

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL
CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE,
DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES: Br. Vela Velasquez, Mariela Marleni

Br. Ruiz Siccha, Jhosafet Erick

ASESOR: Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

TRUJILLO - PERÚ
2020

N° Registro:.....

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ** y **JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA**, denominada:

“PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”

.....
Presidente

Ing. Enrique Francisco Lujan Silva

CIP: 54460

.....
Secretario

Ing. Eiren Javier Rebaza Sánchez

CIP: 75984

.....
Vocal

Ing. Segundo Alfredo Vargas López

CIP: 18687

.....
Asesor

Ing. Mamerto Rodríguez Ramos

CIP: 3689

DEDICATORIA

A mis padres, quienes incondicionalmente están conmigo en todo momento de mi vida. Sus oraciones, consejos, enseñanzas, cariño y apoyo son mi aliciente y fortaleza para alcanzar mis metas.

Br. Mariela Marleni Vela Velasquez

Esta tesis está dedicada a mis padres, por su apoyo y amor constante e incondicional a lo largo de todo este tiempo, supieron ser mi ejemplo y hacer de mí la persona que soy hoy en día, y estaré eternamente agradecido por todo lo que me han dado.

Br. Jhosafet Erick Ruiz Siccha

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Antenor Orrego; ING. RODRÍGUEZ RAMOS, MAMERTO, asesor de la Investigación realizada, por sus enseñanzas, su paciencia y comprensión en cada proceso para la obtención de Título de profesional de Ingeniero Civil. A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que a lo largo de la formación académica nos inculcaron la dedicación al estudio y a la constante superación personal.

Mariela Marleni Vela Velasquez

Agradecimiento a Dios por todas sus bendiciones, a mi familia que han sido mi soporte en todo mi proceso de formación.

Jhosafet Erick Ruiz Siccha

Agradezco el conocimiento brindado para poder realizar el desarrollo de este importante trabajo de investigación.

RESUMEN

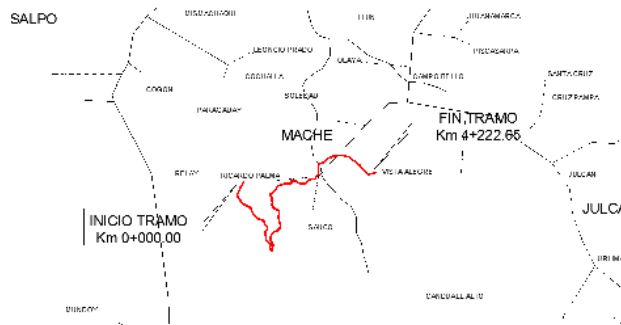
El proyecto nace de la necesidad de contar con un camino vecinal en condiciones de transitabilidad adecuada para los pobladores del Distrito de Mache; la demanda del proyecto está dada por la población de los sectores Ricardo Palma y Vista Alegre, además como esta vía comunica directamente con el Distrito de Mache, la demanda está dada por la Población total del Distrito de Mache. Debido a que los pobladores necesitan llevar sus productos a los mercados de las provincias de Julcán y Trujillo.

La presente tesis tiene como objetivo principal realizar propuesta de Diseño Geométrico Vial para mejoramiento del camino vecinal tramo Caserío Ricardo Palma - Vista Alegre, Distrito Mache - Provincia Otuzco - Departamento La Libertad (longitud del tramo 4.22 Km, elevación 3324 m.s.n.m.)

Comunidades que por su accidentada geografía demandan de un buen medio para su desarrollo. El diseño del estudio fue de tipo experimental, mediante los estudios topográficos, estudios viales y estudio de suelos. Con la información recolectada obtuvimos los medios necesarios para la elaboración de dicho diseño.

El análisis de los resultados permitió concluir que es posible y necesario la ejecución de dicha vía para el transporte que permitirá el desplazamiento y conexión entre las comunidades involucradas en el diseño.

Palabras claves: Diseño geométrico de Carreteras, orografía, estudio de tránsito vehicular.



Fuente: Elaboración propia

ABSTRACT

The project stems from the need to have a neighborhood road in suitable conditions for the residents of the District of Mache; The demand for the project is given by the population of the Ricardo Palma and Vista Alegre sectors, as well as this route communicates directly with the Mache District, therefore the demand is given by the total Population of the Mache District. Because the inhabitants need to take their products to the markets of the province of Julcán and Trujillo.

The main objective of this thesis is to make a proposal for Road Geometric Design to improve the neighborhood road section Caserío Ricardo Palma - Vista Alegre, Mache District - Otuzco Province - La Libertad Department (length of section 4.22 Km) Communities that, due to their rugged geography, demand a good means for their development. The study design was experimental, using topographic studies, road studies and soil studies. With the collected information we obtained the necessary means for the elaboration of said design.

The analysis of the results allowed us to conclude that the execution of this route for transport is possible and necessary, which will allow the displacement and connection between the communities involved in the design.

Keywords: Geometric design of roads, orography, vehicular traffic study.

ÍNDICE

1. INTRODUCCION.....	14
1.1. Problema de Investigación	12
1.2. Formulación del Problema.....	133
1.3. Objetivos de la investigación.....	133
1.4. Justificación del Estudio.....	13
1.5. Limitaciones	14
2. MARCO DE REFERENCIA.....	14
2.1. Antecedentes de estudio.....	144
2.2. Marco teórico.....	15
2.2.1. Clasificación de Carreteras	155
2.2.2. Estudios Preliminares	177
2.2.3. Estándar de diseño de una carretera.....	188
2.2.4. Geodesia y Topografía.....	18
2.2.5. Vehículos de diseño	19
2.2.5.1. Vehículos ligeros.....	20
2.2.5.2. Vehículos pesados.....	21
2.2.6. Características del tránsito.....	222
2.2.6.1. Índice medio diario anual (IMDA).....	222
2.2.7. Velocidad de diseño	222
2.2.8. Hidrología y drenaje.....	223
2.3. Marco conceptual.....	244
2.4. Hipótesis.....	255
2.5. Variables	255
3. METODOLOGÍA.....	266

3.1. Tipo y nivel de investigación: De campo	266
3.2. Población y muestra.....	266
3.2.1. Población.....	266
3.2.2. Muestra	26
3.3. Técnicas e instrumentos de investigación.....	27
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	277
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos	277
3.4. Diseño de investigación.....	277
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	322
4. RESULTADOS.....	39
4.1. Análisis e interpretación de resultados	399
4.2. Prueba de hipótesis	544
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	544
6. CONCLUSIONES.....	55
7. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	58
Anexo 01.....	60
Estudios topográficos.....	61
Anexo 02.....	62
Ubicación geográfica y localización	63
Anexo 03.....	64
Estudios Hidrológicos	65
Anexo 04.....	69
Sección transversal de la carretera en estudio.....	70
Anexo 05.....	122
Parámetros básicos para diseño de la carretera	122

Anexo 06	125
Estudio de tráfico vehicular	125
Anexo 07	127
Estudios de suelos	127
Anexo 08	141
Diseño de Obras de arte	141
Anexo 09	150
Planimetría de la carretera	151
Anexo 10	155
Perfil longitudinal	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	233
Tabla 2 Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en CBVT	244
Tabla 3 Características básicas para la superficie de rodadura de las carreteras de bajo volumen de tránsito.....	28
Tabla 4 Resumen del volumen vehicular promedio diario anual (IMD) (veh/día).....	30
Tabla 5 Tipo de vehículo y máxima longitud permitida	30
Tabla 6 Pesos para vehículos tipo C2 y factor eje equivalente (EE).....	31
Tabla 7 Valores del bombeo de la calzada.....	32
Tabla 8 Valores de peralte máximo	322
Tabla 9 Distancia de visibilidad de parada (metros).....	333
Tabla 10 Elementos de curvas horizontales simples	356
Tabla 11 Elementos de curva horizontal del tramo en estudio.....	40
Tabla 12 parámetros básicos para el diseño geométrico de la carretera en estudio.....	433
Tabla 13 Diseño geométrico para la carretera en estudio.....	444
Tabla 14 Plazoletas de cruce cada 1000m, un ancho de 2.00m y largo de 20.00 m	44
Tabla 15 Resumen de alcantarillas proyectadas	45
Tabla 16 Resumen badenes proyectados	45
Tabla 17 Resumen de cuneta bateas proyectadas a lo largo del tramo.....	46
Tabla 18 Valores CBR del tramo en estudio.....	51
Tabla 19 Clasificación del suelo de acuerdo al CBR	51
Tabla 20 Relación de BMs.....	61
Tabla 21 Estaciones pluviométricas cercanas al proyecto.....	65
Tabla 22 Serie histórica precipitaciones máximas En 24 horas (mm) –Huamachuco.....	66
Tabla 23 Serie histórica precipitaciones máximas en 24 horas (mm) – Quiruvilca.....	67
Tabla 24 Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas (mm) – Huangacocha	68
Tabla 25 Fricción transversal máxima en curvas.....	123
Tabla 26 Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m)	123
Tabla 27 Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros).....	123
Tabla 28 Pendientes máximas.....	124
Tabla 29 Factores de corrección estacionaria año 2018.....	126

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Longitud y ancho de vehículos ligeros	21
Figura 2 Longitud y ancho de vehículos pesado	22
Figura 3 Elementos de la curva circular horizontal	35
Figura 4 Elementos de la curva vertical simétrica	37
Figura 5 Localización del tramo de Carretera en estudio	63
Figura 6 Diseño de las plazoletas de cruce	70
Figura 7 Sección transversal típica para carretera en poblaciones rurales	73

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

La problemática que percibe la población es la dificultad para trasladarse entre los caseríos; al no existir alternativas que solucionen la condición actual por parte de los moradores, esto implica no tener la vía adecuada para la transitabilidad; entonces no hay beneficios cualitativos para los moradores en la situación actual, es decir, la percepción de los beneficios actuales que perciben los usuarios es nula, debido a que la población seguirá percibiendo la inadecuada accesibilidad a dicho camino.

Los pobladores de las localidades cercanas, han solicitado en diversas ocasiones el mejoramiento del camino vecinal a su Gobierno Local, Municipalidad Distrital de Mache, que permitan aliviar el problema.

Este problema respecto a la deficiencia de caminos o carreteras afecta a cualquier geografía en distintas partes del mundo y no es exclusivo de Sudamérica, la revista digital E&N en la entrevista a Amadeo Santana, viceministro de Transporte de Nicaragua, aseguró: “El crecimiento poblacional y del consumo hace que cada día se transporten más mercancías y personas. Las vías tienen que responder a esta demanda de transporte internacional y mundial que cada vez es mayor.” (E&N, 2013)

Algunas de las naciones latinoamericanas con economías más exitosas en años recientes afrontan problemas notorios para mantener sus vías. Mientras que otras naciones con recursos más limitados han conseguido mejores resultados a la hora de construir carreteras que le hagan la vida más fácil a sus ciudadanos y aumenten la productividad de sus empresas. (Fajardo, 2015)

Para la evaluación de las condiciones físicas del camino, se debe establecer criterios y factores que influyan de forma directa el diseño de la carretera.

1.2. Formulación del Problema

¿Hay la necesidad urgente de mejorar el camino que vincula el caserío Ricardo Palma - Vista Alegre, Distrito de Mache - Provincia de Otuzco - Departamento La Libertad?, ¿por razones de crecimiento poblacional y la necesidad de llevar en mejores condiciones sus productos a mercados de comercialización más ventajosos económicamente?

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo general:

- Realizar el diseño vial de Mejoramiento del camino vecinal tramo caserío Ricardo Palma - Vista Alegre, Distrito de Mache - Provincia de Otuzco - Departamento La Libertad

Objetivos específicos:

- Realizar un diseño a nivel de ingeniería de detalle:
 - Efectuar la topografía de la ruta de la carretera.
 - Estudio del tráfico vial potencial
 - Evaluar las condiciones del suelo de la ruta seleccionada
 - Diseño geométrico de la ruta vial seleccionada
 - Diseño del pavimento más adecuado para la zona

1.4. Justificación del Estudio

Toda la información que genere este proyecto de estudio podrá ser usada como referente para tomar decisiones técnicas a mejorar cada vez más el uso de carreteras no pavimentadas que son diseñados para diversos índices de tráfico, topografía o clima según su uso, así como sentar las bases para futuras investigaciones en esta área y su factibilidad para aplicarlas en el campo de la ingeniería civil a nivel regional y nacional.

1.5. Limitaciones

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño de la carretera a nivel ingeniería del tramo a estudiar ubicado en el distrito Mache, provincia de Otuzco, previamente se realiza los estudios pertinentes a la infraestructura de la vía propuesta. Lo cual definirá que tengamos resultados con éxito. Por tanto, es viable la ejecución del estudio descrito en esta propuesta.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes de estudio

“Mejoramiento del Camino Vecinal Santa Rosa - Chaupelanche (R40) Km 0+000-km 5+000 Distrito de Chota, Provincia de Chota - Región Cajamarca” (Chávez, 2015), concluyendo que:

Se obtuvo como resultado general que las características geométricas de la carretera CUMPLEN con los parámetros del diseño geométrico establecidos en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MDCNPBVT) - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el espesor del afirmado de la vía según el método USACE es de 30cm, la existencia de la nueva vía traerá la mejora de los niveles de vida de la población en sector comercio y turismo.

“Propuesta de un Diseño Geométrico Vial para el Mejoramiento de la movilidad en un Sector Periférico del Occidente de Bogotá” (García y Parrado, 2017), concluyendo que:

La propuesta de diseño vial tipo variante para los municipios de Funza y Mosquera es una solución efectiva teniendo en cuenta los problemas de movilidad allí presentados y ofreciendo como resultado un nivel de servicio C donde la velocidad a flujo libre será a entre (100 km/h hasta 120 km/h) brindando las condiciones óptimas de seguridad y comodidad para los conductores. Así también que todos los parámetros para el diseño geométrico se encuentran dentro de la normativa propuesta por INVIAS (Instituto Nacional de Vías o INVIAS es una agencia de la Rama Ejecutiva del Gobierno de Colombia a cargo de la asignación, regulación y supervisión

de los contratos para la construcción de autopistas y carreteras y el mantenimiento de las vías)

“Propuesta de recuperación vial en las zonas cafetaleras de los Municipios Bolívar, Carvajal, Freites, Guanta, Libertad y Sotillo del Estado Anzoátegui” (Mujica, 2009), lo más resaltante frente a las características geométricas de la vía:

Respecto a la sección de la vía, su ancho de calzada a lo largo del tramo presentó una variación que va desde los 8.45 m hasta los 8.64 m, adoptándose un valor promedio de 8.50 m. También se menciona que se logró el alcance de este objetivo conjuntamente con el de estudio de tráfico.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Clasificación de Carreteras

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte; las carreteras del Perú se clasifican; en función a la **DEMANDA:**

Autopistas de Primera Clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. (DG 2018, p. 12)

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. (DG 2018, p. 12)

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Tercera Clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. (DG 2018, p. 12)

Trochas Carrozables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. (DG 2018, p. 13)

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de

Transporte; las carreteras del Perú se clasifican; en función a la **OROGRAFÍA:**

Terreno plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo. (DG 2018, p. 14)

Terreno ondulado (tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo. (DG 2018, p. 14)

Terreno accidentado (tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo. (DG 2018, p. 14)

Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo. (DG 2018, p. 14)

2.2.2. Estudios Preliminares

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte, los estudios preliminares deben dar respuesta, básicamente, a estas interrogantes fundamentales, ellas son:

- Definición preliminar de las características y parámetros de diseño.
- Identificación de rutas posibles.
- Anteproyectos preliminares de las rutas posibles.
- Selección de rutas.

Todos los estudios preliminares del diseño geométrico deben estar acorde a la normativa vigente. (DG 2018, p. 15)

2.2.3. Estándar de diseño de una carretera

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte la sección Transversal, es una variable dependiente tanto de la categoría de la vía como de la velocidad de diseño, pues para cada categoría y velocidad de diseño corresponde una sección transversal tipo, cuyo ancho responde a un rango acotado y en algunos casos único.

El estándar de una obra vial, que responde a un diseño acorde con las instrucciones y límites normativos establecidos en el presente, queda determinado por:

1. La Categoría que le corresponde (autopista de primera clase, autopista de segunda clase, carretera de primera clase, carretera de segunda clase, carretera de tercera clase y trocha carrozable).
2. La velocidad de diseño (V).
3. La sección transversal definida. (DG 2018, p. 16)

2.2.4. Geodesia y Topografía

Procedimientos geodésicos para referenciar los trabajos topográficos

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte, se adopta la incorporación como práctica habitual de trabajo, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que opera referido a

sistemas geodésicos, en particular el conocido como WGS-84 (World Geodetic System de 1984).

2.2.5. Vehículos de diseño

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condicionar las características del proyecto de carretera. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses).

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte, las características de los vehículos tipo indicados, definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo: (DG 2018, p. 24)

- El ancho del vehículo adoptado incide en los anchos del carril, calzada, bermas y sobreebanco de la sección transversal, el radio mínimo de giro, intersecciones y gálibo.
- La distancia entre los ejes influye en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles.
- La relación de peso bruto total/potencia, guarda relación con el valor de las pendientes admisibles.

Conforme al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos ligeros aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y M1 (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor). Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la M1), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y contruidos para el transporte de

mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N y O).

La clasificación del tipo de vehículo según encuesta de origen y destino, empleada por SNIP para el costo de operación vehicular (VOC), es la siguiente:

Vehículo de pasajeros

- Jeep (VL)
- Auto (VL)
- Bus (B2, B3, B4 y BA)
- Camión C2

Vehículo de carga

- Pick-up (equivalente a Remolque Simple T2S1)
- Camión C2
- Camión C3 y C2CR
- T3S2

2.2.5.1. Vehículos ligeros

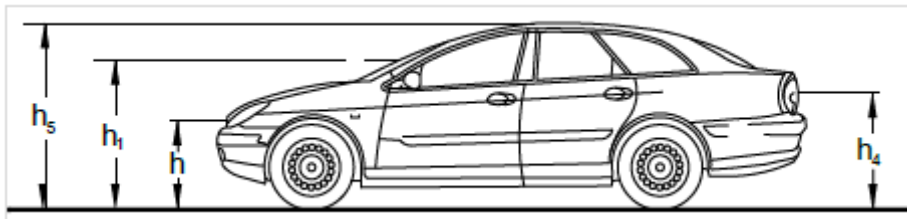
La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles:

- Ancho: 2.10 m.
- Largo: 5.80 m.

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h : altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h_1 : altura de los ojos del conductor: 1.07 m.
- h_2 : altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m.
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h_5 : altura del techo de un automóvil: 1.30 m
-

Figura 1 Longitud y ancho de vehículos ligeros



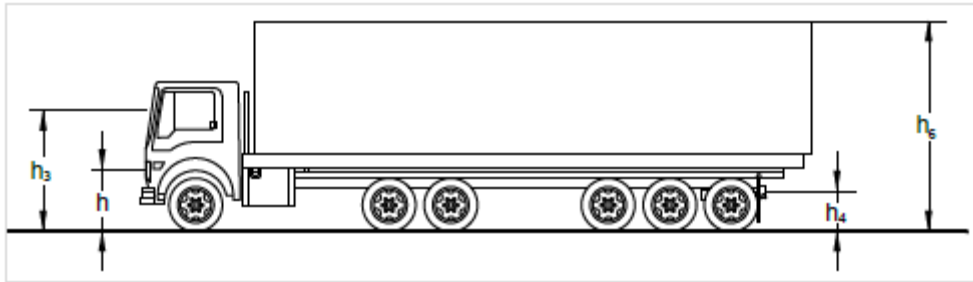
Fuente: Manual de Carreteras DG 2018, p. 25

2.2.5.2. Vehículos pesados

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h : altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h_3 : altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.5 m
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h_6 : altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m

Figura 2 Longitud y ancho de vehículos pesado



Fuente: Manual de Carreteras DG 2018, p. 25

2.2.6. Características del tránsito

Las características y el diseño de una carretera deben basarse, explícitamente, en la consideración de los volúmenes de tránsito y de las condiciones necesarias para circular por ella, con seguridad vial ya que esto le será útil durante el desarrollo de carreteras y planes de transporte, en el análisis del comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de definición geométrica, en la selección e implantación de medidas de control de tránsito y en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transportes.

2.2.6.1. Índice medio diario anual (IMDA)

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos.

2.2.7. Velocidad de diseño

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazo, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy

frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido. (DG 2018, p. 96)

Tabla 1 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO (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 DG 2018, p. 97

2.2.8. Hidrología y drenaje

Según el Manual de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, el sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades: Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera eliminando el exceso de agua superficial y la subsuperficial con las adecuadas obras de drenaje. Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas (natural del terreno o artificial construida previamente) que serían

dañadas o modificadas por la construcción de la carretera y que, sin un debido cuidado en el proyecto, resultarían causando daños, algunos posiblemente irreparables en el medio ambiente. (MDCNPBVT, 2008)

Tabla 2 Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en Carreteras de bajo volumen de tránsito

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS
PUENTES Y PONTONES	100 (mínimo)
ALCANTARILLAS DE PASO Y BADENES	50
ALCANTARILLA DE ALIVIO	10 - 20
DRENAJE DE LA PLATAFORMA	10

Fuente: MDCNPBVT, p. 70

2.3. Marco conceptual

En el desarrollo del proyecto podrían incorporarse nuevos términos que podrían hacerse mención en los resultados y/o conclusiones.

Alcantarilla. Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino.

Badén. Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

Berma. Fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas. Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada.

Calzada. Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.

Cuneta. Zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan.

MDCNPBVT. Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Obras de drenaje. Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado.

Sobreancho. Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Tramo. Parte continúa de una carretera.

Tránsito. Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía

2.4. Hipótesis

El estudio de las condiciones geográficas correspondientes al tramo de la carretera a estudiar nos permitirá realizar el diseño de la carretera para el mejoramiento del camino vecinal tramo caserío Ricardo Palma - Vista Alegre, Distrito Mache - Provincia Otuzco - Departamento La Libertad.

2.5. Variables

Variable Dependiente

- Parámetros básicos de diseño
- Diseño geométrico de la vía (afirmado, obras de arte)

Variable Independiente

- Tráfico vehicular
- Topografía
- Hidrología

Operacionalización de Variables

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN OPERACIONAL DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
TOPOGRAFÍA	INDEPENDIENTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	OROGRAFÍA	ESTACIÓN TOTAL
HIDROLOGÍA	INDEPENDIENTE	mm DE AGUA	PRECIPITACIÓN	PLUVIÓMETRO
TRÁFICO VEHICULAR	INDEPENDIENTE	IMDA	FLUJO VEHICULAR	MONITOREO DIARIO
PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO	DEPENDIENTE	VELOCIDAD MEDIA, PENDIENTE,	MDCNPBVT	CÁLCULOS ARITMÉTICOS
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	DEPENDIENTE	GEOMETRÍA VERTICAL, HORIZONTAL, TRANSVERSAL	MDCNPBVT	CÁLCULOS ARITMÉTICOS

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación: De campo

La investigación es de tipo aplicada ya que se emplea los conocimientos del problema para el diseño de la carretera del tramo en estudio. El nivel de la investigación es correlacional; aplicando la metodología el manual del Diseño de carreteras DG 2018 y Manual de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MDCNPBVT).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Se considera como población beneficiaria del diseño de la carretera correspondiente al tramo comprendido entre el caserío Ricardo Palma y Vista Alegre, distrito de Mache, con un número total de individuos de 3112 Hab. pertenecientes a la provincia de Otuzco.

3.2.2. Muestra

Se ha realizado el levantamiento topográfico, estudio de tráfico vehicular, estudio hidrológico, para una muestra cuya longitud en promedio es de 4 + 222.65 Km. Ver **Anexo 2**.

3.3. Técnicas e instrumentos de investigación

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

Se realizó la recolección de datos mediante las siguientes técnicas:

- Estudio Topográfico
- Estudio de tráfico vehicular
- Estudios hidrológicos.

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de esta investigación se necesitó los formatos correspondientes para los datos obtenidos, así como winchas, estación total y libreta de campo.

3.4. Diseño de investigación

Levantamiento topográfico

Las actividades de topografía para poder obtener finalmente la superficie base para el diseño Geométrico, con este propósito se desarrollaron los siguientes pasos fueron:

1. Ubicación de BMs dispuestos cada 500 metros a lo largo del camino vecinal Ricardo Palma –Vista Alegre.
2. Levantamiento Topográfico a detalle escala 1: 1000 de franja de terreno de 20.00 m a cada lado del eje aproximadamente a lo largo de los 4+222.65 kilómetros.
3. Levantamiento topográfico de quebradas, zonas para mejoramiento, depósitos de material excedente y otras áreas de interés para el proyecto.

Ver cuadro de BMs en el **ANEXO 01**

Clasificación de la vía por su demanda

Según lo determinado por el estudio de tráfico realizado a rutas paralelas a la que se pretende diseñar y de acuerdo a la clasificación según el manual de carreteras DG- 2018, capítulo I, sección 101, la carretera pertenece a la clasificación de **trochas carrozables**.

- Ancho mínimo de calzada: 4m.
- IMDA = **19 Veh/día** < 200Veh/ día (DG-2018)
- Plazoletas de cruce cada 1000 m.

Tabla 3 Características básicas para la superficie de rodadura de las carreteras de bajo volumen de tránsito

CARRETERA DE BVT	IMD PROYECTADO	ANCHO DE CALZADA	ESTRUCTURAS Y SUPERFICIE DE RODADURA ALTERNATIVAS (**)
T3	101 – 200	2 carriles 5.50 – 6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5cm homogenizado por zarandeo o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado.
T2	51 – 100	2 carriles 5.50 – 6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado) tamaño máximo 5 cm; perfilado y compactado, min 15 cm.
T1	16 – 50	1 carril o 2 carriles 3.50 – 4.5	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado) tamaño máximo 5cm; perfilado y compactado min 15 cm.
T0	< 15	1 carril 3.50 – 4.5 0	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min 15 cm
Trocha carrozable	IMD indefinido	1 sendero	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

Fuente MDCNPBVT – 2008, p. 17

Clasificación de la vía por su orografía

Según lo estipulado y considerado en DG-2018, se clasifica como **tipo 3** de terrenos accidentados por tener las siguientes pendientes:

- Pendientes transversales máxima 72%, considerada dentro del rango de 50% a 100%.
- Pendientes longitudinales no mayor 8%.

Clasificación de la vía por su función

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, constatando en el inventario vial, en su portal vial, para el distrito de Mache ésta se considera como una carretera de la **red vial vecinal o rural**. (Portal MTC, 2017)

Índice medio diario

La metodología considerara para determinar el IMD, es la del conteo de vehículos en campo en vías paralelas con la misma ruta la cual se pretende diseñar, para poder determinar crecimiento del tráfico vehicular a futuro de los vehículos de pasajeros y carga se basa en la utilización de los indicadores de la población y la tasa anual el PBI según DG-2018, determinado con la siguiente formula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

T_n = Tránsito de vehículos anual.

T_0 = tránsito de vehículos al inicio del conteo.

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tabla 4 Resumen del volumen vehicular promedio diario anual (IMD) (veh/día)

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN (%)
AUTOMÓVIL	0	0.00
CAMIONETA	1	5.26
COMBI RURAL	2	10.53
MICRO	4	21.05
BUS GRANDE	0	0.00
CAMIÓN 2E	12	63.16
CAMIÓN 3E	0	0.00
IMD	19	100.00

Fuente: Elaboración propia

Tipo de vehículos de diseño

El vehículo para el cual será diseñada la carretera siguiendo con los parámetros y el uso de la vía es de **carga de tipo camión C-2** (camión simple de dos ejes), según lo considerado por el DG-2018, este determina los parámetros que se consideran en el diseño como; ancho de vía, sobre ancho y radios mínimos en curvas horizontales.

Tabla 5 Tipo de vehículo y máxima longitud permitida

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS	LONG. MÁXIMA (M)
C2		12.30

Fuente: Reglamento Nacional de vehículos, p. 78

Tabla 6 Pesos para vehículos tipo C2 y factor eje equivalente (EE)

EJES	E1	E2	E3	E4	
CARGA SEGÚN CENSO DE CARGA (TON)	7	10	--	--	
TIPO DE EJE	EJE SIMPLE	EJE SIMPLE	--	--	
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE	--	--	
PESO	7	10	--	--	TOTAL FACTOR CAMIÓN C2
FACTOR E.E.	1.265	2.212	--	--	3.477

Fuente: Reglamento Nacional de vehículos, p. 78

Velocidad de diseño homogéneo

La velocidad directriz, según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte, para un camino vecinal con un **IMD= 19 veh/día** (el IMDA es inferior a 200 veh/día, y por ende es catalogada la vía como una trocha carrozable) le correspondería una velocidad directriz de 30 km/hora, sin embargo, teniendo en cuenta el tipo de relieve **Accidentado Tipo 3**, y un clima de lluvia moderada; se ha determinado la velocidad de diseño específica:

Tramo: Km 0+000 al km 4+222.65 para **20 km/h**

Bombeo

Es un tipo de inclinación mínima que se le da a la calzada con el objetivo de poder evacuar las aguas de la superficie de la calzada. Este bombeo depende del tipo de rodadura y de las precipitaciones que se puedan dar en la zona.

Tabla 7 Valores del bombeo de la calzada

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/ año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto portland	2.00	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5	3.0 - 4.0

Fuente: DG 2018, p. 195

Peralte

Esta denominación se le da a la elevación que se le determina a uno de los extremos exterior de la calzada en curva con relación al extremo interior de la misma, para contrarrestar cualquier acción causada por la fuerza centrífuga que se puede producir durante el giro de los vehículos en curso, por tal motivo toda la sección que este en curva será peraltada.

Tabla 8 Valores de peralte máximo

PUEBLO O CIUDAD	PERALTE MÁXIMO (P)	
	ABSOLUTO	NORMAL
ATRAVESAMIENTO DE ZONAS URBANAS	6.0%	4.0%
ZONA RURAL (T. PLANO, ONDULADO O ACCIDENTADO)	8.0%	6.0%
ZONA RURAL (T. ACCIDENTADO O ESCARPADO)	12.0%	8.0%
ZONA RURAL CON PELIGRO DE HIELO	8.0%	6.0%

Fuente: DG 2018, p. 196

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Elementos que definen la geometría del camino

En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia.

a. Visibilidad de parada

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de eje con su carril de circulación.

Para nuestro caso en particular, usaremos los elementos del Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla 9 Distancia de visibilidad de parada (metros)

Velocidad directriz (Km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

Fuente: MDCNPBVT – 2008, p. 37

b. Visibilidad de adelantamiento

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (M)
30	200
40	270
50	345
60	410

Fuente: MDCNPBVT – 2008, p. 39

Diseño geométrico

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

La **planta** donde se fijan las alineaciones horizontales

El **perfil longitudinal** donde se fijan las alineaciones verticales

El **perfil transversal** donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

Diseño geométrico horizontal

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte, el alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. La definición del trazo en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. (DG 2018, p. 125)

Si el alineamiento se presenta cambios de dirección reducido, entonces no se requiere curva horizontal para estos pequeños ángulos de deflexión. En la tabla siguiente se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal. (DG 2018, p. 126)

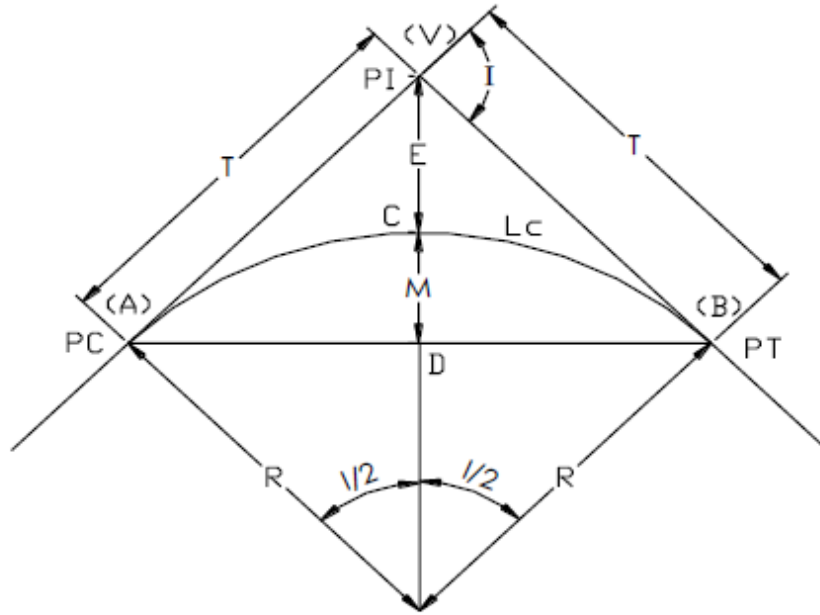
VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DEFLEXIÓN MÁXIMA ACEPTABLE SIN CURVA CIRCULAR
30	2° 30'
40	2° 15'
50	1° 50'
60	1° 30'

Fuente: DG 2018, p. 126

Curvas horizontales

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. (DG 2018, p. 127)

Figura 3 Elementos de la curva circular horizontal



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

PC: Punto de inicio de curva

PI: Punto de intersección

PT: Punto de tangencia

I: Ángulo de deflexión

R: Radio de la curva (m)

T: Tangente (PC a PI a PT) (m)

Lc: Longitud de curva (m)

E: Externa (m)

C: Longitud de cuerda (m)

M: Flecha u Ordenada media (m)

Fórmulas para calcular los elementos de la curva:

Tabla 10 Elementos de curvas horizontales simples

ELEMENTO	SÍMBOLO	FÓRMULA
TANGENTE	T	$T = RTan\left(\frac{I}{2}\right)$
LONGITUD DE CURVA	Lc	$Lc = \left(\frac{\pi}{180^\circ}\right)IR$
CUERDA	C	$C = 2R\text{Sen}\left(\frac{I}{2}\right)$
EXTERNA	E	$E = R \left[\text{Sec}\left(\frac{I}{2}\right) - 1 \right]$
FLECHA	M	$M = R \left[1 - \text{Cos}\left(\frac{I}{2}\right) \right]$

Fuente: Céspedes, 2001, p. 218

Diseño geométrico vertical

El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

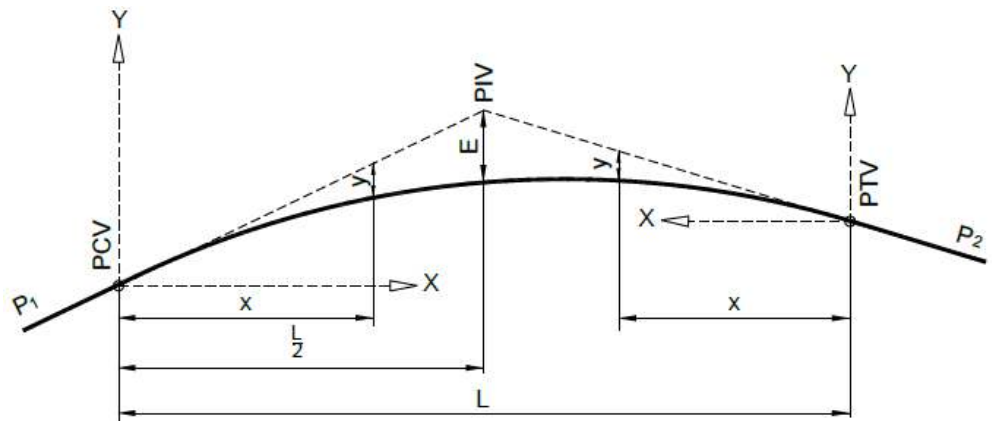
Curvas verticales

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. El adecuado diseño de ellas asegura las distancias de visibilidad requeridas por el proyecto. (DG 2018, p. 169)

Por su forma: convexas y cóncavas

Por su longitud: simétricas y asimétricas

Figura 4 Elementos de la curva vertical simétrica



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV: Término de la curva vertical

L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

P1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

P2 : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |P_1 - P_2|$$

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{AL}{800}$$

X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección

$$y = x^2 \left(\frac{A}{200L} \right)$$

Diseño geométrico de la sección transversal

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.

Constituyen secciones transversales singulares, las correspondientes a las intersecciones vehiculares a nivel o desnivel, los puentes vehiculares, pasos peatonales a desnivel, túneles, estaciones de peaje, pesaje y ensanches de plataforma. (DG 2018, p. 183)

Elementos de la sección transversal

Los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del derecho de vía del proyecto. Cuando el tránsito de bicicletas sea importante, deberá evaluarse la inclusión de carriles especiales para ciclistas (ciclo vías), separados tanto del tránsito vehicular como de los peatones. (DG 2018, p. 183)

Para nuestra carretera en estudio, se muestra una sección transversal típica para carretera con una calzada de un carril, en poblaciones rurales con concentración de personas, comercio y/o tránsito de vehículos menores. (**Anexo 04**)

4. RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Datos topográficos

Poligonal de apoyo

Se utilizó como poligonal de apoyo al eje definido en campo promediando el ancho de camino existente generando rectas que se intersecan a la cuales se les denomina Pls.

Nivelación Geométrica Cerrada

El estacado en campo con eje definido y con curvas horizontales deflexionadas nos permitió recopilar los datos del perfil longitudinal sobre el eje, transportando cotas mediante una nivelación geométrica cerrada y colocando BMs cada 500 metros. (Ver **Anexo 01**)

Parámetros básicos para el diseño

Haciendo uso del “Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” (MDCNPBVT, 2008), determinamos los siguientes parámetros:

Velocidad directriz: 20 Km/h

Índice medio diario: 19 veh/día

Ancho de la calzada: 4.50 m (0.50 de berma)

Plazoleta de cruce: se debe construir cada 1000 m

Tipo de superficie de rodadura: Afirmado

Geometría del trazo

Alineamiento horizontal

Los elementos de curva son calculados en función del radio asignado en cada cambio de dirección de la poligonal, la planimetría del tramo en estudio se puede observar en el **Anexo 09**

Tabla 11 Elementos de curva horizontal del tramo en estudio

CUADRO COORDENADAS Y ELEMENTOS CURVAS HORIZONTALES								
N° PI	SENT.	DELTA	R	TANG	L.C	EXT	Sa	P %
1	I	6°27'02"	100	5.635	11.258	0.159	0.5	5.1
2	I	63°45'02"	50	31.092	55.633	8.879	0.9	6.7
3	I	23°57'27"	50	10.608	20.907	1.113	0.9	7.1
4	D	38°31'51"	40	13.981	26.9	2.373	1	7.7
5	I	23°51'11"	60	12.673	24.979	1.324	0.8	6.3
6	I	18°59'22"	40	6.69	13.257	0.556	1	7.7
7	D	33°30'55"	40	12.044	23.398	1.774	1	7.4
8	D	62°39'33"	30	18.261	32.808	5.121	1.3	8
9	I	35°15'38"	40	12.712	24.617	1.971	1	7.7
10	I	35°30'00"	50	16.005	30.98	2.499	0.9	6.7
11	D	61°31'57"	20	11.906	21.479	3.276	1.9	8
12	I	35°36'07"	30	9.633	18.641	1.509	1.3	8
13	I	154°54'52"	9	40.453	24.334	32.44	4.5	8
14	I	47°57'28"	40	17.792	33.481	3.778	1	7.4
15	D	40°42'55"	50	18.553	35.531	3.331	0.9	6.7
16	D	29°25'17"	40	10.502	20.54	1.356	1	7.4
17	D	36°08'52"	40	13.054	25.236	2.076	1	7.4
18	I	22°18'59"	40	7.89	15.58	0.771	1	7.4
19	I	61°11'07"	60	35.473	64.073	9.702	0.8	6.5
20	I	27°40'06"	40	9.85	19.316	1.195	1	7.4
21	I	78°06'51"	40	32.457	54.534	11.51	1	7.7
22	D	17°40'28"	40	6.219	12.339	0.481	1	7.4
23	D	24°37'04"	40	8.728	17.186	0.941	1	7.4
24	I	10°58'30"	60	5.764	11.493	0.276	0.8	6.3
25	D	36°30'14"	30	9.894	19.113	1.589	1.3	8
26	D	18°52'42"	40	6.65	13.18	0.549	1	7.7
27	I	97°55'23"	20	22.976	34.182	10.46	1.9	8
28	D	108°34'30"	15	20.865	28.425	10.7	2.5	8
29	D	16°08'44"	40	5.673	11.272	0.4	1	7.4
30	I	19°17'47"	60	10.2	20.207	0.861	0.8	6.3
31	I	45°45'48"	40	16.882	31.949	3.416	1	7.4
32	D	27°59'38"	40	9.971	19.543	1.224	1	7.4
33	I	43°10'23"	40	15.826	30.141	3.017	1	7.4
34	I	36°56'30"	40	13.361	25.79	2.173	1	7.4
35	D	72°29'19"	25	18.327	31.629	5.998	1.5	8
36	I	27°05'04"	50	12.043	23.636	1.43	0.9	6.7
37	D	17°18'30"	60	9.132	18.125	0.691	0.8	6.3
38	D	19°15'18"	60	10.178	20.164	0.857	0.8	6.5
39	D	17°11'46"	80	12.096	24.01	0.909	0.6	5.6
40	D	29°58'59"	60	16.067	31.398	2.114	0.8	6.5
41	D	5°51'26"	120	6.139	12.267	0.157	0.5	4.6
42	I	61°56'18"	35	21.005	37.836	5.819	1.2	8

Fuente: Elaboración propia

Radio mínimo

En carreteras cuyo IMDA de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2.5%. (MDCNPBVT – 2008, p. 45)

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})}$$

Tomando los valores de la tabla 25 (Anexo 05) para f_{max} para 20 Km/h,

$$R_{min} = 15.36m$$

Longitud de transición mínima

Para una velocidad directriz de 20 Km/h y para un peralte correspondiente a 2.5%, haciendo uso de la tabla 26 (Anexo 05), obtenemos un valor de **9m**.

Bombeo: Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. (MDCNPBVT – 2008, p. 60), escogemos un bombeo de: 2.5%

Sobreancho:

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparables a la de las tangentes. En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos; así mismo a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril.

De acuerdo a la fórmula que se muestra en el DG 2018, p. 161 y tomando en cuenta el estudio de tráfico, se ha optado para el cálculo de los sobre anchos el C2:

$$Sa = n \left[R - \sqrt{R^2 - L^2} \right] + \frac{v}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

Sa: Sobreancho (m)

n: Número de carriles

R: Radio (m)

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m) **7.30m.**

V : Velocidad de diseño (km/h)

Alineamiento vertical.

Curvas verticales

En el diseño del alineamiento vertical se ha tomado en cuenta la velocidad de diseño, la topografía de la zona, parámetros de seguridad, condiciones de drenaje, costo de construcción y valores estéticos.

Para esto se han usado una pendiente longitudinal mínima en corte de 0.5% (excepcionalmente se puede usar 0.3% lo cual está permitido para cunetas revestidas) y una pendiente longitudinal máxima normal de 9%. Así mismo, se han usado longitudes de curva parabólica amplias, con un valor mínimo de 80m, cumpliendo todos los requisitos de distancias de visibilidad de la norma.

Secciones Transversales

La sección transversal Tramo: tendrá un ancho de calzada de 4.0m y un bombeo de 2.5% para cada lado a partir del eje. Para el tramo se considera bermas ya que no afectan los terrenos de sembríos de la zona, el cual se encuentra dentro de los parámetros normados según el MCNPBVT (Ver Tabla 26 – Anexo 05)

Las secciones transversales incluyen cunetas construidas lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales procedentes de la plataforma de rodadura, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del Afirmado. El tipo de cuneta proyectada es Berma/ Cuneta, esto para reducir el movimiento de tierras; el talud adyacente a la carretera será de 1V:4H, las dimensiones serán de 0.60x 0.30.

Para los tramos en curvas serán aplicados, en todas las secciones típicas, los valores de sobreechancho y peralte de acuerdo con los radios de

curvatura y velocidad de diseño (Ver sobreanchos en Tabla 11 según radio).

Pendiente máxima

Haciendo uso de la tabla 28 (Anexo 05), para una velocidad directriz de 20km/hm teniendo en cuenta una orografía accidentada, se le asigna un valor de **9%**.

Peralte

El peralte de las curvas horizontales tiene la función de contrarrestar la fuerza centrífuga que se produce durante el giro del vehículo por lo que todas las curvas horizontales de la vía serán peraltadas. De acuerdo a al tipo de consideraciones orográficas de la zona, el peralte máximo normal adaptación será de **8%**.

Tabla 12 parámetros básicos para el diseño geométrico de la carretera en estudio

RESUMEN DISEÑO GEOMETRICO	
DESCRIPCION	RESULTADOS
LONGITUD TRAMO PROYECTADO (M)	4,222.65
PERALTE MAX %	8
SOBREANCHOS (M)	DE ACUERDO AL RADIO
TIPO DE SUPERFICIE DE LA VÍA	AFIRMADO
RADIO MÍNIMO CALCULADO (M)	10
RADIO MÁXIMO (M)	150
RADIO MÍNIMO EXCEPCIONAL (M)	9
LONGITUD EN S MIN	42
LONGITUD EN O MIN (M)	84
LONGITUD DE TRANSICIÓN	DE ACUERDO AL RADIO
PENDIENTE MÁXIMA %	9.0
PENDIENTE MÍNIMA %	0.5
LONGITUD DE CURVAS VERTICALES MIN (M)	40
LONGITUD DE CURVAS VERTICALES MAX (M)	120

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Diseño geométrico para la carretera en estudio

RESUMEN DISEÑO GEOMETRICO	
DESCRIPCION	RESULTADOS
LONGITUD TRAMO PROYECTADO (M)	4,222.65
PERALTE MAX %	8
SOBREANCHOS (M)	DE ACUERDO AL RADIO
TIPO DE SUPERFICIE DE LA VÍA	AFIRMADO
RADIO MÍNIMO CALCULADO (M)	10
RADIO MÁXIMO (M)	150
RADIO MÍNIMO EXCEPCIONAL (M)	9
LONGITUD EN S MIN	42
LONGITUD EN O MIN (M)	84
LONGITUD DE TRANSICIÓN	DE ACUERDO AL RADIO
PENDIENTE MÁXIMA %	9.0
PENDIENTE MÍNIMA %	0.5
LONGITUD DE CURVAS VERTICALES MIN (M)	40
LONGITUD DE CURVAS VERTICALES MAX (M)	120

Fuente: Elaboración propia

Plazoletas de cruce

Para este proyecto se considera para lograr un adelantamiento, cruce o volteo se proyectará plazoletas de cruce cada 1000m de acuerdo al tipo de orografía, dichas plazoletas tienen un ancho de 2.00m y largo de 20.00 m.

La ubicación de dichas plazoletas son las siguientes progresivas:

Tabla 14 Plazoletas de cruce cada 1000m, un ancho de 2.00m y largo de 20.00 m

N°	DESCRIPCION	UBICACIÓN	PROGRESIVA
1	PLAZOLETA DE CRUCE	IZQUIERDA	1+130.00
2	PLAZOLETA DE CRUCE	IZQUIERDA	2+100.00
3	PLAZOLETA DE CRUCE	IZQUIERDA	3+030.00
4	PLAZOLETA DE CRUCE	DERECHA	4+020.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Resumen de alcantarillas proyectadas

PROGRESIVA	OBRAS DE ARTE	DIAMETRO (M)	LARGO (M)	OBSERVACIONES
0+786.860	ALCANTARILLA	0.90	5.67	QUEBRADA
0+903.823	ALCANTARILLA	0.90	5.67	QUEBRADA
1+202.203	ALCANTARILLA	1.50	5.67	QUEBRADA
1+422.926	ALCANTARILLA	1.50	5.67	QUEBRADA
1+718.103	ALCANTARILLA	1.50	5.67	QUEBRADA
2+009.567	ALCANTARILLA	1.50	5.67	QUEBRADA
2+486.111	ALCANTARILLA	1.50	5.67	QUEBRADA
2+665.934	ALCANTARILLA	0.90	6.48	QUEBRADA
2+830.378	ALCANTARILLA	0.90	5.67	QUEBRADA
3+000.167	ALCANTARILLA	1.50	5.67	QUEBRADA
3+116.317	ALCANTARILLA	1.20	5.67	QUEBRADA
3+460.986	ALCANTARILLA	0.90	4.86	QUEBRADA
3+793.442	ALCANTARILLA	0.90	5.67	QUEBRADA
3+991.551	ALCANTARILLA	0.90	5.67	QUEBRADA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Resumen badenes proyectados

PROGRESIVA	OBRAS DE ARTE	LARGO (M)	ANCHO (M)	OBSERVACIONES
0+485.533	BADEN	15.00	5.40	QUEBRADA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Resumen de cuneta bateas proyectadas a lo largo del tramo

PROGRESIVA		LONG. PARCIAL	LONG DE CONFORMACION DE CUNETAS			UBICACIÓN
			MS	RS	RF	
0+000	0+020	20.00			20.00	
0+020	0+040	20.00			20.00	
0+040	0+060	20.00			20.00	
0+060	0+080	20.00			20.00	
0+080	0+100	20.00			20.00	
0+100	0+120	20.00			20.00	
0+120	0+140	20.00			20.00	
0+140	0+160	20.00			20.00	
0+160	0+180	20.00			20.00	
0+180	0+200	20.00			20.00	
0+200	0+220	20.00			20.00	
0+220	0+240	20.00			20.00	
0+240	0+260	20.00			20.00	
0+260	0+280	20.00			20.00	
0+280	0+300	20.00			20.00	
0+300	0+320	20.00			20.00	
0+320	0+340	20.00			20.00	
0+340	0+360	20.00			20.00	
0+360	0+380	20.00			20.00	
0+380	0+400	20.00			20.00	
0+400	0+420	20.00		20.00		
0+420	0+440	20.00		20.00		
0+440	0+460	20.00		20.00		
0+460	0+480	20.00		20.00		
0+480	0+500	20.00		20.00		
0+500	0+520	20.00		20.00		
0+520	0+540	20.00		20.00		
0+540	0+560	20.00		20.00		
0+560	0+580	20.00		20.00		
0+580	0+600	20.00		20.00		
0+600	0+620	20.00		20.00		
0+620	0+640	20.00		20.00		
0+640	0+660	20.00		20.00		
0+660	0+680	20.00		20.00		
0+680	0+700	20.00		20.00		
0+700	0+720	20.00		20.00		
0+720	0+740	20.00		20.00		
0+740	0+760	20.00		20.00		
0+760	0+780	20.00		20.00		
0+780	0+800	20.00		20.00		
0+800	0+820	20.00		20.00		
0+820	0+840	20.00		20.00		
0+840	0+860	20.00		20.00		

0+900	0+920	20.00		20.00		I
0+920	0+940	20.00		20.00		I
0+940	0+960	20.00		20.00		I
0+960	0+980	20.00		20.00		I
0+980	1+000	20.00		20.00		I
1+000	1+020	20.00		20.00		I
1+020	1+040	20.00		20.00		I
1+040	1+060	20.00		20.00		I
1+060	1+080	20.00		20.00		I
1+080	1+100	20.00		20.00		I
1+100	1+120	20.00		20.00		I
1+120	1+140	20.00		20.00		I
1+140	1+160	20.00		20.00		I
1+160	1+180	20.00		20.00		D
1+180	1+200	20.00		20.00		D
1+200	1+220	20.00		20.00		D
1+220	1+240	20.00		20.00		D
1+240	1+260	20.00		20.00		D
1+260	1+280	20.00		20.00		D
1+280	1+300	20.00		20.00		D
1+300	1+320	20.00		20.00		D
1+320	1+340	20.00		20.00		D
1+340	1+360	20.00		20.00		D
1+360	1+380	20.00		20.00		D
1+380	1+400	20.00		20.00		D
1+400	1+420	20.00	20.00			D
1+420	1+440	20.00	20.00			D
1+440	1+460	20.00	20.00			D
1+460	1+480	20.00	20.00			D
1+480	1+500	20.00	20.00			D
1+500	1+520	20.00	20.00			D
1+520	1+540	20.00	20.00			D
1+540	1+560	20.00	20.00			D
1+560	1+580	20.00	20.00			D
1+580	1+600	20.00	20.00			D
1+600	1+620	20.00	20.00			D
1+620	1+640	20.00	20.00			D
1+640	1+660	20.00	20.00			D
1+660	1+680	20.00	20.00			D
1+680	1+700	20.00	20.00			D
1+700	1+720	20.00	20.00			D
1+720	1+740	20.00	20.00			D
1+740	1+760	20.00	20.00			D
1+760	1+780	20.00	20.00			D
1+780	1+800	20.00	20.00			D
1+800	1+820	20.00	20.00			D
1+820	1+840	20.00	20.00			D
1+840	1+860	20.00	20.00			D
1+860	1+880	20.00	20.00			D
1+880	1+900	20.00	20.00			D
1+900	1+920	20.00	20.00			D
1+920	1+940	20.00	20.00			D
1+940	1+960	20.00	20.00			D

1+960	1+980	20.00	20.00			D
1+980	2+000	20.00	20.00			D
2+000	2+020	20.00	20.00			D
2+020	2+040	20.00	20.00			D
2+040	2+060	20.00	20.00			D
2+060	2+080	20.00	20.00			D
2+080	2+100	20.00	20.00			D
2+100	2+120	20.00	20.00			D
2+120	2+140	20.00	20.00			D
2+140	2+160	20.00	20.00			D
2+160	2+180	20.00	20.00			D
2+180	2+200	20.00	20.00			D
2+200	2+220	20.00	20.00			D
2+220	2+240	20.00	20.00			D
2+240	2+260	20.00	20.00			D
2+260	2+280	20.00	20.00			D
2+280	2+300	20.00	20.00			D
2+300	2+320	20.00	20.00			D
2+320	2+340	20.00	20.00			D
2+340	2+360	20.00	20.00			D
2+360	2+380	20.00	20.00			D
2+380	2+400	20.00	20.00			D
2+400	2+420	20.00	20.00			D
2+420	2+440	20.00	20.00			D
2+440	2+460	20.00	20.00			D
2+460	2+480	20.00	20.00			D
2+480	2+500	20.00	20.00			D
2+500	2+520	20.00	20.00			D
2+520	2+540	20.00	20.00			D
2+540	2+560	20.00	20.00			D
2+560	2+580	20.00	20.00			D
2+580	2+600	20.00	20.00			D
2+600	2+620	20.00	20.00			D
2+620	2+640	20.00	20.00			D
2+640	2+660	20.00	20.00			D
2+660	2+680	20.00	20.00			D
2+680	2+700	20.00	20.00			D
2+700	2+720	20.00	20.00			D
2+720	2+740	20.00	20.00			D
2+740	2+760	20.00	20.00			D
2+760	2+780	20.00	20.00			D
2+780	2+800	20.00	20.00			D
2+800	2+820	20.00	20.00			D
2+820	2+840	20.00	20.00			D
2+840	2+860	20.00	20.00			D
2+860	2+880	20.00	20.00			D
2+880	2+900	20.00	20.00			D
2+900	2+920	20.00	20.00			D
2+920	2+940	20.00	20.00			D
2+940	2+960	20.00	20.00			D
2+960	2+980	20.00	20.00			D
2+980	3+000	20.00	20.00			D
3+000	3+020	20.00	20.00			D
3+020	3+040	20.00	20.00			D

3+040	3+060	20.00	20.00			D
3+060	3+080	20.00	20.00			D
3+080	3+100	20.00	20.00			I
3+100	3+120	20.00	20.00			I
3+120	3+140	20.00	20.00			I
3+140	3+160	20.00	20.00			I
3+160	3+180	20.00	20.00			I
3+180	3+200	20.00	20.00			D
3+200	3+220	20.00	20.00			D
3+220	3+240	20.00	20.00			D
3+240	3+260	20.00	20.00			D
3+260	3+270	10.00	10.00			D
3+270	3+280	10.00	10.00			I
3+280	3+300	20.00	20.00			I
3+300	3+320	20.00	20.00			I
3+320	3+340	20.00	20.00			I
3+340	3+360	20.00	20.00			I
3+360	3+380	20.00	20.00			I
3+380	3+400	20.00	20.00			I
3+400	3+410	10.00	10.00			I
3+410	3+420	10.00	10.00			D
3+420	3+440	20.00	20.00			D
3+440	3+460	20.00	20.00			D
3+460	3+480	20.00	20.00			D
3+480	3+500	20.00	20.00			D
3+500	3+520	20.00	20.00			D
3+520	3+540	20.00	20.00			D
3+540	3+560	20.00	20.00			D
3+560	3+580	20.00	20.00			D
3+580	3+600	20.00	20.00			D
3+600	3+620	20.00	20.00			D
3+620	3+640	20.00	20.00			D
3+640	3+660	20.00	20.00			D
3+660	3+680	20.00	20.00			D
3+680	3+700	20.00	20.00			D
3+700	3+720	20.00	20.00			D
3+720	3+740	20.00	20.00			D
3+740	3+760	20.00	20.00			D
3+760	3+780	20.00	20.00			D
3+780	3+800	20.00	20.00			D
3+800	3+820	20.00	20.00			D
3+820	3+840	20.00	20.00			D
3+840	3+860	20.00	20.00			D
3+860	3+880	20.00	20.00			D
3+880	3+900	20.00	20.00			D
3+900	3+920	20.00	20.00			D
3+920	3+940	20.00	20.00			D
3+940	3+960	20.00	20.00			D
3+960	3+980	20.00	20.00			D
3+980	4+000	20.00	20.00			D
4+000	4+020	20.00	20.00			D
4+020	4+040	20.00	20.00			D
4+040	4+060	20.00	20.00			D
4+060	4+080	20.00	20.00			D

4+080	4+100	20.00	20.00			D
4+100	4+120	20.00	20.00			D
4+120	4+140	20.00	20.00			D
4+140	4+160	20.00	20.00			D
4+160	4+180	20.00	20.00			D
4+180	4+200	20.00	20.00			D
4+200	4+223	22.65	22.65			D
TOTAL		4,222.65	2,822.65	1,000.00	400.00	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de datos del estudio de suelos y canteras

Habiéndose encontrado al realizar las excavaciones a tajo abierto los siguientes tipos de suelos “SP” (Arena pobremente graduada), “SW” (Arena bien graduada, arena fina a gruesa), además las formaciones predominantes de roca fragmentada, dura y esquistos arcillosos y rocosos duras a muy dura con consolidadas, área de estudio tiene una topografía accidentada. Para diseñar el espesor del pavimento (Afirmado), se recomienda tener en cuenta el resultado de los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) realizado en laboratorio, acorde a la Norma AASHTO T 193.

Excavación de Calicatas

Con la finalidad de ubicar los lugares de excavación de las calicatas, se realizó un reconocimiento de campo en las áreas donde se ha proyectado el mejoramiento de la carretera.

De acuerdo a las condiciones del estudio y se programaron la excavación de 06 calicatas de hasta 1.5 m. De profundidad y sección de 1.00 m x 1.00 m.

CBR de diseño

Teniendo en cuenta el Perfil Estratigráfico y analizando el tipo de Suelo más desfavorable en la zona de estudio para el tramo en estudio del km 00+000 – 04+222.65 se ha tomado en cuenta todas las Calicatas de dicho tramo desde la **C - 1** hasta **C - 6**, y según la clasificación **AASHTO**: predomina los tipos de suelo **A-1-B** (grava y Arena Limo arcillosa, Excelente a buena)

El **CBR** de diseño es de **21.34%** (al 95% de la Densidad Seca Máxima).

Tabla 18 Valores CBR del tramo en estudio

KM	CBR%
0+000	48.79
2+000	34.85
3+000	33.00
4+000	21.34

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

CBR %	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS
0-3	MUY POBRE	SUBRASANTE
3-7	POBRE A REGULAR	SUBRASANTE
7-20	REGULAR	SUBBASE
20-50	BUENO	SUBBASE Y BASE
>50	EXCELENTE	BASE

Fuente: AASHTO 93

Cálculo del espesor del pavimento

IMD= 19 Veh/día

Tasa de Crecimiento

Se ha considerado una tasa de crecimiento anual de 1.3%.

Periodo de diseño

N= 10 años

Cálculo del Número de ejes simples equivalentes (EAL 8.2 ton)

$$EAL_{8.2TON(10años)} = N^{\circ} \text{ de vehículos} * 365 * \text{Factor Camión} * \text{Factor de Crecimiento}$$

Factor de Crecimiento = 10.61

Factor Camión: 2.3968

Reemplazando la información disponible tenemos que el Número de Ejes Simples Equivalentes a 8.2 ton. Para un vehículo de 2 ejes con 6 ruedas, durante el periodo de diseño será:

$$EAL_{8.2\text{TON}(10\text{años})} = 19 * 365 * 2.3968 * 10.61$$

$$EAL\ 8.2\ \text{Ton}\ (10\ \text{años}) = 176,357.38$$

METODO DE LA USACE (U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS)

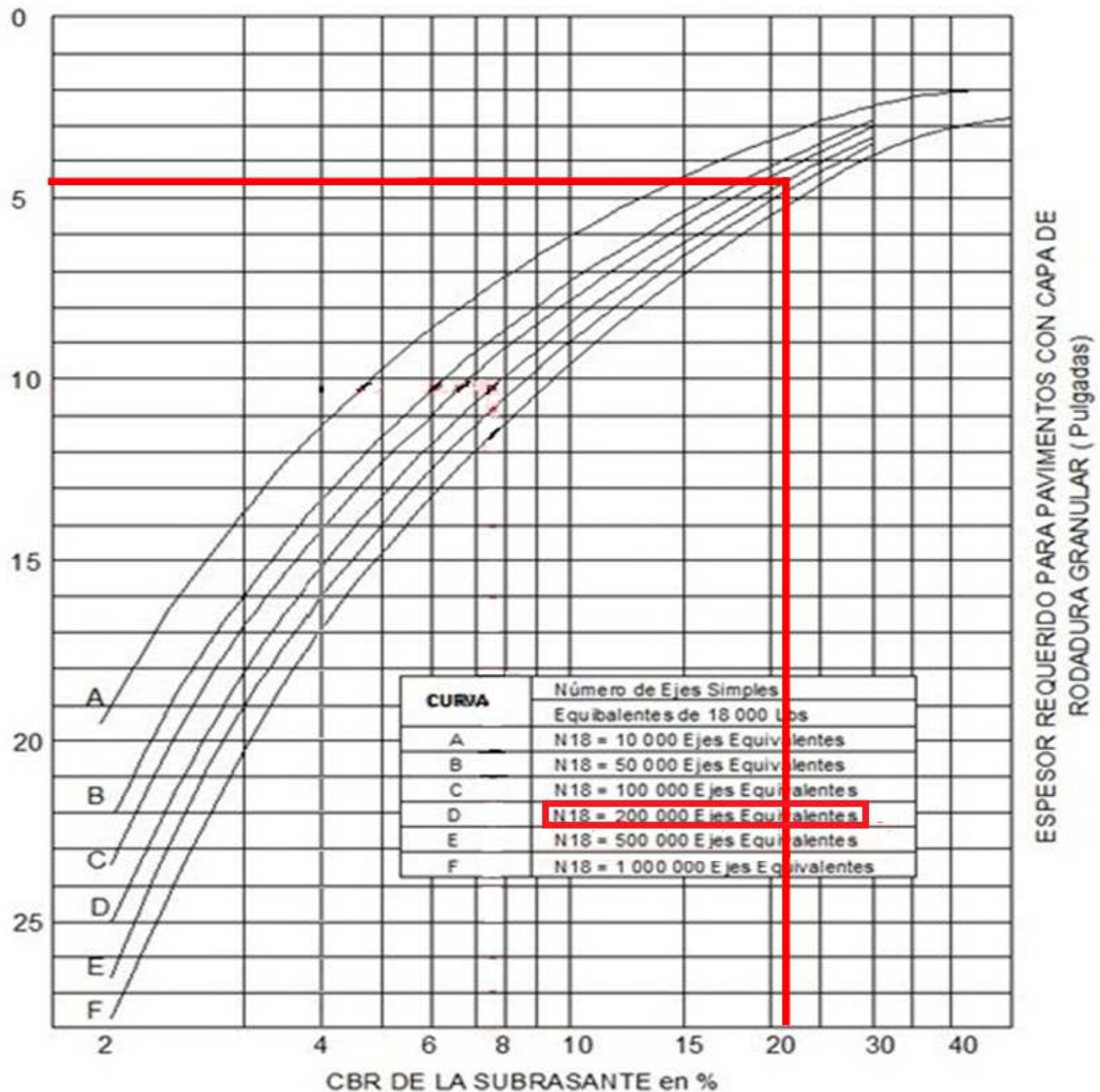
TRAMO: KM 00+000 - 04+222.65

Parámetros:

CBR SUBRASANTE: 21.34

EALS: 176,357.38

MÉTODO DE LA USACE



Del gráfico se tiene:

E (Espesor del pavimento Afirmado): 4.8" (12.19 cm.)

Estudio de cantera

La cantera a ser utilizada para la conformación de la estructura del pavimento desde el Km. 0 + 000 en el Km. 4+222.65 ya sea para el diseño del pavimento u obras de concreto. Serán llevados de cantera certificada de la ciudad de Trujillo.

Estudio de las fuentes de agua

En el tramo se han ubicado las siguientes Fuentes de Agua:

- **Fuente de agua N°1**

Característica: Agua de Quebrada.

Ubicación: en el trayecto correspondiente a la carretera en diseño (Progresiva 0+900 km).

Tramo: Caserío Ricardo Palma - Fuente de agua 1

- **Fuente de agua N°2**

Característica: Agua de Quebrada

Ubicación: en el trayecto correspondiente a la carretera en diseño (Progresiva 1+ 300 Km).

Tramo: Caserío Ricardo Palma - Fuente de agua 2

4.2. Prueba de hipótesis

Luego de ejecutar todos los procesos correspondientes con la normativa la formación de un proyecto de esta envergadura se pudo comprobar que es factible el diseño de carreteras a nivel de ingeniería, comprobando así nuestra hipótesis planteada al inicio de nuestra investigación.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El proyecto correspondiente al diseño de la carretera a nivel de ingeniería, cuya longitud del tramo es de 4,222.65 m, comprendido entre el caserío Ricardo Palma – caserío Vista Alegre. Según el perfil; esta carretera se desarrolla sobre terrenos de topografía accidentada por lo que la geometría del eje ha sido diseñada adaptándose a la orografía del terreno.

Las características geométricas de la carretera se obtuvieron respetando los parámetros exigidos por las Normas Peruanas de Carreteras (Diseño Geométrico de Carreteras 2018 y Manual de Diseño para pavimentos de bajo volumen de tránsito), y por ser esta una trocha carrozable, los parámetros excepcionales suelen salir a relucir en el diseño del mismo, permitiendo así lograr una geometría más compacta.

El valor de la velocidad de diseño es 20 km/h correspondiente a épocas de estiaje relacionada además con la topografía tipo accidentada, en épocas de lluvias la velocidad correspondiente será menor a 15 km/h producto del desgaste de la vía resultante de las continuas precipitaciones. Esta se encuentra además en el rango de valores del manual de Diseño Geométrico de Carreteras, sin embargo, a lo largo de la carretera y por su irregularidad se realiza el cambio de velocidad para que el vehículo no agote su rendimiento automotriz del cual se obtiene como promedio de velocidad de 20 km/h, se hizo uso del Manual de Carreteras No Pavimentadas para bajo Volumen de tránsito.

Para la longitud de transición de peralte se cumple con la longitud requerida en el tramo de la carretera respecto del MDCNPBVT por lo que se tiene que rectificar esta interface para el desplazamiento homogéneo del vehículo cuando entra a la curva respectiva; los valores obtenidos para la comparación son en base a la fórmula respectiva previo cálculo del ancho de la carretera, el bombeo y el peralte.

El valor del peralte según el MDCNPBVT es 8%, este valor en la carretera cumple en algunas curvas lo que ocasiona que el vehículo disminuya la velocidad para evitar salir de la curva por acción de la fuerza centrífuga.

En el ancho de calzada el valor de mejor proximidad es de 4 m., valor que está dentro de la tabla de valores de la norma (MDCNPBVT) por ser de bajo volumen de tránsito con un promedio de 19 veh/día el cual se cumple en la mayoría de la longitud, lo cual hace que el vehículo se desplace con facilidad.

6. CONCLUSIONES

Gracias al levantamiento topográfico se diseñó y se calculó el radio mínimo excepcional en esta carretera que es de 9 m ya que el valor del sobre ancho se define según el radio de la curva, lo cual genera en el vehículo que pueda entrar a la curva con seguridad para el caso cuando dos vehículos ingresen a la curva en direcciones contrarias para una mejor maniobra y operación vehicular segura, por lo que se considera un sobreancho de 4.5m. Se

determina que el ancho de berma es de 0.5 m. según lo recomienda el MDCNPBVT.

Se efectuó el estudio de tráfico de la carretera con IMD de 19 veh/día (Camiones de dos ejes), se clasificó a la carretera en el grupo BVT (Bajo Volumen de Tránsito) del Tipo T1 con un ancho de 4 m. Se determinó que la velocidad directriz es 20Km/h, debido a ser una topografía accidentada.

La finalidad ha sido conocer el perfil estratigráfico del terreno de fundación y determinar las características físicas mecánicas de los diferentes materiales existentes, lo que nos arroja que el suelo es un terreno accidentado de tipo 3, por tener pendiente transversal máxima de 72 % y pendientes longitudinales no mayor a 8%, además se ha verificado la existencia de suelos arenosos y/o gravosos hasta una profundidad de 1.5 m., a partir de nivel de la subrasante existente.

Es importante para el diseño geométrico de la carretera basarnos en las normas técnicas y el reglamento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú para hacer los respectivos cálculos que nos permitan realizar un correcto diseño de acuerdo a los datos que nos arrojan los respectivos estudios realizados.

Se obtuvo como resultado general que las características geométricas de la carretera comprendida entre el caserío Ricardo Palma – caserío Vista Alegre, las cuales **CUMPLEN** con los parámetros del diseño geométrico establecidos en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MDCNPBVT).

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda la ubicación de nuestros BMs para una referenciación exacta a replantear la ruta de la carretera con un equipo topográfico nuevo y actual

como es el caso de una estación total que te permita trabajar rápida y eficazmente desde el primer día.

Se sugiere analizar detenidamente los estudios realizados para determinar de una manera eficiente los cálculos que permitan establecer el IMD y el tipo de carretera que se va diseñar, así como la velocidad directriz de la misma.

Se recomienda realizar una limpieza después que tenga su ancho reglamentario, escarificar la sub rasante, regar, conformar y compactar al 95.0% de su máxima densidad.

Es necesario mantener el diseño geométrico propuesto ya que este fue determinado mediante un estudio profundo de las condiciones de la carretera y obtenido en base a todos los elementos que lo integran.

Es recomendable e indispensable que la durabilidad de los pavimentos corresponda proyecciones de diseño y que se realicen oportunamente las labores de mantenimiento.

REFERENCIAS

Informes gubernamentales

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico. Lima, Perú.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima, Perú.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2003). Reglamento Nacional de Vehículos. Lima, Perú.

Libros en versión electrónica

Céspedes, J. (2001). Carreteras Diseño moderno. 1° Edición. Cajamarca. Perú. Editorial Universitaria. 689 p.

Online:

E&N, (2013, 4 de septiembre). Mal estado de carreteras dificulta integración de Centro América. Recuperado de:
<http://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/>

Fajardo, L. (2015, 10 de junio). Los países con las mejores y las peores carreteras de América Latina. BBC. Recuperado de:
<http://www.bbc.com/mundo/>

Referencia de Páginas en el world wide web:

Mapas viales. (2017). Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Inventario Vial Básico. Perú. Recuperado de: <http://www.portal.mtc.gob.pe>

Tesis:

Chávez, J. (2015). Mejoramiento del Camino Vecinal Santa Rosa - Chaupelanche (R40) Km 0+000-km 5+000 Distrito de Chota, Provincia de Chota - Región Cajamarca (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

García, A., Parrado, A. (2017). Propuesta de un Diseño Geométrico Vial para el Mejoramiento de la movilidad en un Sector Periférico del Occidente de Bogotá (tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Mujica, G. (2009). Propuesta de recuperación vial en las zonas cafetaleras de los Municipios Bolívar, Carvajal, Freites, Guanta, Libertad y Sotillo del Estado Anzoátegui (tesis de pregrado). Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela.

Anexo 01

Estudios topográficos

a. Estudios topográficos

Como parte del procedimiento se realizó el levantamiento topográfico del terreno involucrado en cuestión por el cual se pretende realizar el diseño geométrico de la vía, considerando caminos existentes los cuales se les pretende convertir en una vía de transporte vehicular. Sistema de referencia. El sistema de referencia usando es el WGS-84, ubicándose el proyecto en la zona 17 Sur.

Ubicación

Departamento : La Libertad

Provincia : Otuzco

Distrito : Mache

Tabla 20 Relación de BMs

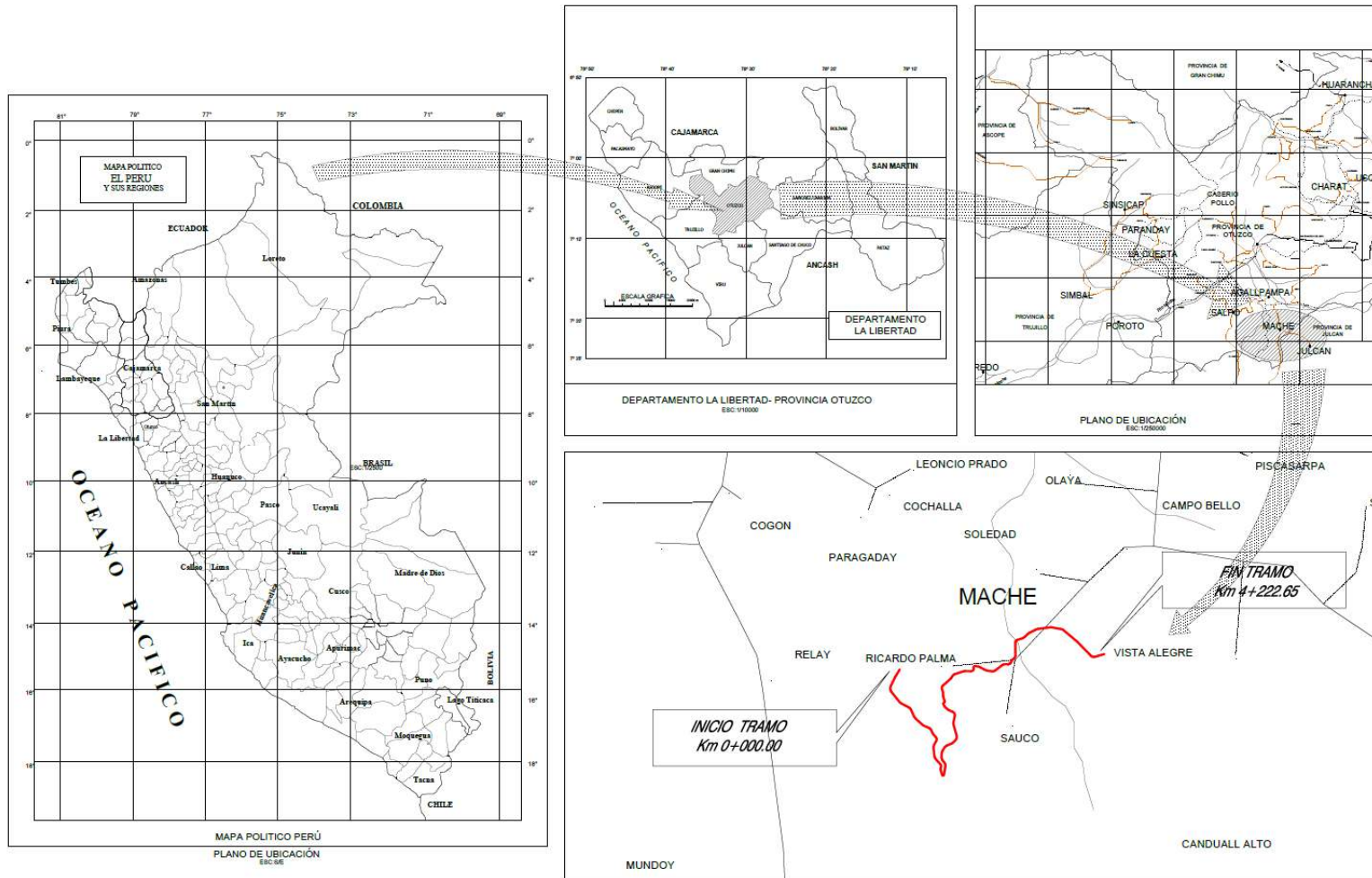
CUADRO DE BMS DATUM WGS84 ZONA 17 S				
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	9110522.792	770620.9155	3370.923	BM01
2	9110128.917	770705.8194	3395.628	BM02
3	9109775.963	770961.955	3432.54	BM03
4	9109727.132	771024.6296	3465.512	BM04
5	9110077.162	771139.5456	3493.154	BM05
6	9110490.224	771301.9768	3519.253	BM06
7	9110605.338	771725.4734	3526.869	BM07
8	9110933.156	772013.1526	3564.295	BM08
9	9110662.622	772462.3943	3579.079	BM09

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02

Ubicación geográfica y localización

Figura 5 Localización del tramo de Carretera en estudio



Anexo 03

Estudios Hidrológicos

Estudios hidrológicos

La ubicación y características de las estaciones pluviométricas localizadas en la zona de estudio o cercanas a ella, se presentan a continuación en la tabla 21.

Tabla 21 Estaciones pluviométricas cercanas al proyecto

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	TIPO	ENTIDAD OPERADORA	UBICACIÓN		ALTITUD MSNM	PROVINCIA	DPTO.	PERIODO DE REGISTRO
			LATITUD	LONGITUD				
QUIRUVILCA	PLU	SENAMHI	8°00' S	78°19' W	3950	S. CHUCO	LA LIBERTAD	1966-2003
HUAMACHUCO	PLU	SENAMHI	7°49' S	78°03' W	3030	S. CARRIÓN	LA LIBERTAD	1965 - 1990 1992 - 2004
LAGUNA HUANGACocha	PLU	SENAMHI	7°55' S	78°08' W	3920	S. CARRIÓN	LA LIBERTAD	1979 - 2003

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Serie histórica precipitaciones máximas En 24 horas (mm) –Huamachuco

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1965	42.9	14.2	26.7	16.9	10.0	0.0	11.0	11.7	11.2	12.0	11.4	23.8	42.9
1966	22.0	21.0	21.6	11.4	25.2	3.5	0.0	0.1	0.3	20.8	14.0	7.6	25.2
1967	24.5	28.5	20.5	13.0	10.0	4.0	17.6	7.0	2.5	15.0	19.0	22.0	28.5
1968	14.9	35.0	40.0	18.1	15.5	6.0	4.5	13.6	11.0	24.2	22.2	33.5	40.0
1969	27.5	26.2	15.2	25.9	1.9	18.0	5.0	3.0	6.0	22.8	49.3	18.0	49.3
1970	21.0	11.0	18.7	14.0	11.7	9.0	9.2	4.0	15.5	30.2	15.0	11.3	30.2
1971	13.0	27.0	25.0	18.0	14.2	11.5	23.0	7.0	5.5	19.5	27.1	19.5	27.1
1972	15.0	36.0	28.5	28.8	6.5	6.0	1.0	7.5	7.1	8.2	18.3	8.0	36.0
1973	27.3	17.6	27.4	23.2	14.3	9.1	7.3	5.6	14.4	16.6	20.5	13.1	27.4
1974	15.5	28.0	48.0	20.0	4.2	15.0	1.0	12.2	28.0	19.6	15.0	19.0	48.0
1975	27.7	27.7	39.5	28.5	21.0	7.0	3.6	19.5	15.9	19.0	23.0	8.2	39.5
1976	14.0	25.2	25.3	21.5	8.8	3.5	T	8.0	3.0	27.0	18.0	20.0	27.0
1977	40.0	35.2	29.0	25.5	5.0	3.5	3.0	5.0	11.0	15.0	30.0	13.8	40.0
1978	15.5	21.5	15.5	16.5	18.3	2.0	8.3	0.5	11.5	13.3	9.6	21.3	21.5
1979	25.3	29.1	29.6	39.9	10.9	0.0	4.8	8.5	10.7	11.0	14.0	21.0	39.9
1980	10.6	46.0	21.3	15.6	5.5	3.5	T	3.8	2.1	29.2	26.6	S/D	46.0
1981	15.5	23.7	13.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	24.0	30.8	17.6	21.6	30.8
1982	27.6	30.7	20.6	41.4	14.0	9.2	3.6	3.4	11.0	49.1	19.5	28.0	49.1
1983	24.4	13.0	38.2	31.1	11.7	14.4	11.0	14.5	7.5	17.5	5.4	20.6	38.2
1984	16.1	35.2	29.4	21.1	25.7	13.3	4.5	5.8	9.8	32.9	36.5	19.5	36.5
1985	5.1	15.7	21.8	30.6	21.2	18.5	2.3	2.4	21.5	20.0	12.6	18.8	30.6
1986	23.3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	7.2	12.4	17.5	10.6	15.9	27.0	27.0
1987	35.2	28.7	29.7	34.3	6.5	10.0	5.3	5.5	9.6	12.1	35.7	37.5	37.5
1988	21.5	15.4	18.2	24.2	17.2	7.1	8.3	1.8	10.6	17.1	15.1	22.8	24.2
1989	19.3	23.8	36.2	25.2	20.0	6.7	0.0	3.1	20.1	18.2	35.8	0.0	36.2
1990	33.5	24.6	4.4	16.2	7.5	14.0	1.2	T	20.1	28.6	20.4	9.2	33.5
1992	S/D	S/D	S/D	S/D	7.6	15.3	2.1	12.8	23.8	21.5	8.3	25.4	25.4
1993	21.0	21.5	26.3	22.5	11.3	0.0	8.9	1.2	20.8	18.1	30.5	22.2	30.5
1994	15.5	52.2	25.5	30.0	7.5	2.7	2.5	12.0	7.5	21.3	32.6	27.1	52.2
1995	15.0	37.6	13.7	39.2	11.9	7.9	2.5	0.9	3.3	24.1	26.6	18.1	39.2
1996	11.1	34.7	20.7	14.3	6.2	2.8	1.4	4.9	9.8	24.3	14.4	20.2	34.7
1997	24.7	23.8	30.8	9.3	16.3	6.1	0.0	12.8	26.0	35.1	23.1	33.5	35.1
1998	25.4	35.7	29.1	11.8	9.1	6.4	0.8	3.9	5.9	19.0	24.6	8.9	35.7
1999	28.2	49.4	24.2	10.8	12.9	17.3	1.1	3.9	19.3	10.9	34.1	22.4	49.4
2000	30.5	32.1	23.0	12.1	22.1	12.4	2.1	8.4	9.6	16.6	14.6	19.5	32.1
2001	22.3	19.3	29.6	5.7	11.1	2.5	3.7	0.6	5.5	31.9	20.8	34.0	34.0
2002	20.6	16.9	27.0	20.9	13.2	5.7	7.7	0.0	11.4	22.7	25.7	31.2	31.2
2003	16.4	18.0	24.0	21.1	4.9	5.9	2.6	7.2	14.2	18.6	24.8	19.2	24.8
2004	13.6	14.4	12.1	15.2	8.3	1.3	10.9	10.4	12.4	21.0	43.3	13.2	43.3

Fuente: Senamhi

Tabla 23 Serie histórica precipitaciones máximas en 24 horas (mm) – Quiruvilca

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1966	9.0	11.0	10.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	11.0	9.0	12.0	12.0
1967	13.0	12.0	13.0	9.0	10.5	5.0	7.5	13.0	13.0	11.5	13.0	11.5	13.0
1968	12.0	14.0	11.5	8.0	5.0	5.5	4.0	4.5	7.5	4.5	4.0	4.5	14.0
1969	3.0	7.0	8.0	6.5	3.5	5.0	2.5	2.5	2.5	5.0	6.0	5.5	8.0
1970	7.0	4.0	4.5	5.0	4.0	2.0	4.5	3.0	4.5	5.0	4.5	4.5	7.0
1971	3.5	4.0	5.5	6.0	3.5	3.5	2.0	5.0	6.0	4.0	5.5	6.5	6.5
1972	4.5	4.5	4.5	3.0	4.5	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	3.5	4.5	4.5
1973	6.5	4.5	4.5	4.5	6.5	3.0	5.0	5.5	3.5	4.0	5.5	4.0	6.5
1974	3.5	5.0	6.0	S/D	3.0	3.5	2.5	1.5	3.0	3.5	3.5	3.5	6.0
1975	6.0	10.5	17.0	7.0	5.0	3.0	4.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.5	17.0
1976	4.5	6.0	9.5	9.8	9.7	6.5	3.5	4.5	5.5	7.3	4.5	15.5	15.5
1977	10.8	17.5	11.5	14.5	11.0	6.0	12.3	7.0	6.0	19.0	9.5	7.5	19.0
1978	6.5	7.8	10.5	10.5	9.5	4.0	8.0	2.5	11.5	22.3	16.8	13.7	22.3
1979	9.7	15.5	36.3	22.8	12.7	7.3	12.5	6.7	15.7	8.8	6.0	9.5	36.3
1980	14.5	14.4	19.4	24.4	22.8	9.5	0.0	6.5	5.3	19.7	18.5	17.6	24.4
1981	14.0	23.9	15.2	11.6	7.5	11.3	0.0	8.0	12.8	14.3	14.6	19.8	23.9
1982	14.0	15.3	16.6	16.2	13.2	3.6	0.0	10.5	12.2	28.6	14.9	20.2	28.6
1983	27.1	15.6	39.0	27.7	15.9	10.8	3.2	3.8	10.4	15.2	8.8	10.7	39.0
1984	20.9	47.5	27.8	21.6	11.8	22.6	9.7	5.2	16.2	17.4	16.3	7.8	47.5
1985	4.3	16.6	27.3	15.5	11.9	8.7	6.3	7.3	7.8	23.8	8.4	21.7	27.3
1986	34.3	23.2	24.5	27.7	20.7	9.6	10.8	5.3	11.2	23.7	22.7	29.6	34.3
1987	22.5	22.9	7.7	12.8	17.7	0.0	3.5	5.6	21.7	25.4	22.0	19.4	25.4
1988	19.7	20.9	14.8	21.6	18.2	8.3	0.0	3.5	17.3	16.3	11.8	17.8	21.6
1989	20.4	24.8	29.5	24.4	23.8	7.7	0.0	3.2	14.7	S/D	S/D	S/D	29.5
1990	14.3	16.8	25.5	22.9	20.9	2.3	0.0	0.0	10.5	18.8	25.8	20.9	25.8
1991	9.2	18.9	16.7	18.3	19.4	8.5	5.6	0.0	7.6	6.2	0.0	8.0	19.4
1992	5.5	10.0	29.5	24.4	23.8	7.7	0.0	3.2	18.6	16.3	11.8	17.8	29.5
1993	17.8	25.9	35.1	30.4	27.5	12.9	5.5	7.3	23.6	25.6	35.8	38.6	38.6
1994	22.5	29.5	29.5	30.7	33.7	24.8	9.3	5.3	18.5	24.2	5.1	34.2	34.2
1995	22.7	10.0	12.7	18.8	13.8	9.0	6.6	4.3	12.2	20.8	32.4	17.3	32.4
1996	32.9	25.4	S/D	19.5	7.8	3.3	1.1	12.2	9.5	18.7	11.6	12.5	32.9
1997	10.0	29.3	24.0	S/D	10.3	11.9	7.1	7.7	16.2	14.6	23.0	28.6	29.3
1998	23.7	32.5	42.6	16.7	9.7	2.5	2.5	24.9	16.7	26.5	4.3	12.9	42.6
1999	19.8	37.2	24.1	33.2	20.6	17.0	11.6	4.3	26.6	S/D	12.2	S/D	37.2
2000	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	7.5	11.4	7.2	28.9	S/D	28.9
2001	20.9	16.8	32.3	27.7	26.3	9.7	5.0	S/D	14.2	23.6	32.4	25.7	32.4
2002	32.3	17.6	24.0	44.7	8.0	19.1	12.4	0.0	30.1	30.9	22.5	28.8	44.7
2003	34.6	24.4	24.5	14.1	13.6	12.6	5.0	0.0	10.6	14.6	11.2	26.6	34.6

Fuente: Senamhi

Tabla 24 Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas (mm) – Huangacochoa

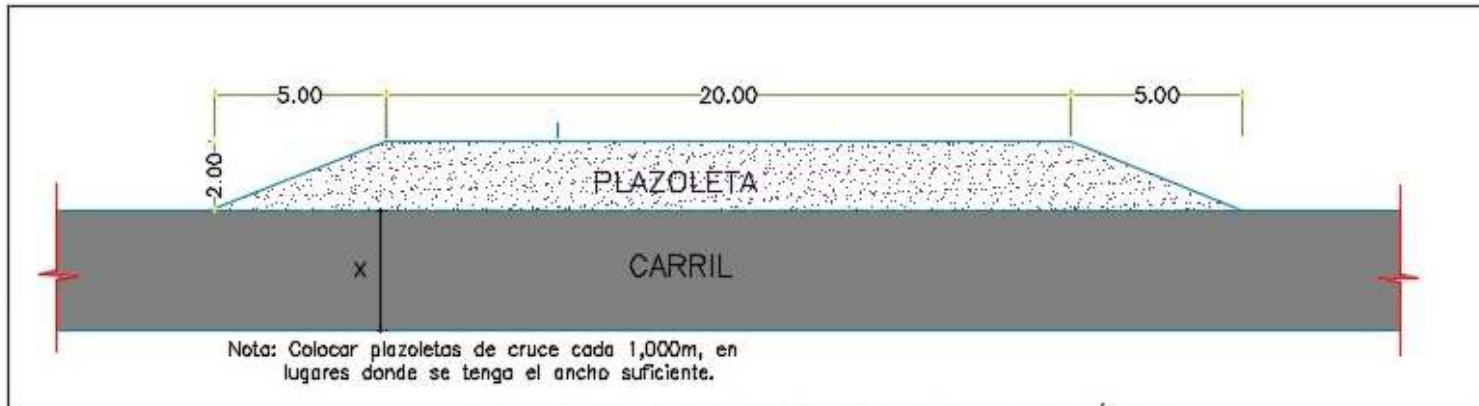
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1979	13.2	14.3	23.5	16.2	10.2	0.0	3.2	8.1	20.4	10.2	23.5	11.2	23.5
1980	10.3	12.3	11.5	9.4	6.1	11.1	0.0	0.0	5.0	25.4	27.4	28.4	28.4
1981	26.4	43.5	36.4	9.4	10.3	6.2	4.1	10.1	3.1	14.2	21.2	12.3	43.5
1982	20.3	29.1	15.1	15.2	7.1	7.0	8.1	0.0	8.1	27.4	25.4	20.4	29.1
1983	26.4	8.4	30.5	36.7	13.3	8.2	0.0	0.0	5.0	20.3	12.3	28.4	36.7
1984	12.2	41.4	25.7	19.5	10.3	10.1	10.2	0.0	8.1	20.3	20.4	15.3	41.4
1985	10.2	8.1	22.2	40.3	20.4	0.0	5.1	0.0	7.0	8.4	12.5	30.4	40.3
1986	30.2	28.5	30.5	20.8	15.0	10.0	5.3	10.0	28.0	15.1	19.4	38.9	38.9
1987	39.7	12.1	36.4	29.5	29.2	14.4	14.4	15.3	16.0	22.4	16.6	18.9	39.7
1988	45.1	33.1	20.1	27.7	9.9	10.6	0.0	7.5	15.3	17.5	22.5	17.5	45.1
1989	16.1	18.2	19.4	33.7	12.4	4.1	0.0	0.0	12.8	16.9	2.1	0.0	33.7
1990	10.9	15.2	32.4	26.4	9.1	10.1	7.3	4.7	13.9	15.9	23.1	15.7	32.4
1991	19.7	20.0	18.5	23.4	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	15.8	23.6	13.4	23.6
1992	26.4	21.7	19.1	11.2	15.8	7.5	0.0	0.0	4.1	12.6	9.5	4.5	26.4
1993	16.3	21.6	18.0	13.1	17.0	0.0	0.0	0.0	10.8	15.0	35.0	47.0	47.0
1994	23.0	29.0	33.0	28.0	18.0	10.0	3.0	1.0	9.0	5.2	9.0	5.6	33.0
1995	3.0	5.0	8.1	25.5	11.4	8.4	6.2	7.1	6.2	8.4	48.6	26.0	48.6
1996	23.4	25.2	23.7	18.0	9.8	15.2	0.0	1.8	3.2	20.4	9.3	11.9	25.2
1997	16.3	14.0	7.1	6.8	16.5	6.2	0.0	4.8	15.3	18.8	23.9	19.1	23.9
1998	22.8	35.3	26.9	25.5	14.3	6.6	0.0	4.7	17.8	31.4	30.8	15.8	35.3
1999	38.3	57.6	30.6	11.9	22.3	14.9	2.6	1.3	22.3	12.4	18.8	20.8	57.6
2000	30.2	35.0	19.8	13.9	12.4	6.6	0.7	4.5	6.5	17.6	16.2	25.4	35.0
2001	28.2	22.7	24.4	14.7	17.1	3.5	16.6	0.0	15.0	15.9	34.8	31.2	34.8
2002	15.9	24.1	28.0	21.3	18.5	5.7	5.1	0.0	27.2	21.4	39.6	23.5	39.6
2003	16.8	17.8	20.0	20.8	11.1	5.4	9.1	2.0	29.1	15.4	29.4	31.6	31.6

Fuente: Senamhi

Anexo 04

Sección transversal de la carretera en estudio

Figura 6 Diseño de las plazoletas de cruce

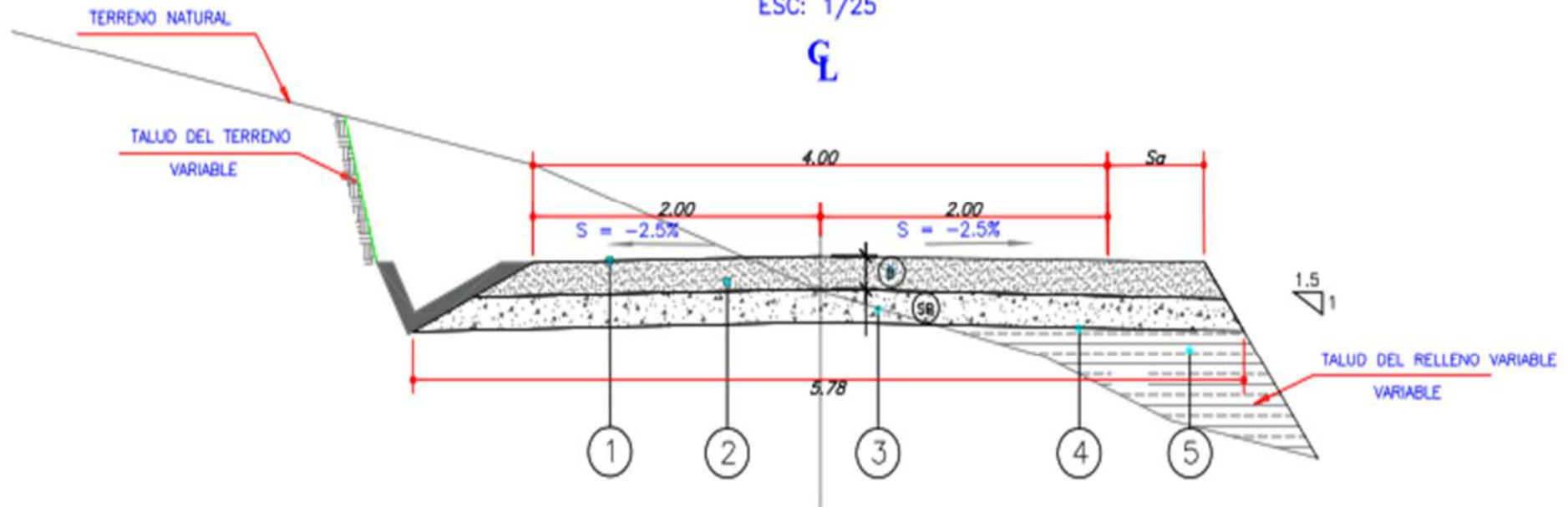


Fuente: Elaboración propia

SECCION EN MEDIA LADERA

ESC: 1/25

CL



SECCION EN RELLENO

ESC: 1/25

LEYENDA	
①	NIVEL RASANTE
②	BASE GRANULAR (B)
③	SUB-BASE GRANULAR (SB)
④	NIVEL DE SUB RASANTE
⑤	RELLENO

DETALLE DE CUNETETA TRIANGULAR

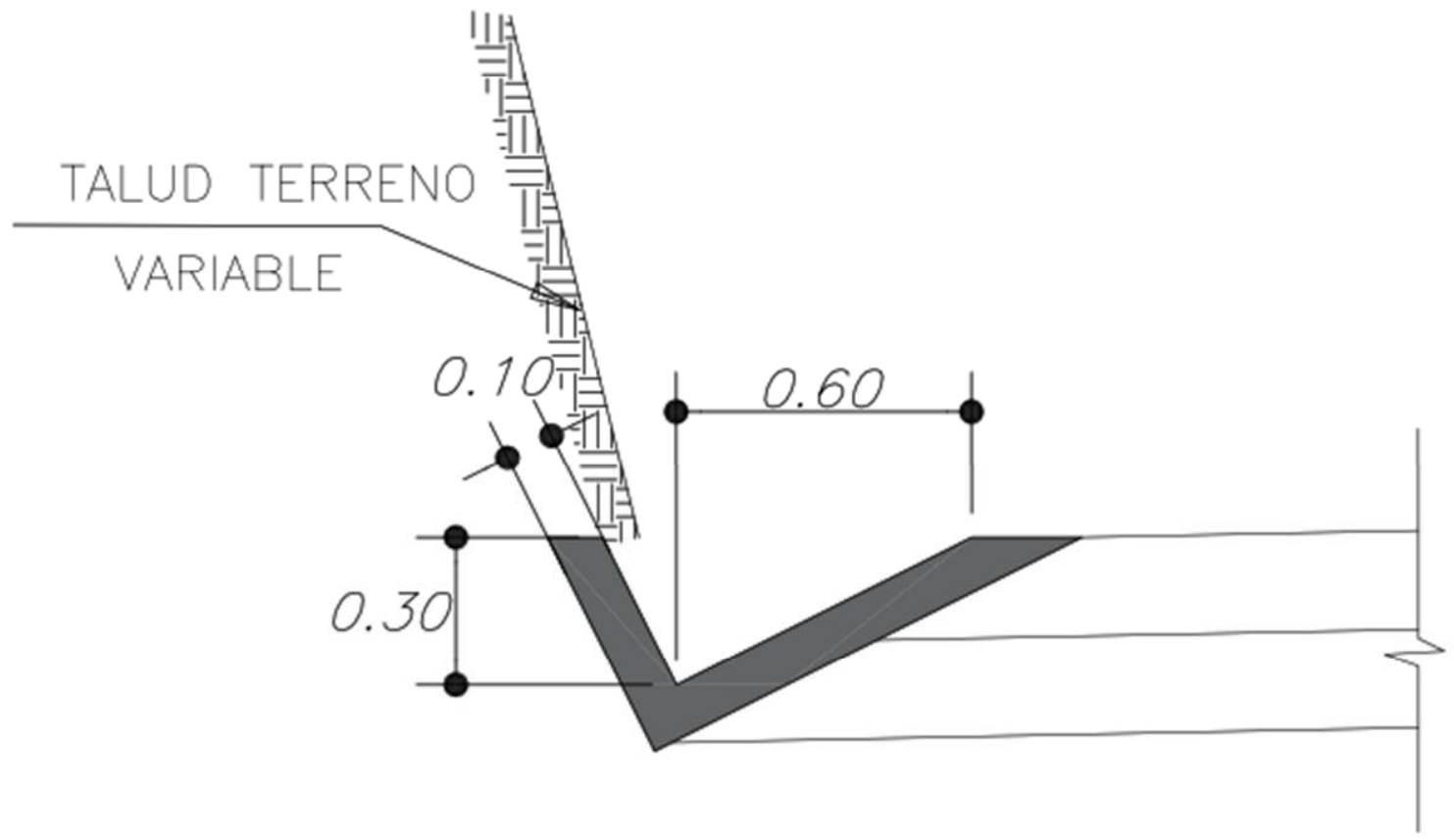
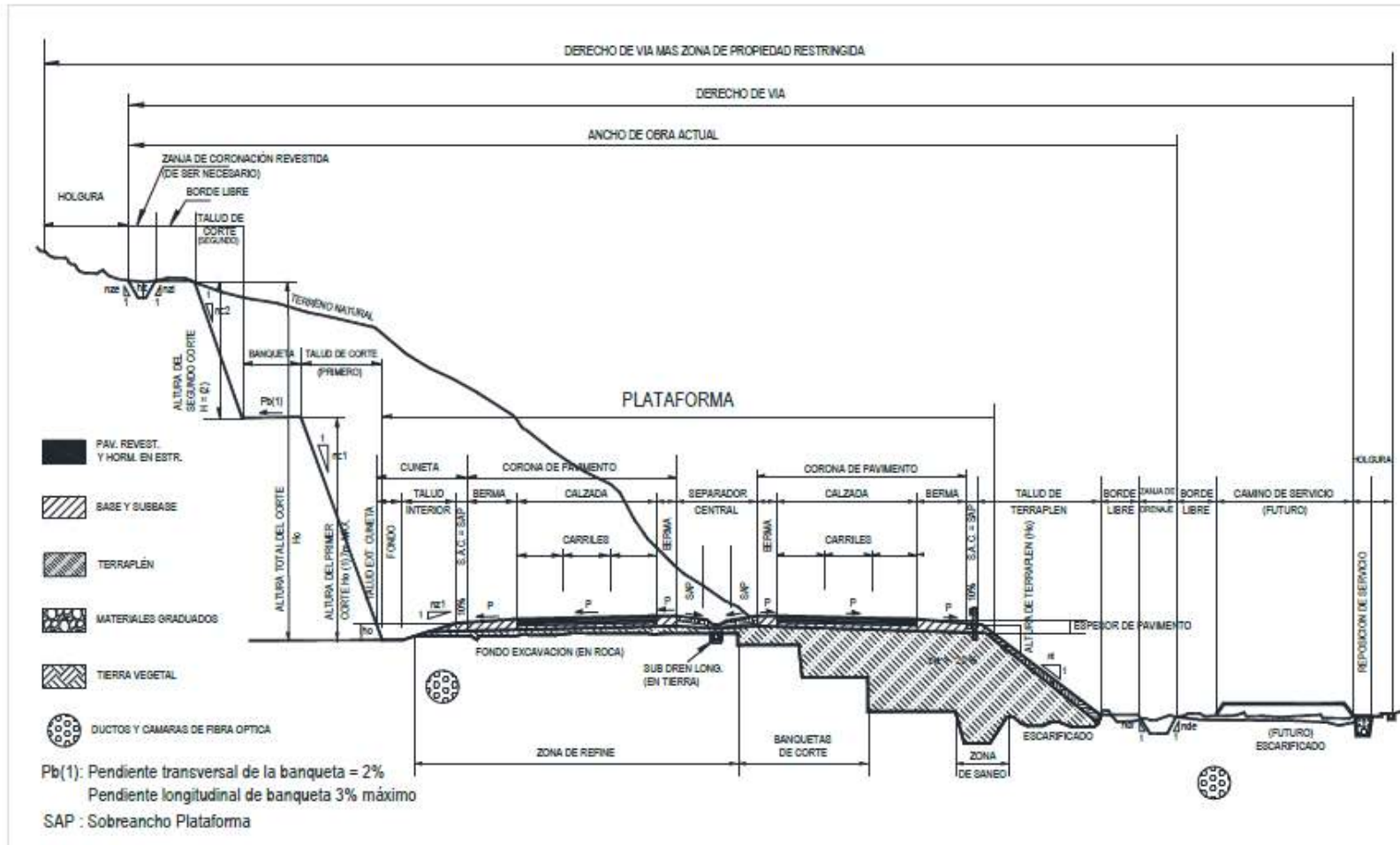
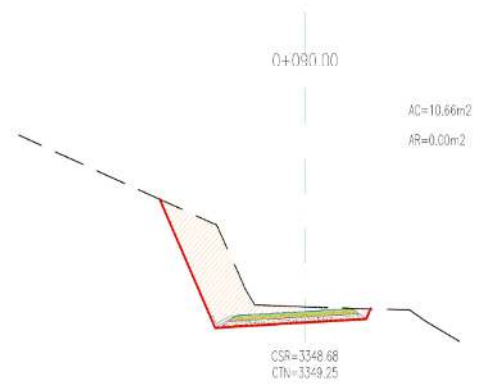
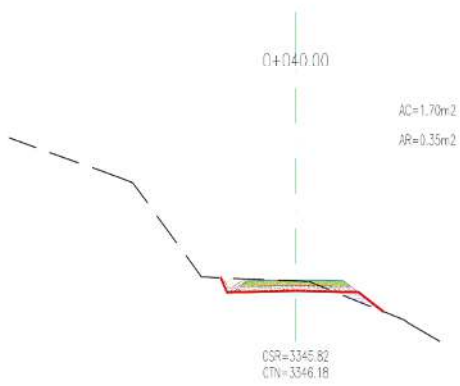
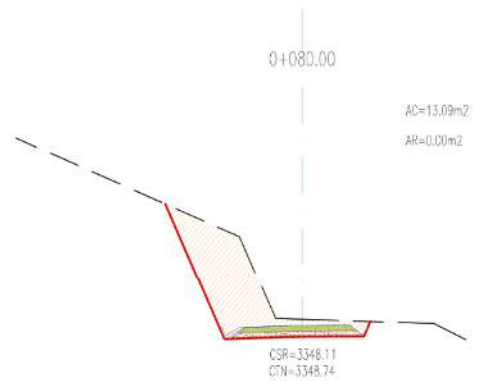
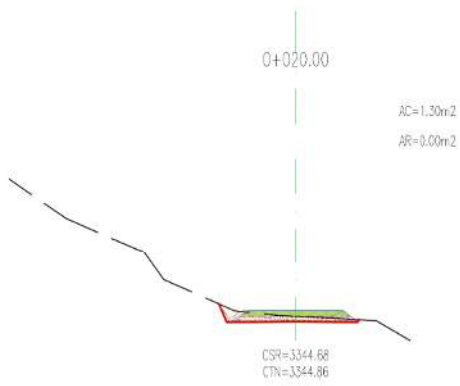
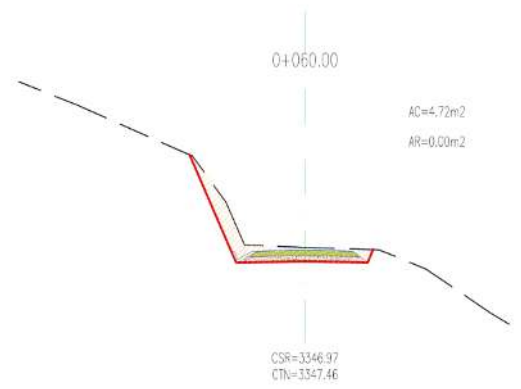
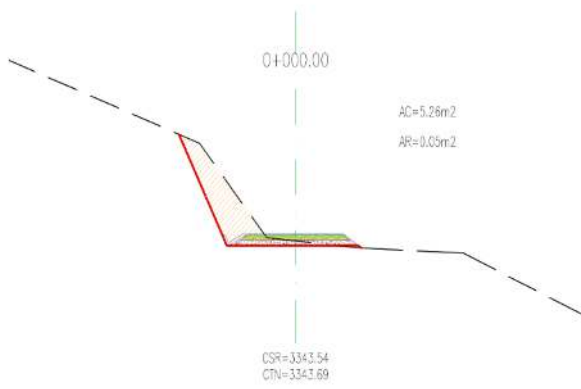
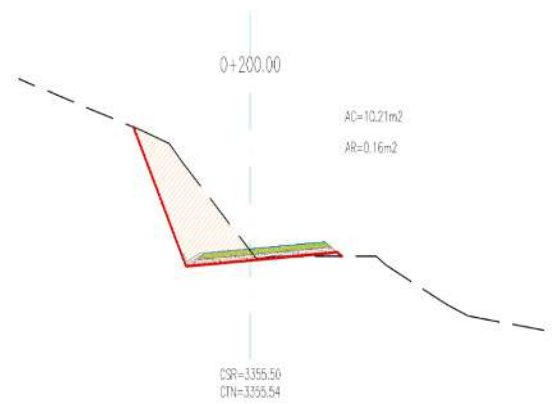
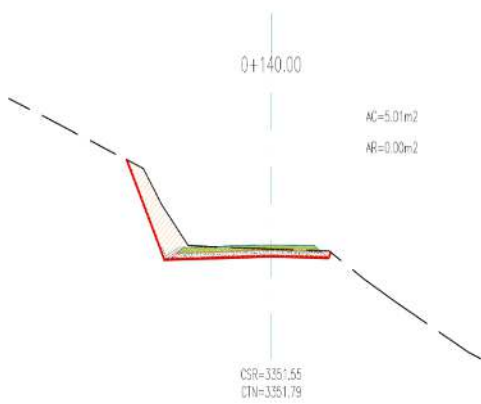
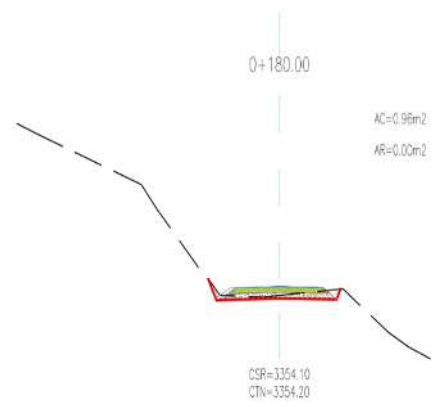
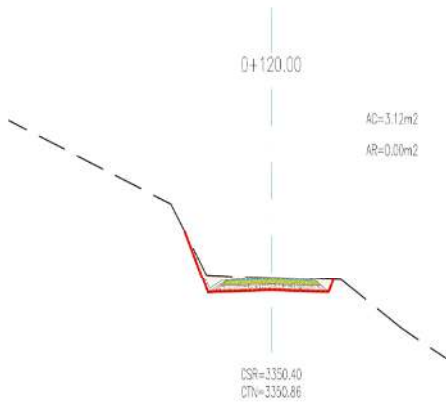
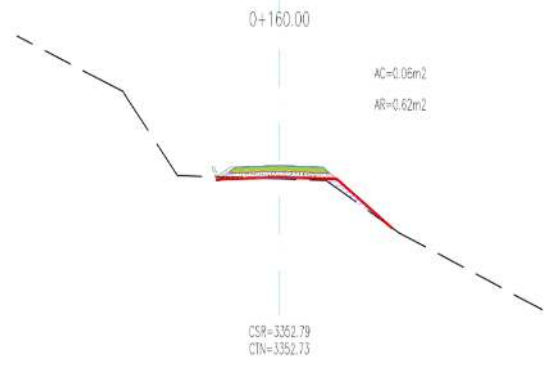
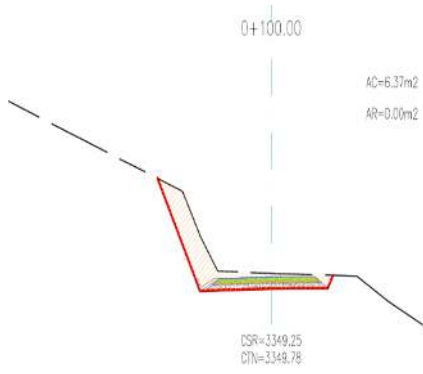


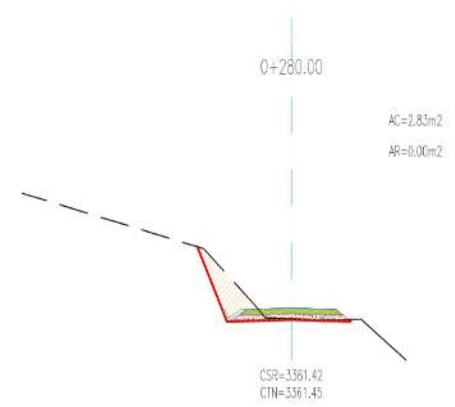
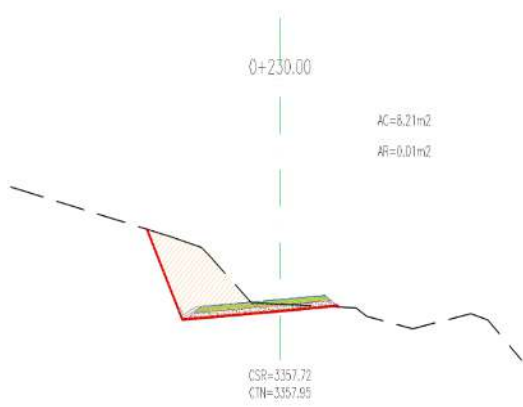
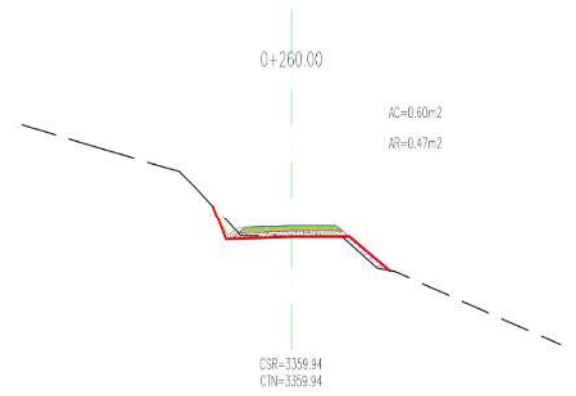
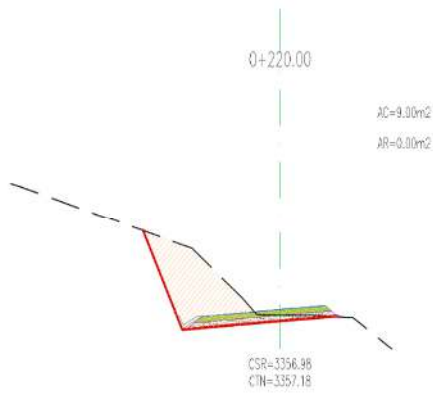
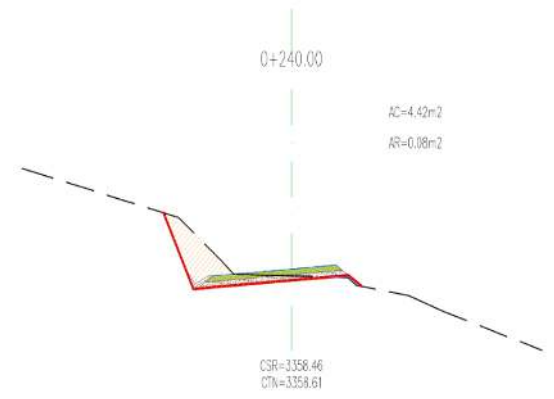
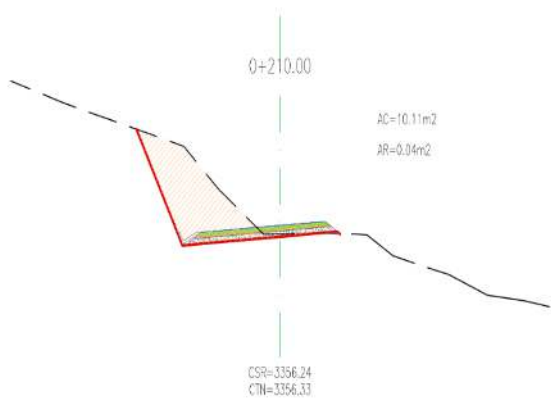
Figura 7 Sección transversal típica para carretera en poblaciones rurales

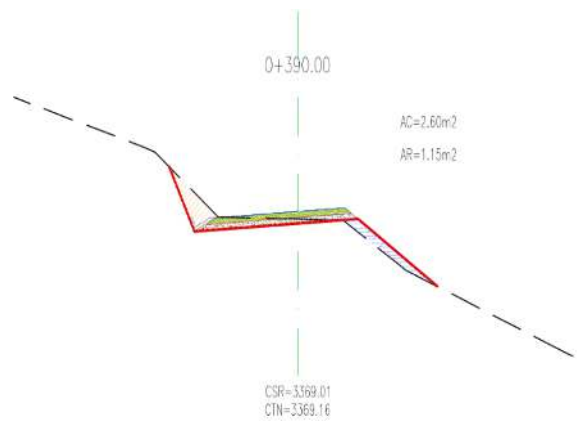
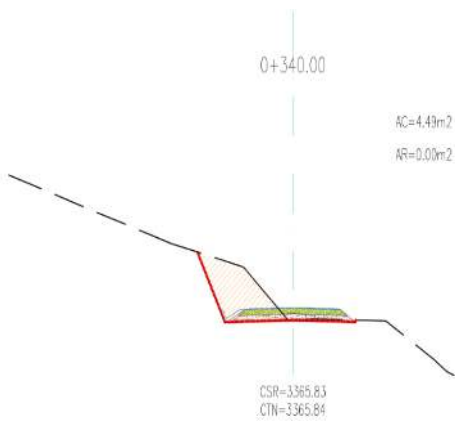
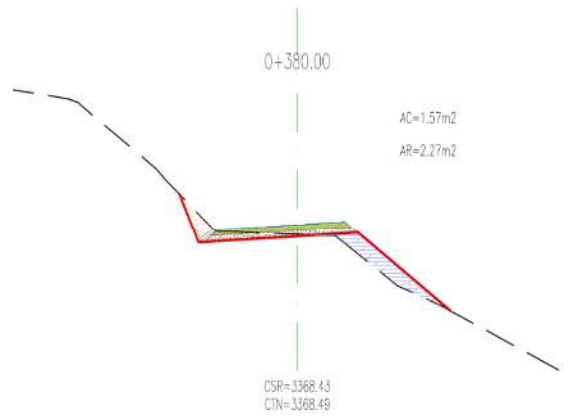
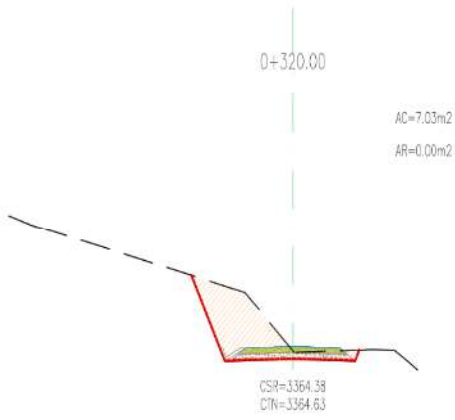
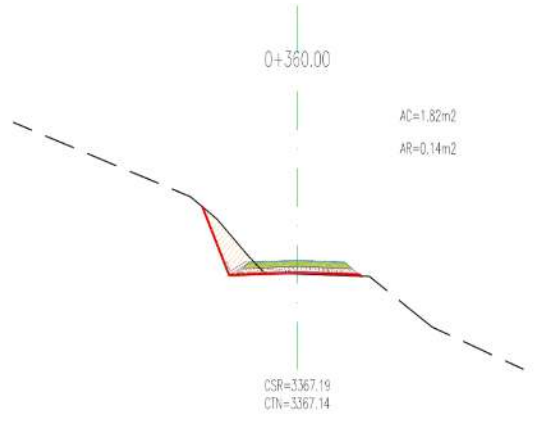
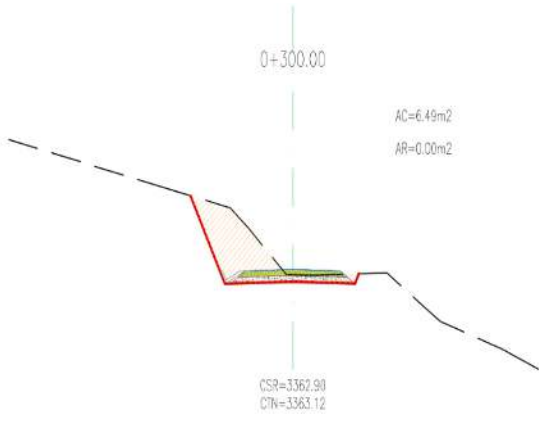


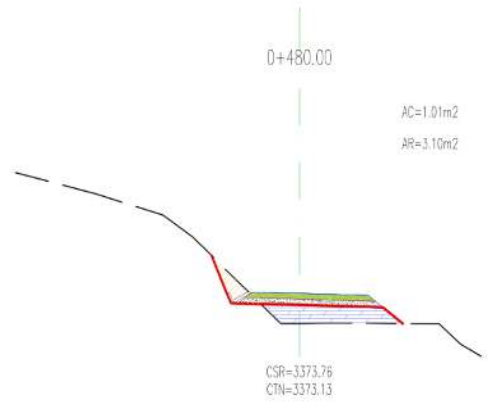
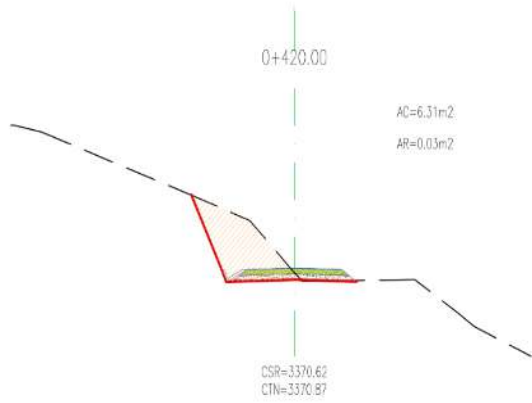
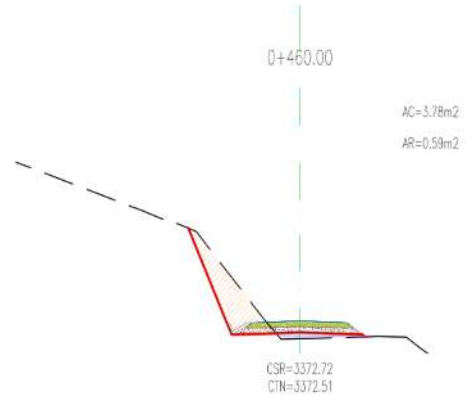
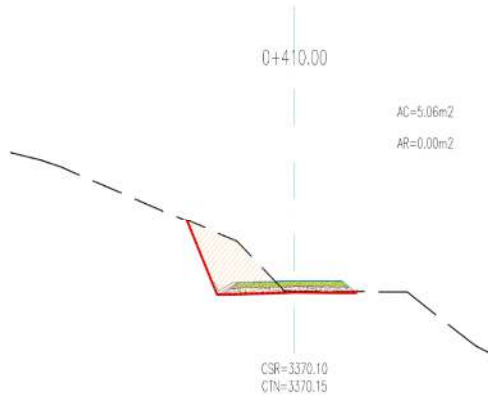
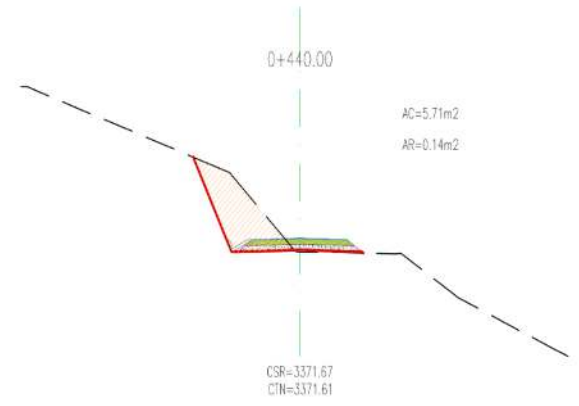
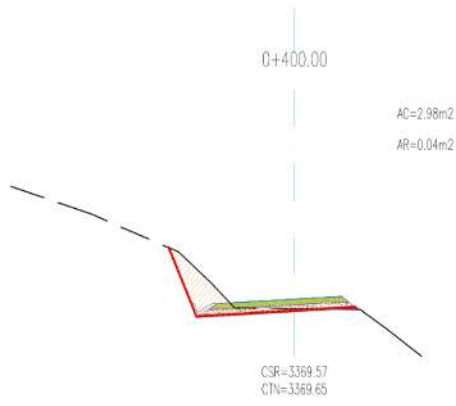
Fuente: DG 2018, p. 187

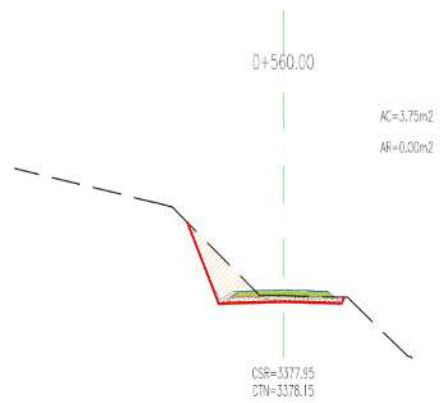
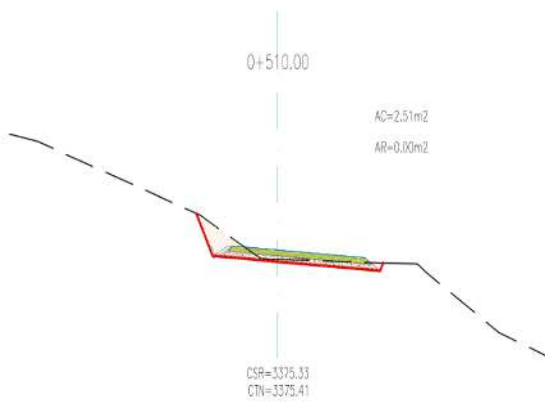
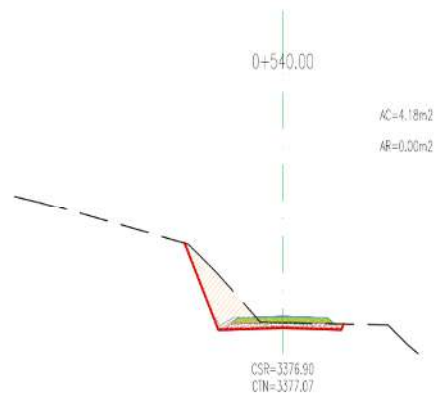
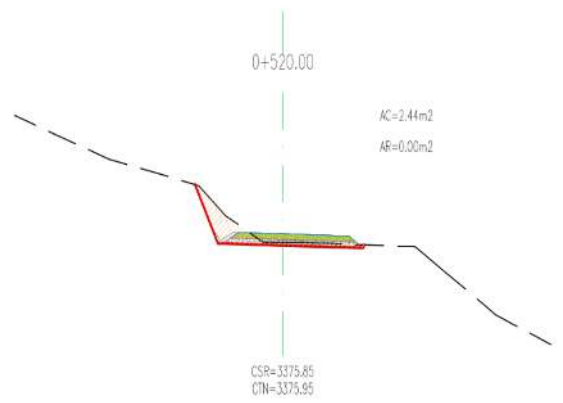
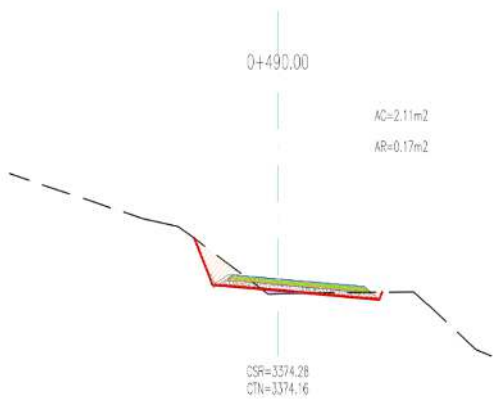


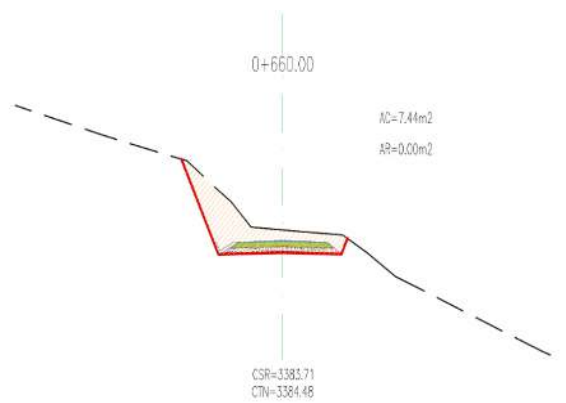
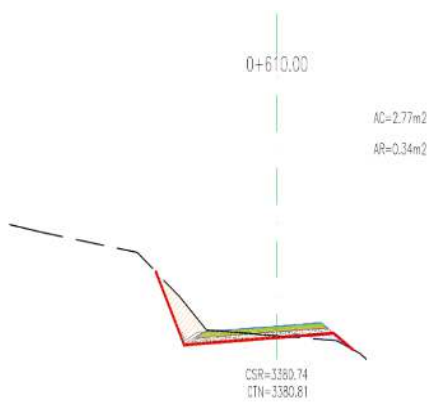
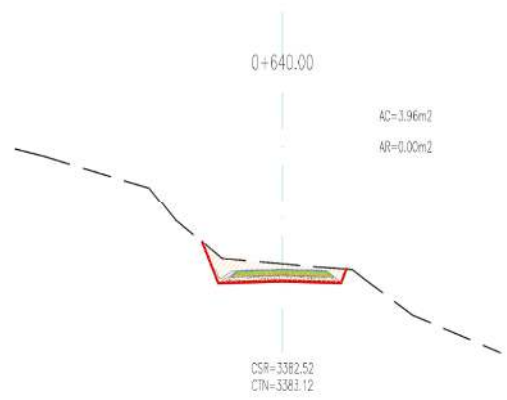
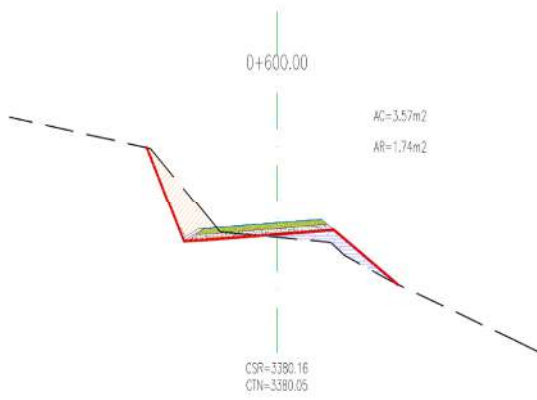
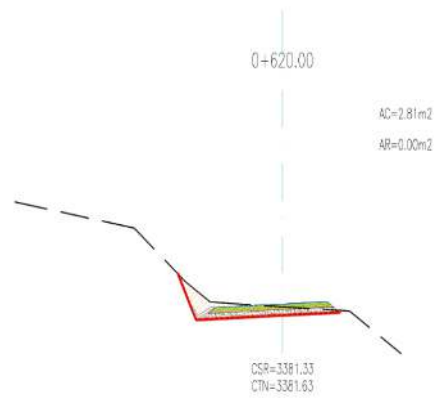
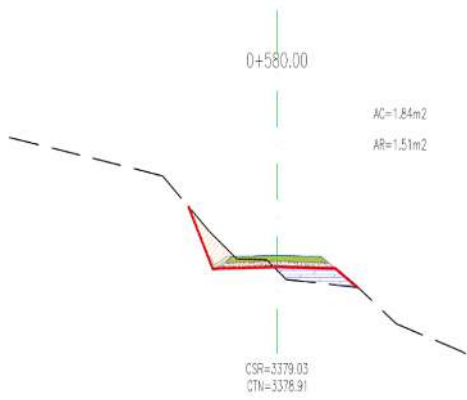


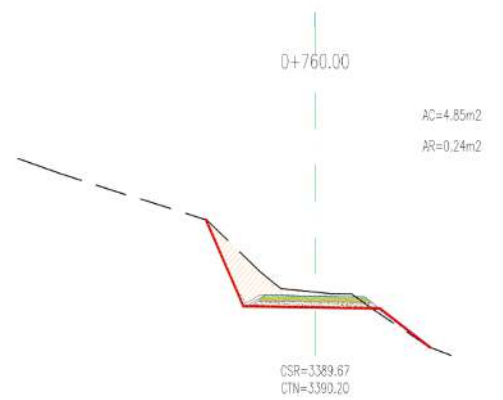
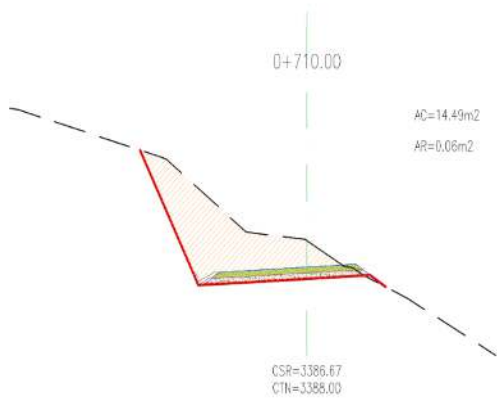
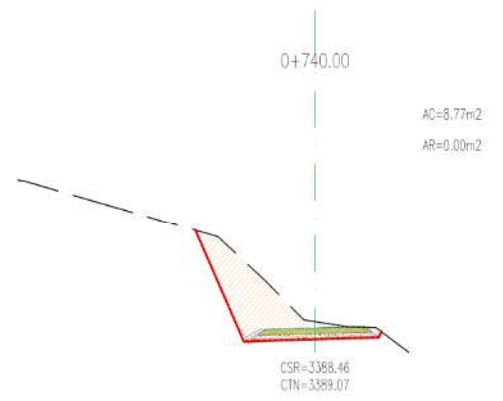
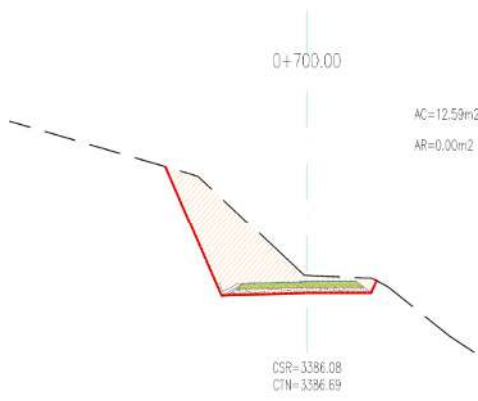
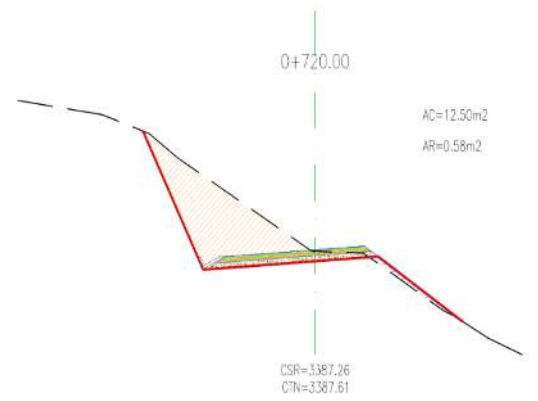
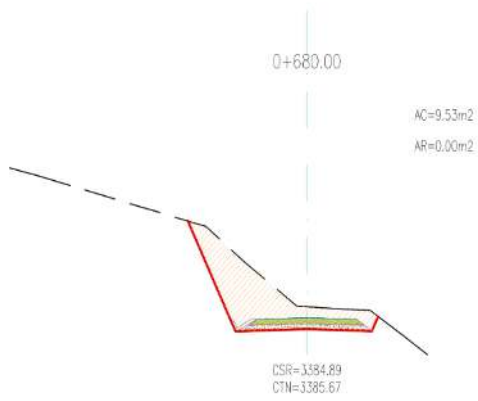


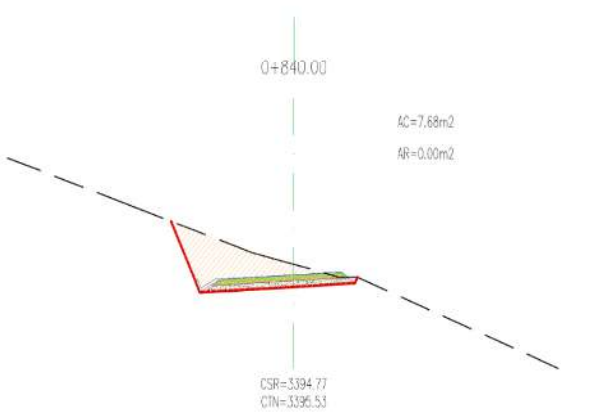
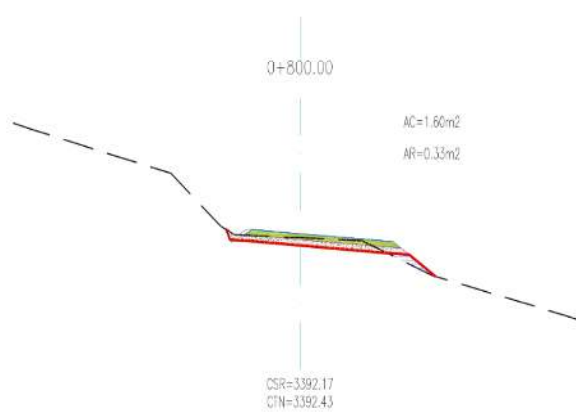
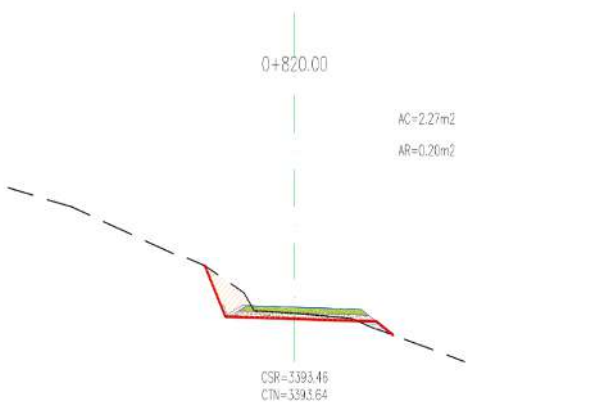
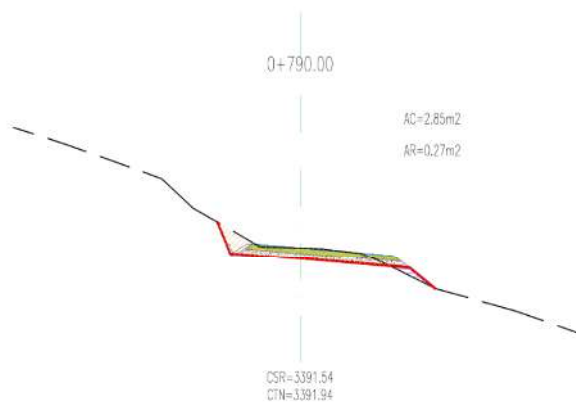
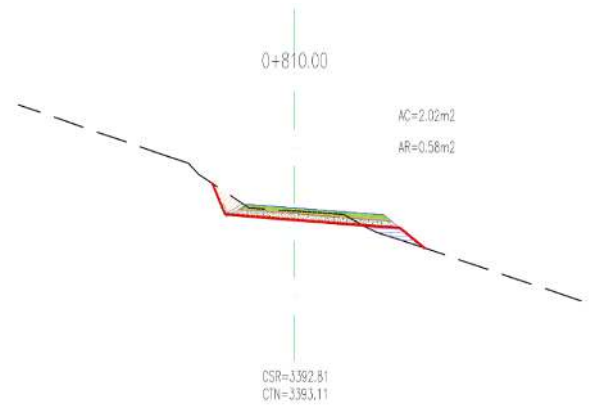
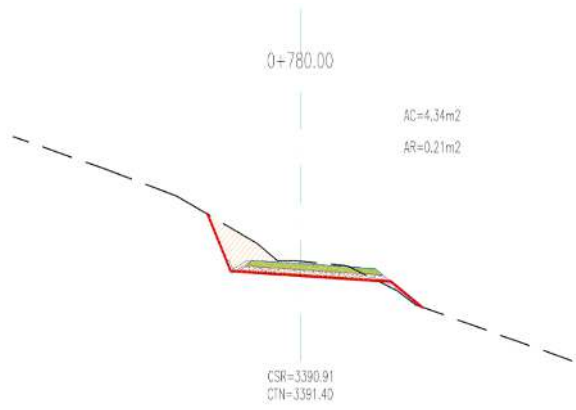


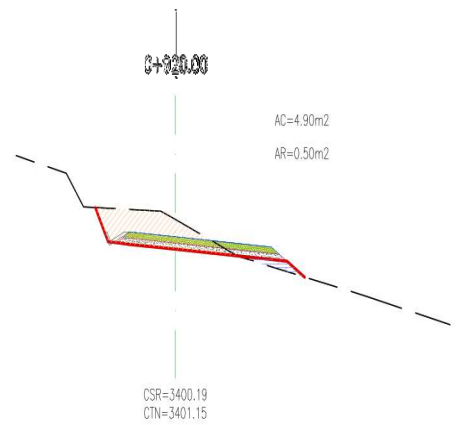
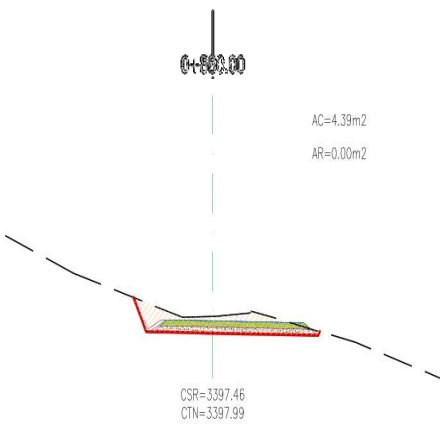
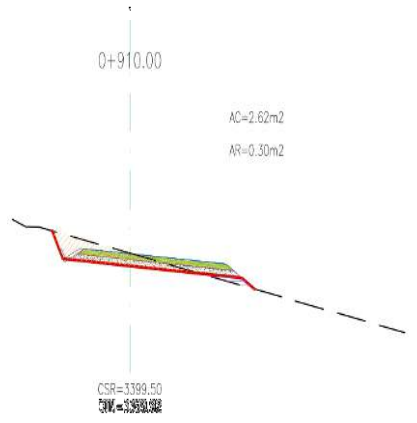
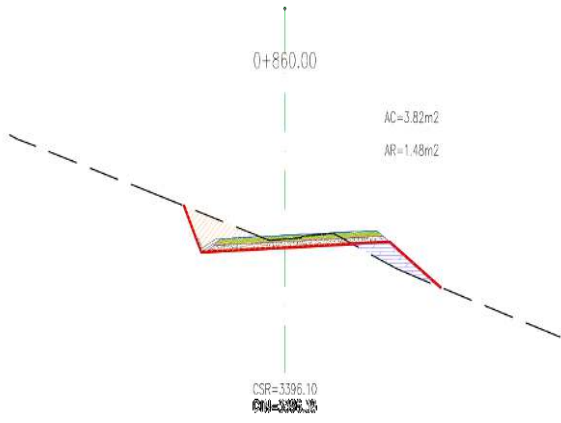
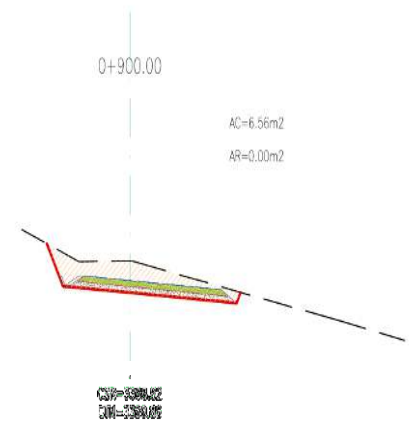
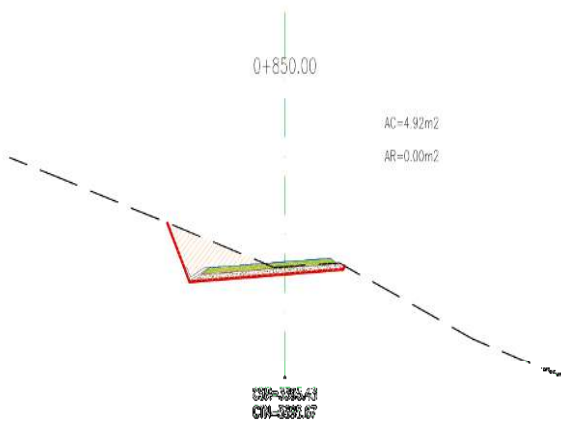


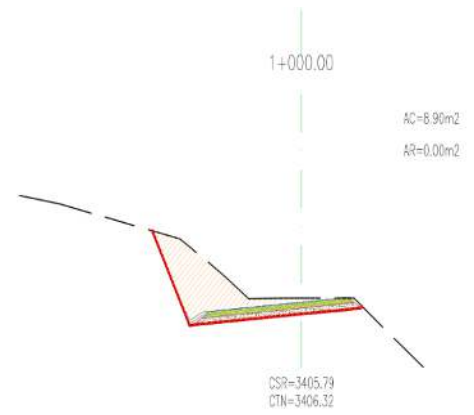
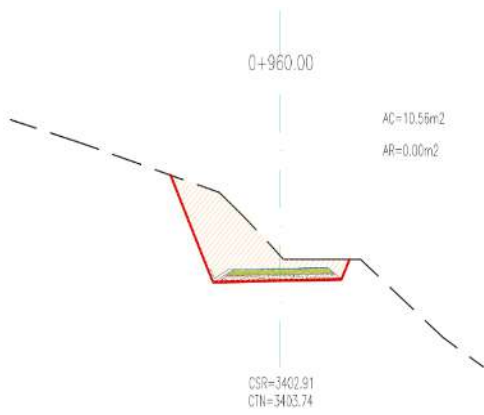
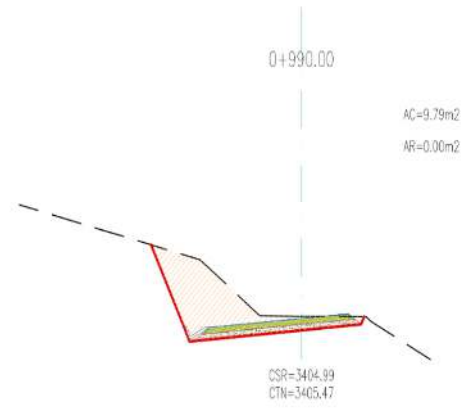
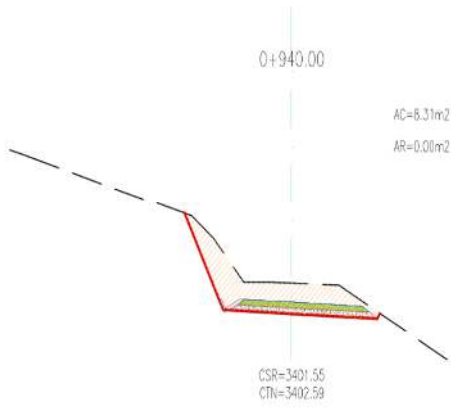
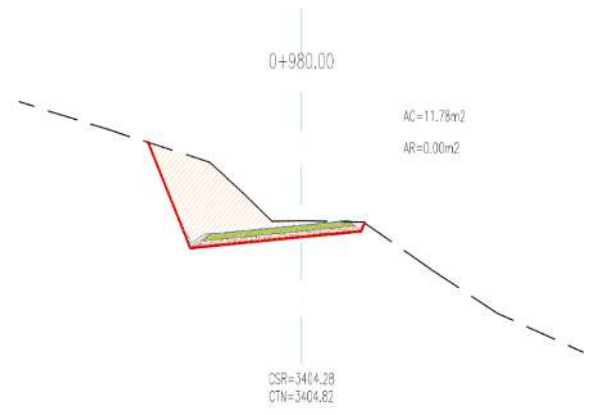
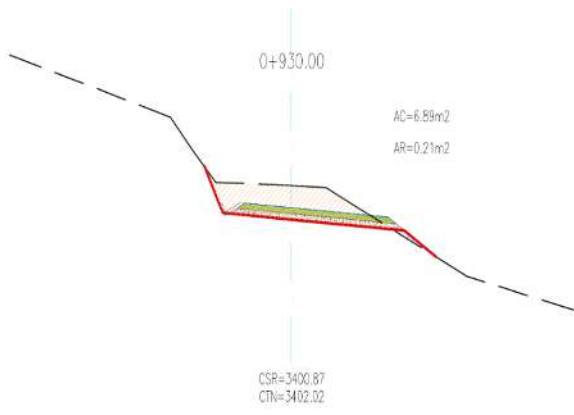


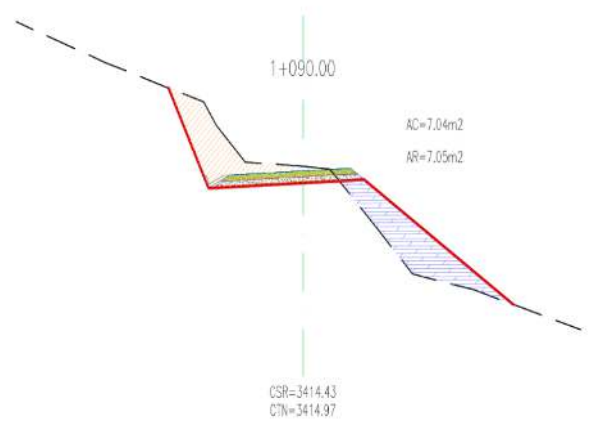
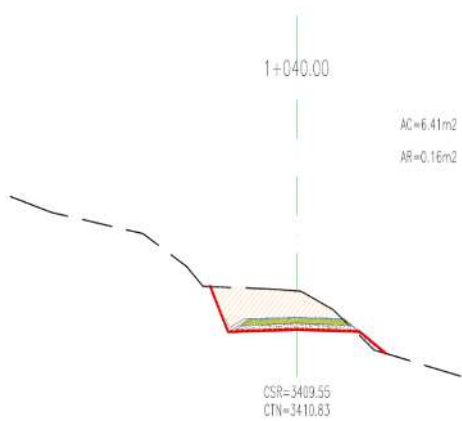
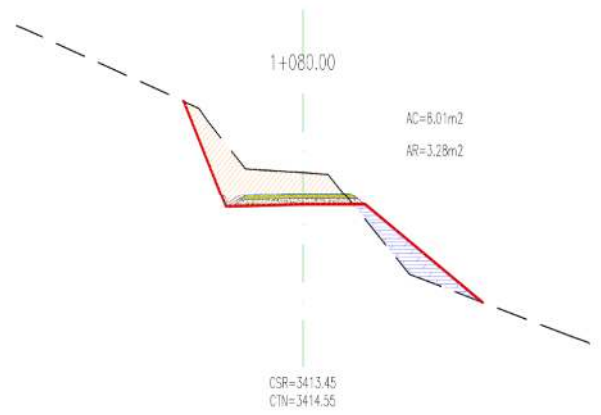
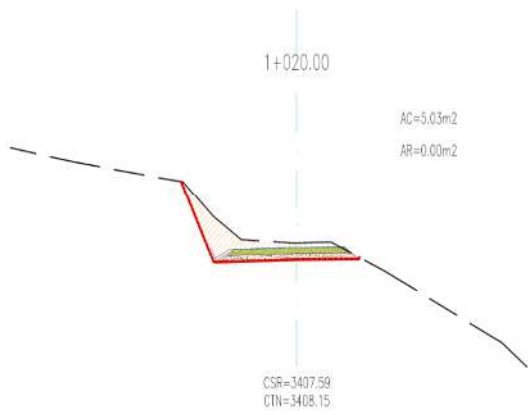
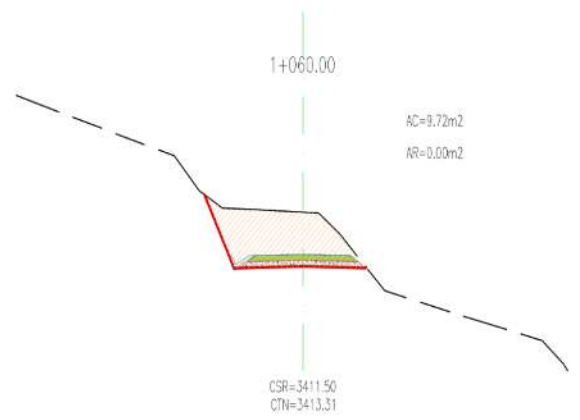
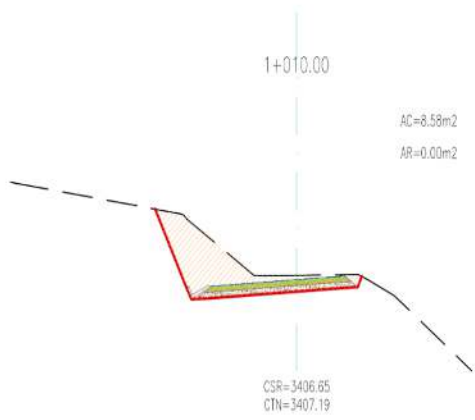


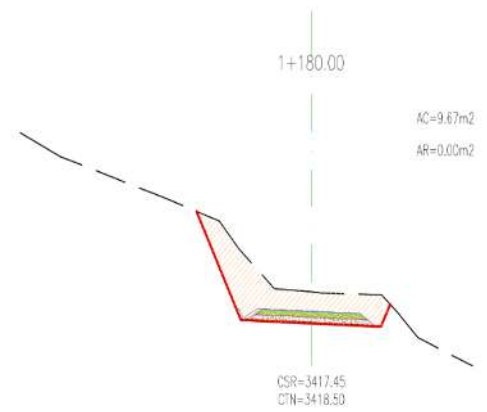
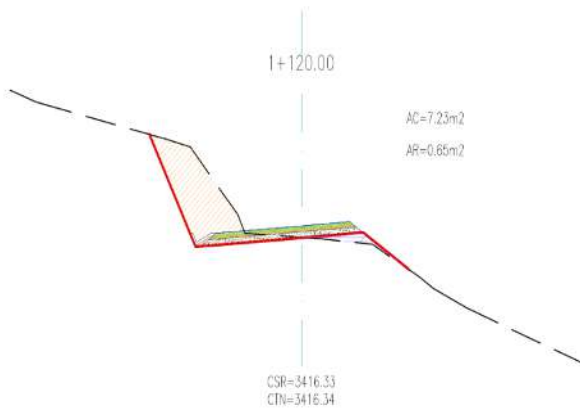
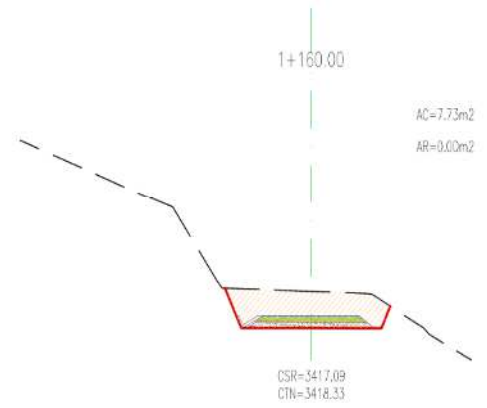
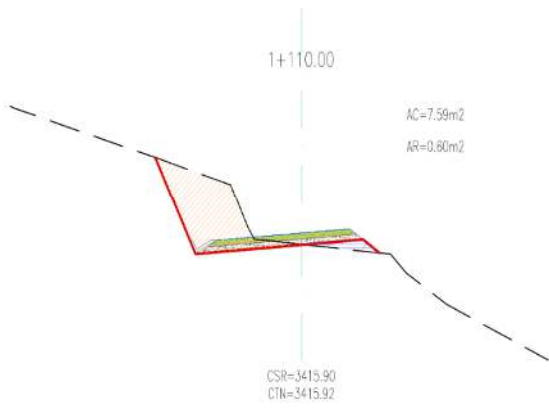
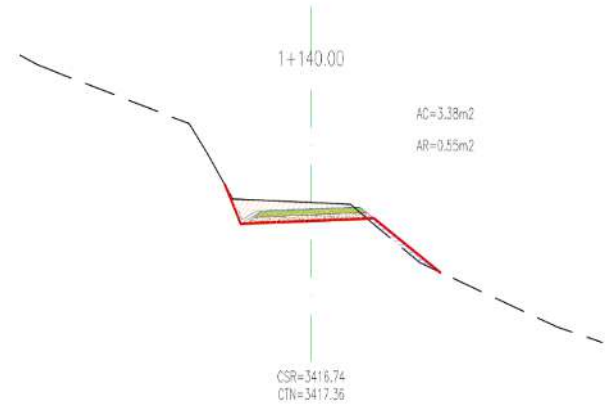
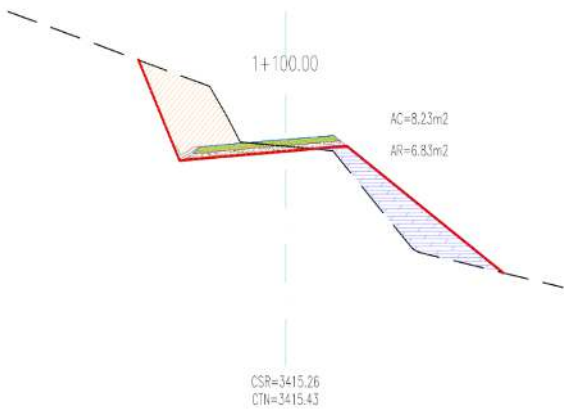


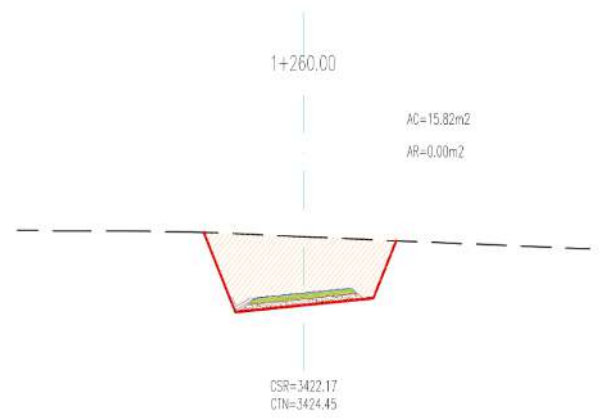
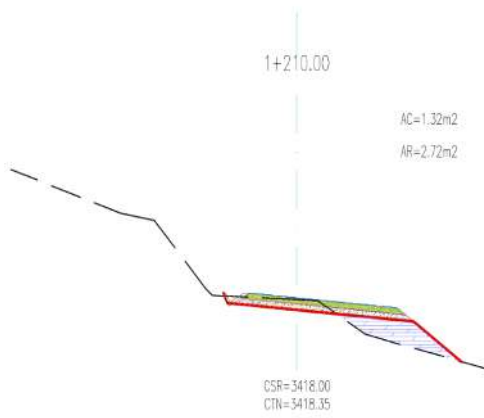
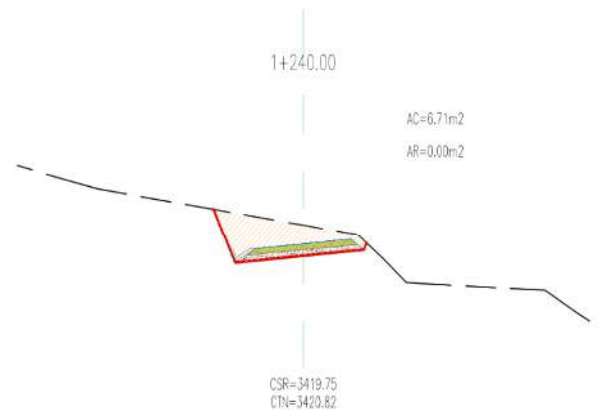
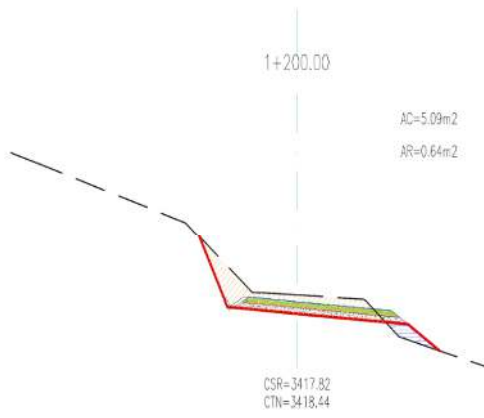
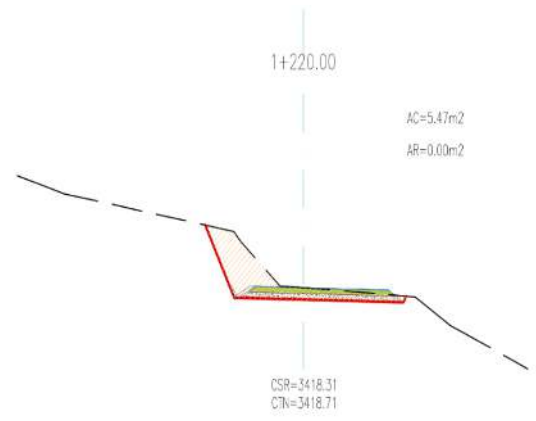
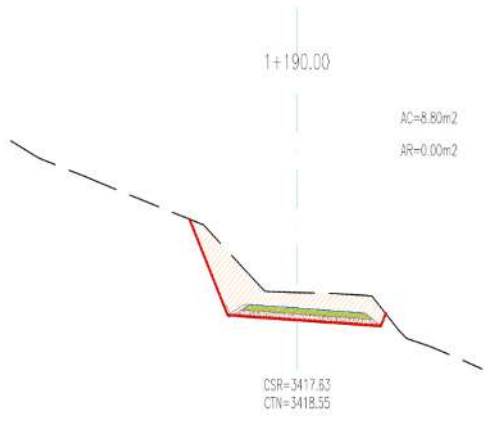


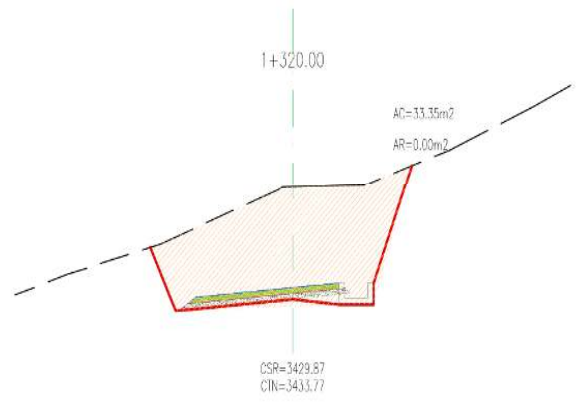
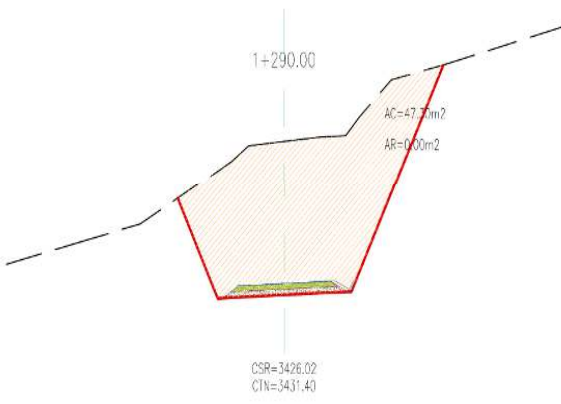
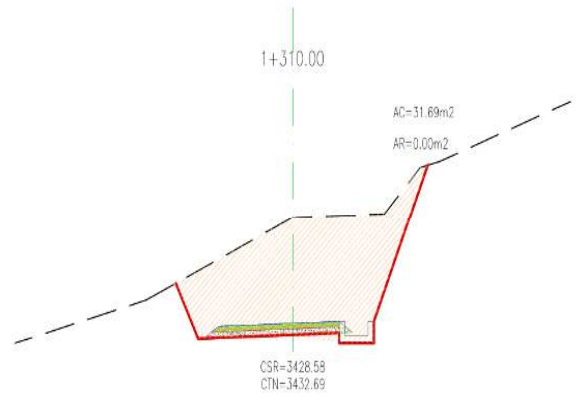
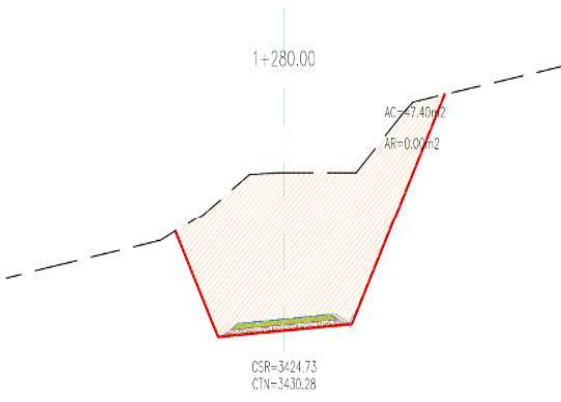


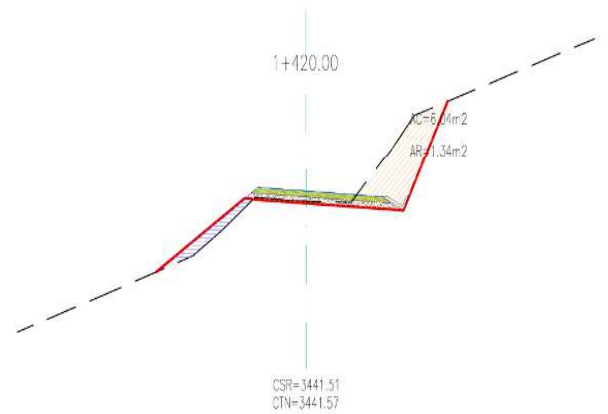
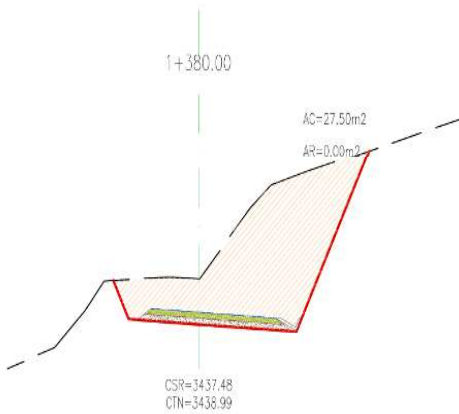
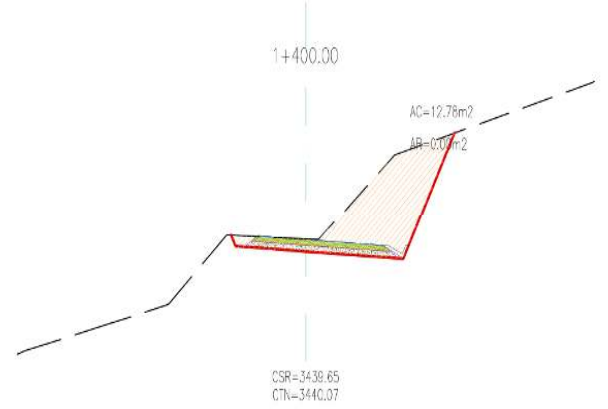
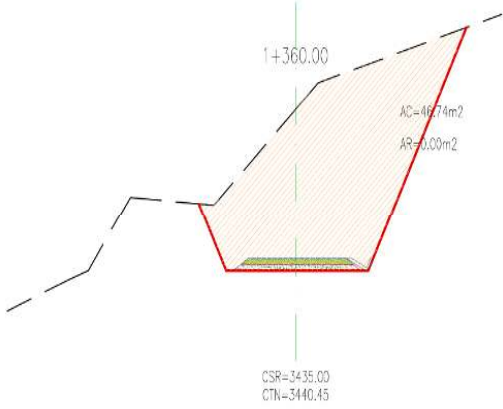
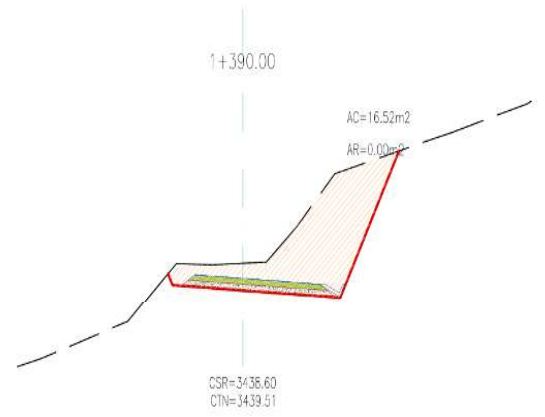
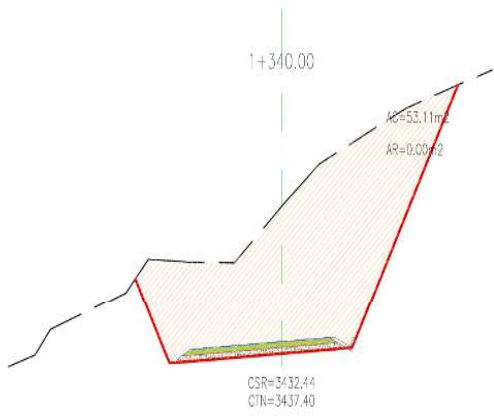


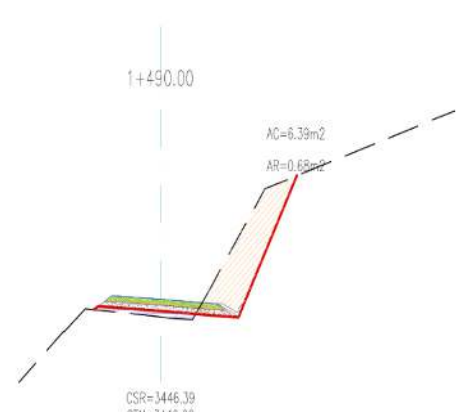
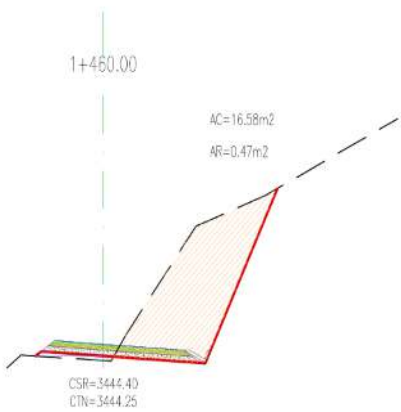
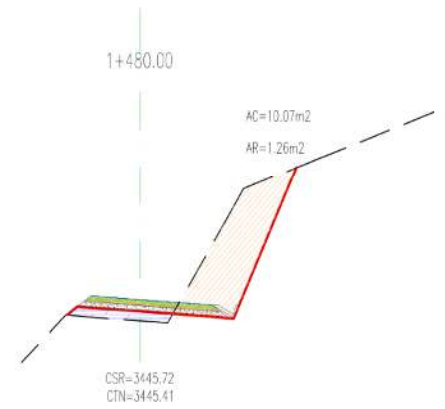
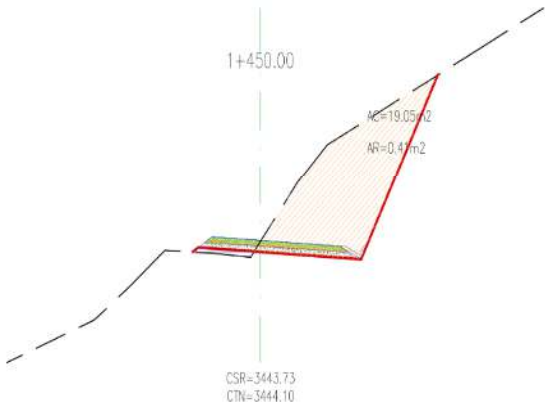
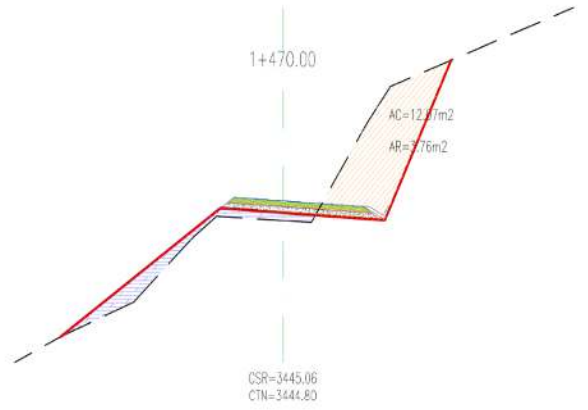
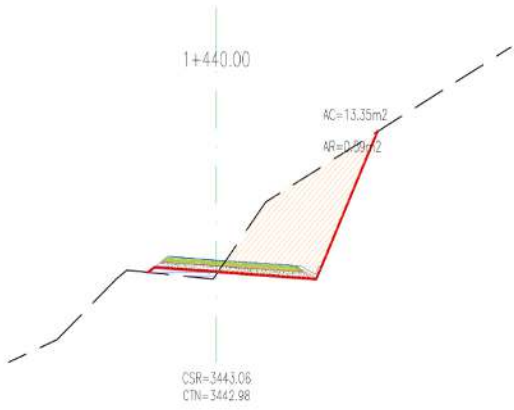


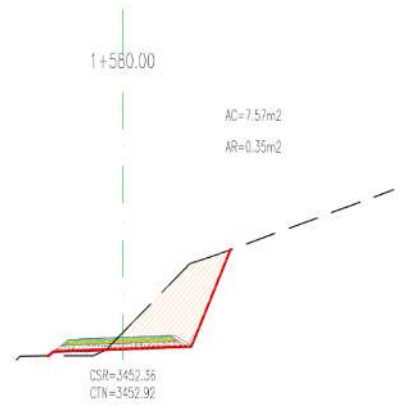
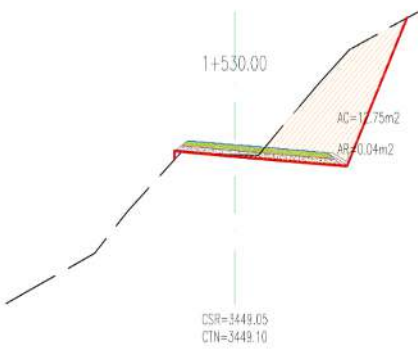
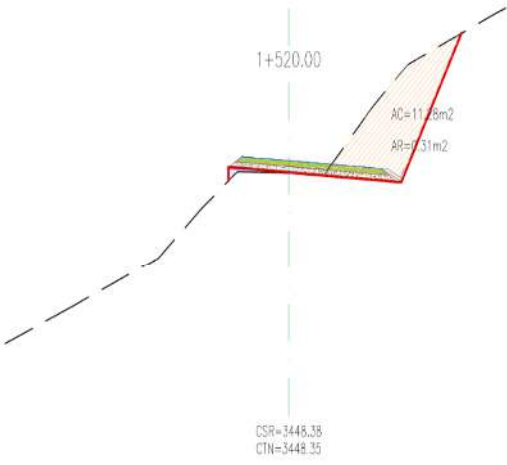
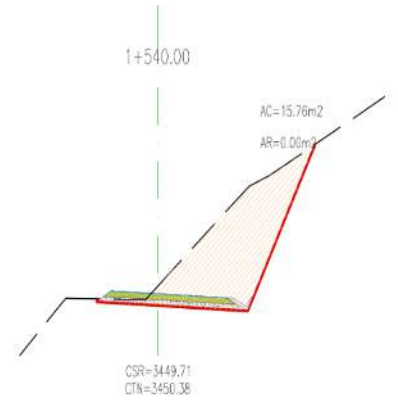
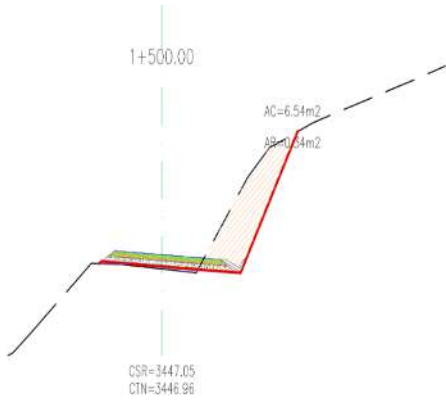


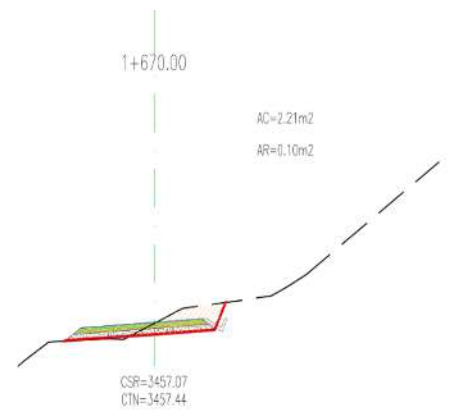
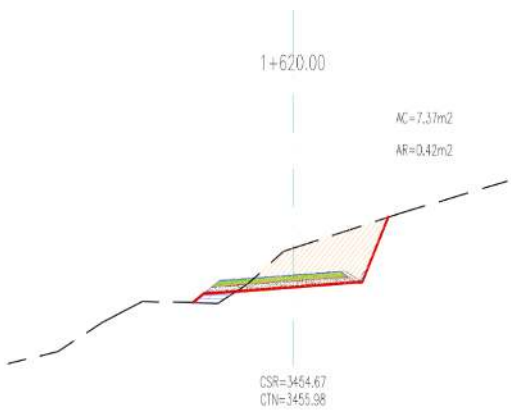
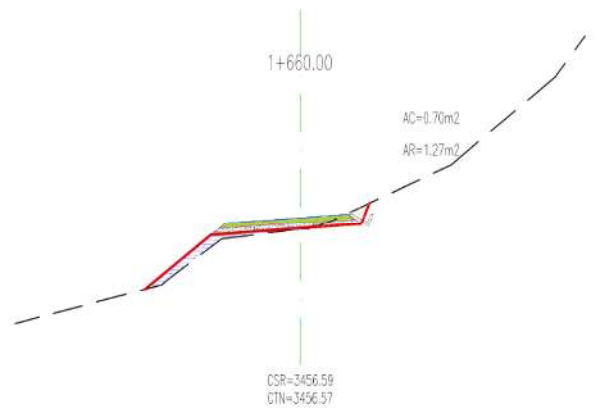
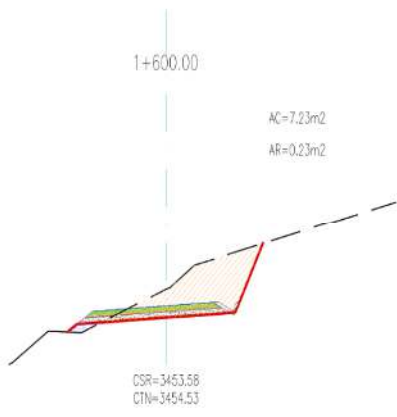
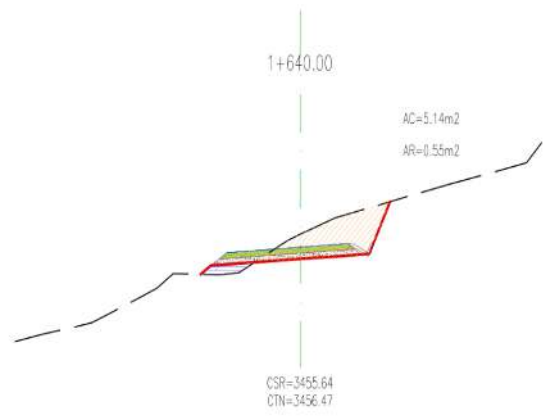
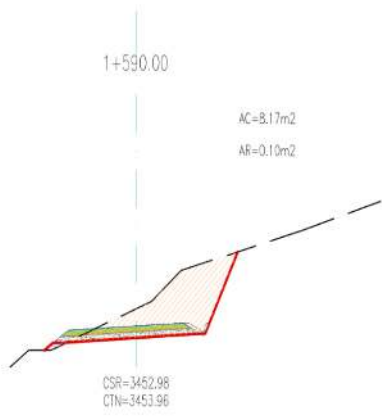


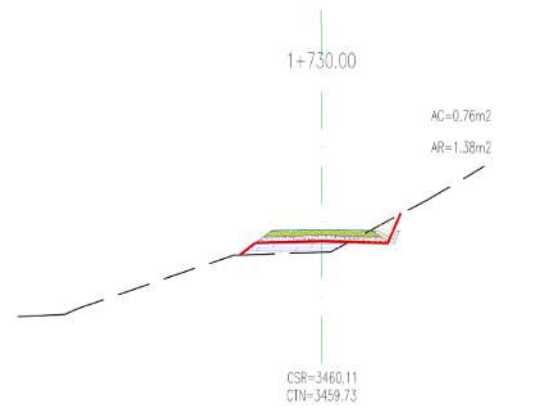
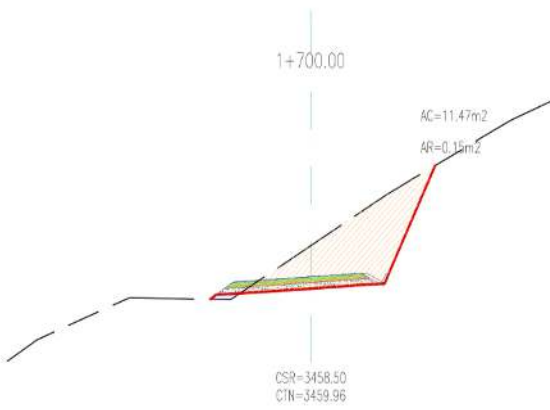
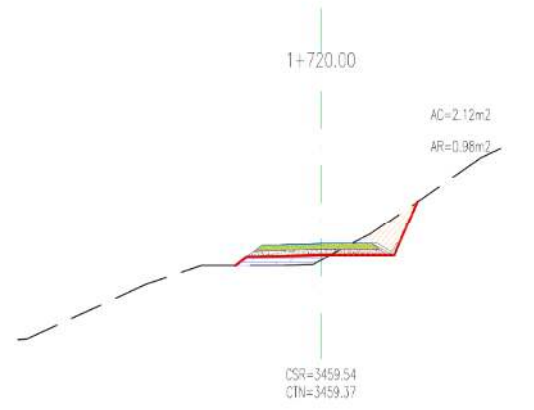
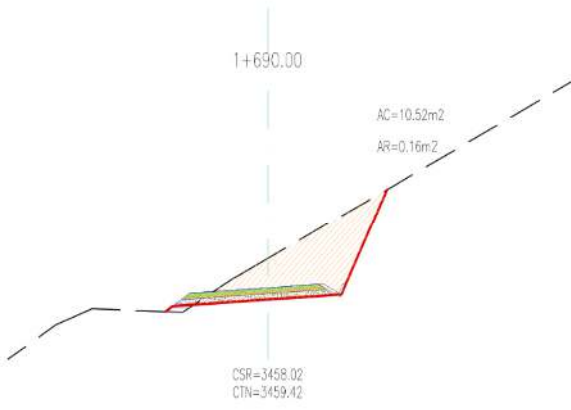
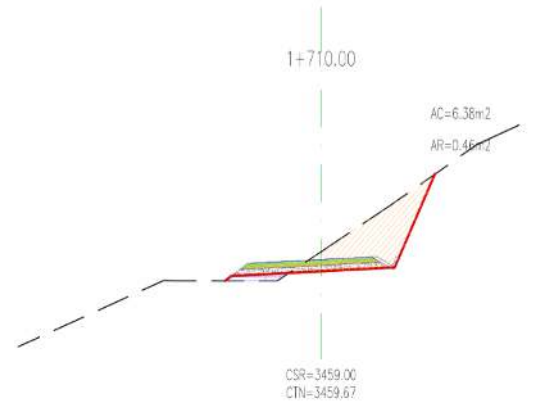
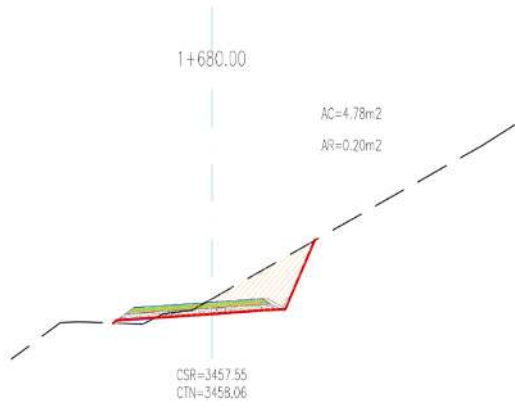


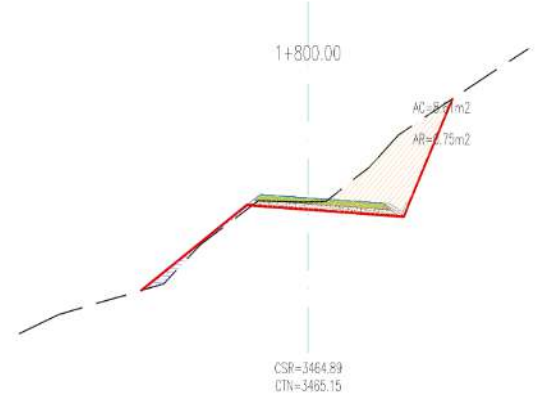
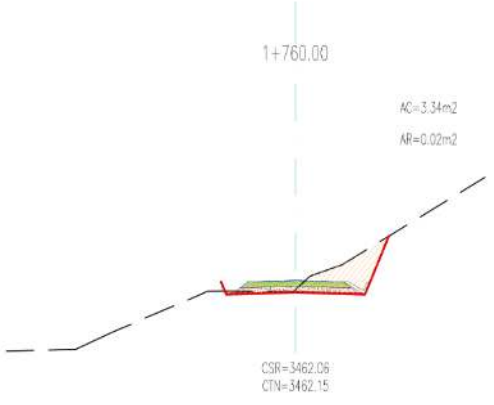
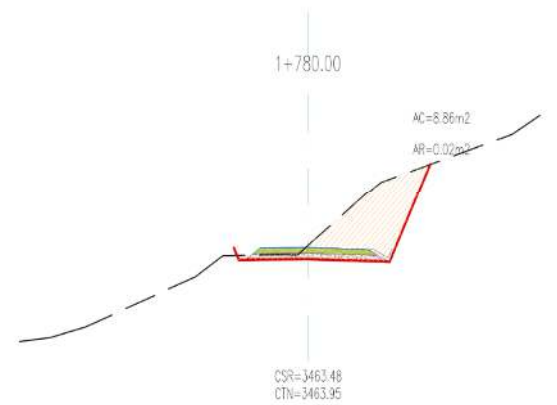
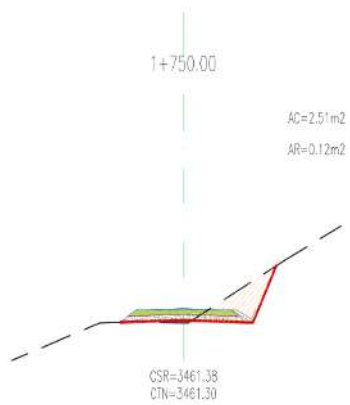
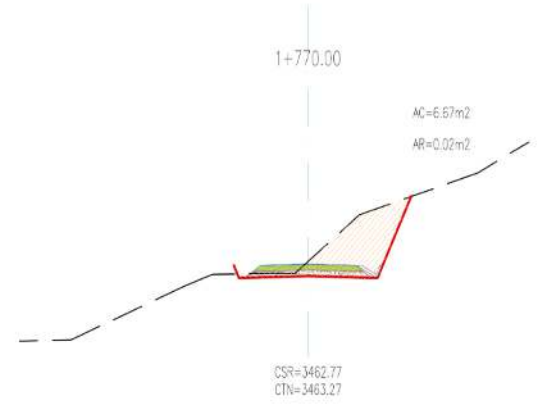
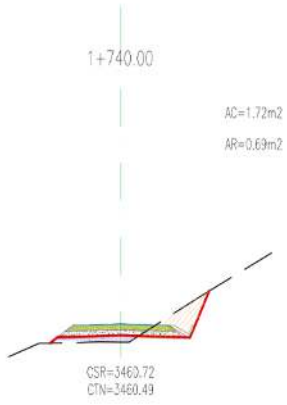


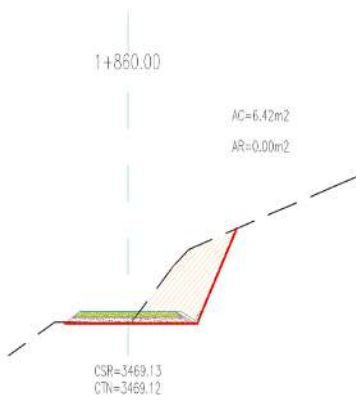
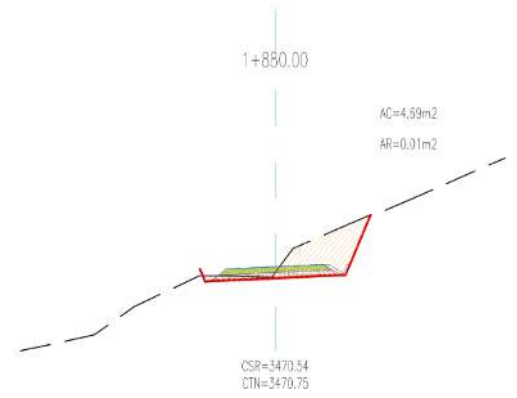
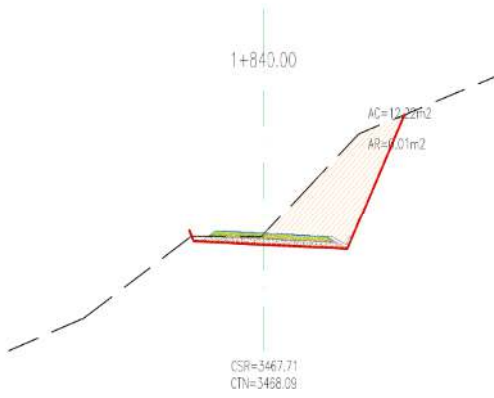
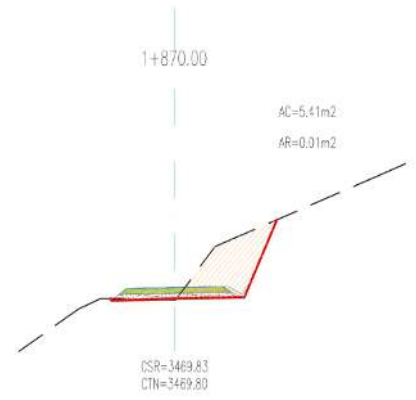
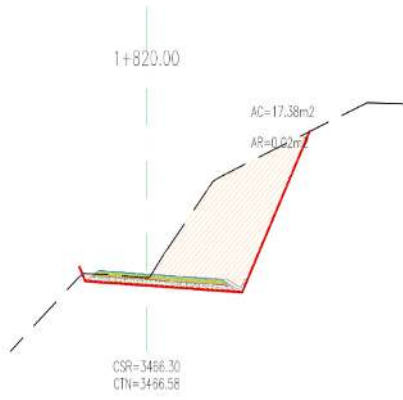


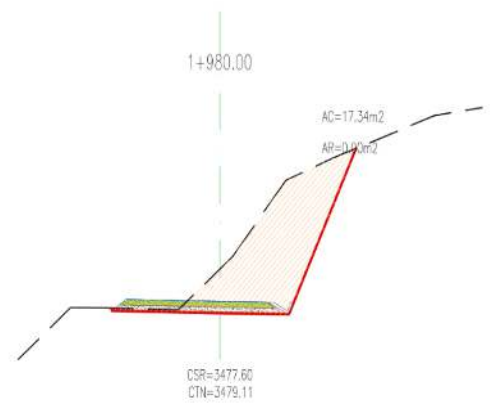
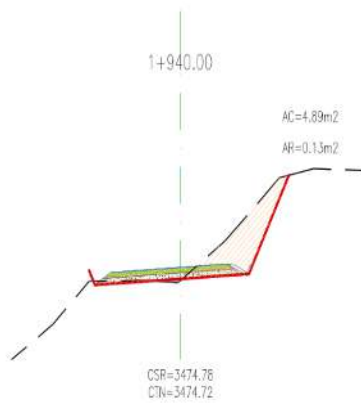
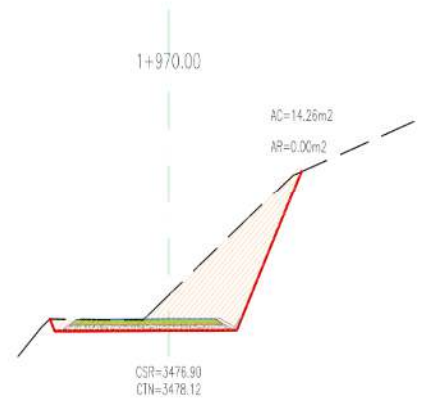
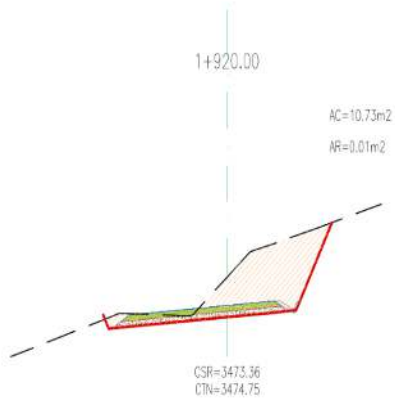
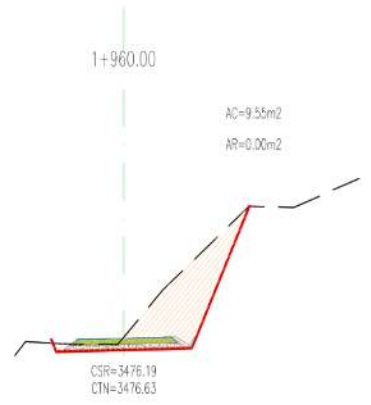
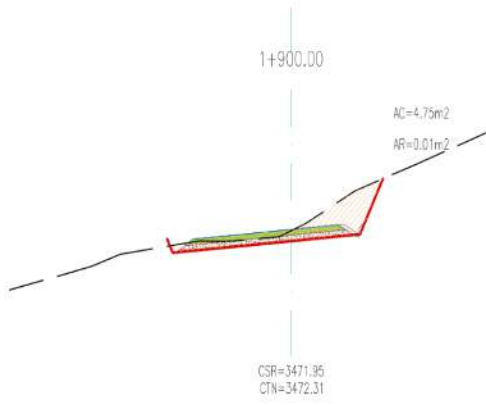


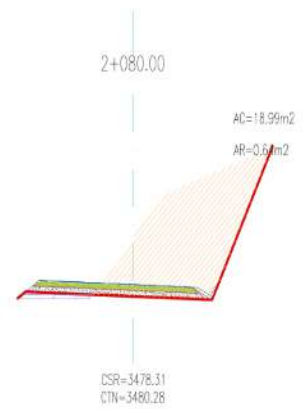
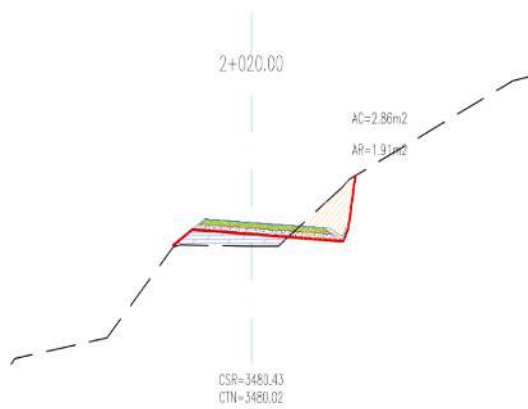
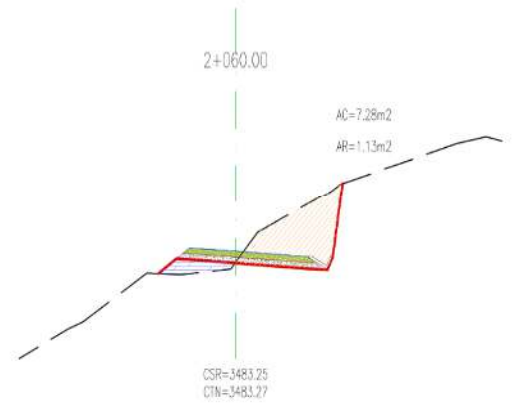
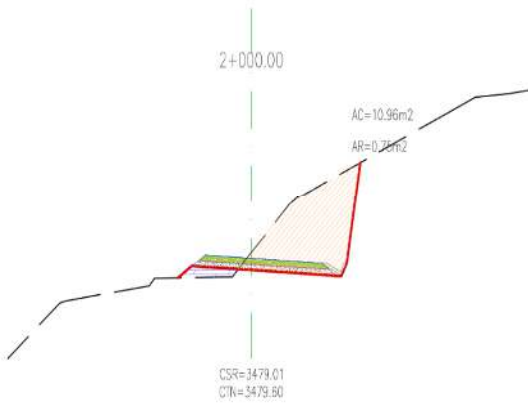
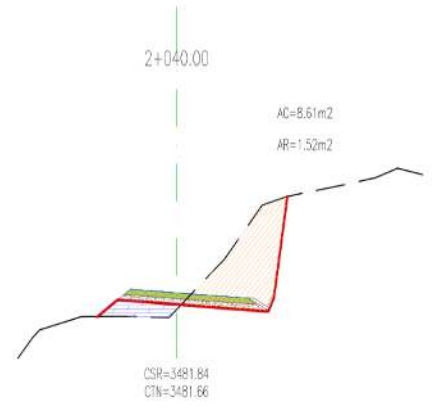
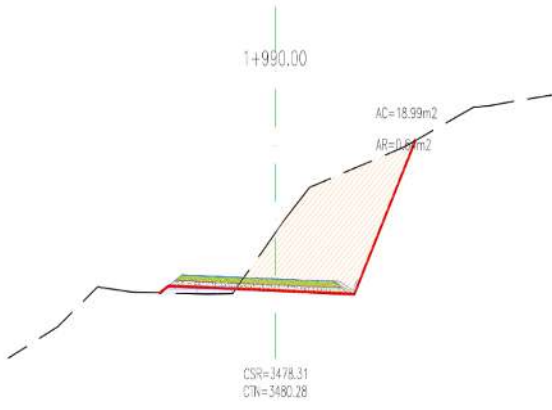


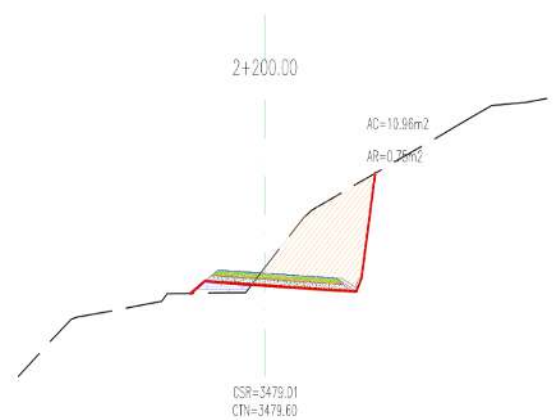
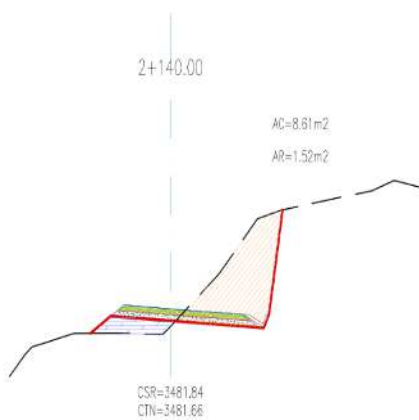
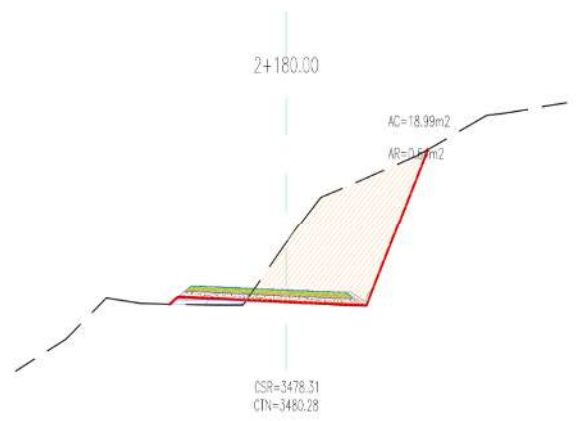
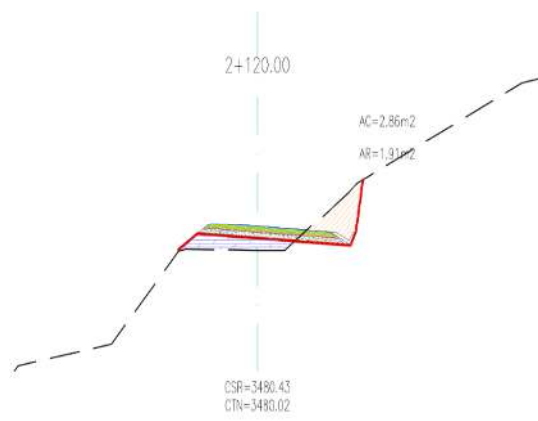
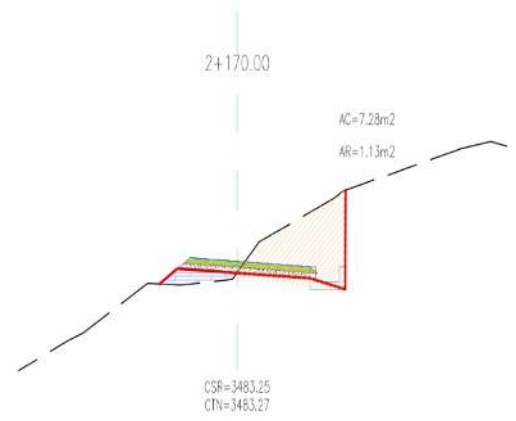
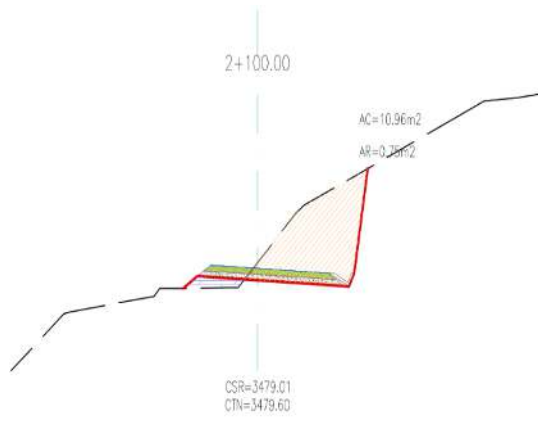


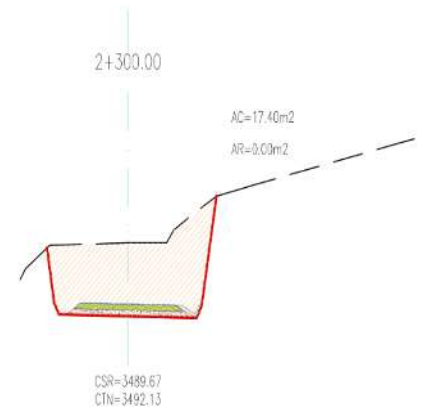
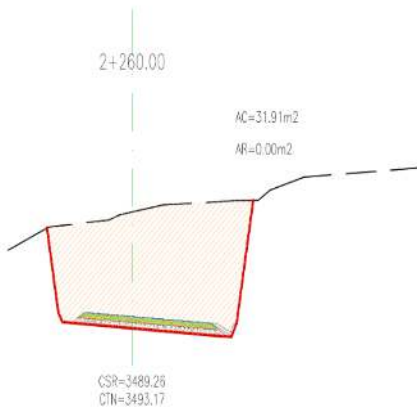
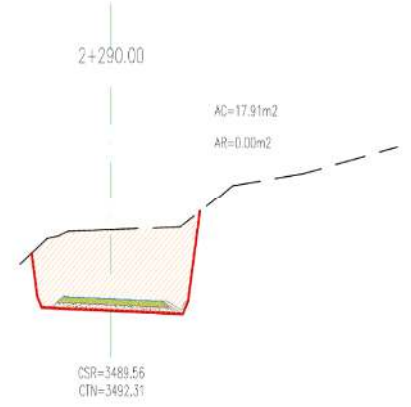
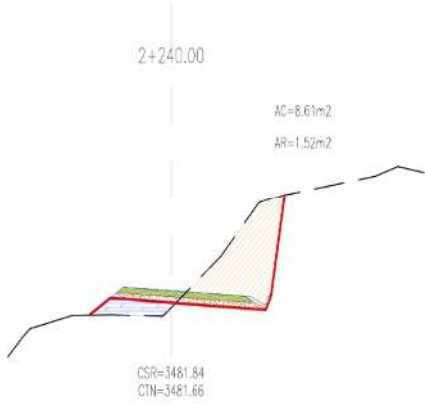
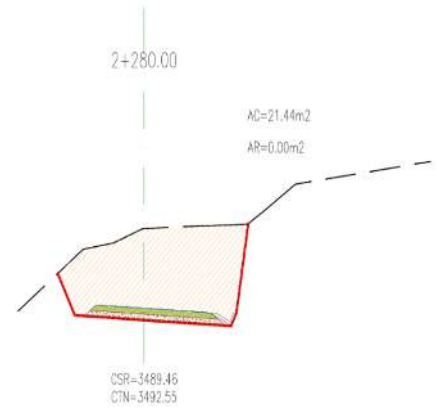
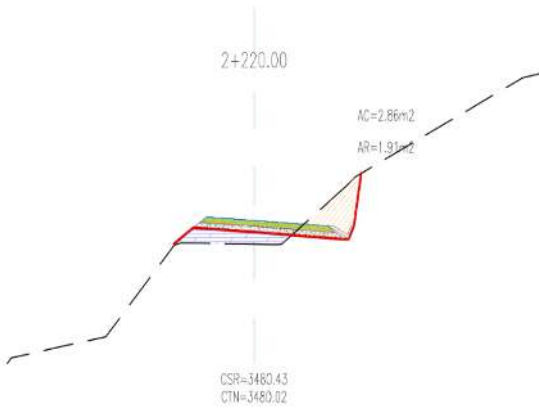


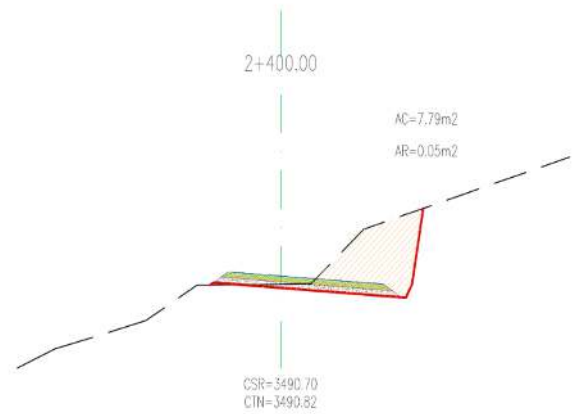
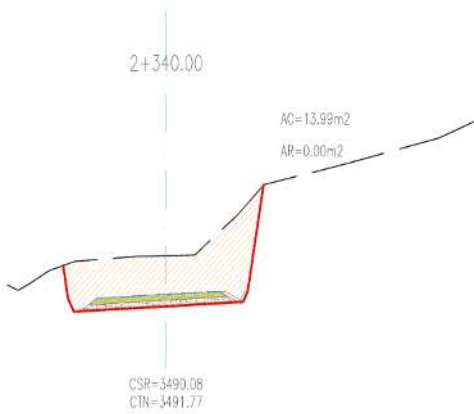
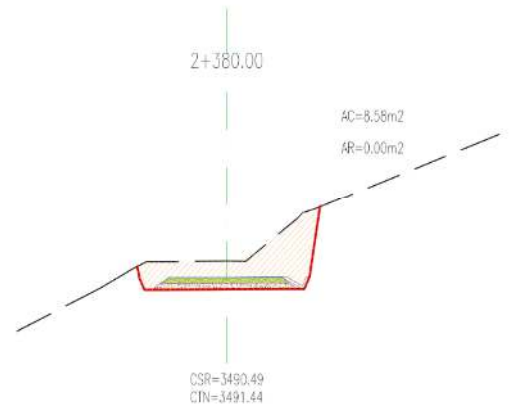
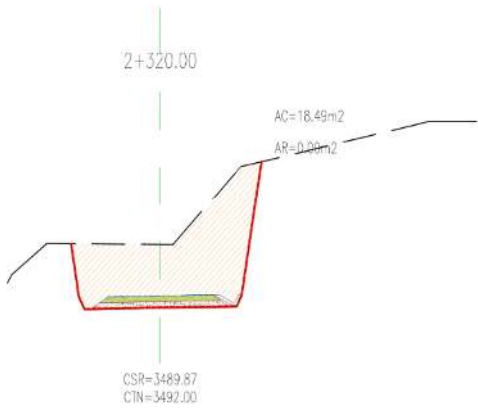
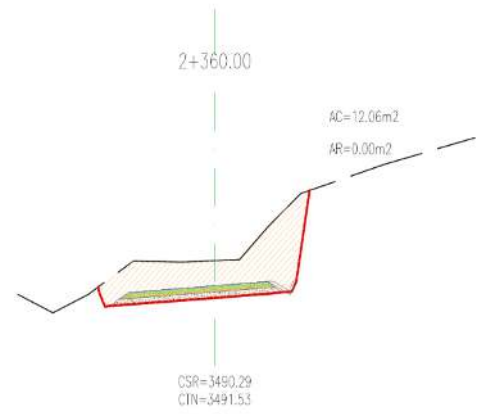
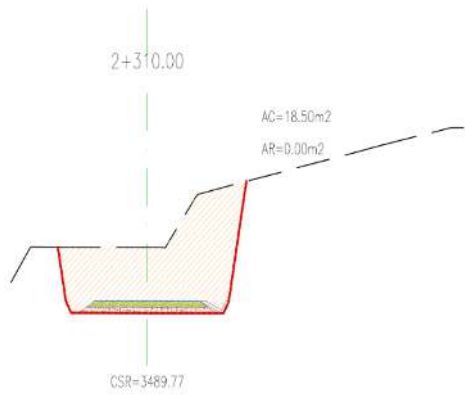


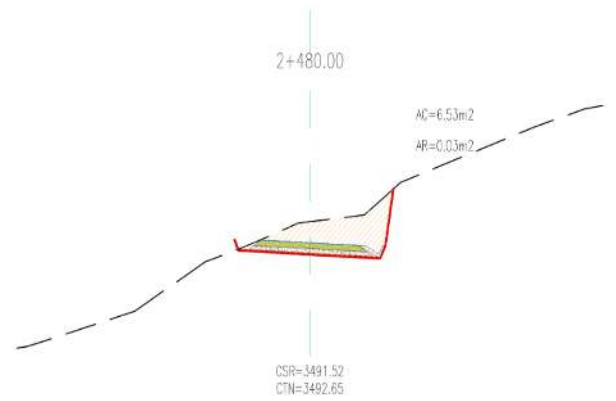
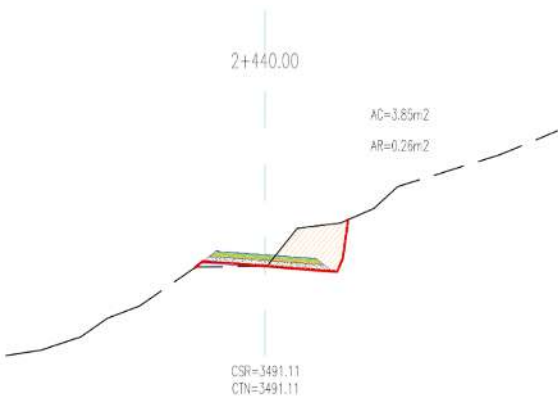
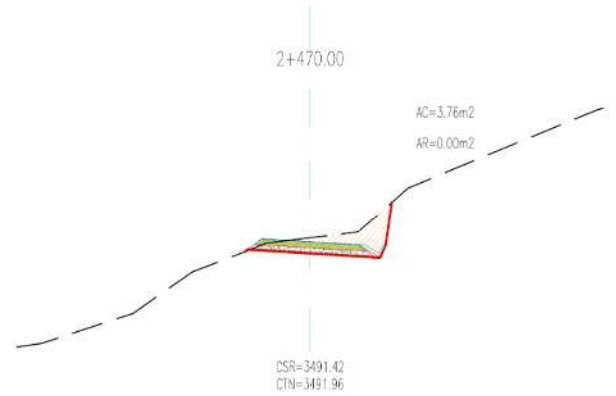
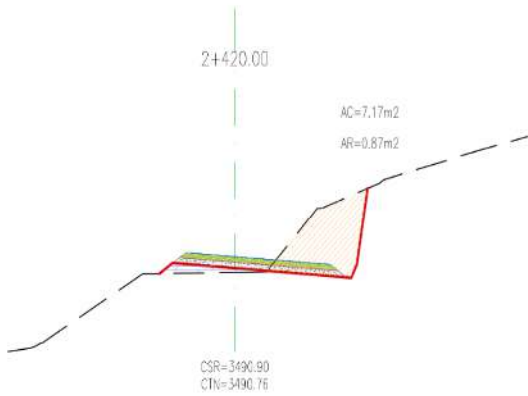
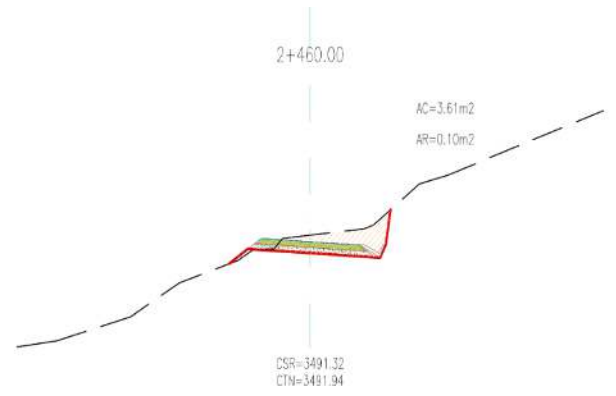
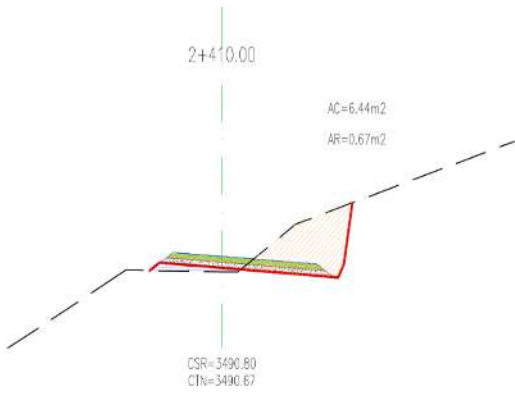


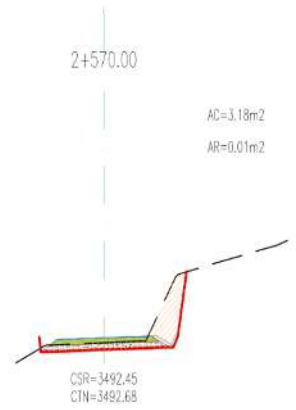
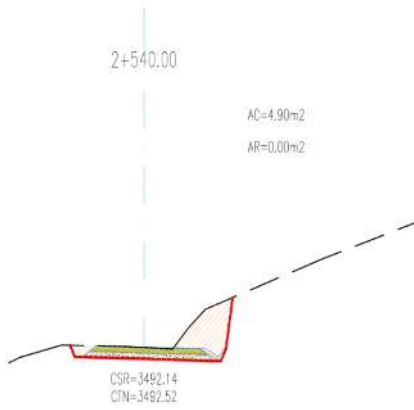
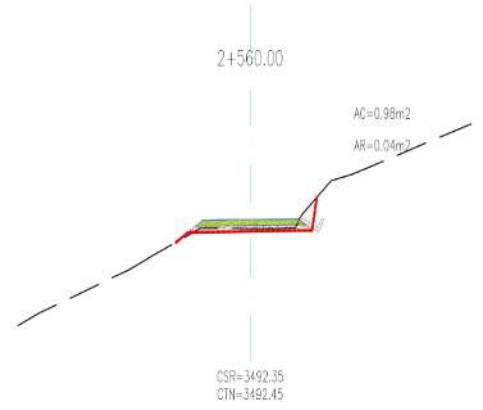
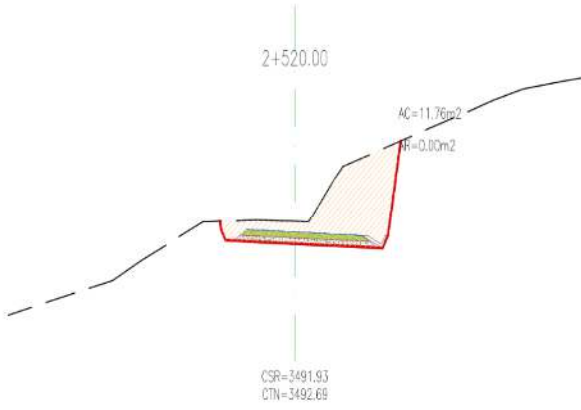
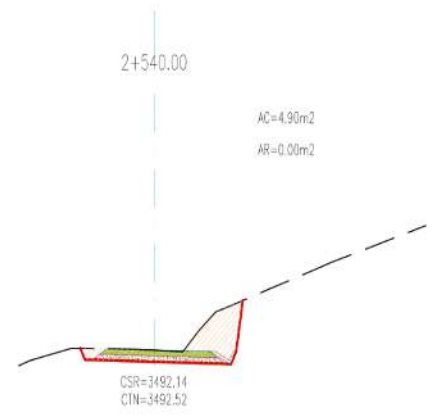
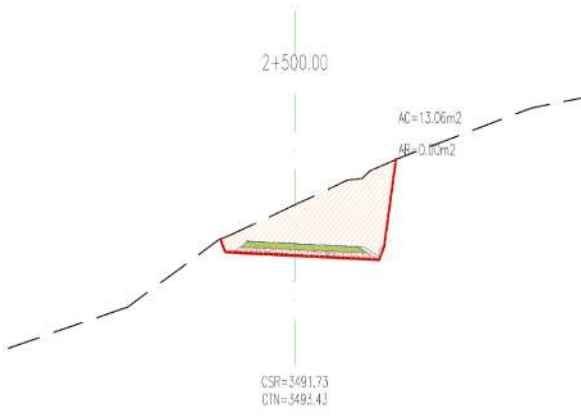


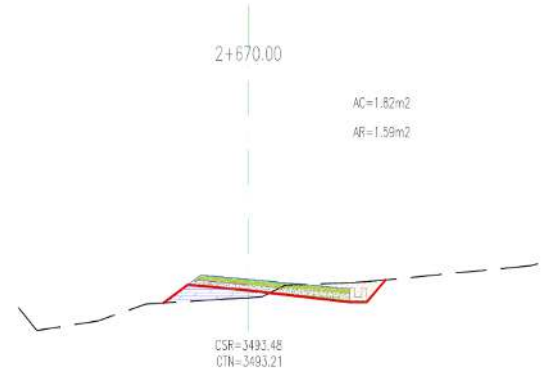
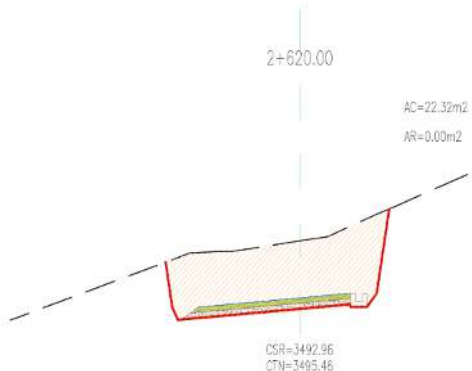
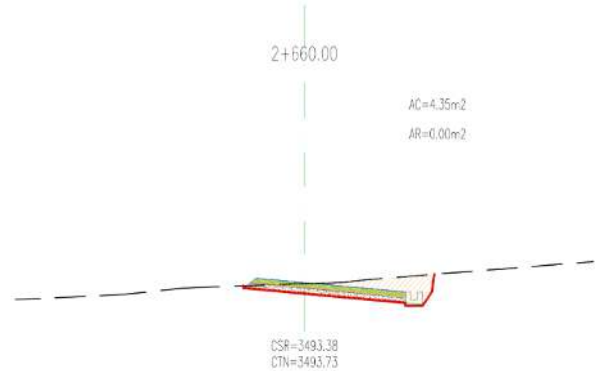
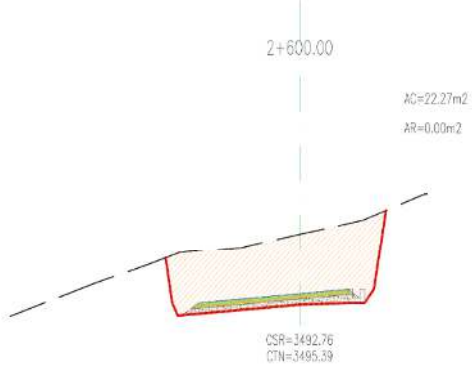
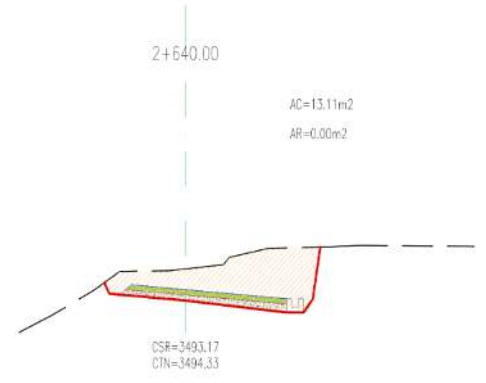
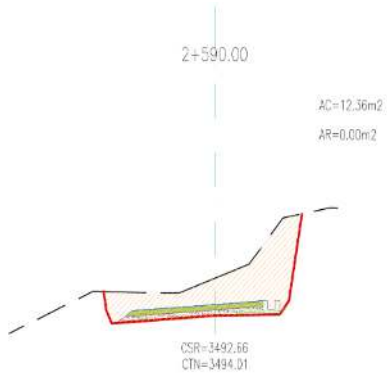


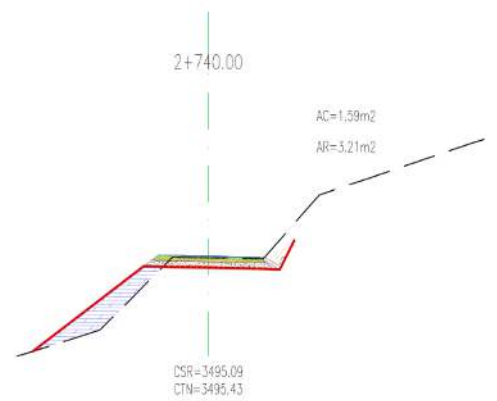
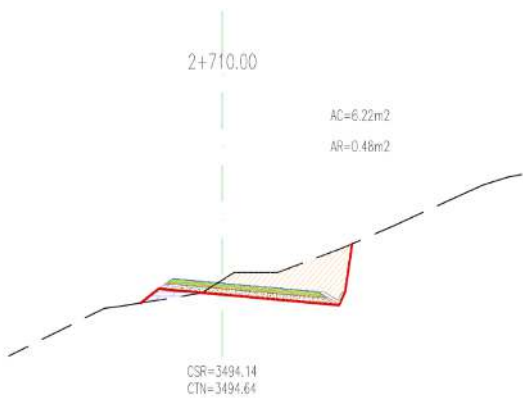
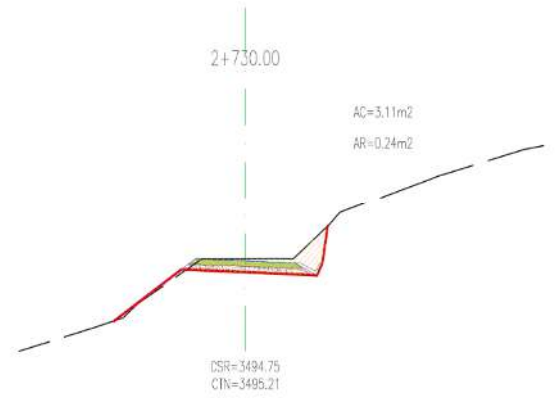
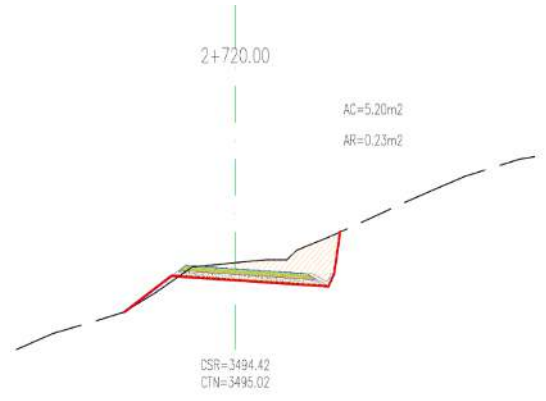
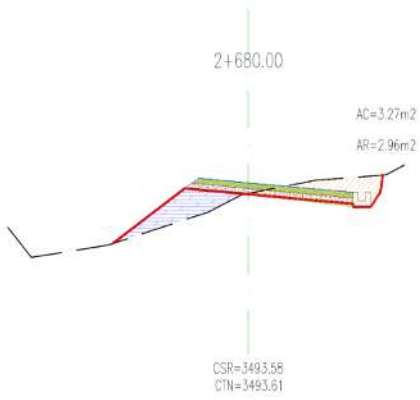


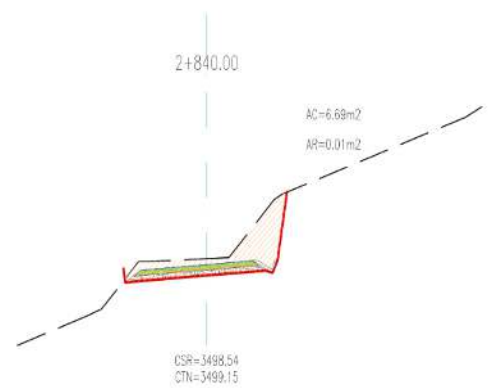
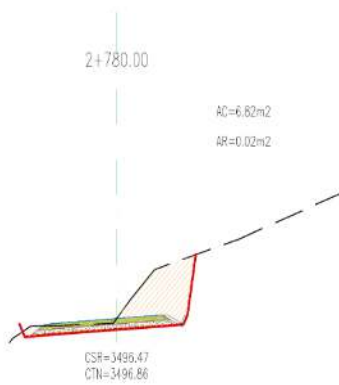
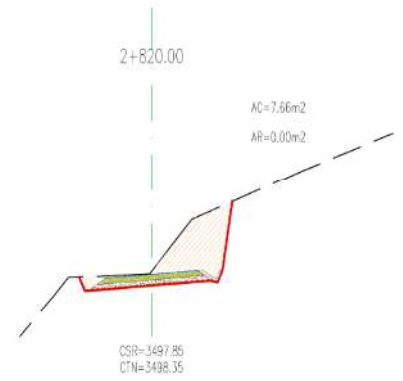
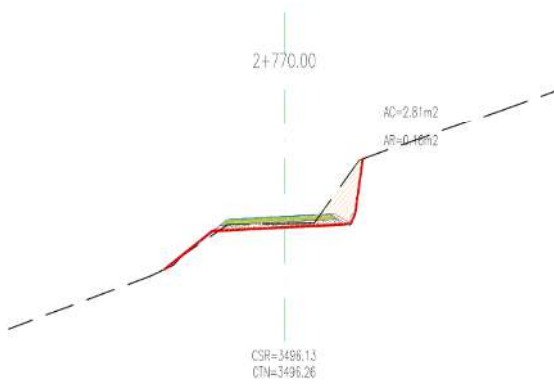
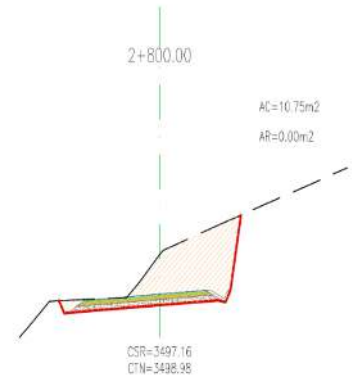
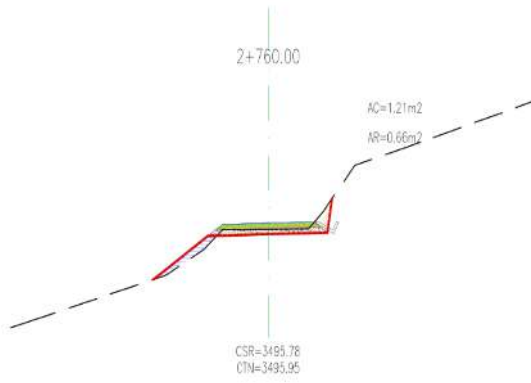


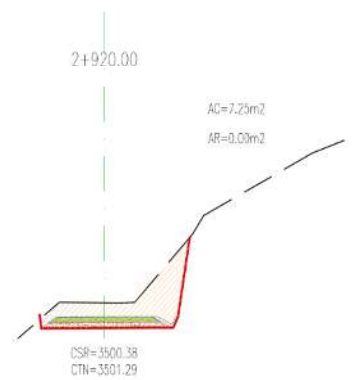
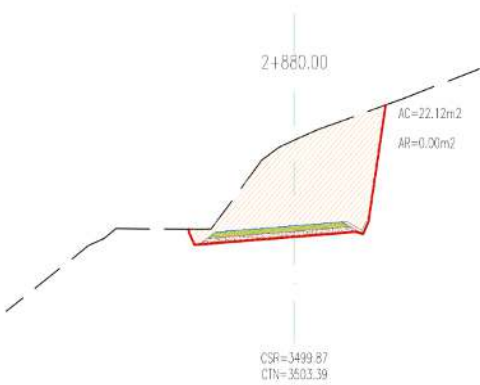
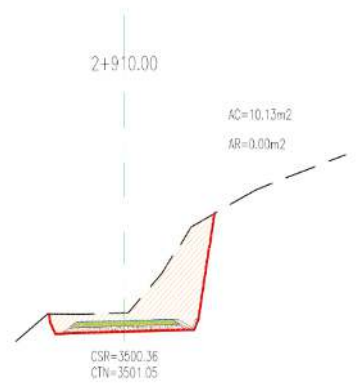
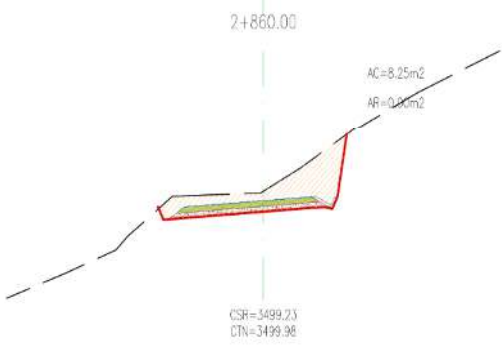
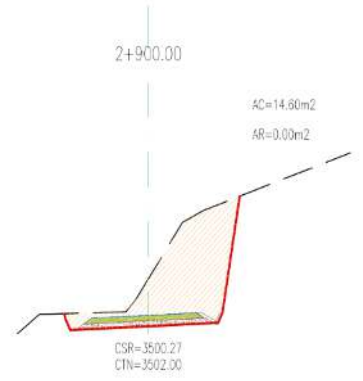
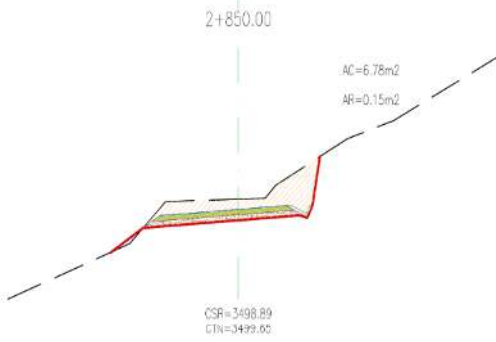


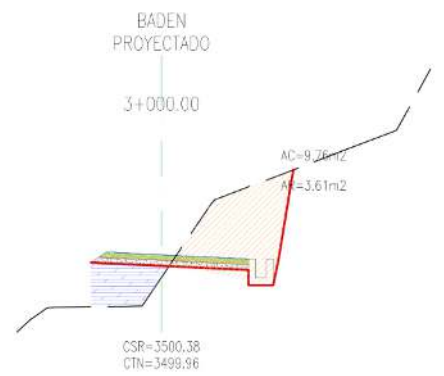
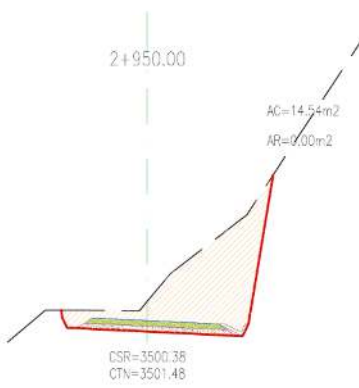
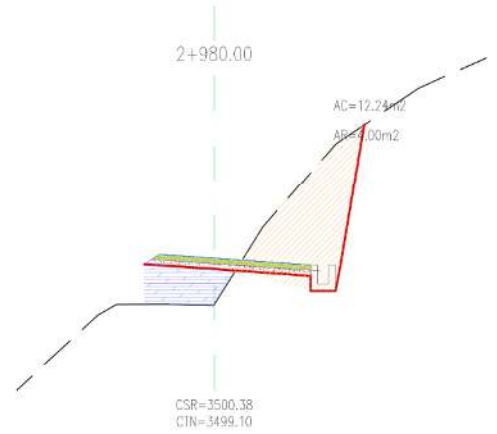
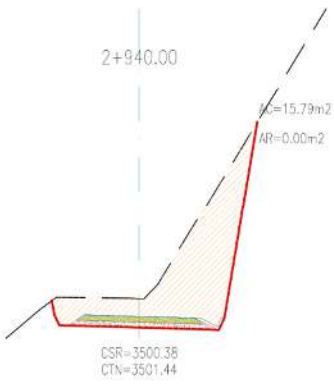
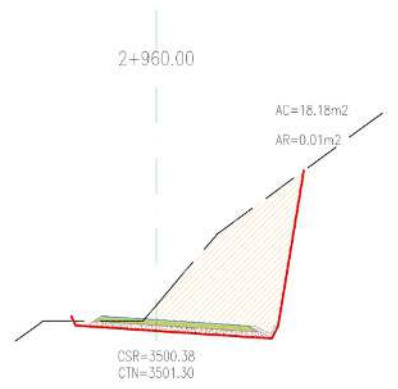
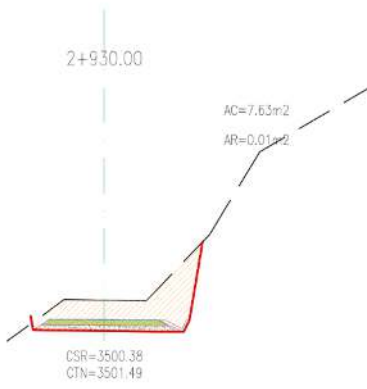


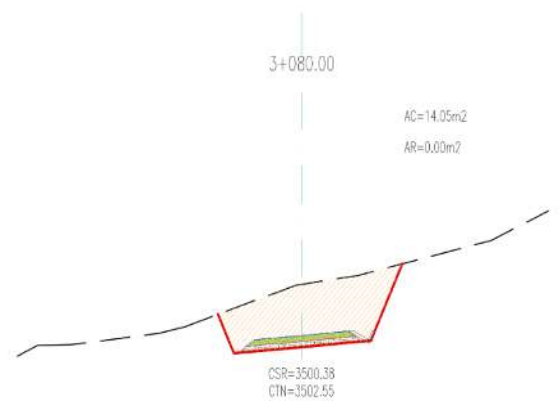
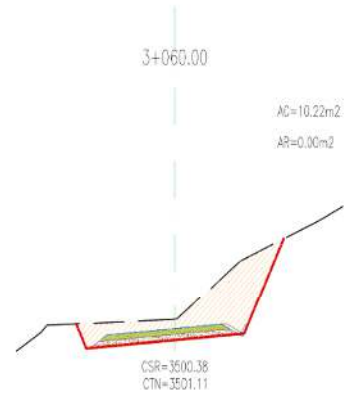
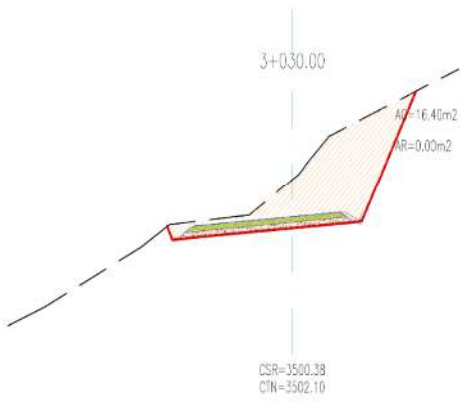
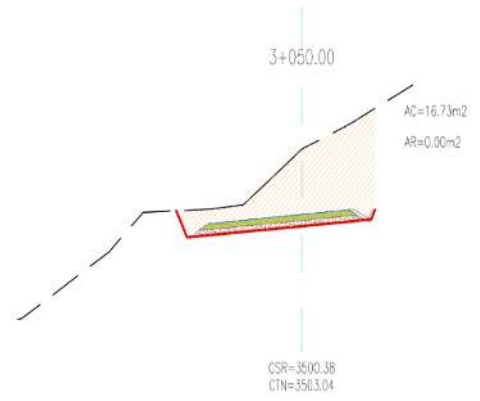
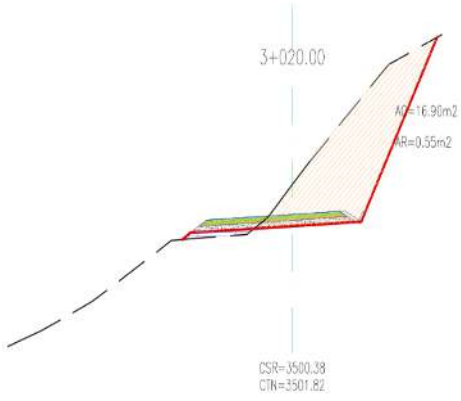


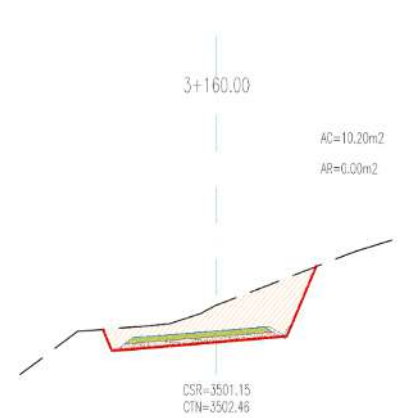
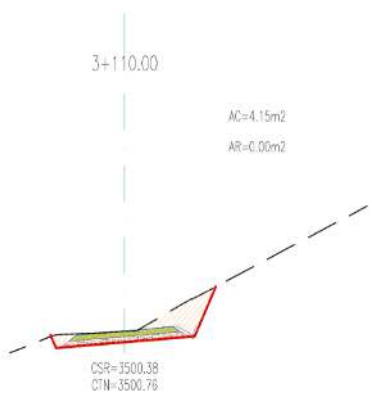
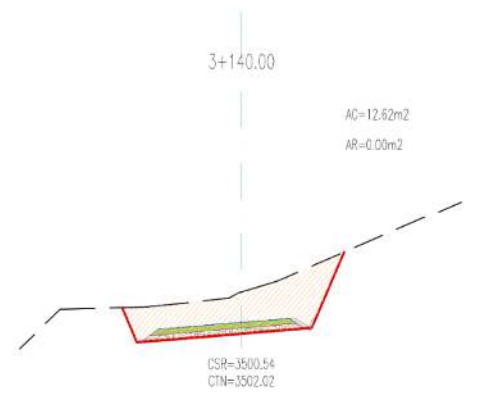
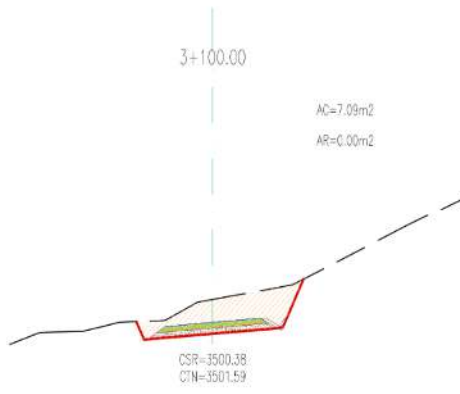
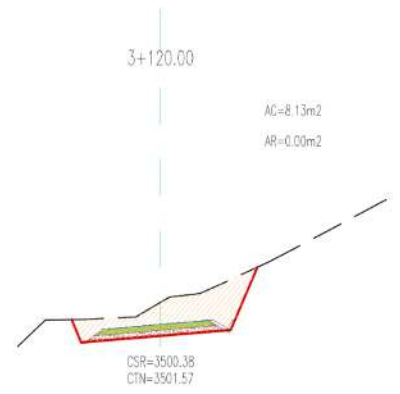
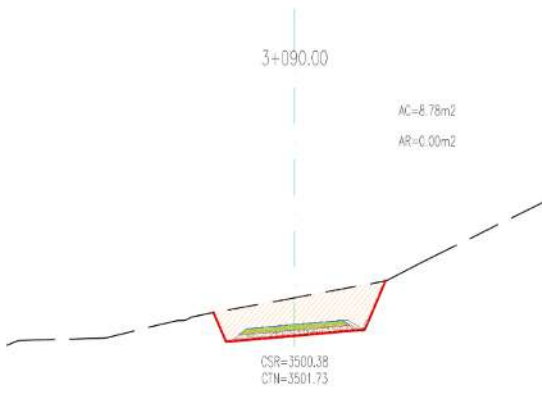


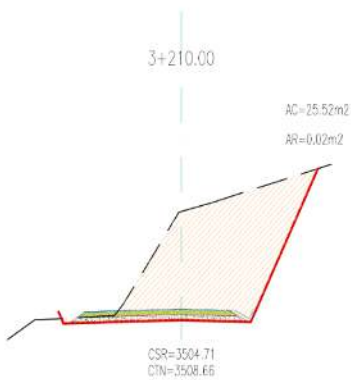
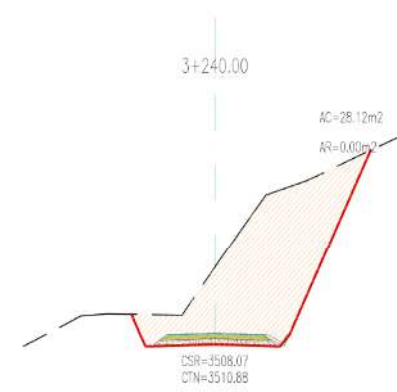
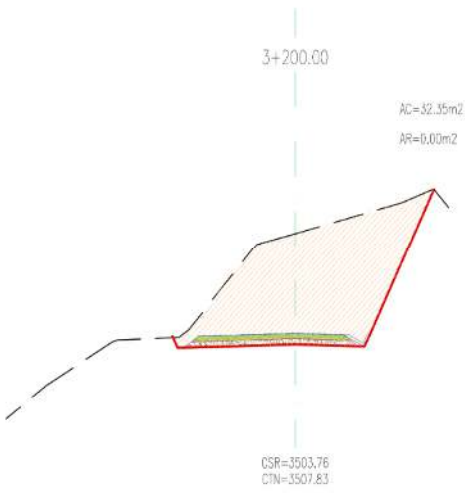
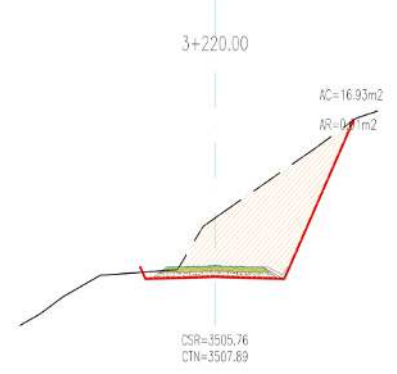
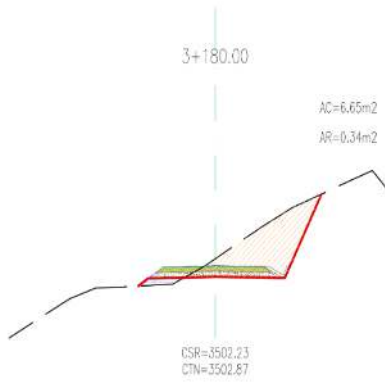


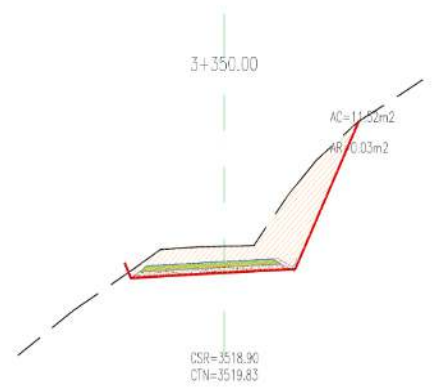
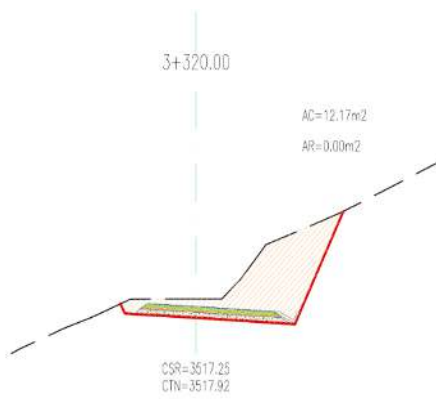
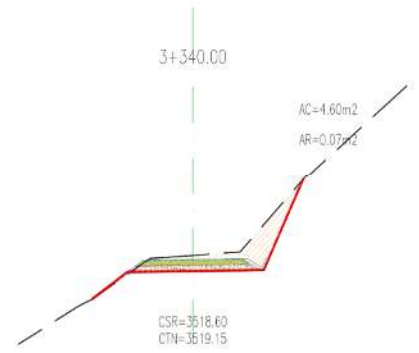
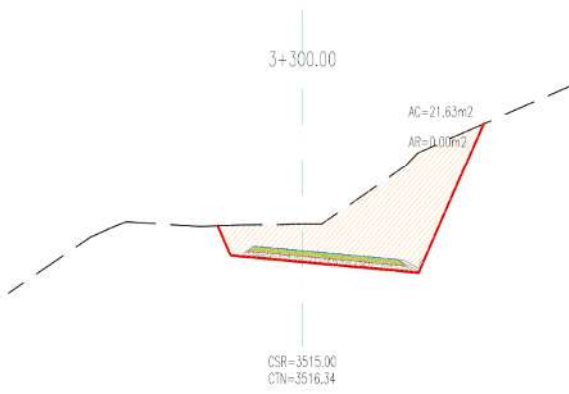
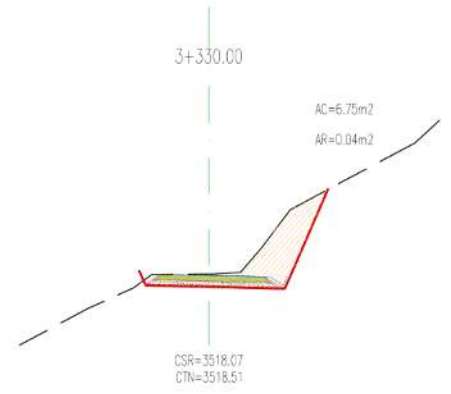
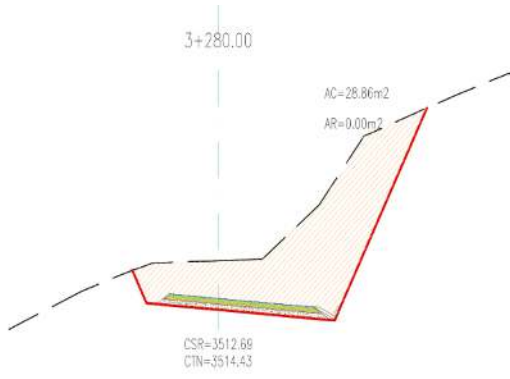


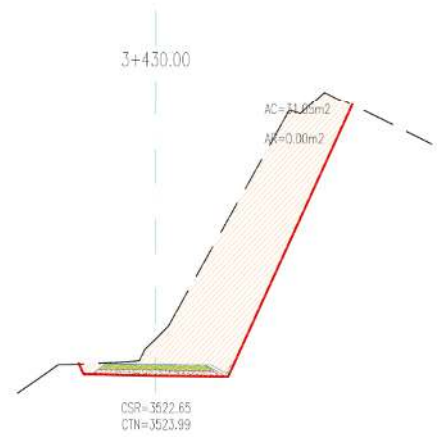
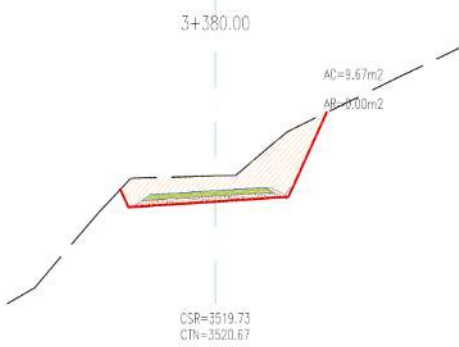
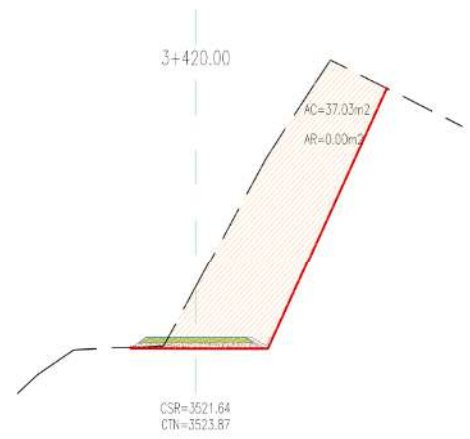
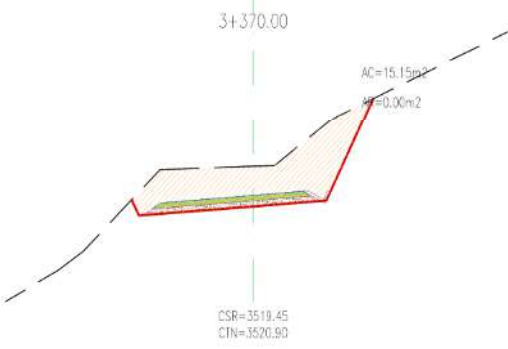
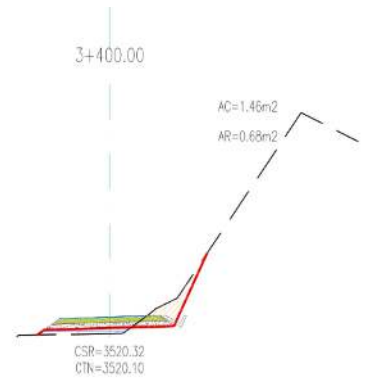
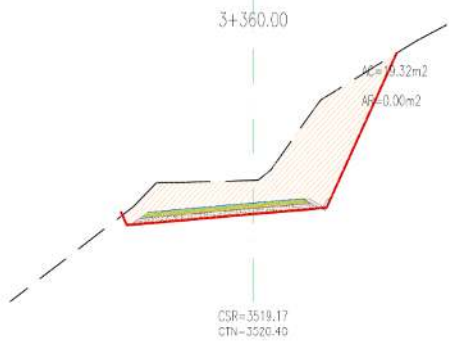


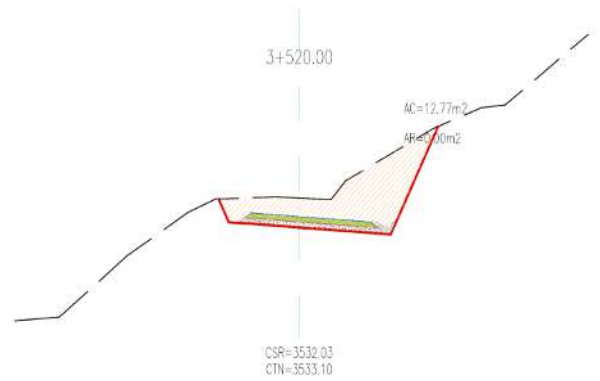
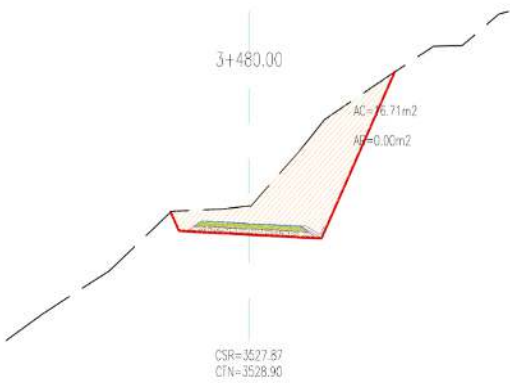
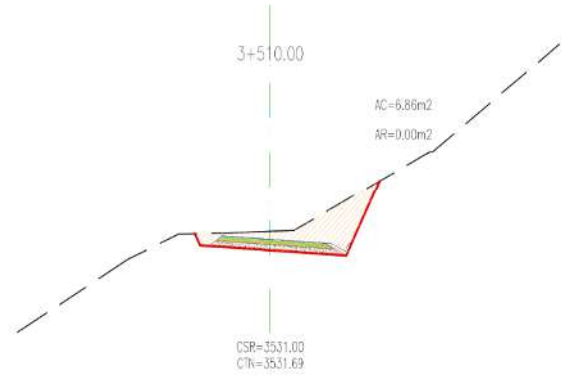
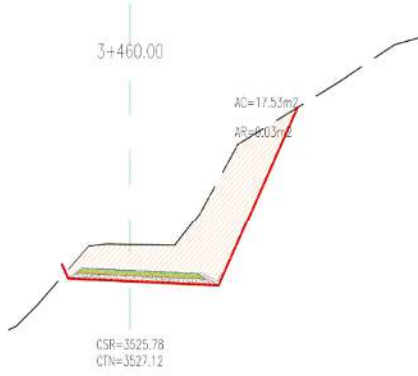
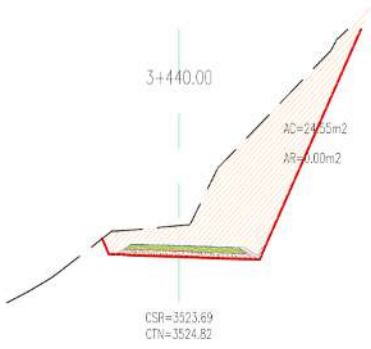


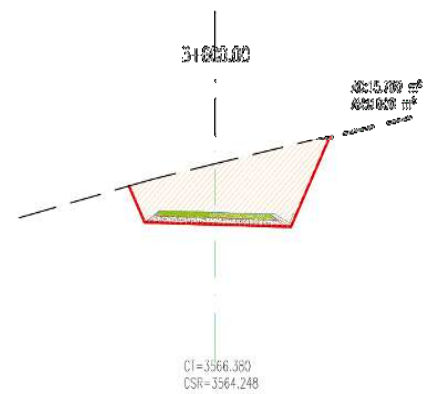
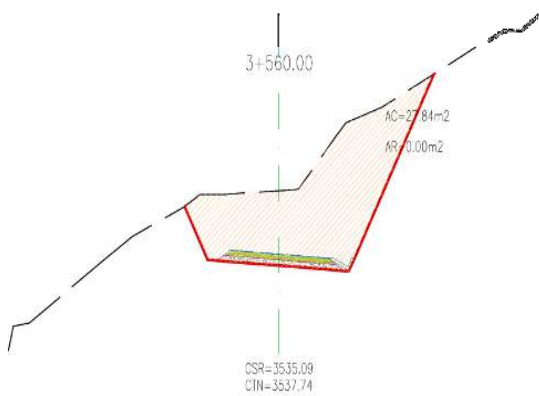
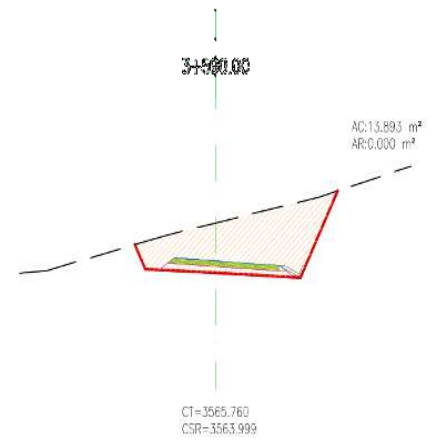
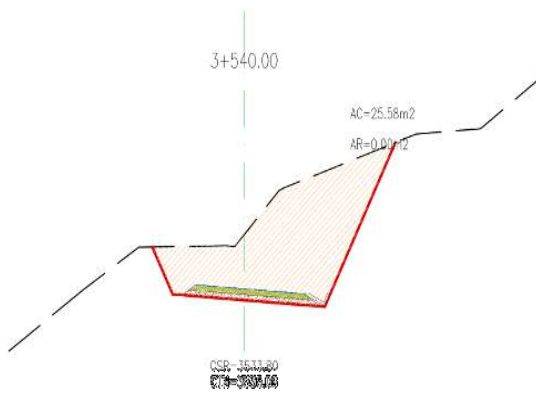
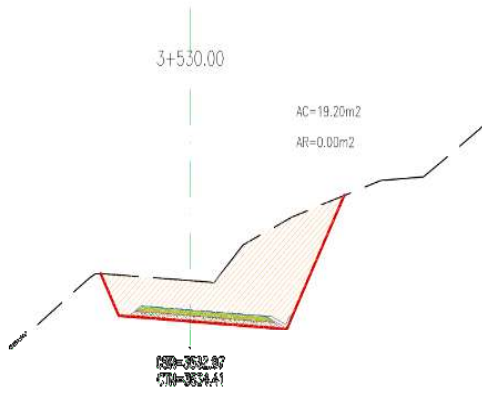


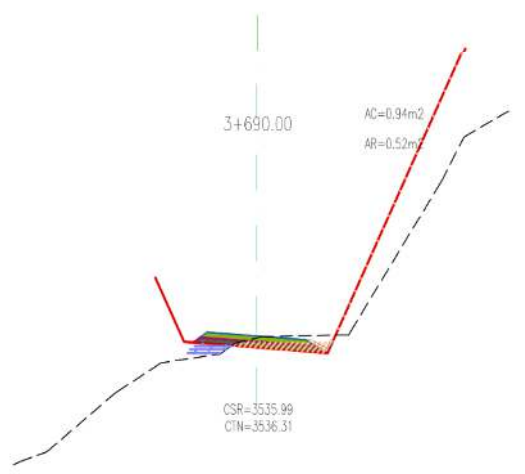
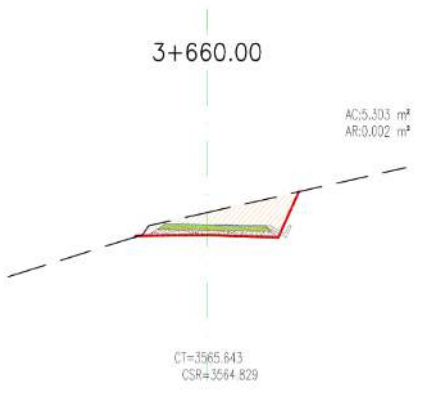
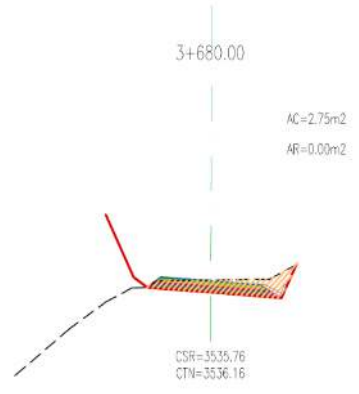
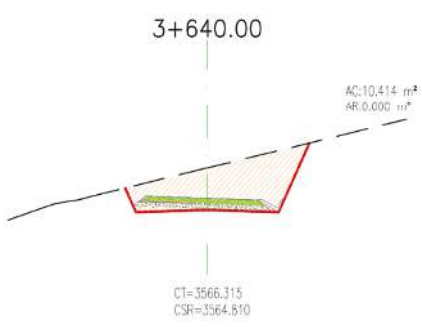
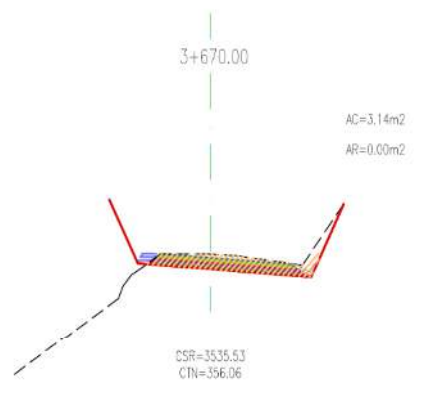


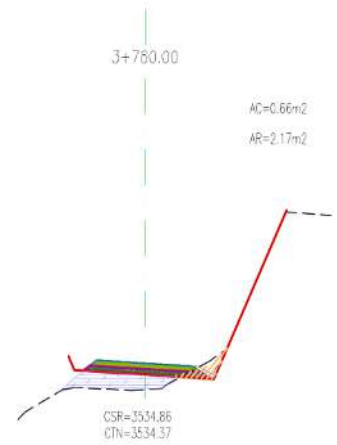
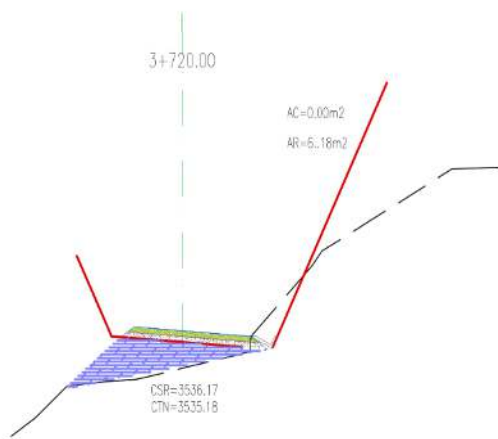
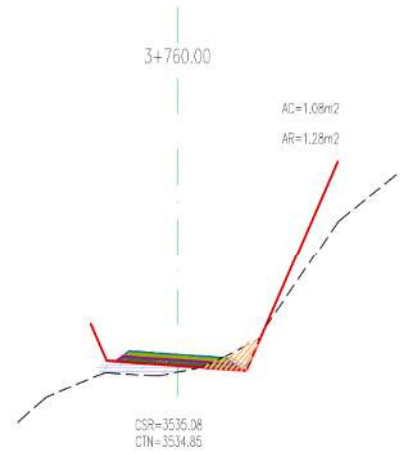
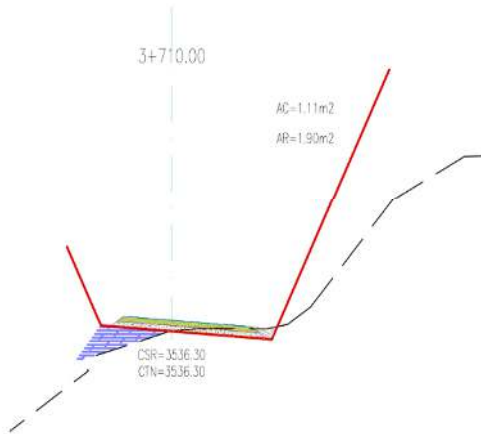
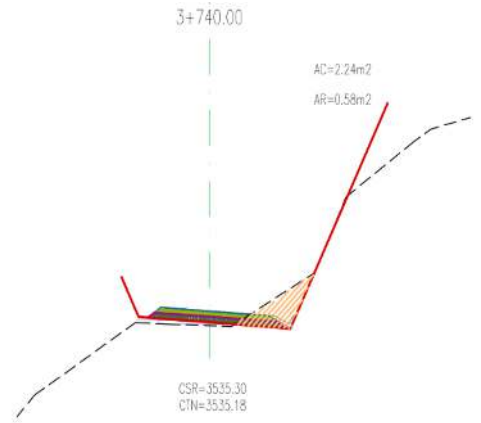
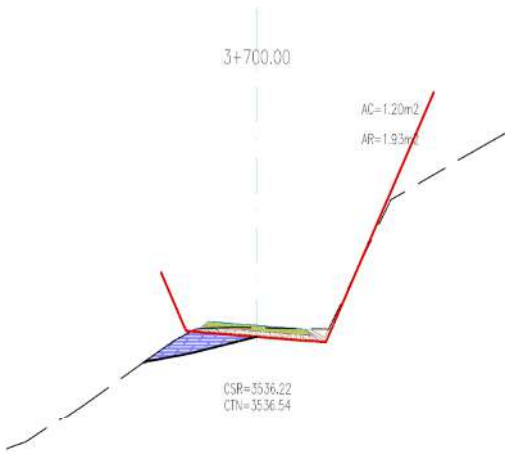


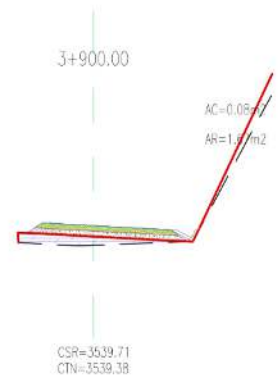
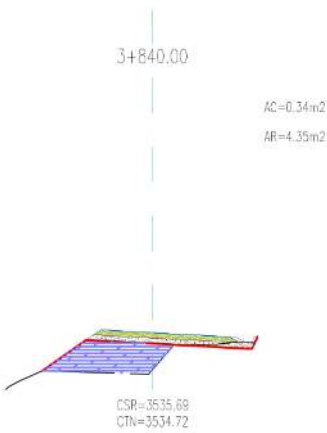
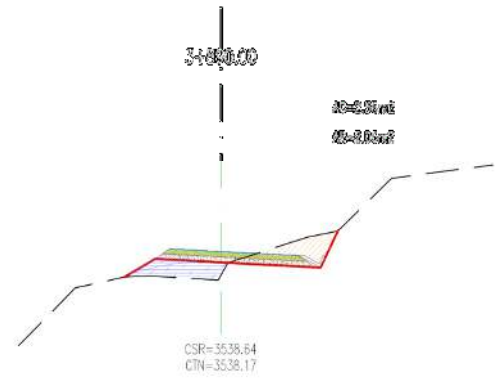
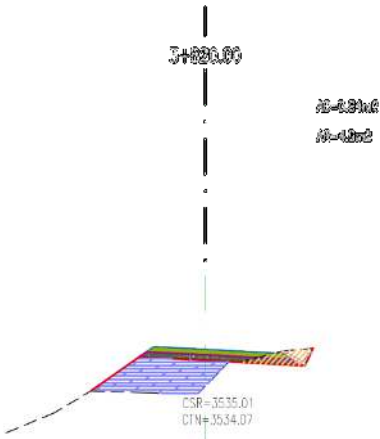
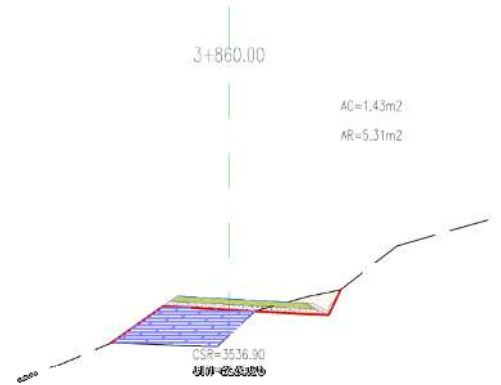
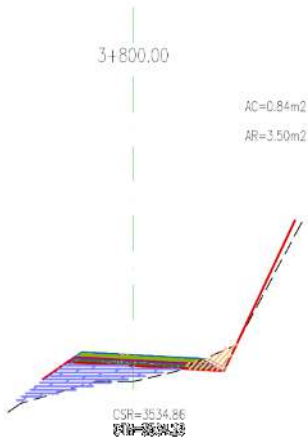


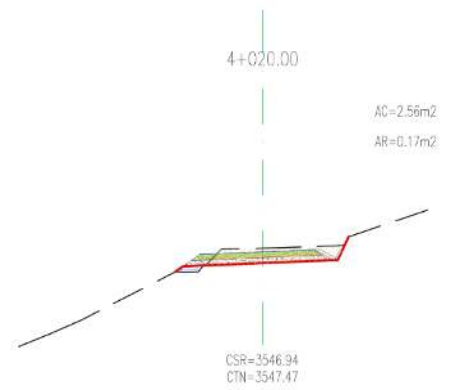
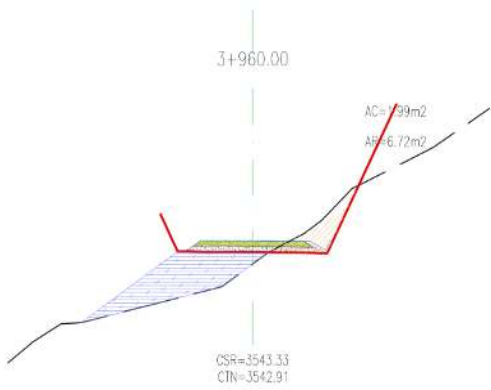
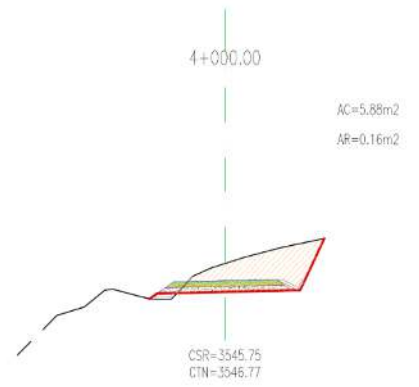
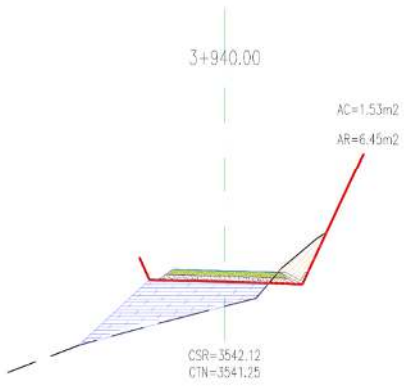
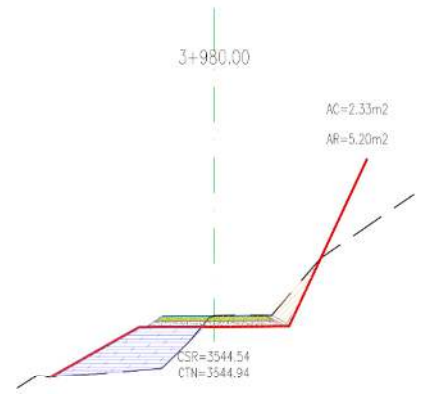
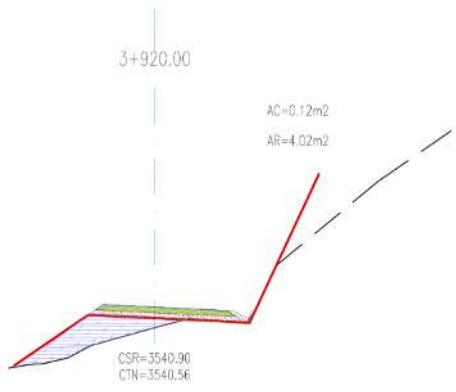


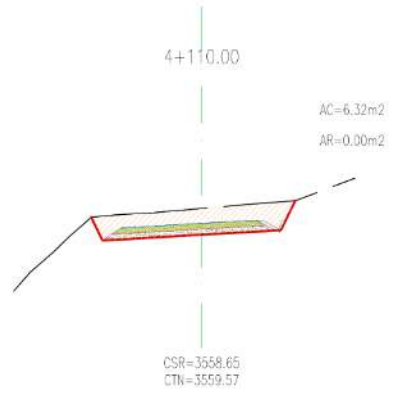
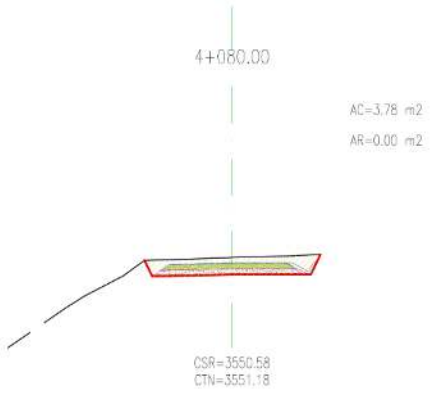
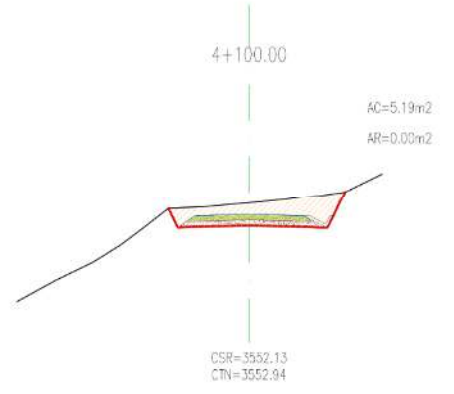
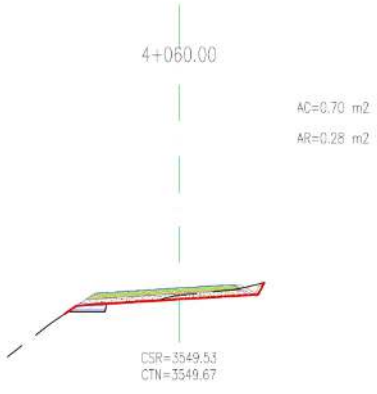
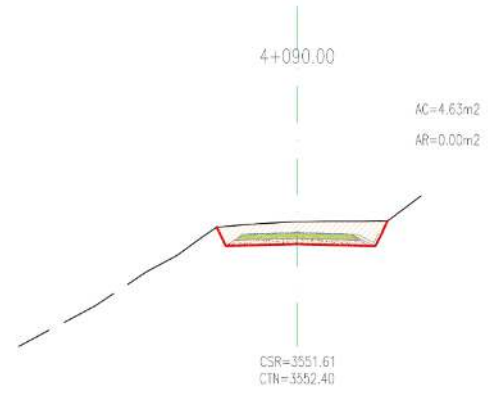
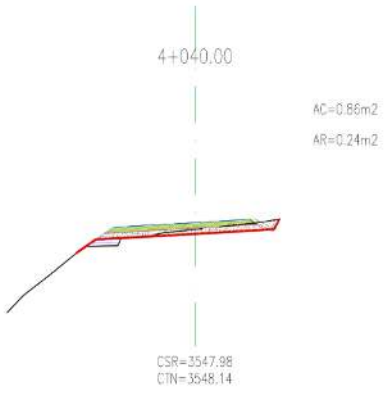


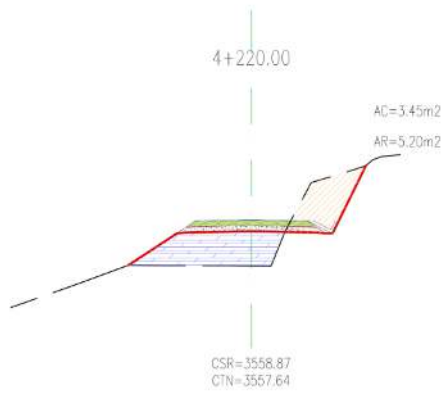
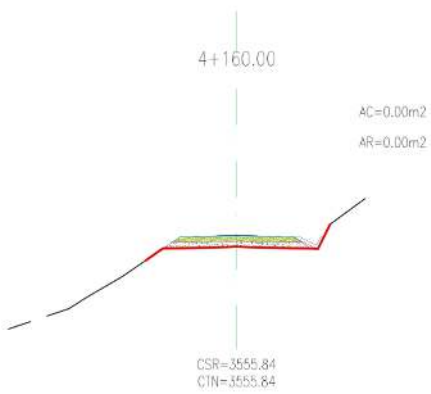
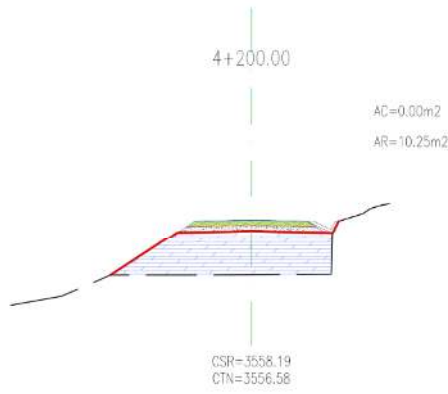
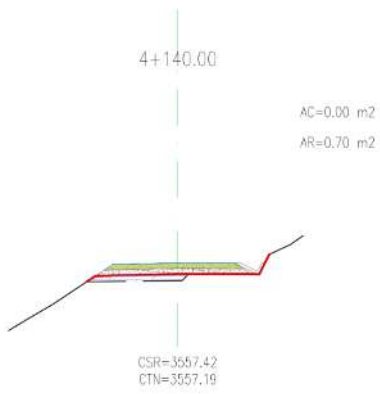
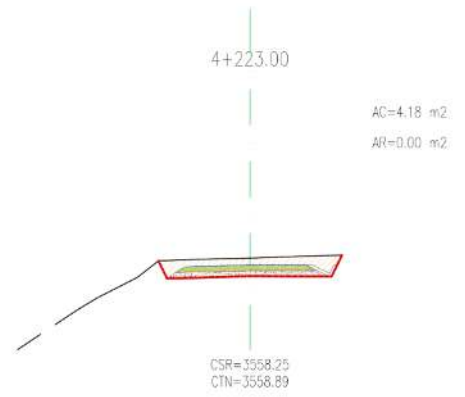
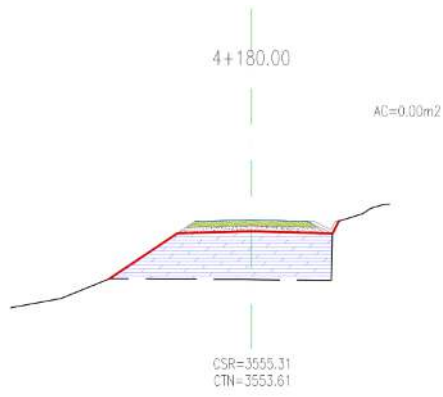
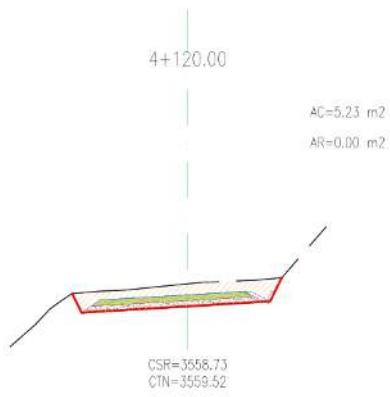












Anexo 05

Parámetros básicos para diseño de la carretera

Tabla 25 Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad directriz km/h	f _{máx}
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: MDCNPBVT – 2008, p. 44

Tabla 26 Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m)

Velocidad directriz (Km/h)	Valor del peralte						Transición de bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12

Fuente: MDCNPBVT – 2008, p. 46

Tabla 27 Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros)

Tráfico IMDA	<15	16 a 50		51 a 100		101 a 200	
Velocidad directriz (Km/h)	*		**		**		**
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

* Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento

** Carreteras con predominio de tráfico pesado

Fuente: MDCNPBVT – 2008, p. 60

Tabla 28 Pendientes máximas

OROGRAFIA TIPO	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
VELOCIDAD DE DISEÑO				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: MDCNPBVT – 2008, p. 57

Anexo 06

Estudio de tráfico vehicular

ESTACIONES DE CONTROL

La programación de estaciones de control vehicular, contempló 02 estaciones de control vehicular “E-01 Ricardo Palma” y “E-02 Vista Alegre”, se efectuó de acuerdo a la visita a campo y el inventario vial, las cuales se indican en el cuadro siguiente:

Ubicación De Las Estaciones De Control

CÓDIGO	ESTACIÓN	ESTUDIO	UBICACIÓN
E-01	RICARDO PALMA	CONTEO	KM. 00+000
E-02	VISTA ALEGRE	CONTEO	KM. 04+222

Fuente: Elaboración propia

La utilización del Factor de Corrección Estacional se toma de los años anteriores y corresponden a la estación de peaje más cercana a la zona de estudio; dicho factor se utiliza tanto para vehículos ligeros, como para vehículos pesados.

En el Camino Vecinal RICARDO PALMA – VISTA ALEGRE, no existe ninguna unidad de peaje, por lo que fue necesario buscar una Unidad de Peaje con más cercana al área de estudio que cuente con Información de los Factores de Corrección.

En la tabla 29, se presenta el factor de corrección estacionaria de la unidad de peaje Virú elaborado por el MTC, de cuyos factores de corrección serán utilizados para el proyecto.

Tabla 29 Factores de corrección estacionaria año 2018

MES	LIGEROS	PESADOS
ENERO	0.944645	0.965911
FEBRERO	0.927037	0.947022
MARZO	0.998822	1.001504
ABRIL	1.021412	1.074519
MAYO	1.100525	1.095366
JUNIO	1.062779	1.012392
JULIO	0.964774	1.042734
AGOSTO	1.053462	1.006210
SETIEMBRE	1.140958	6.945909
OCTUBRE	1.072133	0.999724
NOVIEMBRE	1.092897	0.998837
DECIEMBRE	0.861916	0.906233

Fuente: Provías Nacional – MTC

Anexo 07

Estudios de suelos

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

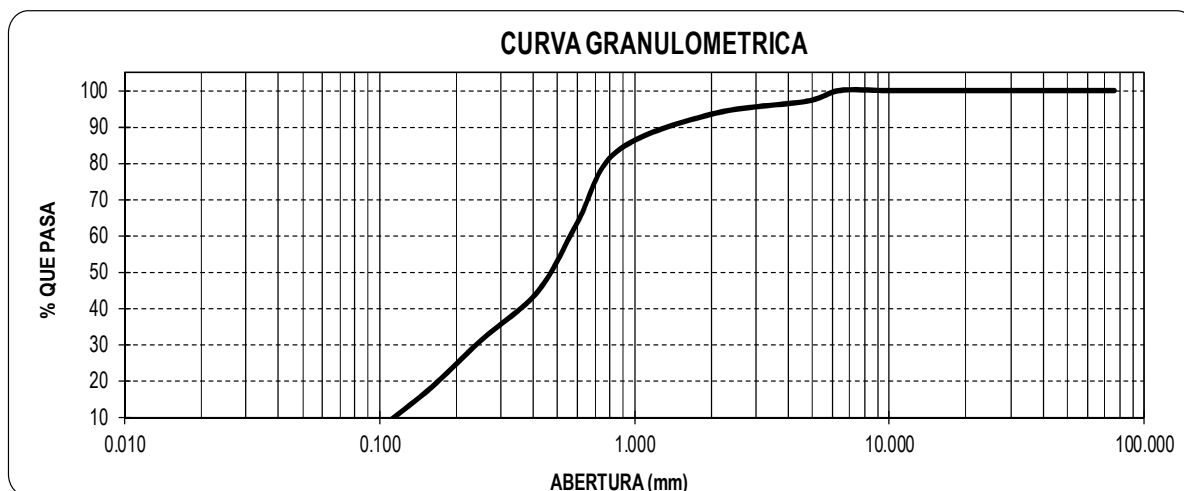
Muestra : **C-01** Km. 0+000

Peso de muestra seca : 665.66

Peso perdido por lavado : 834.34

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara (gr)	97.74
Ss + Tara (gr)	81.01
Tara	16.54
Peso Agua	16.73
Peso Suelo Seco	64.47
Humedad(%)	25.95

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.750	19.60	2.94	2.94	97.06	
10	2.000	23.90	3.59	6.53	93.47	CLASE DE SUELO ARENA POBREMENTE GRADUADA
20	0.850	68.70	10.32	16.86	83.14	
30	0.600	128.00	19.23	36.08	63.92	
40	0.420	127.00	19.08	55.16	44.84	
60	0.250	91.00	13.67	68.83	31.17	
100	0.150	97.00	14.57	83.41	16.59	
200	0.074	110.00	16.52	99.93	0.07	DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA PROFUNDIDAD (m) : (0.00 - 1.50)
CAZOLETA						



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO VAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENIVELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : C-02 Km. 1+000

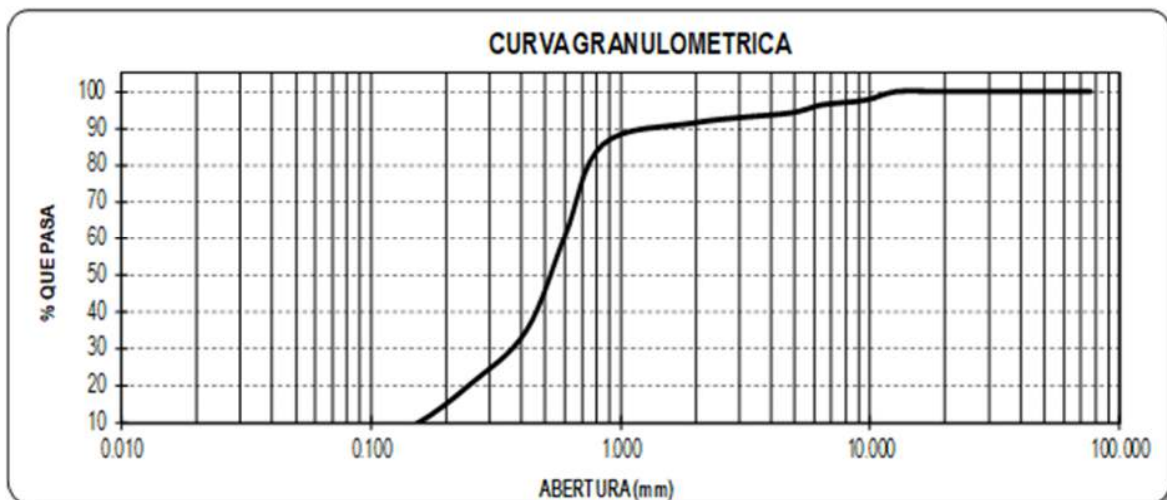
Peso de muestra seca : 1140.77

Peso perdido por lavado : 359.23

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara (gr)	86.65
Ss + Tara (gr)	79.62
Tara	14.81
Peso Agua	7.03
Peso Suelo Seco	64.81
Humedad(%)	10.85

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.0	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.0	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.0	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.0	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.0	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	26.90	2.36	2.36	97.6	
1/4"	6.350	14.80	1.30	3.66	96.3	
No.4	4.750	25.00	2.19	5.85	94.2	
10	2.000	29.80	2.61	8.46	91.5	
20	0.850	67.00	5.87	14.33	85.7	
30	0.600	284.00	24.90	39.23	60.8	
40	0.420	294.00	25.77	65.00	35.0	
60	0.250	165.00	14.46	79.46	20.5	
100	0.150	125.00	10.96	90.42	9.6	
200	0.074	109.00	9.55	99.98	0.0	DESCRIPCION DE LA CALICATA
CAZOLETA						

PROFUNDIDAD (m) : (0.00 - 1.50)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENIVELA VELASQUEZ

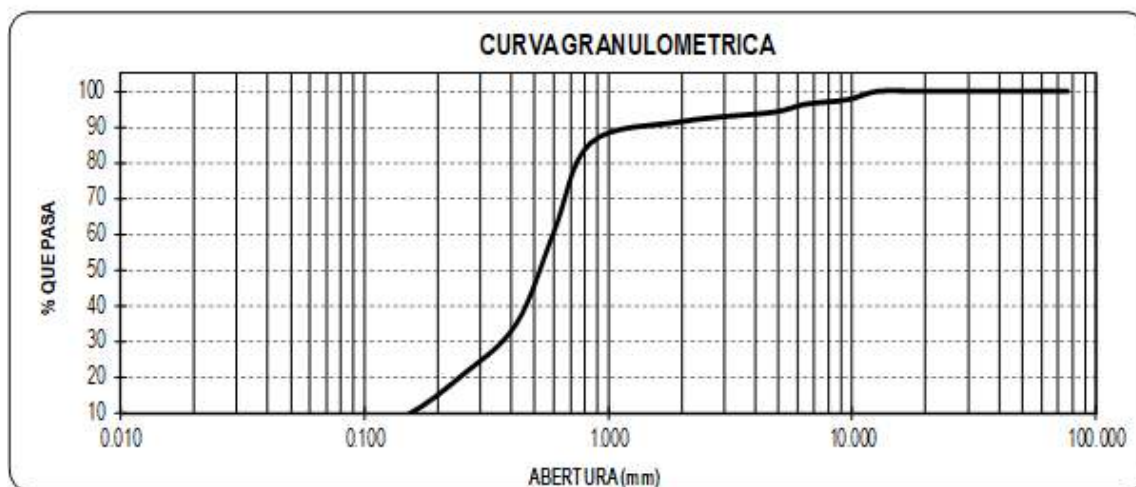
DATOS DEL ENSAYO

Muestra : C-02 Km. 1+000
 Peso de muestra seca : 1140.77
 Peso perdido por lavado : 359.23

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara (gr)	86.65
Ss + Tara (gr)	79.62
Tara	14.81
Peso Agua	7.03
Peso Suelo Seco	64.81
Humedad(%)	10.85

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.0	L Líquido : NP L Plástico : NP Ind. Plástico : NP Clas. AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.0	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.0	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.0	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.0	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA POBREMENTE GRADADA
3/8"	9.525	26.90	2.36	2.36	97.6	
1/4"	6.350	14.80	1.30	3.66	96.3	
No.4	4.750	25.00	2.19	5.85	94.2	
10	2.000	29.80	2.61	8.46	91.5	
20	0.850	67.00	5.87	14.33	85.7	
30	0.600	284.00	24.90	39.23	70.8	
40	0.420	294.00	25.77	65.00	55.0	
60	0.250	165.00	14.46	79.46	30.5	
100	0.150	125.00	10.96	90.42	19.6	
200	0.074	109.00	9.55	99.98	5.05	DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA
CAZOLETA						

PROFUNDIDAD (m) : (0.00 - 1.50)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

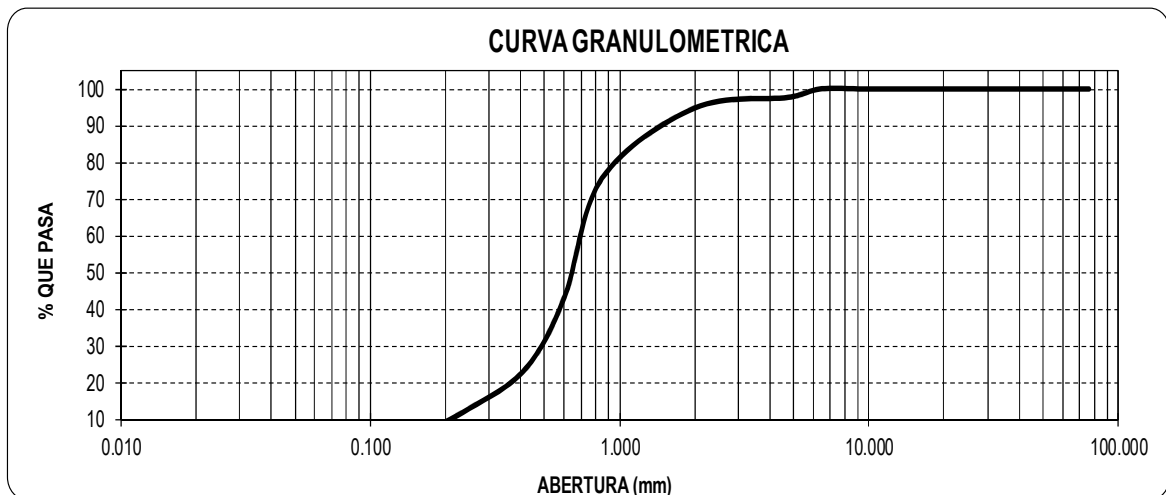
ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **C-03** Km. 02+000
 Peso de muestra seca : 689.61
 Peso perdido por lavado : 310.39

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara (gr)	: 81.19
Ss + Tara (gr)	: 66.93
Tara	: 17.60
Peso Agua	: 14.26
Peso Suelo Seco	: 49.33
Humedad(%)	: 28.91

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	DESCRIPCION DE LA MUESTRA ARENA BIEN GRADUADA
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.750	15.70	2.28	2.28	97.72	
10	2.000	20.10	2.91	5.19	94.81	
20	0.850	132.00	19.14	24.33	75.67	
30	0.600	224.00	32.48	56.81	43.19	
40	0.420	133.00	19.29	76.10	23.90	
60	0.250	74.80	10.85	86.95	13.05	
100	0.150	49.80	7.22	94.17	5.83	
200	0.074	39.90	5.79	99.96	0.04	
CAZOLETA						DESCRIPCION DE LA CALICATA
						PROFUNDIDAD (m) : (0.00 - 1.50)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

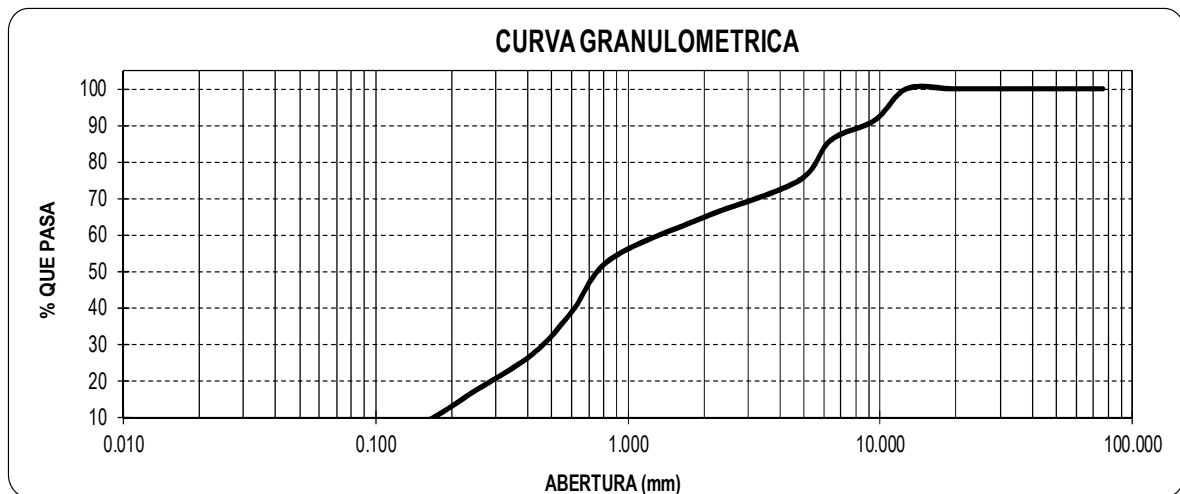
Muestra : **C-04** Km. 03+000

Peso de muestra seca : 1219.29

Peso perdido por lavado : 280.71

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara (gr)	: 86.56
Ss + Tara (gr)	: 77.76
Tara	: 17.68
Peso Agua	: 8.80
Peso Suelo Seco	: 60.08
Humedad(%)	: 14.65

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.0	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.0	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.0	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.0	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.0	
3/8"	9.525	105.00	8.61	8.61	91.4	
1/4"	6.350	67.00	5.50	14.11	85.9	
No4	4.750	135.00	11.07	25.18	74.8	
10	2.000	122.00	10.01	35.18	64.8	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA
20	0.850	141.00	11.56	46.75	53.3	
30	0.600	174.00	14.27	61.02	39.0	
40	0.420	141.00	11.56	72.58	27.4	
60	0.250	121.00	9.92	82.51	17.5	
100	0.150	115.00	9.43	91.94	8.1	
200	0.074	98.00	8.04	99.98	0.0	DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA
CAZOLETA						



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **C-05** Km. 03+500

Peso de muestra seca : 287.93

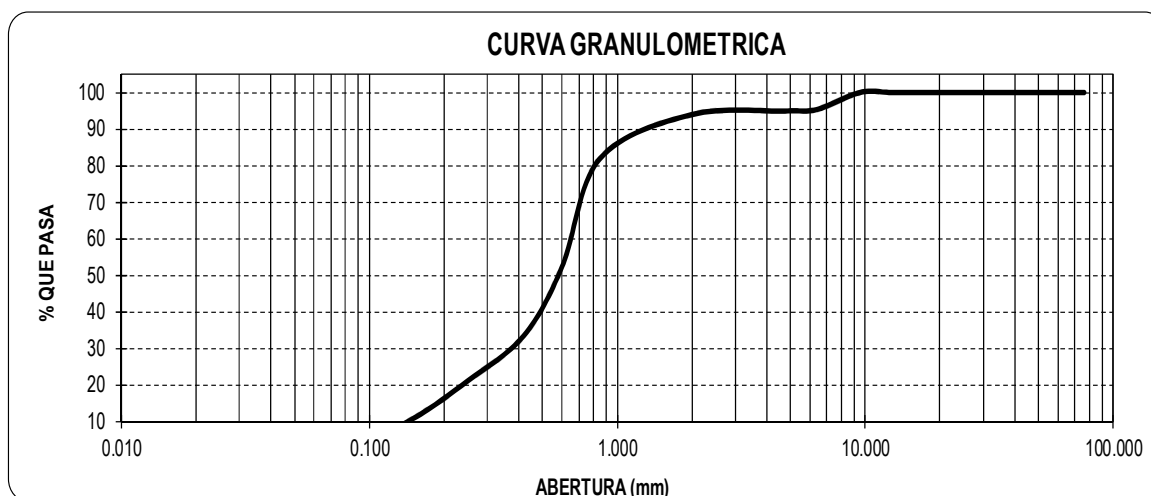
Peso perdido por lavado : 212.07

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara (gr)	: 64.47
Ss + Tara (gr)	: 54.69
Tara	: 15.59
Peso Agua	: 9.78
Peso Suelo Seco	: 39.10
Humedad(%)	: 25.01

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.0	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.0	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.0	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.0	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.0	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.0	
1/4"	6.350	13.60	4.72	4.72	95.3	
No4	4.750	1.00	0.35	5.07	94.9	
10	2.000	2.80	0.97	6.04	94.0	
20	0.850	34.80	12.09	18.13	81.9	
30	0.600	84.70	29.42	47.55	52.5	
40	0.420	54.60	18.96	66.51	33.5	
60	0.250	35.40	12.29	78.80	21.2	
100	0.150	30.00	10.42	89.22	10.8	
200	0.074	30.50	10.59	99.82	0.2	DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA
CAZOLETA						

ARENA POBREMENTE GRADUADA

PROFUNDIDAD (m) : (0.00 - 1.50)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

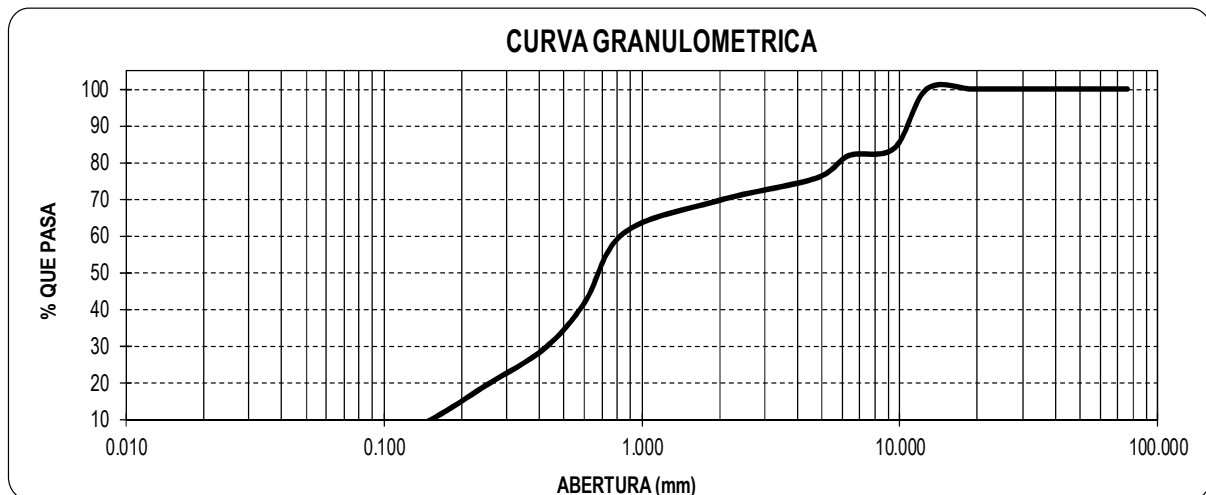
ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **C-06** Km. 04+000
 Peso de muestra seca : 714.01
 Peso perdido por lavado : 785.99

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara (gr)	: 90.74
Ss + Tara (gr)	: 77.68
Tara	: 16.80
Peso Agua	: 13.06
Peso Suelo Seco	: 60.88
Humedad(%)	: 21.45

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 30.45 L. Plástico : 29.11 Ind. Plástico : 1.34 Clas. AASHTO : A-b (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	DESCRIPCION DE LA MUESTRA ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	115.00	16.11	16.11	83.89		
1/4"	6.350	14.30	2.00	18.11	81.89		
No4	4.750	43.80	6.13	24.24	75.76		
10	2.000	43.20	6.05	30.29	69.71		
20	0.850	63.70	8.92	39.22	60.78		
30	0.600	135.00	18.91	58.12	41.88		
40	0.420	89.00	12.46	70.59	29.41		
60	0.250	71.10	9.96	80.55	19.45	DESCRIPCION DE LA CALICATA	
100	0.150	69.00	9.66	90.21	9.79		
200	0.074	69.50	9.73	99.94	0.06		
CAZOLETA						PROFUNDIDAD (m) : (0.00 - 1.50)	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO A
ASTM T 180**

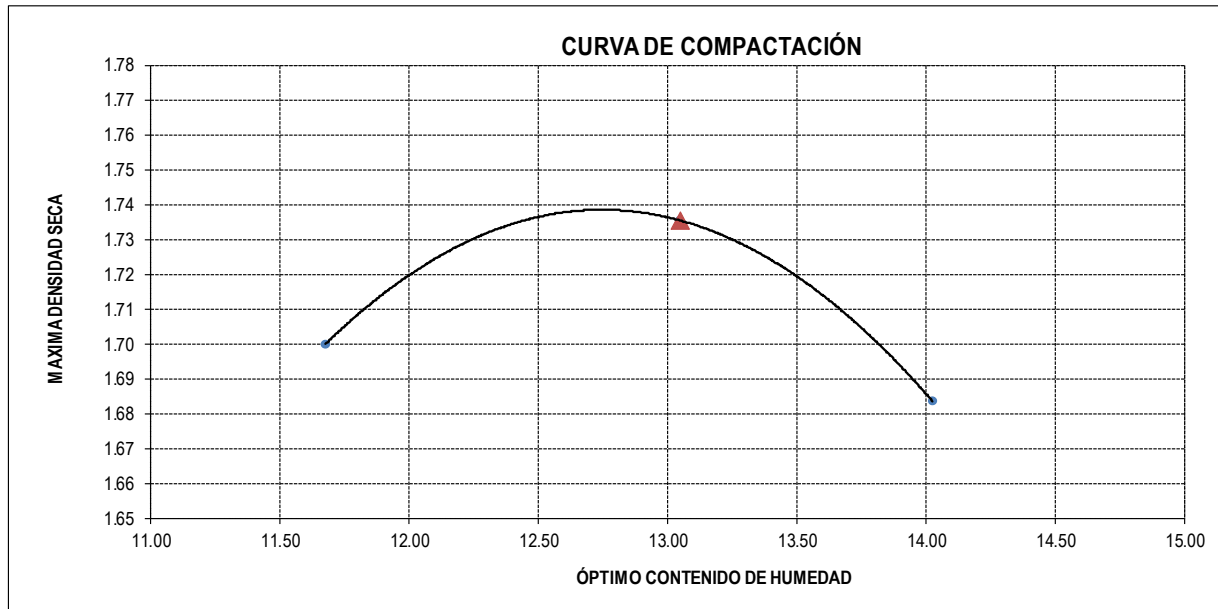
PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO
ELABORADO POR: JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : C-01 Km. 0+000

Molde	4"
Peso del Molde gr.	4180
Volumen del Molde cm ³ .	948
Nº de Capas	3
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	5980.00	6040.00	6000.00			
Peso de Molde (gr.)	4180.00	4180.00	4180.00			
Peso del suelo Húmedo compactado (gr.)	1800.00	1860.00	1820.00			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.899	1.962	1.920			
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	61.20	59.70	72.48			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	56.30	54.80	65.73			
Peso de Agua (gr)	4.90	4.90	6.75			
Peso de Cápsula (gr.)	14.34	17.25	17.60			
Peso de Suelo Seco (gr.)	41.96	37.55	48.13			
% de Humedad	11.68	13.05	14.02			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.70	1.74	1.68			



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.736
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.05

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO A
ASTM T 180**

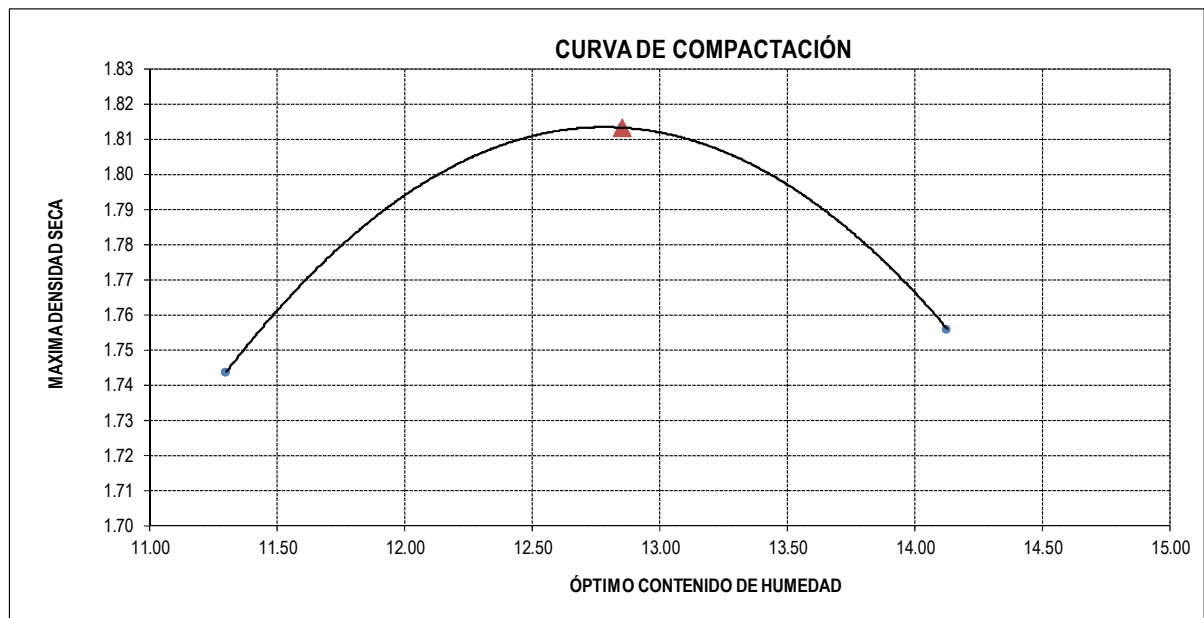
PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO
ELABORADO POR: JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **C-03** Km. 2+000

Molde	4"
Peso del Molde gr.	4180
Volumen del Molde cm ³ .	948
Nº de Capas	3
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6020.00	6120.00	6080.00			
Peso de Molde (gr.)	4180.00	4180.00	4180.00			
Peso del suelo Húmedo compactado (gr.)	1840.00	1940.00	1900.00			
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.941	2.046	2.004			
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.40	74.50	70.23			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	63.10	67.90	63.37			
Peso de Agua (gr)	5.30	6.60	6.86			
Peso de Cápsula (gr.)	16.20	16.55	14.81			
Peso de Suelo Seco (gr.)	46.90	51.35	48.56			
% de Humedad	11.30	12.85	14.13			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.74	1.81	1.76			



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.813
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.85

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO A
ASTM T 180**

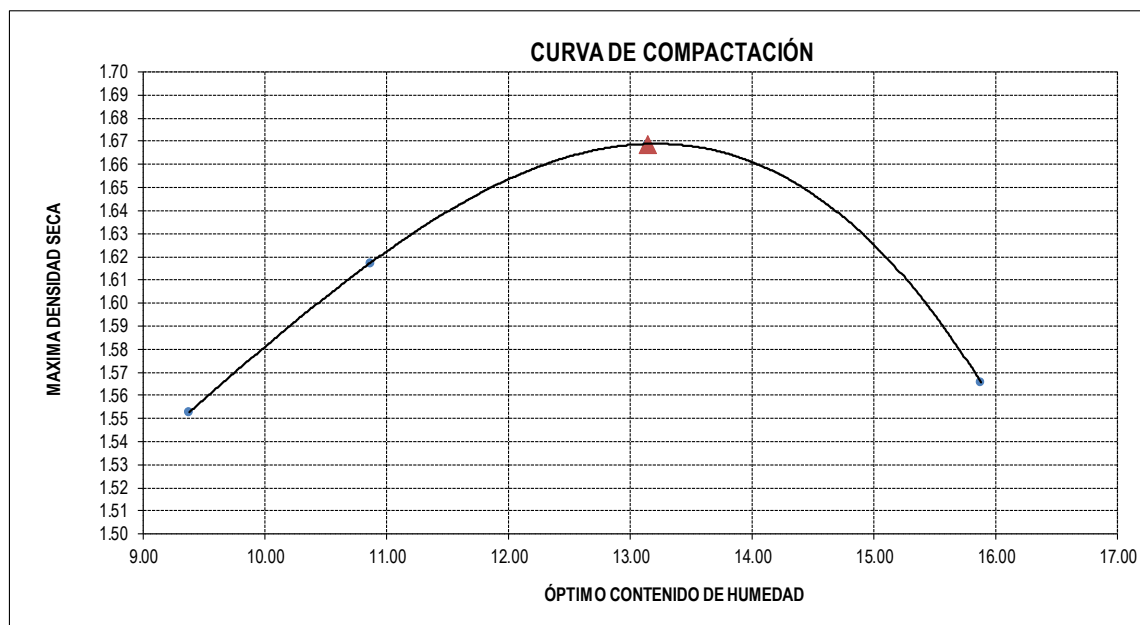
PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO
ELABORADO POR: JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **C-04** Km. 3+000

Molde	4"
Peso del Molde gr.	4180
Volumen del Molde cm ³	948
Nº de Capas	3
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	5790.00	5880.00	5970.00	5900.00		
Peso de Molde (gr.)	4180.00	4180.00	4180.00	4180.00		
Peso del suelo Húmedo compactado (gr.)	1610.00	1700.00	1790.00	1720.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.698	1.793	1.888	1.814		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	73.30	71.60	91.60	63.20		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	68.50	66.10	82.90	56.50		
Peso de Agua (gr)	4.80	5.50	8.70	6.70		
Peso de Cápsula (gr.)	17.30	15.50	16.70	14.30		
Peso de Suelo Seco (gr.)	51.20	50.60	66.20	42.20		
% de Humedad	9.37	10.87	13.14	15.88		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.55	1.62	1.67	1.57		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.669
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.14

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO A
ASTM T 180**

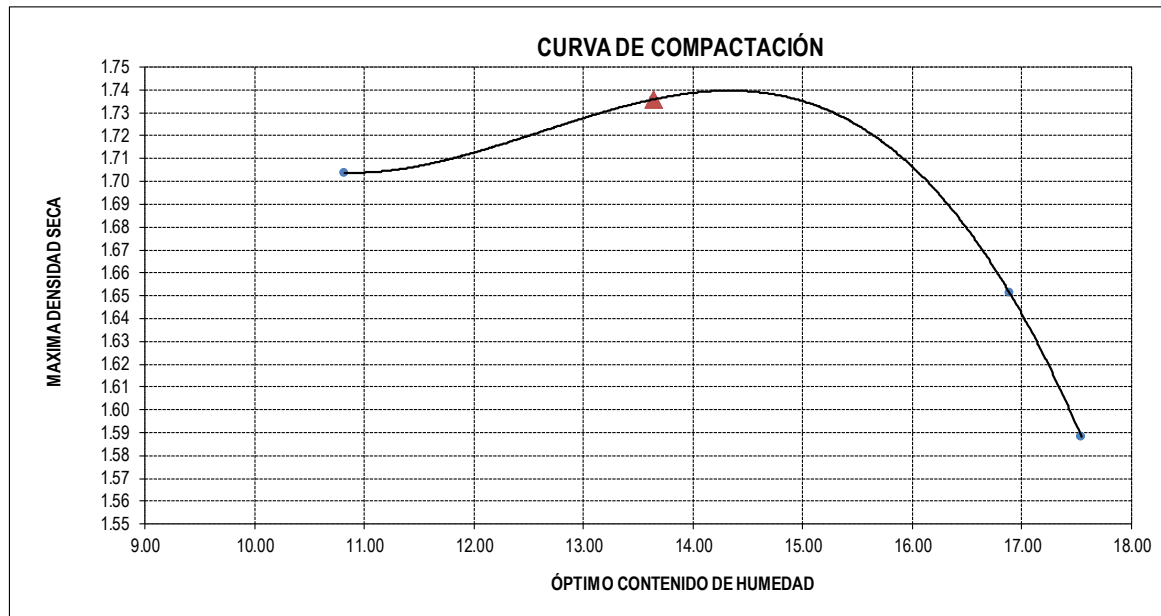
PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARDO PALMA - VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"
UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO
ELABORADO POR: JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **C-06** Km. 4+000

Molde	4"
Peso del Molde gr.	4180
Volumen del Molde cm ³ .	948
Nº de Capas	3
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	5970.00	6050.00	6010.00	5950.00		
Peso de Molde (gr.)	4180.00	4180.00	4180.00	4180.00		
Peso del suelo Húmedo compactado (gr.)	1790.00	1870.00	1830.00	1770.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.888	1.973	1.930	1.867		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	43.20	43.20	54.50	58.20		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	40.70	39.60	49.30	51.50		
Peso de Agua (gr)	2.50	3.60	5.20	6.70		
Peso de Cápsula (gr.)	17.60	13.20	18.50	13.30		
Peso de Suelo Seco (gr.)	23.10	26.40	30.80	38.20		
% de Humedad	10.82	13.64	16.88	17.54		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.70	1.74	1.65	1.59		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.736
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.64

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A.A.S.H.T.O. T 193 - A.S.T.M. D 1883 (99)

PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO VIAL PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO CASERIO RICARI VISTA ALEGRE, DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

UBICACIÓN : DISTRITO MACHE - PROVINCIA OTUZCO

ELABORADO POR : JHOSAFET ERICK RUIZ SICCHA, MARIELA MARLENI VELA VELASQUEZ

Muestra : C-06 Km. 4+000

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	NO SATURADA		NO SATURADA		NO SATURADA	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12510		12060		11810	
Peso de Molde (gr.)	8470		8340		8310	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4040		3720		3500	
Volumen de Molde (cm3)	2131		2123		2119	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.896		1.752		1.652	
CAPSULA Nº						
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	81.19		67.15		74.14	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	70.70		57.63		63.48	
Peso de Agua (gr)	10.49		9.52		10.66	
Peso de Cápsula (gr.)	14.81		16.54		16.80	
Peso de Suelo Seco (gr.)	55.89		41.09		46.68	
% de Humedad	18.77		23.17		22.84	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.596		1.423		1.345	

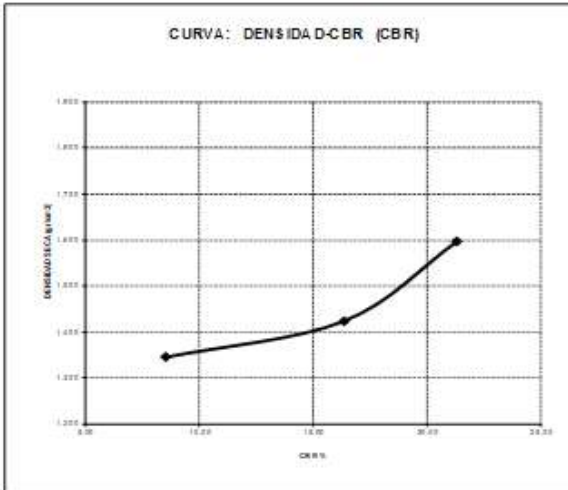
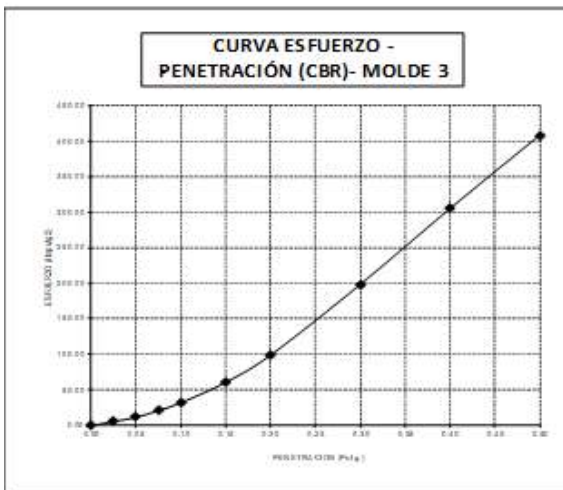
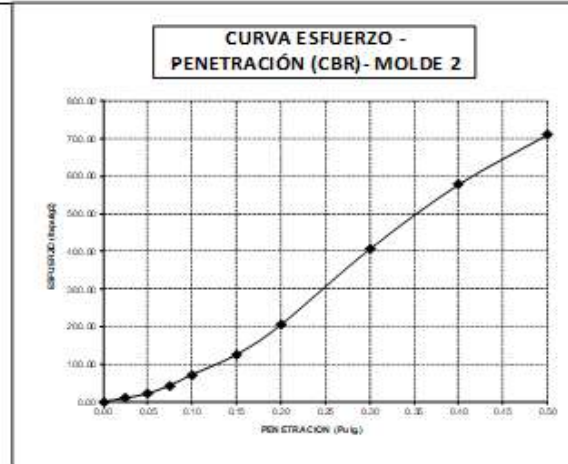
ENSAYO DE EXPANSION

NO EXPANSIVO

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg ²	DIAL (Kg)	lbs.	lbs/pulg ²	DIAL	lbs.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	30.00	66.2	22.1	13.00	28.7	9.6	8.00	17.6
0.050	89.00	196.2	65.4	30.00	66.2	22.1	16.00	35.3
0.075	156.00	344.0	114.7	59.00	130.1	43.4	29.00	63.9
0.100	230.00	507.2	169.1	98.00	216.1	72.0	44.00	97.0
0.150	371.00	818.1	272.7	171.00	377.1	125.7	83.00	183.0
0.200	510.00	1124.6	374.9	279.00	615.2	205.1	135.00	297.7
0.300	741.00	1633.9	544.6	553.00	1219.4	406.5	270.00	595.4
0.400	936.00	2063.9	688.0	787.00	1735.3	578.4	415.00	915.1
0.500	1108.00	2443.1	814.4	967.00	2132.2	710.7	555.00	1223.8

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A.A.S.H.T.O. T 193 - A.S.T.M. D 1883 (99)



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	224.6	1000	22.46	1.596
2	0.1	163.3	1000	16.33	1.423
3	0.1	85.2	1000	8.52	1.345

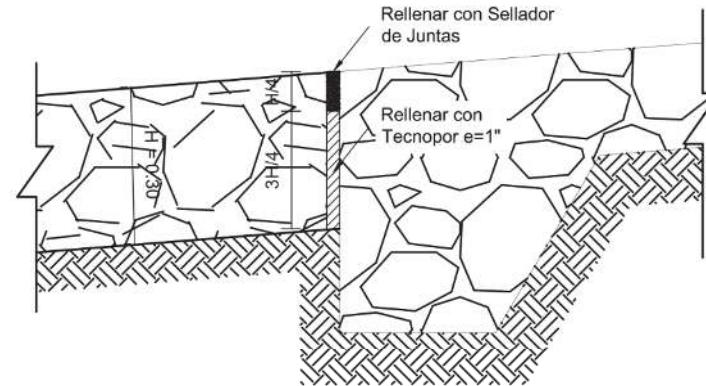
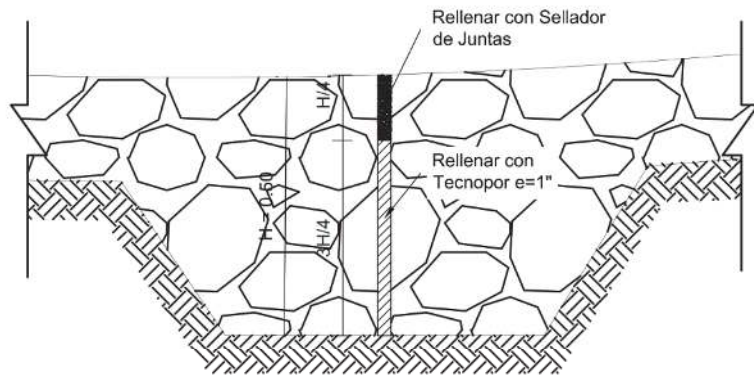
MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	644.6	1500	36.31	1.596
2	0.2	205.1	1500	13.67	1.423
3	0.2	99.2	1500	6.62	1.345

METODO DE COMPACTACION : [ASTM D1557](#)

Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.596
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1.516
ÓPTIMO Contenido de Humedad	13.50%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	22.46%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	21.34%

Anexo 08

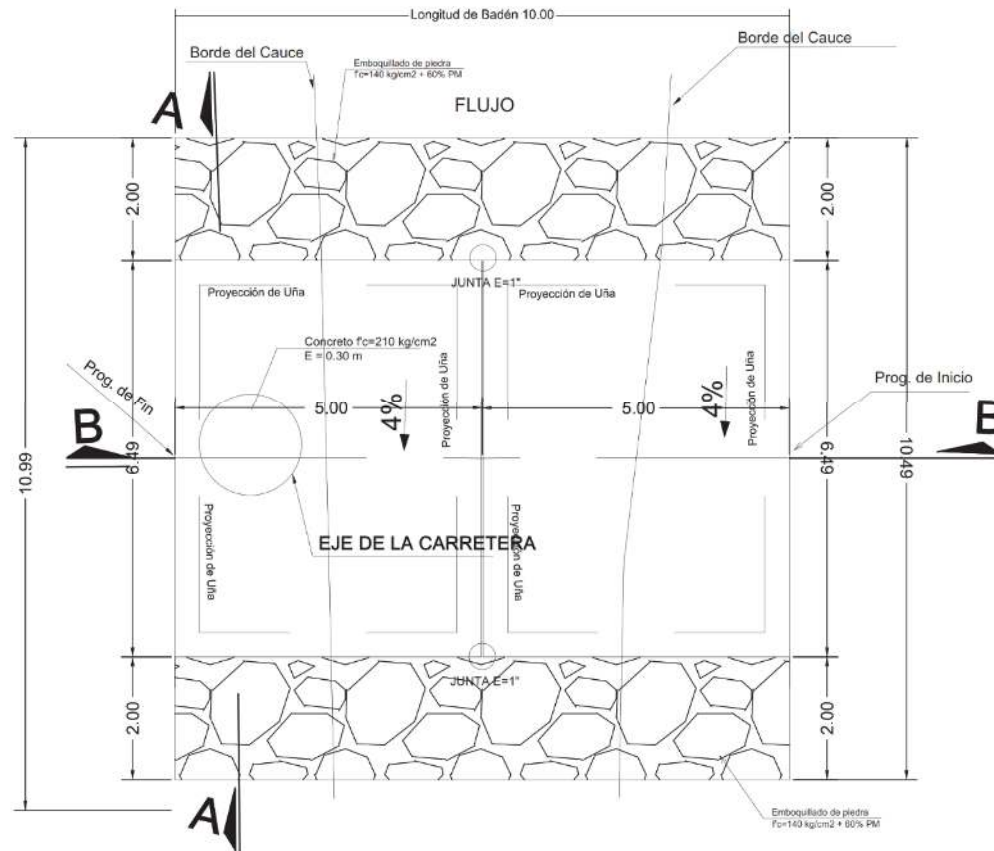
Diseño de Obras de arte



DETALLE DE JUNTA

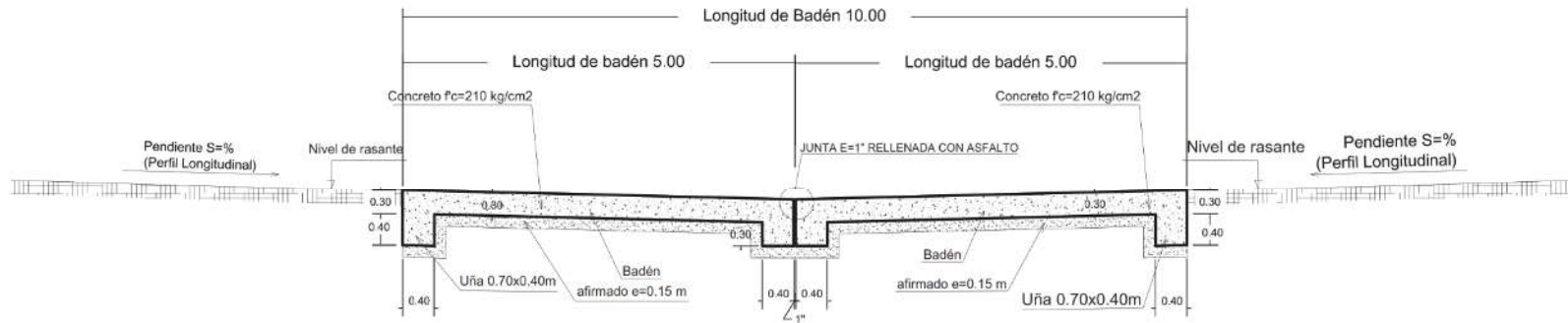
ESC:1/15

BADEN N°01 KM=2+520
L=10.00 m A=5.95 m

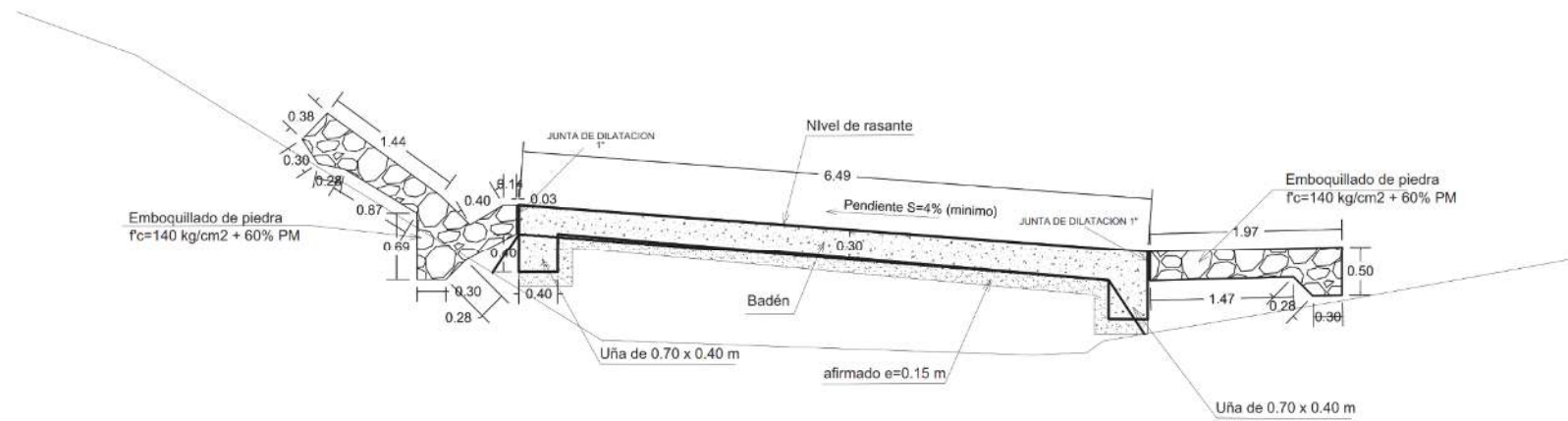


PLANTA

ESC:1/75

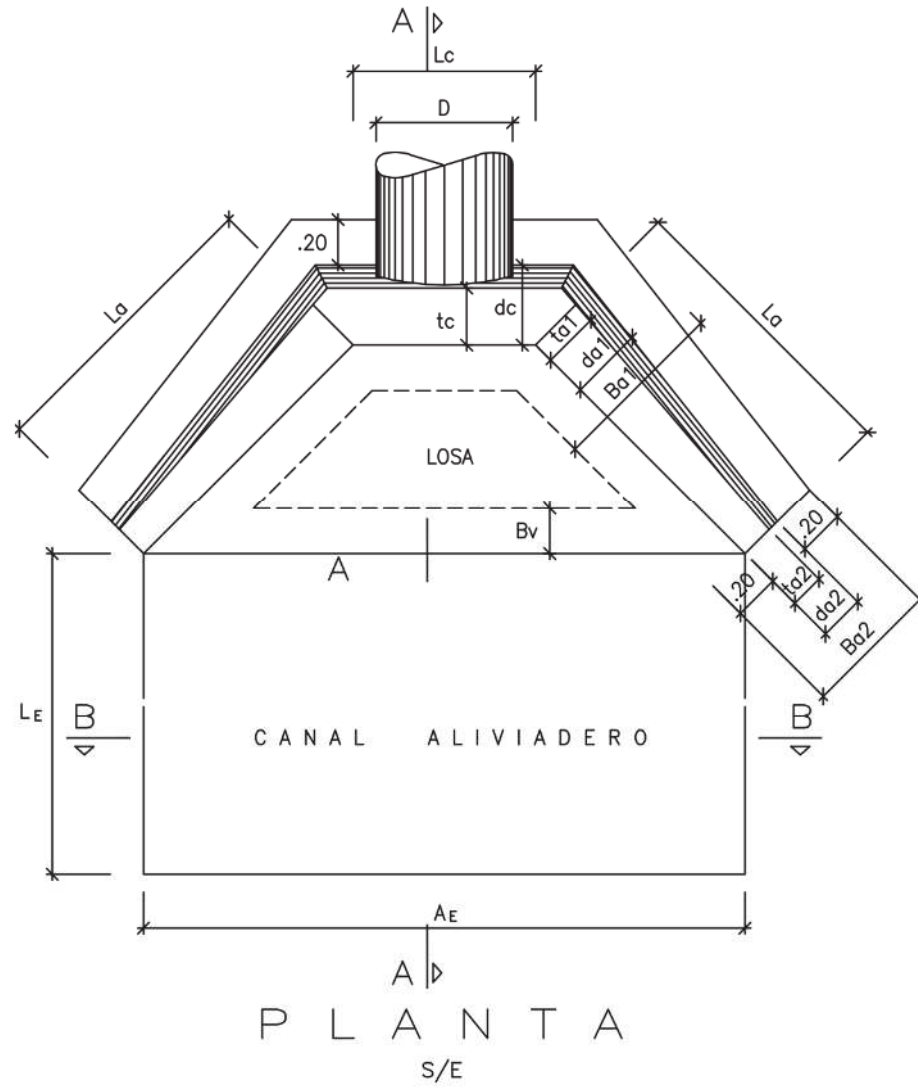


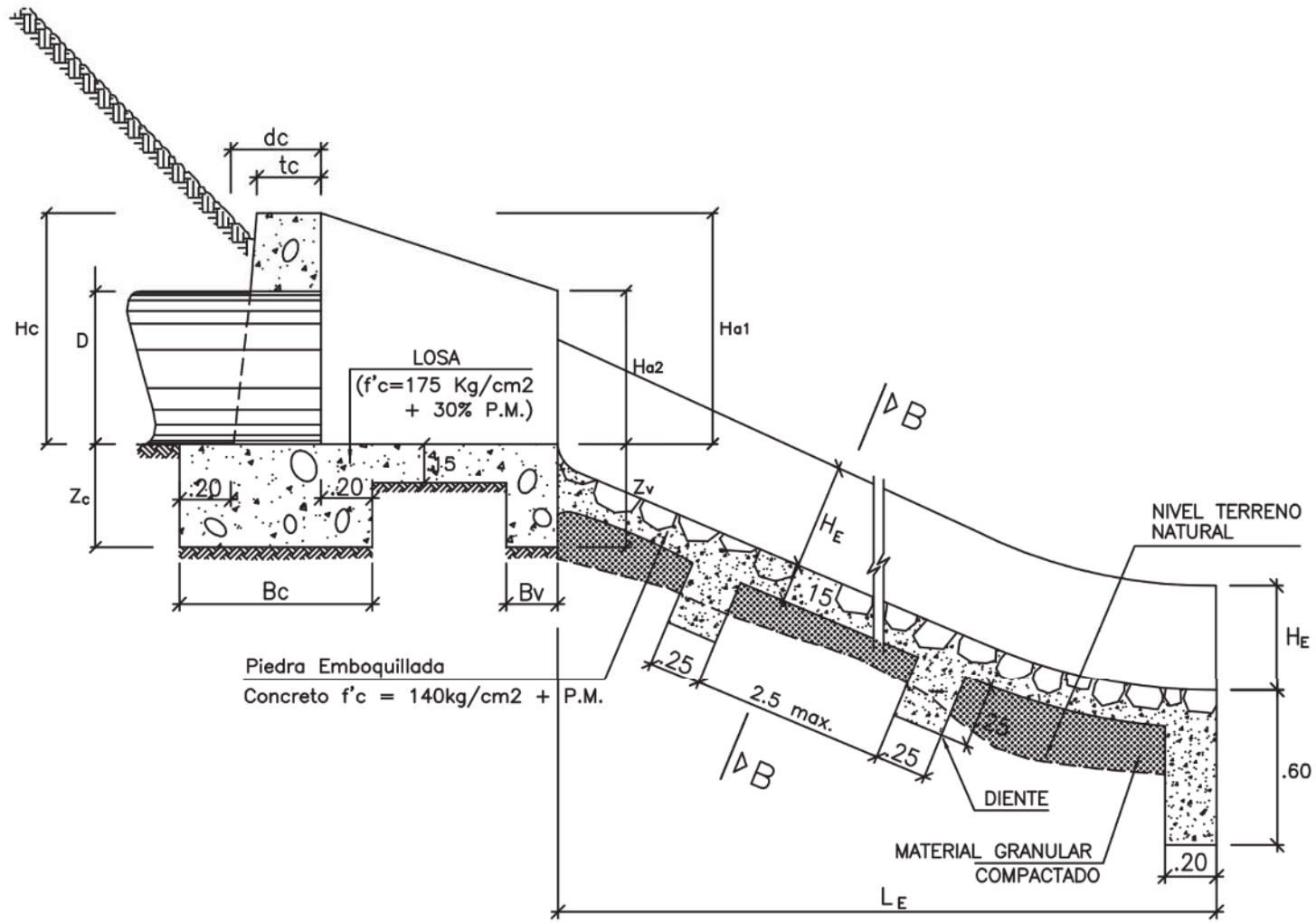
SECCION B-B
 ESC:1/50



SECCION A-A
 ESC:1/50

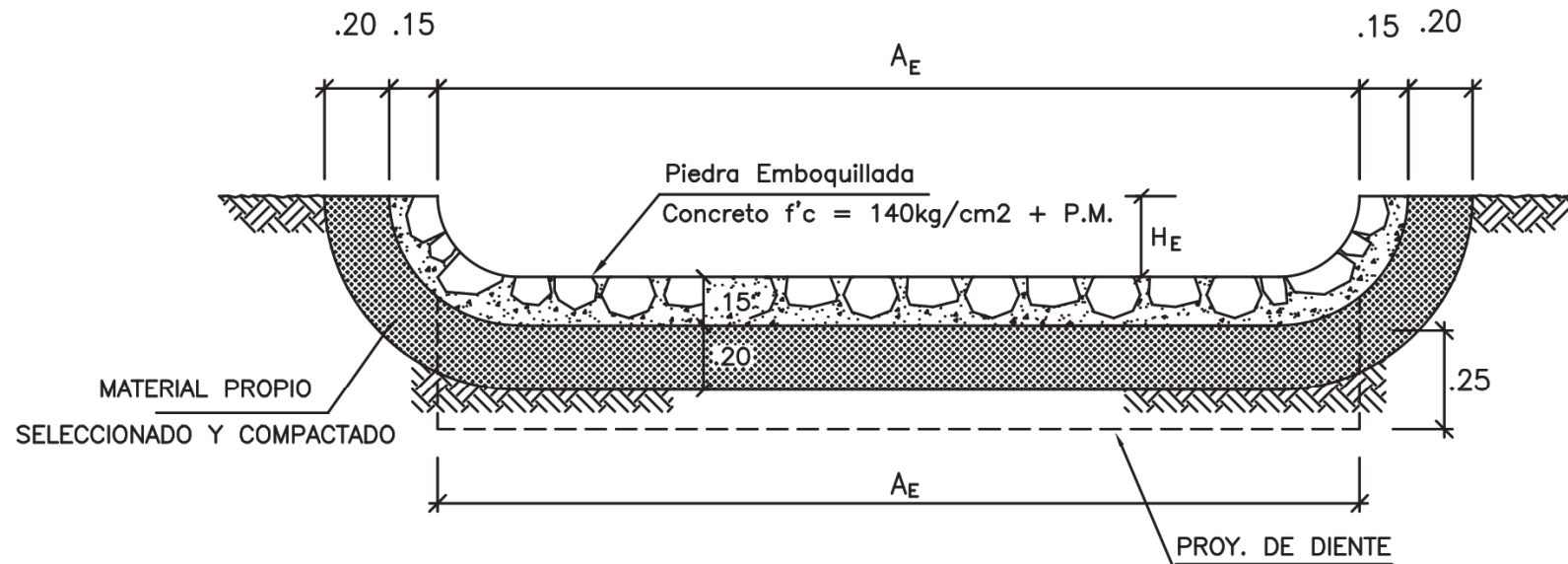
DETALLE DE ALCANTARILLAS
TMC – TUBERIA METALICA CORRUGADA





CORTE A-A

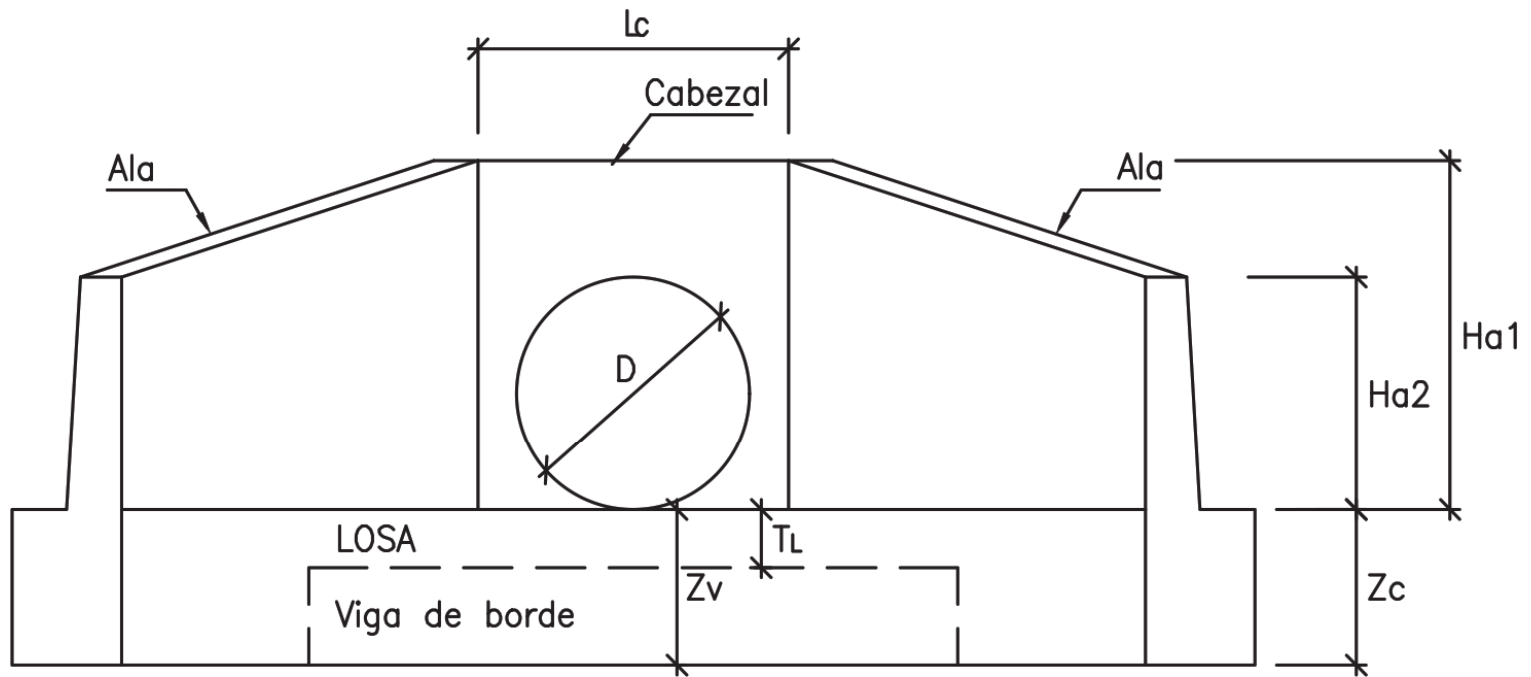
ESC. 1:25



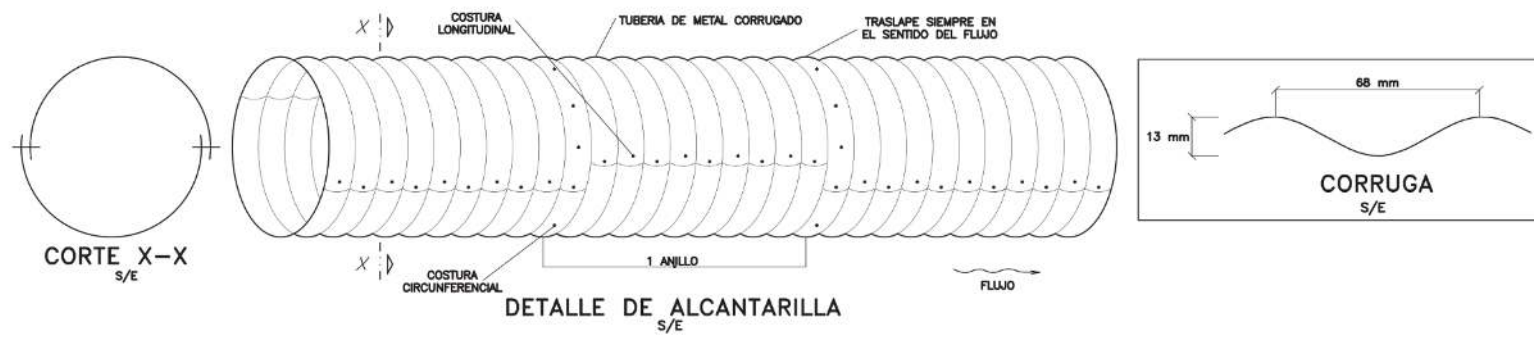
CORTE B-B

CANAL ALIVIADERO

ESCALA 1:25

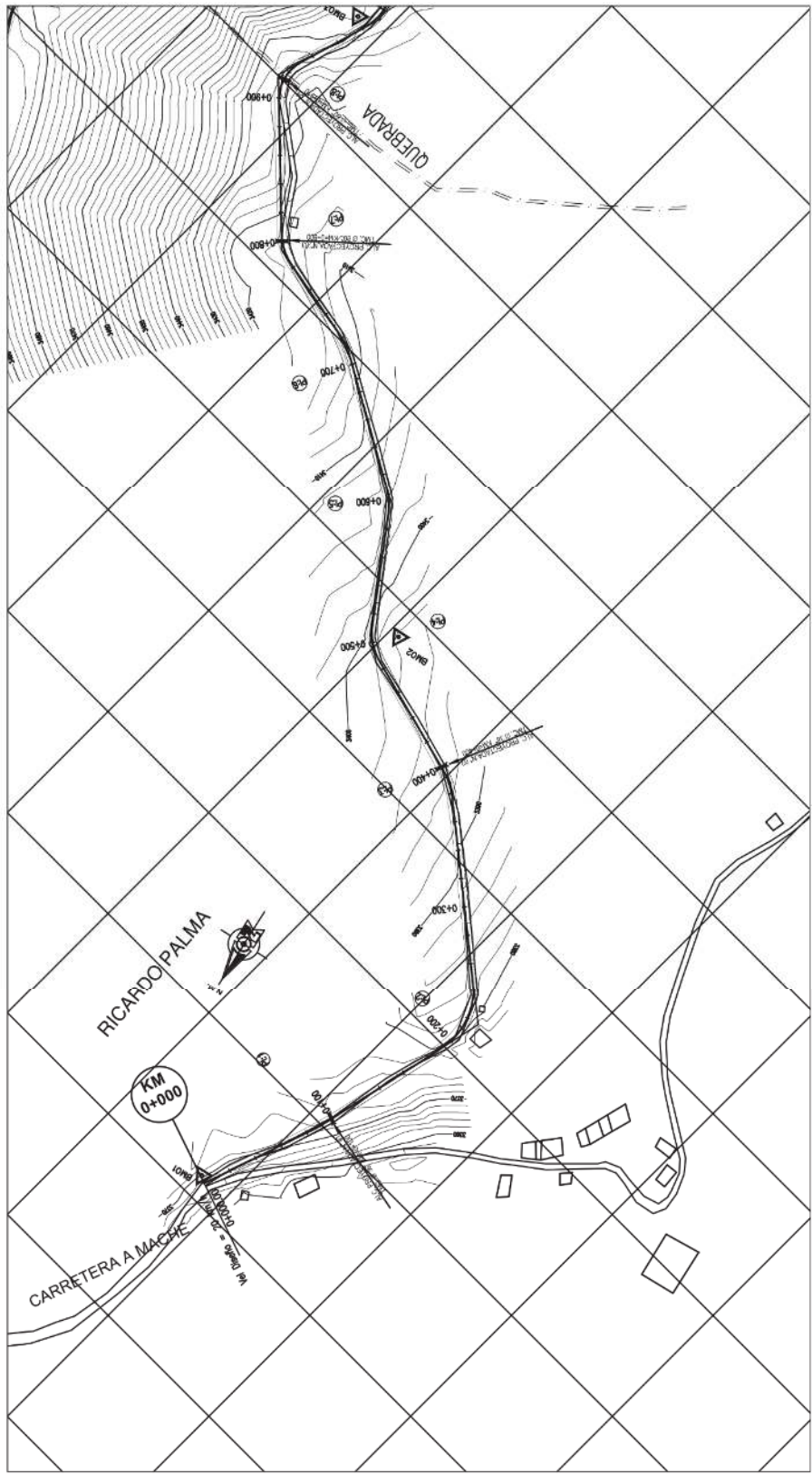


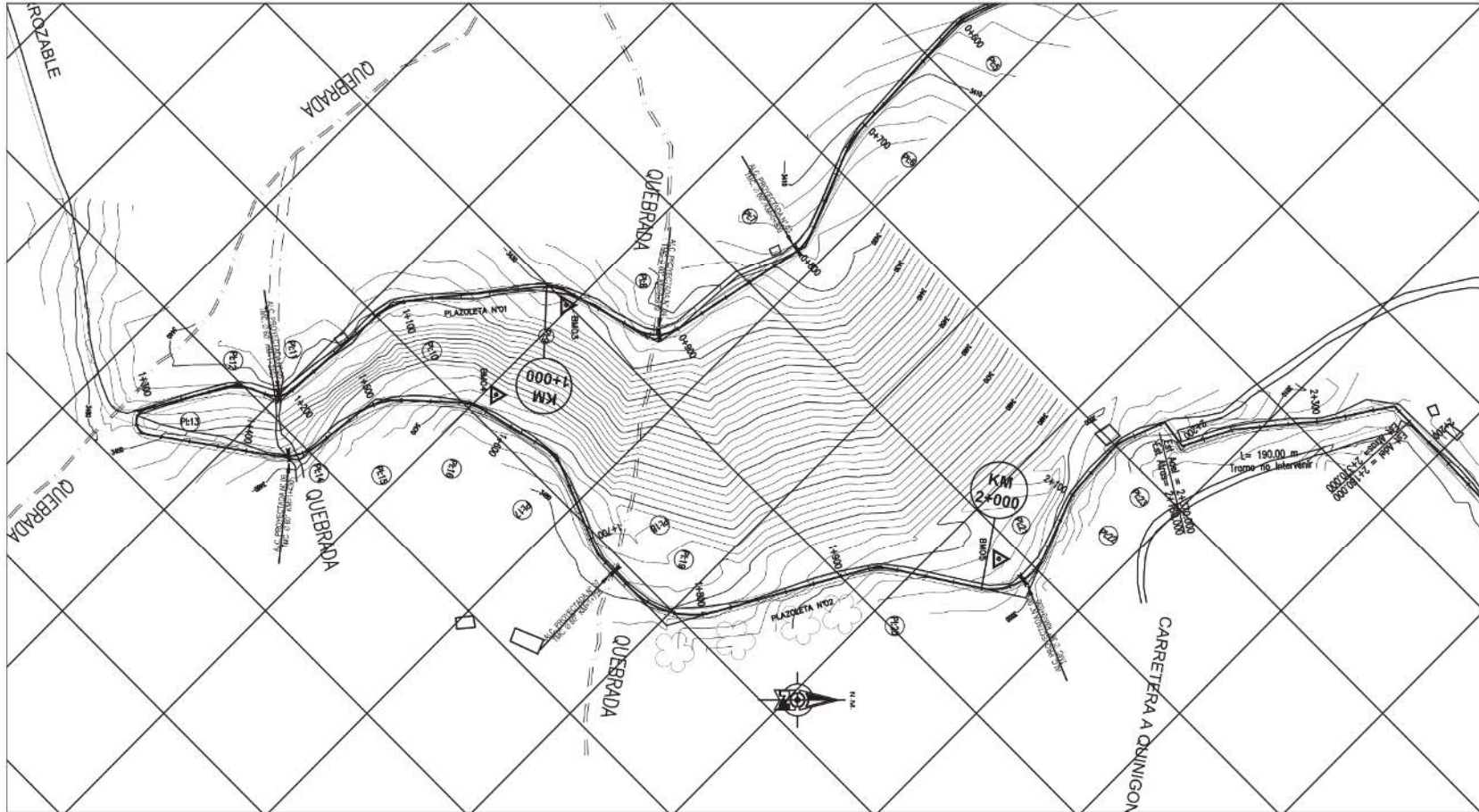
E L E V A C I O N
S/E

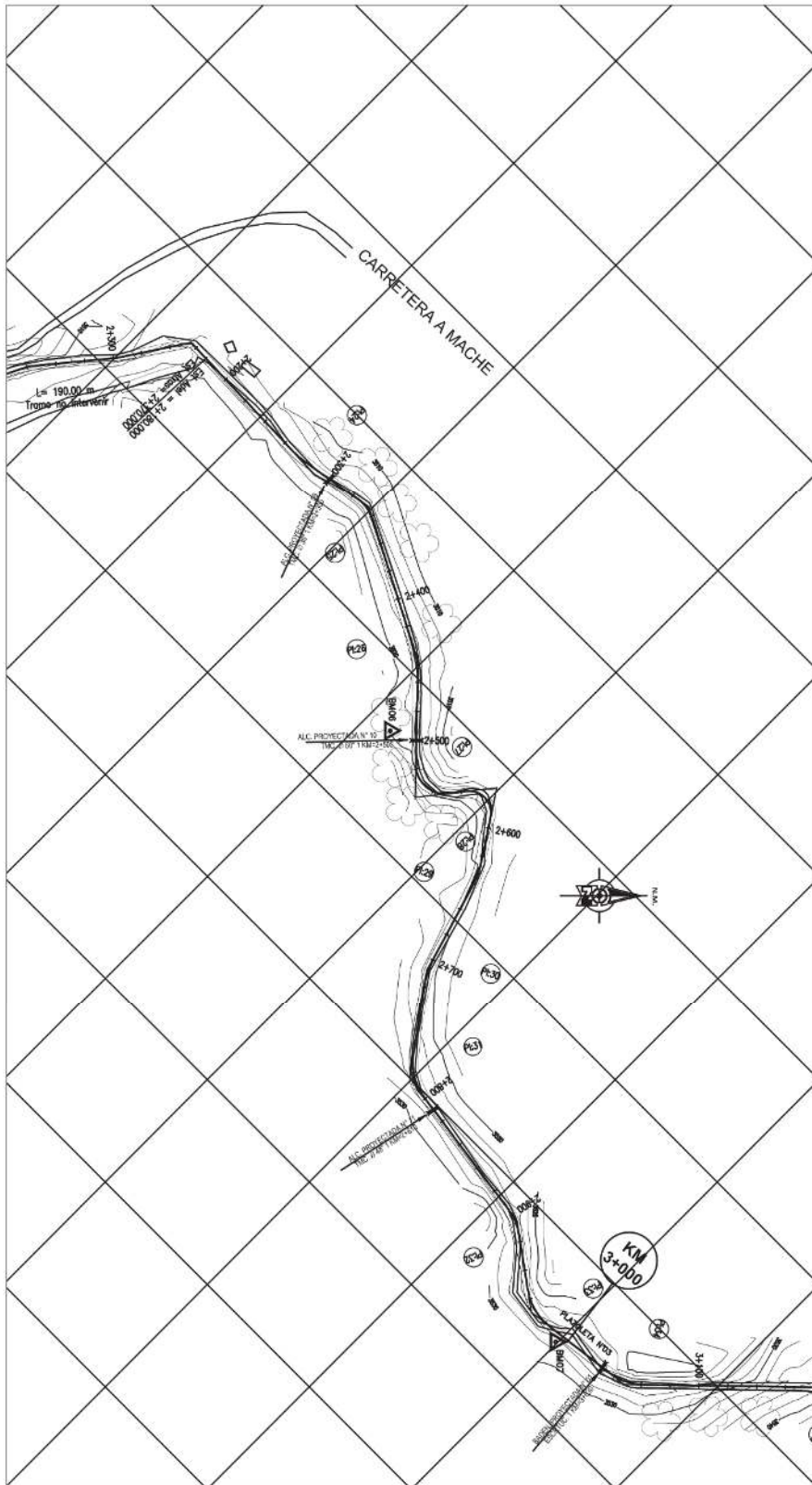


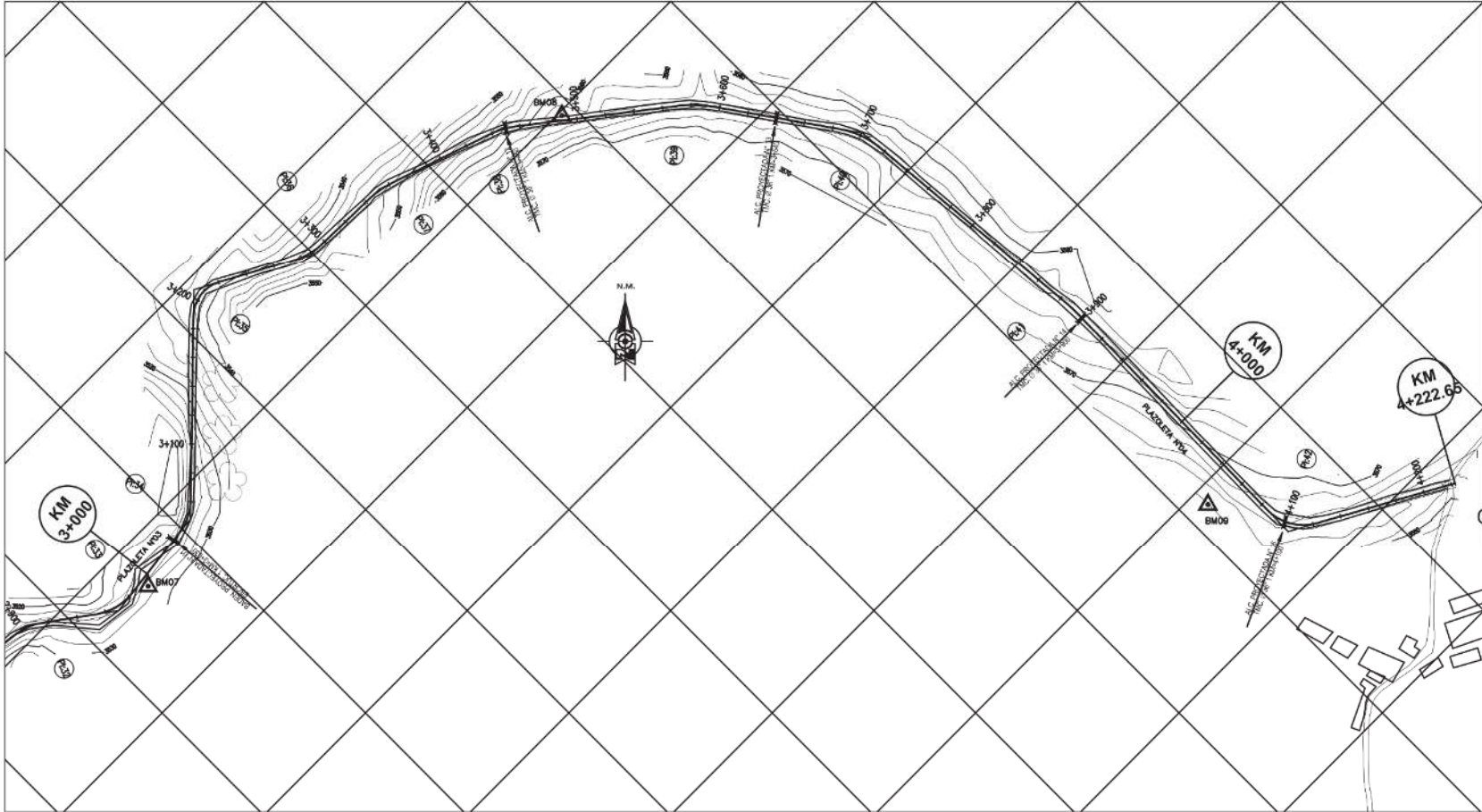
Anexo 09

Planimetría de la carretera









Anexo 10

Perfil longitudinal

