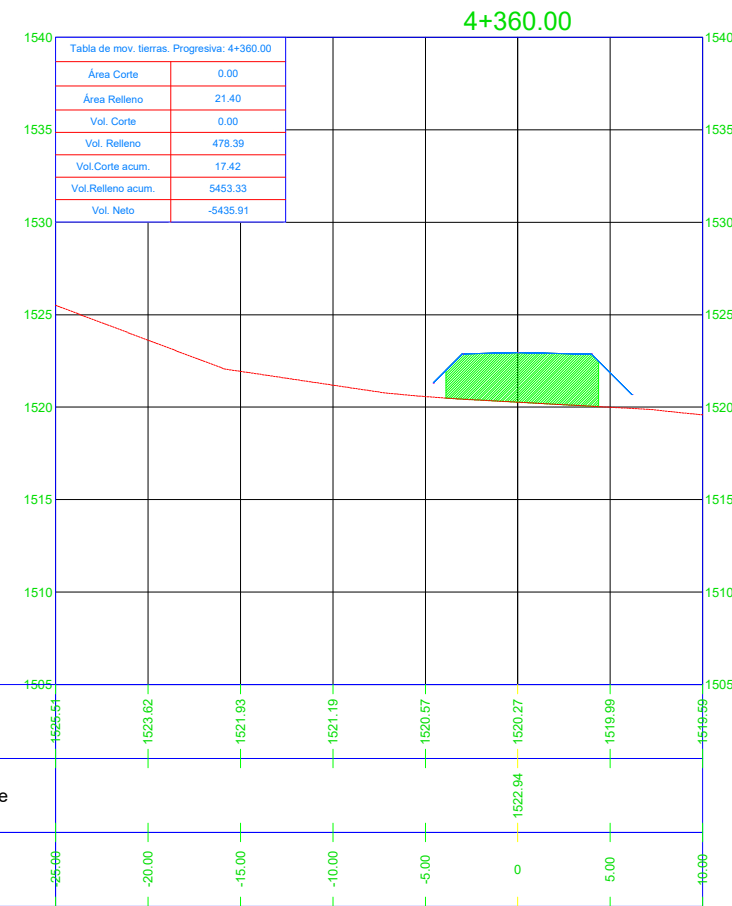
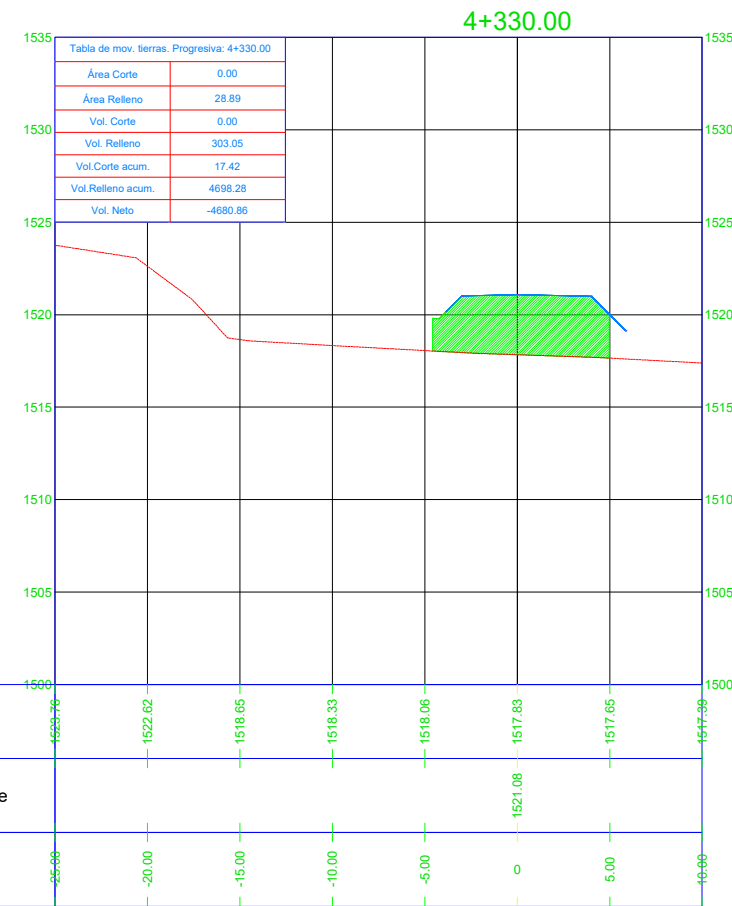
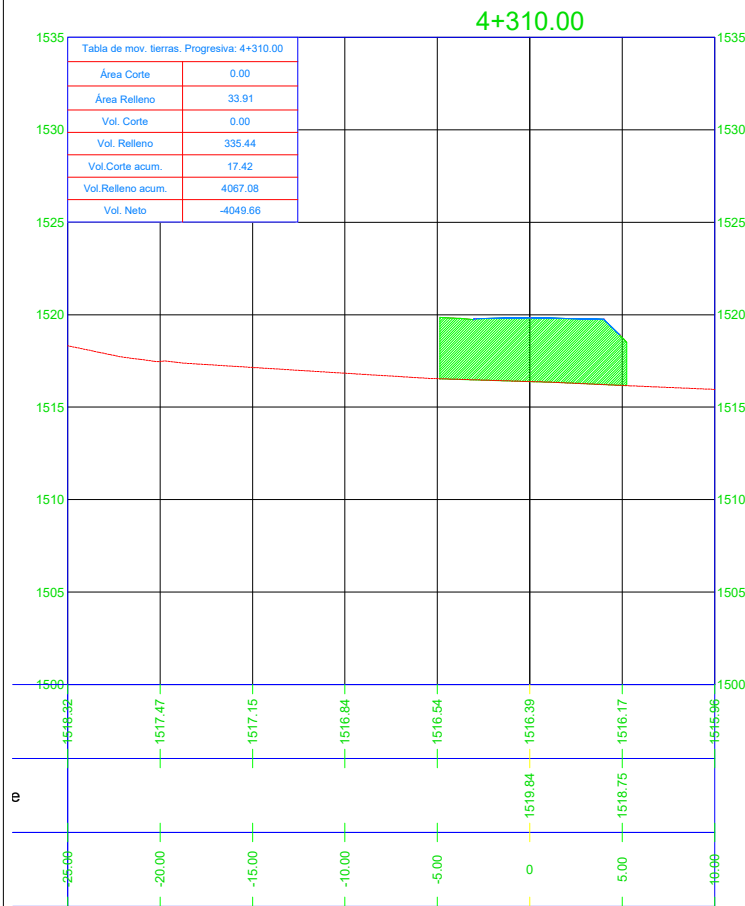
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO
DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA-LA LIBERTAD
PROVINCIA:
CAJAMARCA
DISTRITO:
COSPÁN
CENTRO POBLADO:
SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA:	1/200
FECHA:	JUNIO-22
PLANO N°:	

**ST-04**



PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD

PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: COSPÁN

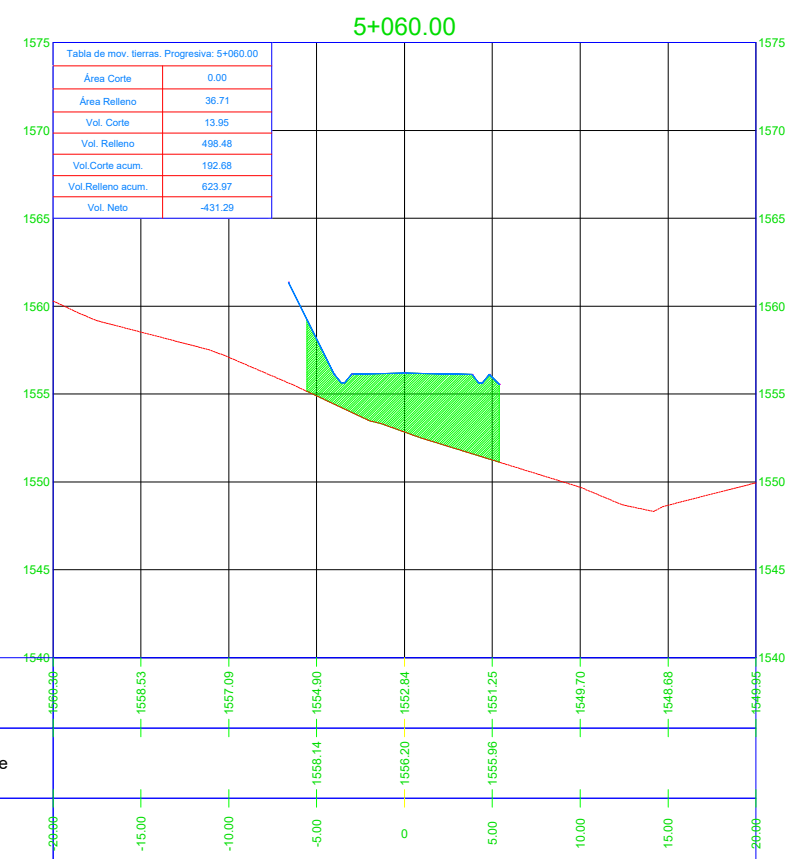
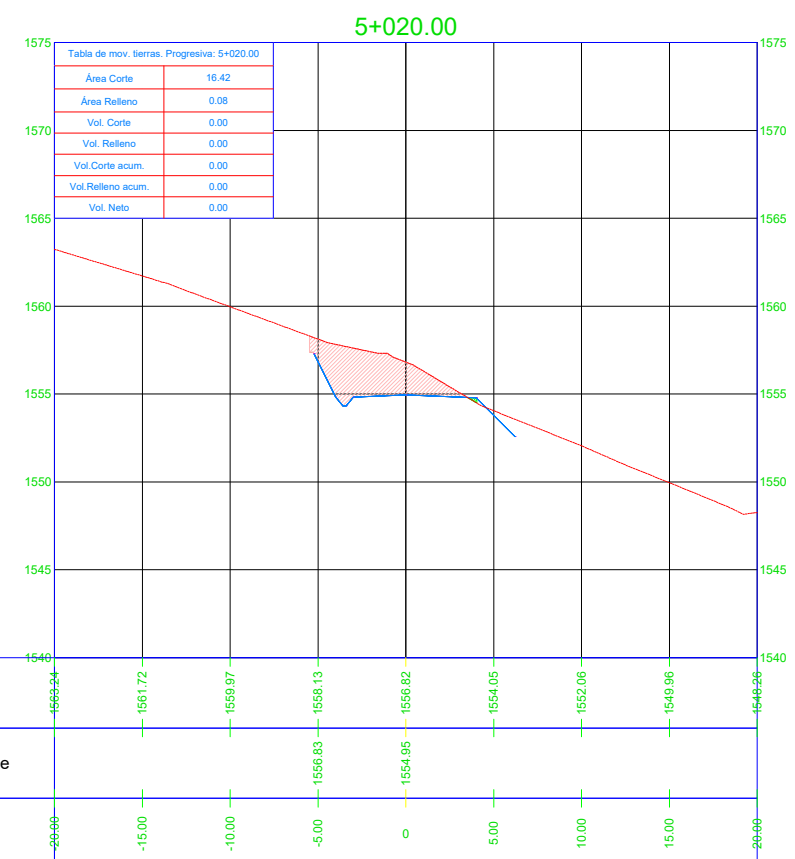
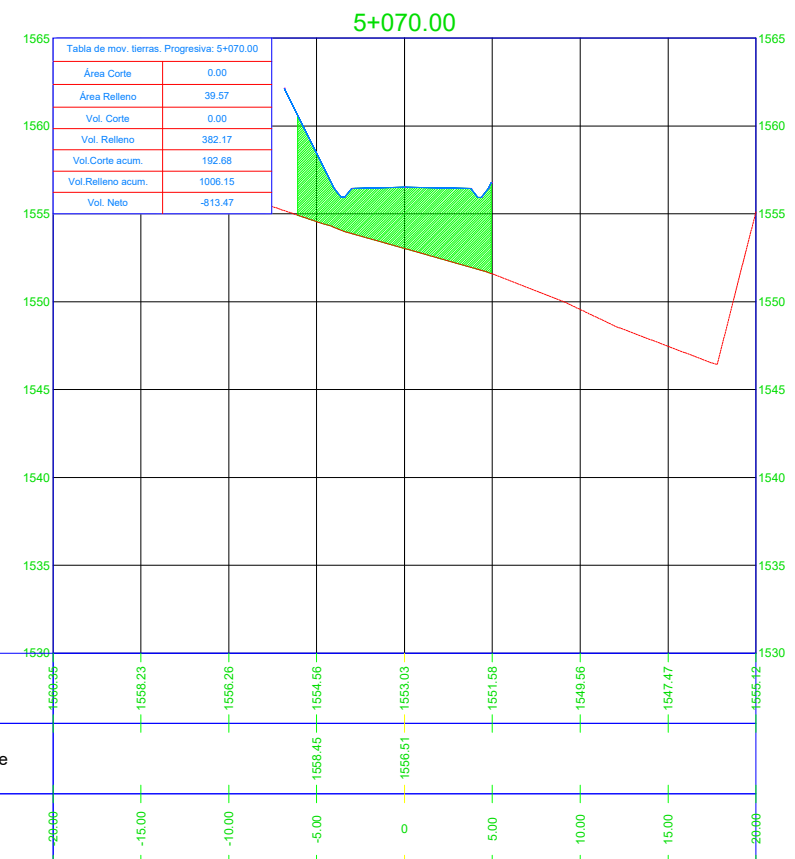
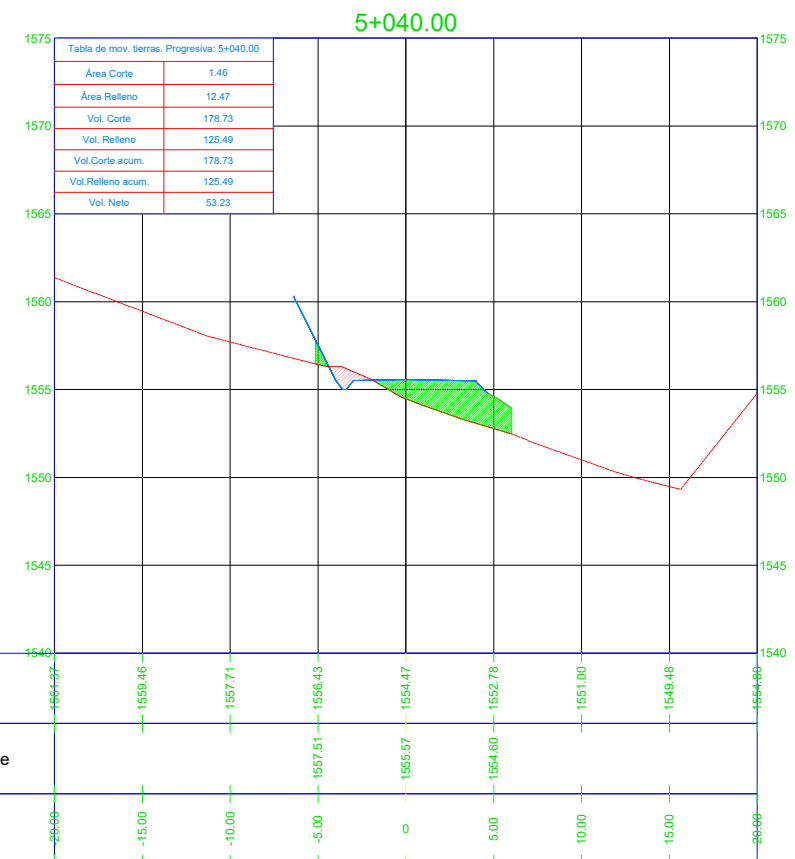
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: 1/200

FECHA: JUNIO-22

PLANO N°: ST-01



**ST-01**



PROYECTISTAS:

- GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
- GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD
PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: COSPÁN
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

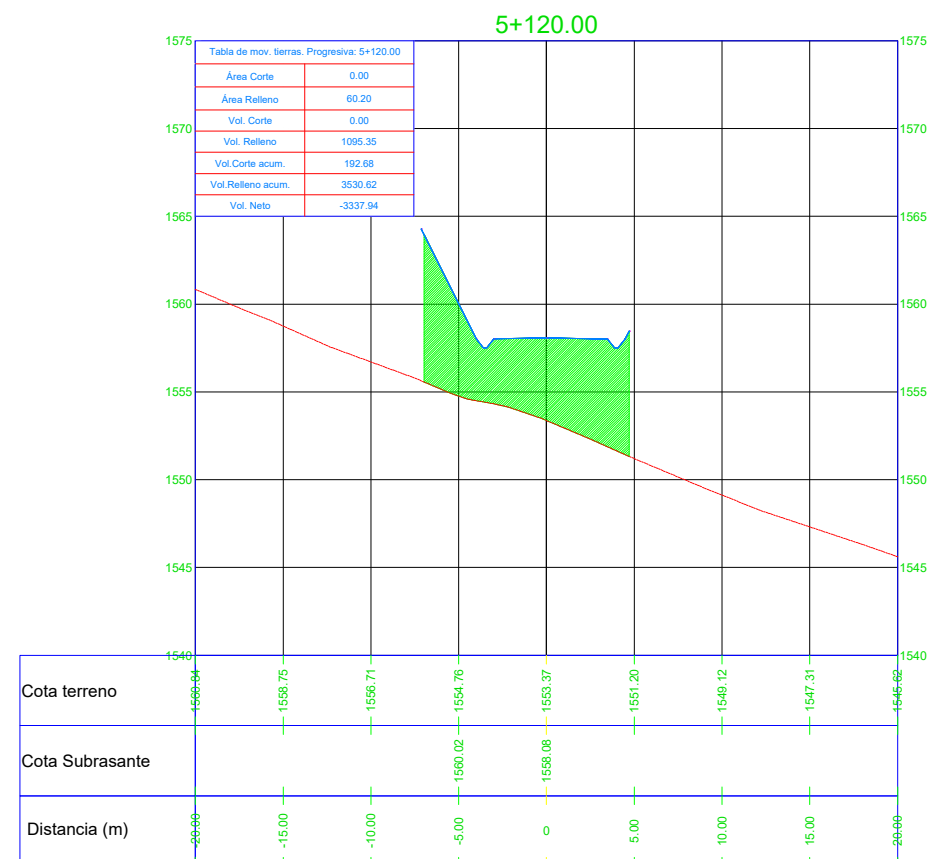
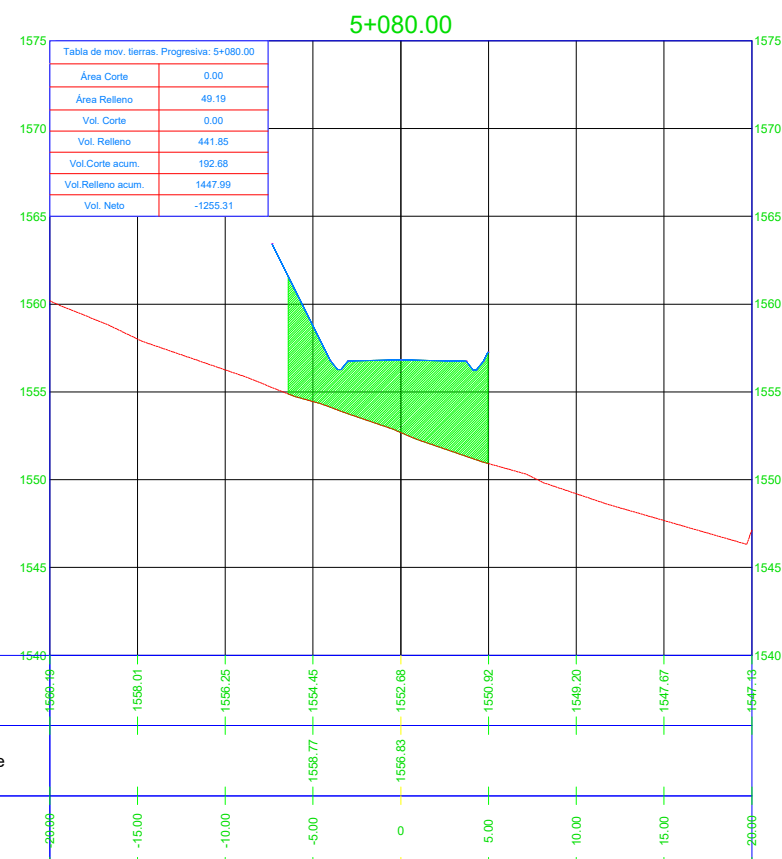
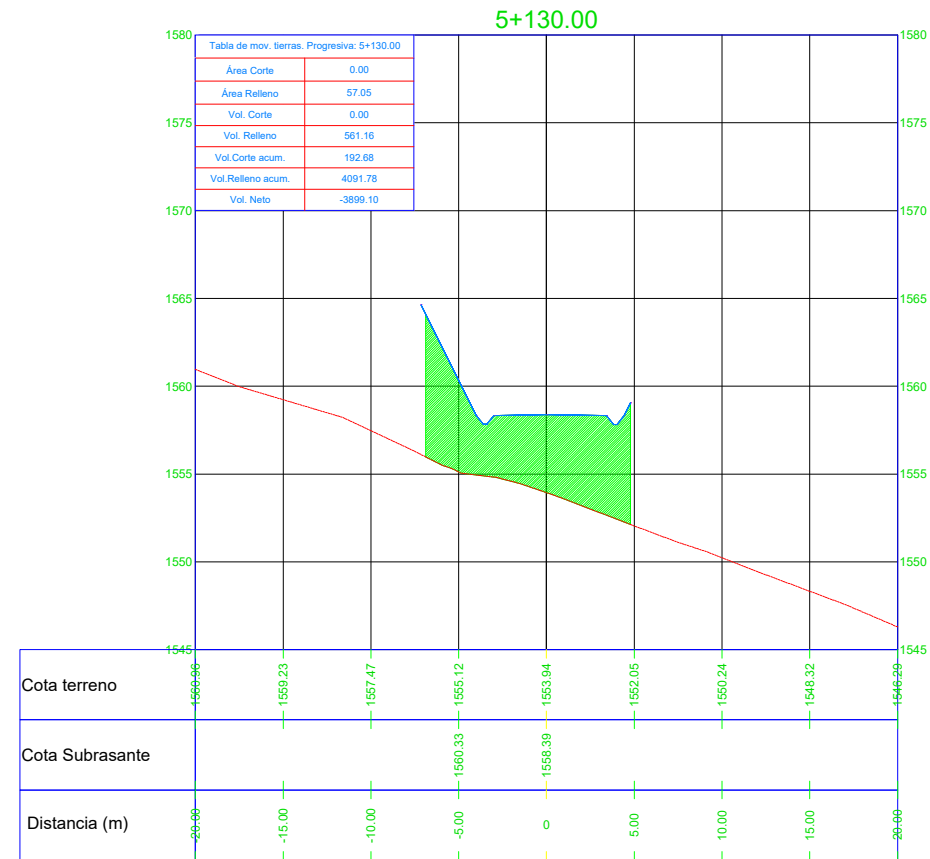
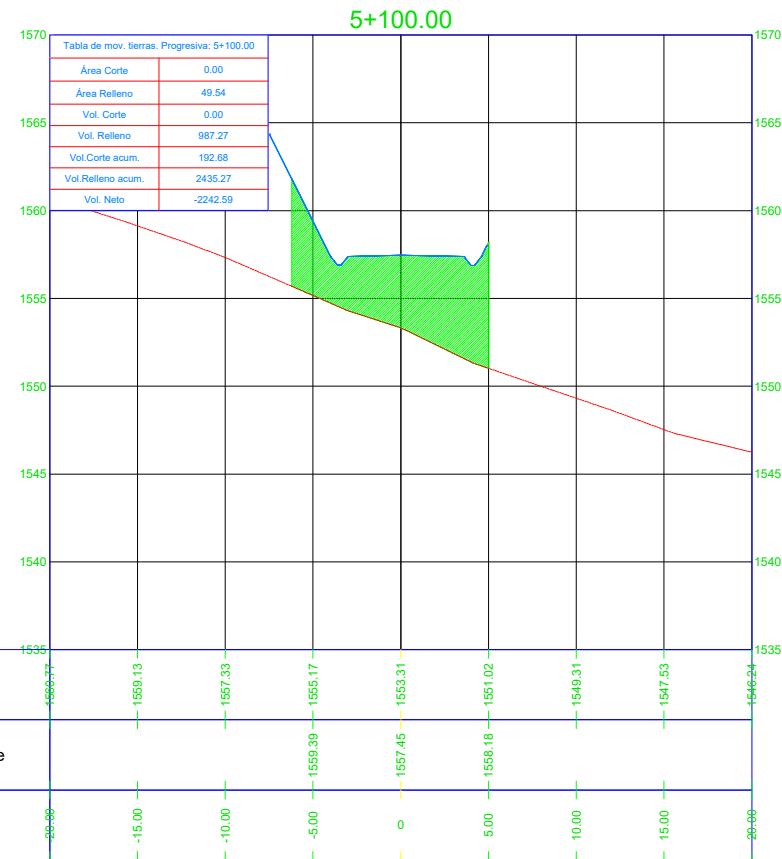
PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

ESCALA:  
1/200

FECHA:  
JUNIO-22

PLANO N°:

**ST-02**



PROYECTISTAS:

1. GAITAN ESPARZA, LUIS ANGEL
2. GONZALES TOLEDO, SUSAN JUDITH

PROYECTO:

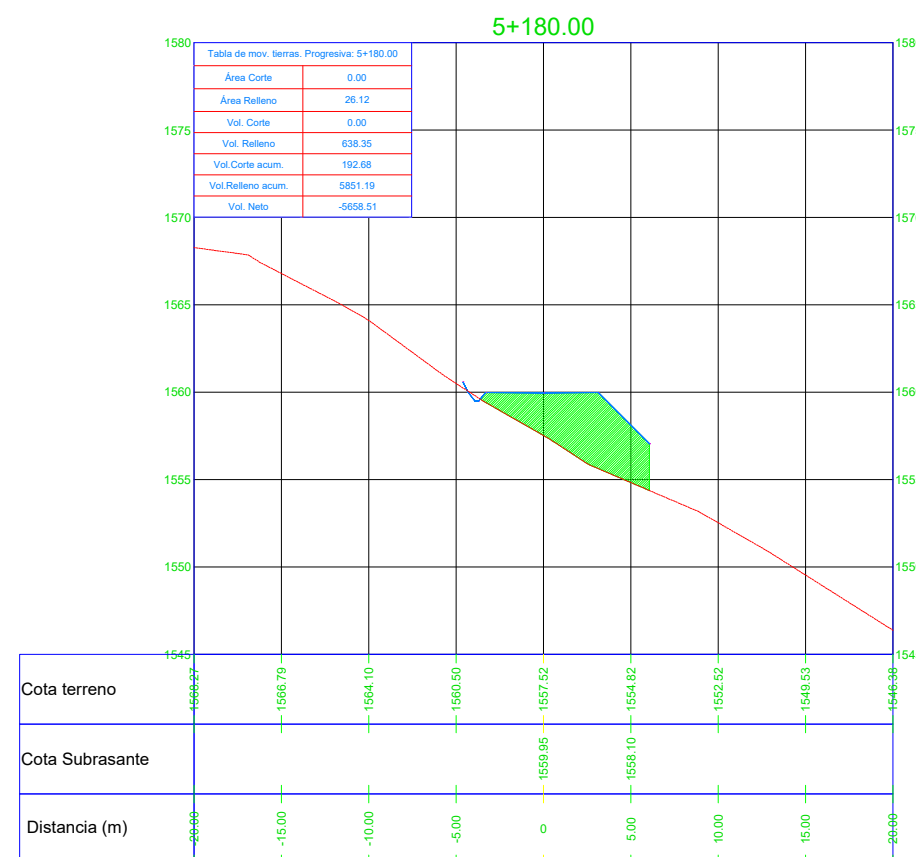
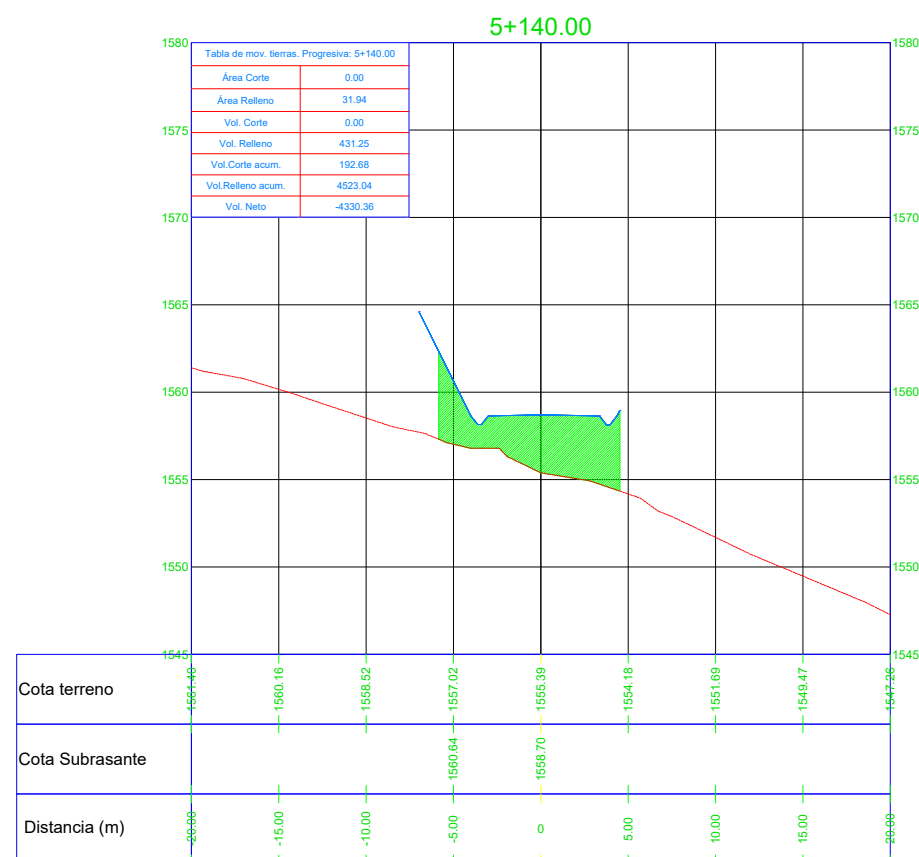
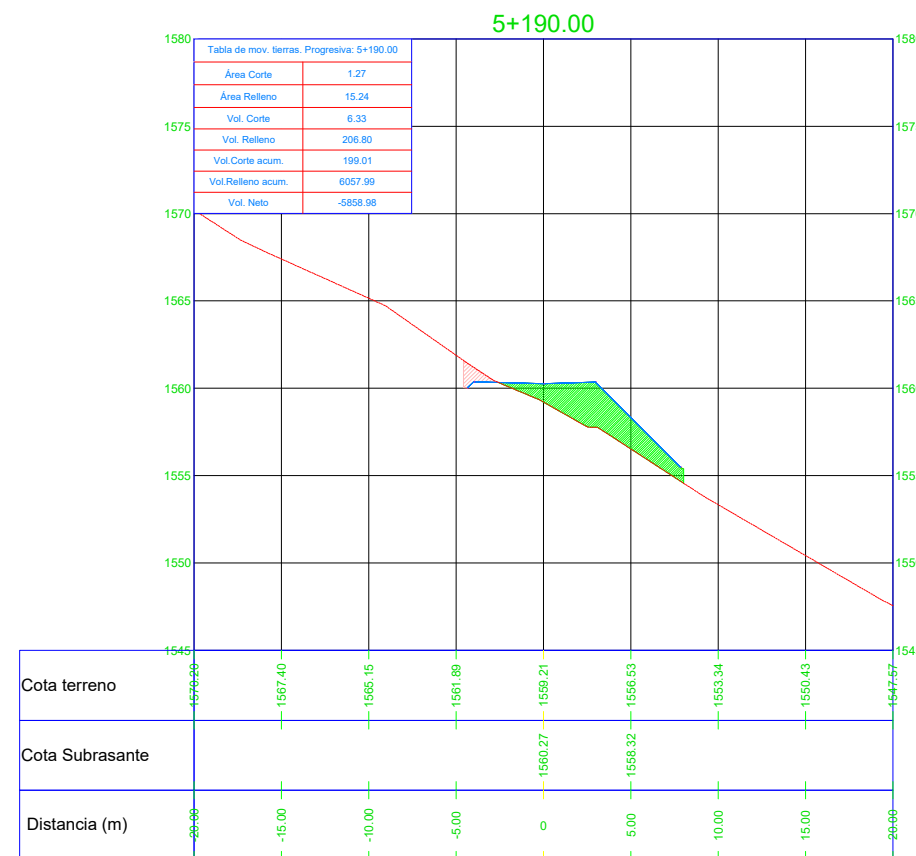
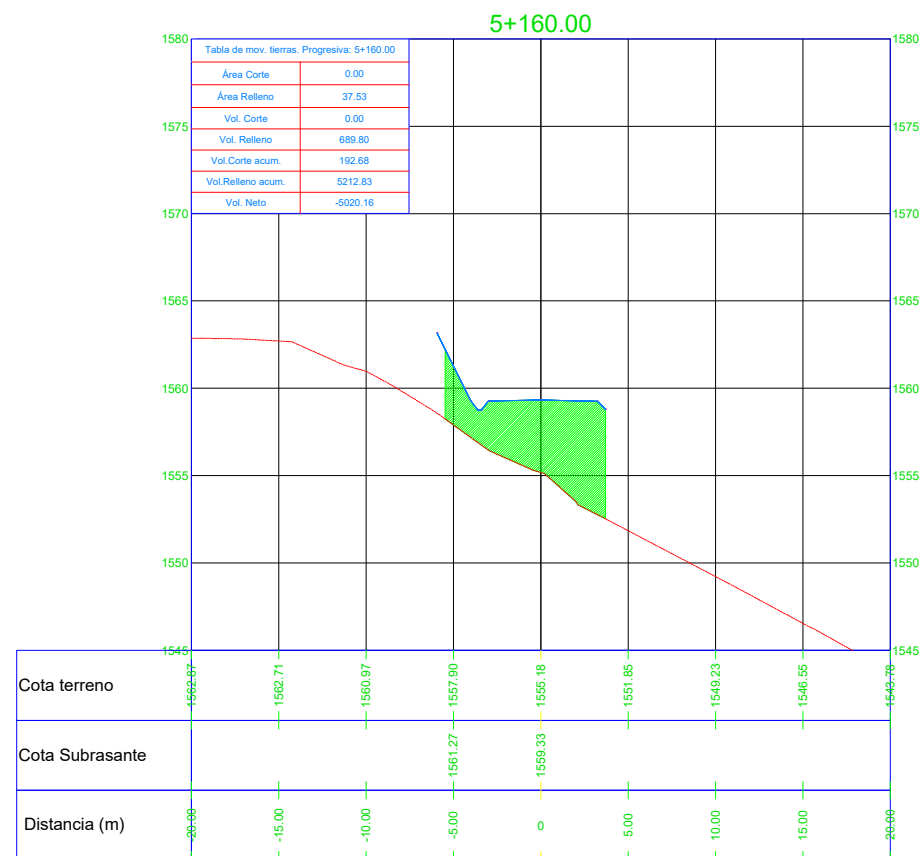
**DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA  
VIAL DEL TRAMO SAN  
JORGE- FARRAT,  
DISTRITOS COPÁN Y  
SAYAPULLO,  
DEPARTAMENTOS DE  
CAJAMARCA Y LA  
LIBERTAD.**

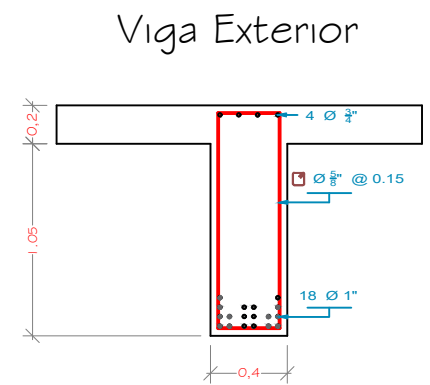
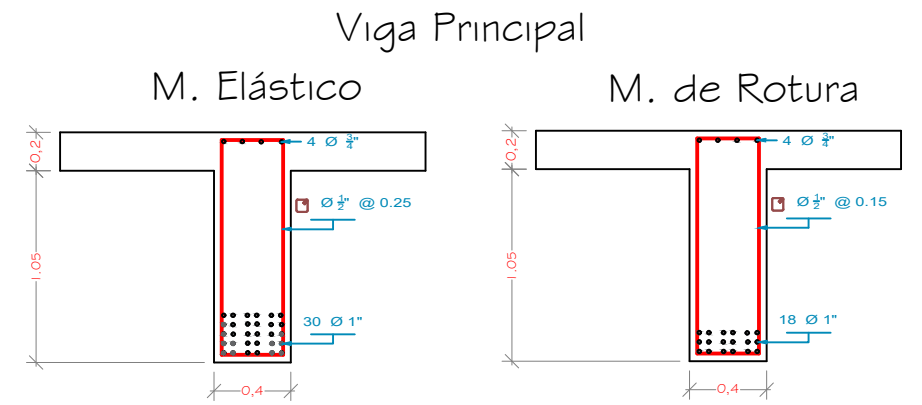
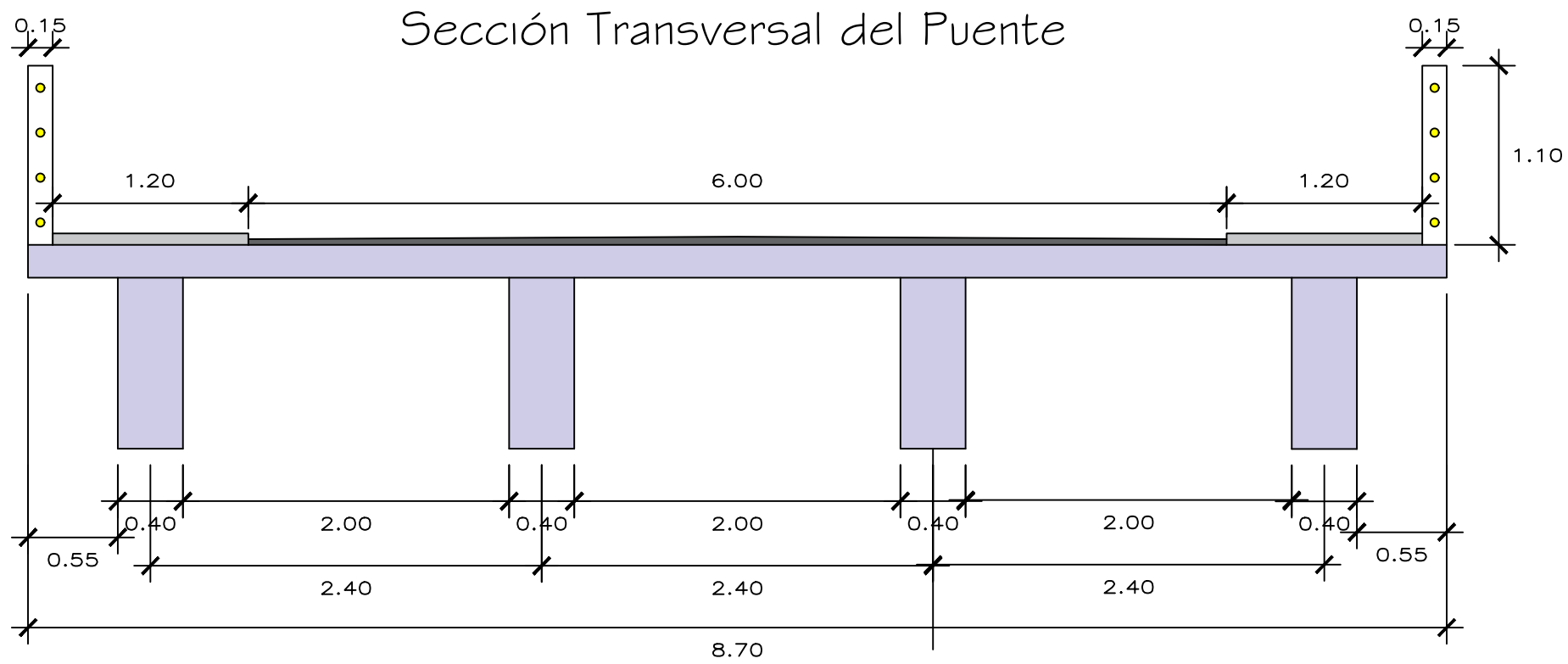
UBICACIÓN DEL PROYECTO
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA-LA LIBERTAD
PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: COSPÁN
CENTRO POBLADO: SAN JORGE

PLANO:  
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

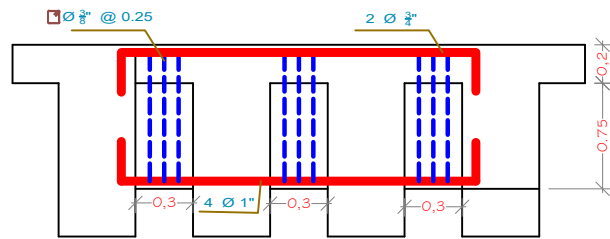
ESCALA:	1/200
FECHA:	JUNIO-22
PLANO N°:	

**ST-03**

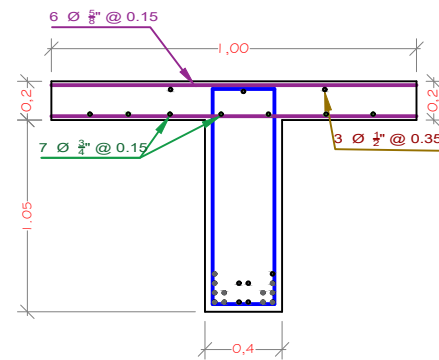




### Viga Arriostre o Diafragma



### Losa



	Alumnos:	GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH	DP				
	Proyecto:	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE - FARRAT					
	Plano:	PUENTE					
Lugar:	C.P SAN JORGE - COSPÁN - CAJAMARCA	Dib.-Cad.	Fecha:	JUNIO. - 2022	Escala:	1 / 3000	Cod. Proy.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

Siendo las 11:45 horas del 19/07/2022, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPÁN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD", presentado por los autores GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH, GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL estudiantes de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

<b>Autor</b>	<b>Dictamen</b>
LUIS ANGEL GAITAN ESPARZA	Unanimidad

Firmado electrónicamente por:  
EJRODRIGUEZB el 22 Jul 2022 12:54:07

\_\_\_\_\_  
EDUAR JOSE RODRIGUEZ BELTRAN  
**PRESIDENTE**

Firmado electrónicamente por: MCERNAV  
el 22 Jul 2022 07:45:47

\_\_\_\_\_  
MARCO ANTONIO CERNA VASQUEZ  
**SECRETARIO**

Firmado electrónicamente por: LHORNAA el  
21 Jul 2022 23:35:17

\_\_\_\_\_  
LUIS ALBERTO HORNA ARAUJO  
**VOCAL**

Código documento Trilce: TRI - 0353229



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO, 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 INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO SAN JORGE - FARRAT, DISTRITOS COSPÁN Y SAYAPULLO, DEPARTAMENTOS CAJAMARCA Y LA LIBERTAD", cuyos autores son GONZALES TOLEDO SUSAN JUDITH, GAITAN ESPARZA LUIS ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 19 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 18085738 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3674-9617	Firmado electrónicamente por: LHORNAA el 21-07- 2022 23:35:23

Código documento Trilce: TRI - 0353231