



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Miguel Grau- Choconday
– distrito de Usquil, provincia de Otuzco- La Libertad"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

AUTOR:

NORIEGA PÉREZ, SANDRA

ASESOR:

ING. SHEYLA YULIANA CORNEJO RODRÍGUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Trujillo – Perú

2018

Página del Jurado

Ing. Hilbe Santos Rojas Salazar
Presidente del jurado

Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova
Secretario del jurado

Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez
Vocal del jurado

Dedicatoria

A Dios

Por guiarme en cada momento en el camino correcto y bendecirme con las personas en mi alrededor.

A mis padres y hermanos

Porque son la motivación e inspiración para superarme y por su infinita paciencia y amor en todo momento.

Agradecimiento

A Dios por estar siempre a mi lado en cada paso que doy y brindarme la perseverancia para afrontar la vida con optimismo.

A mis padres y hermanos por su apoyo, paciencia e infinito amor en todo momento para cumplir cada sueño propuesto.

Al Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova por las enseñanzas brindadas y orientación en la presente investigación

A mi asesora Ing. Sheyla Cornejo Rodríguez por su asesoría y la orientación para el correcto diseño de la presente investigación.

Declaratoria de autenticidad

Yo, Sandra Noriega Pérez, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 74975573; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

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

Trujillo, julio del 2018

Sandra Noriega Pérez

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: "Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Miguel Grau- Choconday – distrito de Usquil, provincia de Otuzco- La Libertad" con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene un proyecto Vial de Ingeniería dentro de las zonas rurales del distrito de Usquil, por lo que constatamos que una vía es indispensable para el desarrollo de la población.

Sandra Noriega Pérez

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad problemática.....	16
1.1.1. Aspectos generales.....	17
Ubicación Política.....	17
Ubicación Geográfica.....	18
Límites.....	19
Clima.....	19
Aspectos demográficos, sociales y económicos.....	19
Vías de acceso.....	20
Infraestructura de servicios.....	20
Servicios públicos existentes.....	22
Servicio de agua potable.....	22
Servicio de alcantarillado.....	22
Servicio de energía eléctrica.....	22
1.2. Trabajos previos.....	23
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	28
1.4. Formulación del problema.....	43
1.5. Justificación del estudio.....	44
1.6. Hipótesis.....	44
1.7. Objetivos.....	45
1.7.1. Objetivo general.....	45
1.7.2. Objetivos específicos.....	45
II. MÉTODO	
2.1. Diseño de investigación.....	46

2.2. Variables, operacionalización.....	46
2.3. Población y muestra.....	48
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
2.5. Métodos de análisis de datos.....	50
2.6. Aspectos éticos.....	50
III. RESULTADOS	
3.1. Estudio Topográfico.....	51
3.1.1. Generalidades.....	51
3.1.2. Ubicación.....	51
3.1.3. Reconocimiento de la zona.....	51
3.1.4. Metodología de trabajo.....	51
3.1.5. Procedimiento.....	52
3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona.....	52
3.1.5.2. Puntos de georreferenciación.....	52
3.1.5.3. Puntos de estación.....	53
3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos.....	53
3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico.....	53
3.1.6. Trabajo de gabinete.....	54
3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos.....	54
3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera.....	54
3.2.1. Estudio de suelos.....	54
3.2.1.1. Alcance.....	54
3.2.1.2. Objetivos.....	54
3.2.1.3. Descripción del proyecto.....	55
3.2.1.4. Descripción de los trabajos.....	55
3.2.2. Estudio de cantera.....	57
3.2.2.1. Identificación de cantera.....	57
3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera.....	57
3.2.3. Estudio de fuente de agua.....	58
3.2.3.1. Ubicación.....	58
3.3. Estudio hidrológico y obras de arte.....	59
3.3.1. Hidrología.....	59

3.3.1.1. Generalidades.....	59
3.3.1.2. Objetivos del estudio.....	59
3.3.1.3. Estudios hidrológicos.....	59
3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica.....	59
3.3.2.1. Información pluviométrica.....	59
3.3.2.2. Precipitaciones máxima en 24 horas.....	61
3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos.....	63
3.3.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia.....	66
3.3.2.5. Cálculos de caudales.....	69
3.3.2.6. Tiempo de concentración.....	70
3.3.3. Hidráulica y drenaje.....	73
3.3.3.1. Drenaje superficial.....	73
3.3.3.2. Diseño de cunetas.....	74
3.3.3.3. Diseño de alcantarilla.....	80
3.3.3.4. Consideraciones de aliviadero.....	87
3.3.4. Resumen de obras de arte.....	88
3.4. Diseño Geométrico de la carretera.....	89
3.4.1. Generalidades.....	89
3.4.2. Normatividad.....	89
3.4.3. Clasificación de las carreteras.....	89
3.4.3.1. Clasificación por demanda.....	89
3.4.3.2. Clasificación por su orografía.....	89
3.4.4. Estudio de tráfico.....	89
3.4.4.1. Generalidades.....	89
3.4.4.2. Conteo y clasificación vehicular.....	90
3.4.4.3. Metodología.....	90
3.4.4.4. Procesamiento de la información.....	90
3.4.4.5. Determinación del índice medio diario (IMD).....	90
3.4.4.6. Determinación del factor de corrección.....	90
3.4.4.7. Resultados del conteo vehicular.....	91
3.4.4.8. IMDa por estación.....	92
3.4.4.9. Proyección de tráfico.....	93
3.4.4.10. Tráfico generado.....	93

3.4.4.11. Tráfico total.....	94
3.4.4.12. Cálculo de ejes equivalentes.....	94
3.4.4.13. Clasificación de vehículo.....	99
3.4.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural.....	99
3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA).....	99
3.4.5.2. Velocidad de diseño.....	100
3.4.5.3. Radios mínimos.....	102
3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente.....	103
3.4.5.5. Distancia de visibilidad.....	103
3.4.6. Diseño geométrico en planta.....	105
3.4.6.1. Generalidades.....	105
3.4.6.2. Tramos en tangente.....	106
3.4.6.3. Curvas circulares.....	106
3.4.6.4. Curvas de transición.....	109
3.4.7. Diseño geométrico en perfil.....	110
3.4.7.1. Generalidades.....	110
3.4.7.2. Pendiente.....	110
3.4.7.3. Curvas verticales.....	111
3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal.....	112
3.4.8.1. Generalidades.....	112
3.4.8.2. Calzada.....	113
3.4.8.3. Bermas.....	113
3.4.8.4. Bombeo.....	114
3.4.8.5. Peralte.....	115
3.4.8.6. Taludes.....	116
3.4.8.7. Cunetas.....	117
3.4.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural.....	118
3.4.10. Diseño de pavimento.....	119
3.4.10.1. Generalidades.....	119
3.4.10.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos.....	119
3.4.10.3. Datos del estudio de tráfico.....	120
3.4.10.4. Espesor de pavimento, base y sub base granular.....	121
3.4.11. Señalización.....	127

3.4.11.1. Generalidades.....	127
3.4.11.2. Requisitos.....	127
3.4.11.3. Señales verticales.....	128
3.4.11.4. Colocación de las señales.....	130
3.4.11.5. Hitos kilométricos.....	130
3.4.11.6. Señalización horizontal.....	130
3.4.11.7. Señales en el proyecto de investigación.....	131
3.5. Estudio de impacto ambiental.....	134
3.5.1. Generalidades.....	134
3.5.2. Objetivos.....	134
3.5.3. Legislación y normas que enmarca el (EIA).....	134
3.5.3.1. Constitución política del Perú.....	134
3.5.3.2. Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613).....	135
3.5.3.3. Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757).....	135
3.5.4. Características del proyecto.....	135
3.5.5. Infraestructuras de servicio.....	136
3.5.6. Diagnóstico ambiental.....	136
3.5.6.1. Medio físico.....	136
3.5.6.2. Medio biótico.....	137
3.5.6.3. Medio socioeconómico y cultural.....	137
3.5.7. Área de influencia del proyecto.....	137
3.5.7.1. Área de influencia directa.....	137
3.5.7.2. Área de influencia indirecta.....	137
3.5.8. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto.....	138
3.5.8.1. Matriz de impactos ambientales.....	139
3.5.8.2. Magnitud de los impactos.....	141
3.5.8.3. Matriz causa – efecto de impacto ambiental.....	144
3.5.9. Descripción de los impactos ambientales.....	147
3.5.9.1. Impactos ambientales negativos.....	147
3.5.9.2. Impactos ambientales positivos.....	148
3.5.10. Mejora de la calidad de vida.....	149

3.5.10.1. Mejora de la transitabilidad vehicular.....	149
3.5.10.2. Reducción de costos de transporte.....	149
3.5.10.3. Aumento del precio del terreno.....	149
3.5.11. Impactos naturales adversos.....	149
3.5.11.1. Sismos.....	149
3.5.11.2. Neblina.....	150
3.5.11.3. Deslizamientos.....	150
3.5.12. Plan de manejo ambiental.....	150
3.5.13. Medidas de mitigación.....	151
3.5.13.1. Aumento de niveles de emisión de partículas.....	151
3.5.13.2. Incrementos de niveles sonoros.....	152
3.5.13.3. Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población.....	152
3.5.13.4. Alteración directa de la vegetación.....	152
3.5.13.5. Mano de obra.....	152
3.5.14. Plan de manejo de residuos sólidos.....	152
3.5.15. Plan de abandono.....	153
3.5.16. Programa de control y seguimiento.....	153
3.5.17. Plan de contingencias.....	154
3.5.18. Conclusiones y recomendaciones.....	155
3.5.18.1. Conclusiones.....	155
3.5.18.2. Recomendaciones.....	155
3.6. Especificaciones técnicas.....	156
3.7. Análisis de costos y presupuestos.....	232
3.7.1. Resumen de metrados.....	232
3.7.2. Presupuesto general.....	233
3.7.3. Cálculo de partida costo de movilización.....	235
3.7.4. Desagregado de gastos generales.....	237
3.7.5. Análisis de costos unitarios.....	238
3.7.6. Relación de insumos.....	249
3.7.7. Fórmula polinómica.....	251
IV. DISCUSIÓN.....	252
V. CONCLUSIONES.....	254

VI. RECOMENDACIONES	256
VII. REFERENCIAS	257
ANEXOS	260

RESUMEN

La presente investigación se basó en el diseño para el mejoramiento de la carretera existente ubicada entre los centros poblados de Miguel Grau y Choconday, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, La Libertad, ésta no cumple con los parámetros de la norma vigente, como ancho variable de calzada de 3.00 m a 4.00m, pendientes mayores al 10%, curvas consecutivas con radios mínimos hasta de 5.00m entre otras carencias de características del diseño, asimismo, la ausencia de obras de arte y señalización; para ello se planteó como objetivo principal determinar las características técnicas del diseño para el mejoramiento de la vía. Se realizó el levantamiento topográfico de 5+739 km determinándose un terreno accidentado de suelos limos arcillosos así como gravas arcillosas limosas. Para este diseño se tuvo una velocidad directriz de 30 km/h, 2 carriles 3.00m cada uno, ancho de bermas de 0.50m, bombeo de 2.5%, radio mínimo de 25 m y pendientes máxima a nivel de rasante de 6.32%. Como obras de arte se consideró cunetas de sección triangular de 0.30m x 0.75m, 13 alcantarillas de alivio y 2 alcantarillas de paso de sección circular. Se diseñó un pavimento flexible de subbase granular de 0.10 m, base granular de 0.12m y un micropavimento de 0.025m. Para concluir con el diseño se tuvo la señalización correspondiente de acuerdo a las características que presenta el diseño de la vía. Se determinó impactos positivos y negativos al medio ambiente antes, durante y después de la ejecución del proyecto mitigándose los impactos negativos.

Palabras clave: levantamiento topográfico, diseño geométrico, obras de arte, micropavimento.

ABSTRACT

The present investigation was based on the design for the improvement of the existing road located between the towns of Miguel Grau and Choconday, district of Usquil, province of Otuzco, La Libertad, this does not comply with the parameters of the current norm, as wide road variable from 3.00 m to 4.00 m, slopes greater than 10%, consecutive curves with minimum radii up to 5.00 m, among other deficiencies of design characteristics, as well as the absence of works of art and signage; For this, the main objective was to determine the technical characteristics of the design for the improvement of the road. The topographic survey of 5 + 739 km was carried out, determining an uneven terrain of clay loam soils as well as silty clay gravels. For this design we had a guide speed of 30 km / h, 2 lanes of 3.00 m each, berms width of 0.50 m, pumping of 2.5%, minimum radius of 25 m and maximum slopes at ground level of 6.32%. As works of art, it was considered gutters with a triangular section of 0.30m x 0.75m, 13 relief culverts and 2 circular section culverts. We designed a flexible pavement of granular subbase of 0.10 m, granular base of 0.12 m and a micropavimento of 0.025 m. To conclude with the design, the corresponding signage was taken according to the characteristics of the road design. Positive and negative impacts to the environment were determined before, during and after the execution of the project, mitigating the negative impacts.

Keywords: topographic survey, geometric design, works of art, micropavimento.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El estado de las carreteras vecinales a nivel nacional se encuentra en una situación deficiente careciendo de un diseño geométrico, trayendo problemas para pobladores de las zonas rurales impidiéndoles transportar sus productos a su vez privándoles de una mejor educación y atención medica ya que se encuentran aislados del avance y crecimiento socioeconómico; según el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) sólo el 1.8 % de la red vecinal se encuentra pavimentada.

La carretera Miguel Grau – Choconday consta de una longitud de 5.739 km esta no cumple con los parámetros de las normas vigentes de transito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el ancho de la calzada no es el adecuado ya que consta de 3.00m a 4.00m dificultando el traslado de los vehículos en sentido contrario, curvas muy seguidas con radios mínimos de 5.00m, contiene tramos con pendientes que exceden el 10%, entre otros deficiencias de diseño es la falta de obras de arte a lo largo del tramo, asimismo, no existe señalización generándoles riesgos en las horas nocturnas además existen zonas de alta neblina dificultando el traslado de los vehículos de una manera segura.

Actualmente la carretera se encuentra en pésimas condiciones, su transitabilidad tanto para los vehículos como la población genera problemas, en caso de los vehículos el desgaste y el mantenimiento continuo por el estado de la carretera, en los pobladores les genera gastos, ya que estos vehículos reducen sus velocidades para viajar de una manera segura alargando el tiempo. A su vez impide el crecimiento socioeconómico de los caseríos limitándolos a la comercialización de sus productos, principalmente de la agricultura como la papa, oca, maíz, choclo, arvejas, trigo, rocotos, etc., este tramo conecta también con el caserío Barro Negro que es uno de las fuentes más productivas tanto como en agricultura, ganadería y artesanía.

Por ello es necesario el mejoramiento de diseño de este tramo ya que tendrán una mejor accesibilidad del tránsito vehicular y peatonal permitiendo el avance

y beneficio en los diversos aspectos tanto como económico, educación, social cultural, etc., contribuyendo a la mejora de su calidad de vida.

1.1.1. Aspectos Generales

1.1.1.1. Ubicación Política

Caserío	: Miguel Grau - Choconday
Distrito	: Usquil,
Provincia	: Otuzco
Departamento	: La Libertad.
Altitud	: 3500 a 3700 m.s.n.m

1.1.1.2. Ubicación Geográfica

El proyecto se encuentra ubicado en la zona andino central norte en el distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad ver figura 1 y 2, se ubica aproximadamente a 17 km de la ciudad de Usquil, con una altitud de 3500 a 3700 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del proyecto en el departamento de La Libertad, provincia de Otuzco.

Fuente: Google.

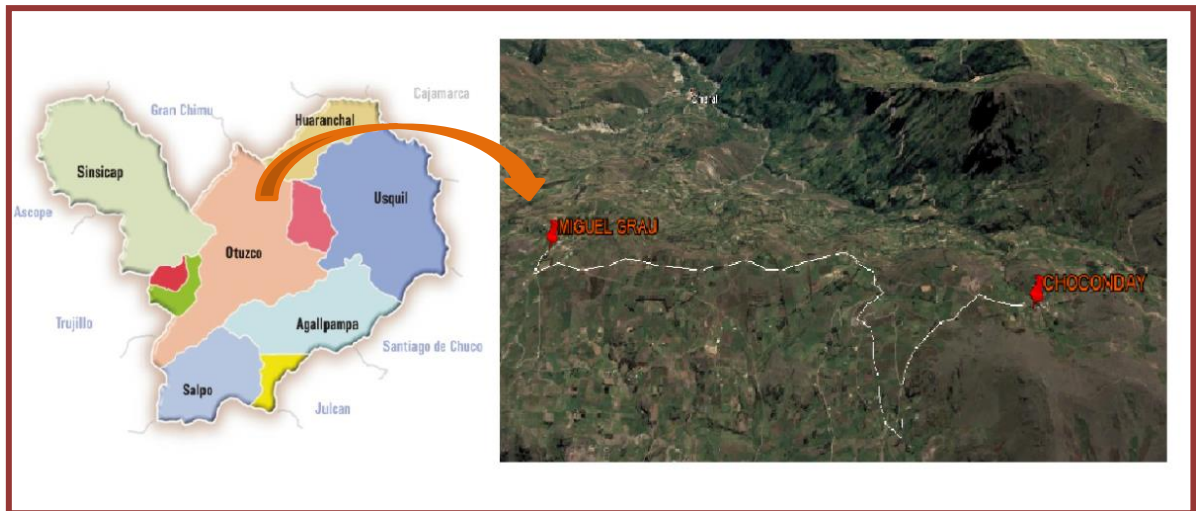


Figura 2. Ubicación del tramo en el distrito de Usquil, caseríos de Miguel Grau y Choconday.
Fuente: Google.

1.1.1.3. Límites

Por el Norte	: Con el caserío Garbancillo, Compincito, Dos de Mayo, Las Delicias, Estancia Uña, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.
Por el Sur	: Con el caserío Cesar Vallejo, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.
Por el Este	: Con el caserío La libertad, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.
Por el Oeste	: Con el caserío de La Ramada, distrito de Charat, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.

1.1.1.4. Clima

El clima del caserío de Miguel Grau – Choconday, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad está ubicado a una altitud de 3500 a 3700 m.s.n.m teniendo una temperatura promedio anual de 5 °C a 17 °C, tiene una temporada de lluvias de 7 meses iniciándose en octubre hasta el mes de mayo, aumentándose en intensidad en el mes de marzo.

1.1.1.5. Aspectos demográficos, sociales y económicos

a) Población

Para estimar la población del proyecto se utilizó los datos del Sistema de información geográfica del INEI obteniendo los siguientes datos: el caserío de Miguel Grau consta con una población de 130 habitantes, mientras que en el caserío de Choconday se cuenta con una población de 45 habitantes.

b) Vivienda

Según los datos del Sistema de información geográfica del INEI en el caserío de Miguel Grau existen 50 viviendas, mientras que el caserío de Choconday solo existe 15 viviendas, en su mayoría son construidas de adobe con base de piedra y barro y techo de teja o calamina.

c) Agricultura

Es uno de los sustentos alimenticios y económicos de la población entre los productos cultivados se encuentran: alfalfa, cebada, chocho, frejol, granadilla, haba, lenteja, lima, maíz, oca, olluco, papa, rocoto, trigo, etc.

d) Ganadería

Los pobladores de la zona en su mayoría mujeres y niños de estudio crían animales domésticos como: gallinas, pollos, pavos y cuyes, ganado vacuno de carne y lechero, equinos y caprinos, ya sea para el beneficio propio o de comercio en los diferentes caseríos cercanos.

e) Comercio

Los caseríos de Miguel Grau y Choconday tienen un ingreso económico para su vivienda en la agricultura y ganadería ya que los productos que les genera estas actividades lo comercializan entre los diversos caseríos cercanos dificultándoles el traslado de estos en la vía.

1.1.1.6. Vías de acceso

La accesibilidad hacia el caserío de Miguel Grau y Choconday se encuentra dividida por tramos, siendo Trujillo el lugar de inicio hasta la provincia de Otuzco 75km con un tiempo de 1h 46 min., luego de aproximadamente 40 min hasta el pueblo de Juan Velasco, finalmente hasta el tramo en estudio por el desvío que existe entre el pueblo de Juan Velasco y la carretera que lleva al distrito de Usquil nos llevará al caserío de Miguel Grau en 20 min.

1.1.1.7. Infraestructura de servicios

a) Educación

El caserío de Miguel Grau cuenta con un centro educativo de nivel primario N° 80708, con un promedio de 4 alumnos por nivel, en el cuadro 1 se muestra las características del colegio del caserío de Miguel Grau.

Cuadro 1. Colegio del caserío de Miguel Grau

Colegio N° 80708			
Código modular	212944	Dirección	Miguel Grau s/n
Código de local	263930	Centro Poblado	MIGUEL GRAU
Nivel/ Modalidad	Primaria	Área Censal(500 habitantes)	Rural
Forma	Escolarizado	Distrito	Usquil
Género	Mixto	Provincia	Otuzco
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Departamento	La Libertad
Gestión/Dependencia	Pública sector de educación	Código de DRE o UGEL que supervisa el S.E	130007
Director(a)	Castro Zavaleta Tuben Aparicio	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E	UGEL Otuzco
Teléfono	-	Característica (Censo Educativo 2017)	Polidocente multigrado
Correo electrónico	-	Latitud	-7.85476
Página Web	-	Longitud	-78.44928
Turno	Continúo solo en la mañana		

Fuente: Estadística de la Calidad Educativa

b) Salud

El caserío de Choconday cuenta con una posta de salud, el cuadro 2 que nos muestra los establecimientos de los puestos de salud en el distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.

Cuadro 2. Establecimientos de Salud

UBIGEO	Clasificación	Nombre del establecimiento	Departamento	Provincia	Distrito
130614	Puestos de salud o postas de salud	Chuquizongo	La Libertad	Otuzco	Usquil
130614	Puestos de salud o postas de salud	Barro negro	La Libertad	Otuzco	Usquil
130614	Centros de salud con camas de internamiento	Usquil	La Libertad	Otuzco	Usquil
130614	Puestos de salud o postas de salud	Cuyuchugo	La Libertad	Otuzco	Usquil
130614	Puestos de salud o postas de salud	Capachique	La Libertad	Otuzco	Usquil
130614	Puestos de salud o postas de salud	Choconday	La Libertad	Otuzco	Usquil

Fuente: Ministerio de salud.

1.1.1.8. Servicios públicos existentes

Los caseríos cuentan con los siguientes servicios públicos: educación, agua potable y energía eléctrica en su vivienda.

1.1.1.9. Servicio de agua potable

Si cuentan con el servicio de agua potable con conexión de red domiciliaria los dos centros poblados.

1.1.1.10. Servicio de alcantarillado

Ambos caseríos carecen de este servicio básico.

1.1.1.11. Servicio de energía eléctrica

El servicio de energía eléctrica lo cuentan ambos caseríos las 24 horas del día con conexión en cada vivienda.

1.2. Trabajos previos

A continuación de muestran investigaciones similares ejecutados en el país.

Según la investigación realizada por Pintado (2017), titulada “Diseño de la carretera entre los caseríos de Llacahuan - Succhabamba , provincia de Otuzco, departamento La Libertad”, quien tuvo como objetivo principal realizar el diseño de la carretera entre los caseríos de Llacahuan - Succhabamba, quien tuvo como población a la zona de estudios del diseño de la carretera, concluyó que el terreno tuvo una topografía accidentada tipo 3, la clasificación del suelo se presentó en dos tipos, gravas arcillosas (GC) y limos arenosos (ML), determinó la sub rasante con la máxima densidad seca CBR 100%, tuvo obras de arte como cunetas de 0.40 x 0.90 m, aliviaderos de 24” y alcantarillas de paso de 36”, 40” y 48”, asimismo, el diseño geométrico de la vía tiene una velocidad de 30 km/h, ancho de calzada de 6.00, bobeo 2.5%, talud de corte de 1:2 y relleno de 1:1.5, el diseño de la carretera tuvo el costo de S/. 6, 054, 836.95.

Según estudio realizado por Cárdenas (2017), en tesis titulada “Diseño de la carretera de Pampa Lagunas – Jolluco, distrito de Cascas – provincia de Gran Chimú – departamento La Libertad”, quien tuvo como objetivo principal diseñar la carretera para lograr el desarrollo socioeconómico, cultural y turístico de los pueblos en estudio, teniendo como población al tramo de vía a diseñar y su área de influencia obtuvo como resultados una topografía accidentada con pendientes máximas de 10% , una velocidad de diseño de 30 km/h de la cual se realizó los demás parámetros de diseño, cunetas de sección triangular de 0.35m x 0.75m, suelo de gravas, limos con arena arcillosa y determinando un presupuesto de 3 154 015.63 soles.

Según investigación realizada por Reyes (2017), titulada “Diseño de la carretera en el tramo, El Progreso –Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad”, quien tuvo como objetivo principal realizar el diseño de la carretera en los tramos de estudio, tuvo como población a la zona de estudios del diseño de la carretera, concluyó que el terreno tuvo una topografía accidentada, realizo el estudio de 5 calicatas, tuvo obras de arte como

cunetas de 0.75 x 0.30 m, aliviaderos de 48” y 60” ,asimismo, el diseño geométrico de la vía tiene una velocidad de 30 km/h, pendientes menores al 10%, el diseño de la carretera tuvo el costo de S/. 3, 782, 699.01 soles.

Morales (2017), realizó la investigación titulada “Diseño geométrico y medición de niveles de servicio esperado del tramo crítico de la ruta N° Lm-122”, tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico y estimación de los niveles de servicio proyectados 20 años en el futuro del tramo crítico de la ruta LM-122 para determinar la viabilidad de su mejoramiento en el futuro, ya que es la única vía que comunica el pueblo de Tanta con el resto de los centros de la provincia y con ello desarrollar su potencial turístico reduciendo el tiempo de viaje, como población de estudio tiene el centro Poblado de Cochas la cual cruza por los centros poblados de San Joaquín, Huañec y Tanta, concluyendo que realizó el diseño para un periodo de 25 años con el tránsito de 78 vehículos por día, de acuerdo al manual DG, 2014 se obtuvo una velocidad de diseño de 50 km/h dependiendo de la topografía del terreno (accidentada) con ello se obtuvo la máxima pendiente, peralte en curvas, longitudes mínimas y máximas tangentes, radio mínimos entre otros.

Según Miñano (2017), en su investigación “Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia Otuzco, departamento La Libertad” tuvo como objetivo principal realizar el diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia Otuzco, departamento La Libertad, teniendo como población a la carretera y su área de influencia, concluyendo con una topografía accidentada con un total de 641 puntos en 2.224 km, realizo el estudio de 3 calicatas obteniendo suelos según SUCS como CL, ML, y SM, obtuvo 3 alcantarillas de paso de diámetros de 40”, 48” y 60”, como diseño geométrico tuvo IMD menor a 400 veh/día con una velocidad directriz de 30 km/h culminando con un tratamiento superficial Bicapa.

Así también Peña (2017), en su investigación “Diseño de la carretera tramos: Alto Huayatan -Cauchalda - Rayambara, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad” quien tuvo como objetivo principal realizar el diseño de la vía en los tramos de estudio empelando el manual

de diseño de carreteras 2014, como población tuvo a la carretera y su área de influencia, concluyó que tuvo topografía accidentada con pendientes transversales mayores a 53%, un CBR de diseño de 8.53% , el diseño de cunetas de 1.00mx0.50m, 9 aliviaderos de 36” y 4 badenes de 5m de largo, una velocidad de 30km/h, ancho de calzada de 6.00 con bermas a ambos lados de 0.50m, bombeo de 2% radios mínimos de 25 m, para las curvas de vuelta radios mínimos de 15m y peraltes máximos de 8%, obteniendo un pavimento de 0.05m de espesor con una subbase de 0,15m y base de 0,20m.

Guerrero (2017), en su investigación “Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda – Nueva Fortaleza – Cauchalda, distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad” tuvo como objetivo principal realizar el diseño de la vía que une los caseríos empelando el manual de diseño de carreteras 2014, como población tuvo a la carretera y su área de influencia, concluyendo con una topografía accidentada con pendientes máxima de 10%, cunetas de 0.50x0.50m y alcantarillas de paso y aliviaderos de 36” y 24” respectivamente, una velocidad de 30km/h, ancho de calzada de 6.00, bombeo de 2% radios mínimos de 35 m y peraltes máximos de 12%, obteniendo un presupuesto de 3’336,983.91 soles.

En la investigación ejecutada por Bonilla (2017), titulada “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. LI842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. LI838, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad”, tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico del diseño para el mejoramiento de la carretera, como población se tomó toda el área de estudio, concluyó que en la ejecución de la carretera habrá desestabilización del suelos por los cortes de terreno, una topografía accidentada con pendientes máximas de 10% determinándose una velocidad de diseño de 30 km/h, una capa de afirmado de 25 cm más una capa de sub base granular de 15 cm y el uso de micropavimento de 1 cm de espesor también, un caudal del diseño de cunetas es de 0.3303 m³/s con una velocidad de 2.936 m/s y el diseño de 01 alcantarilla, se presentaran impactos negativos que pondrán en riesgo el entorno natural.

Según estudios realizados por Vegas y Arribasplata (2015), en su investigación titulada “Diseño del camino del centro poblado San Miguel de Poroporo – Cupe – Cuipe – Tulic – Pircapampa, distrito de Pisuquia, provincia de Luya - Amazonas”, tuvieron como objetivo de realizar diseño del camino vecinal entre los centros poblados de San Miguel de Poroporo, Cuipe, Tulic y Pircapampa, lográndose la transitabilidad permanente acorde a los requerimientos de uso solicitado y empelando el Manual de Diseño de Carreteras 2014, teniendo como población de estudio el tramo de la carretera y su área de influencia total, concluyeron con pendientes longitudinales predominantes entre 6 y 8%, en sus estudios de suelos determinaron un CBR con un 95% de densidad seca, diseñaron taludes 1:2.5 con un borde libre de 7.5 cm, también realizaron el diseño de 7 alcantarillas de aliviadero con diámetro de 24”, el diseño geométrico de la vía se efectuó de conformidad al DG, 2014.

Según investigación por Enríquez (2014), titulada “Diseño para el mejoramiento de la carretera Huayllagual – Cruz Verde, distrito de Curgos, Sánchez Carrión – La Libertad”, teniendo como objetivo realizar el diseño para el mejoramiento de la carretera rigiéndose en las normas vigentes, como población a la carretera en estudio y su área de influencia, concluyendo que se determinó una calzada de 6.00 m., con pendientes entre 0.10% a 10% con un suelo arcillo y CBR 13.02% , teniendo una velocidad directriz de 30 km/h con lo cual se determinó los demás parámetros.

Según estudios realizados por los autores Saldaña y Mera (2014), en su tesis titulada “Diseño de la vía y mejoramiento hidráulico de obras de arte en la carretera Loero-Jorge Chávez, inicio en el Km 7.5, distrito de Tambopata, Región Madre de Dios”, tuvieron como objetivo determinar el adecuado diseño de la vía y el mejoramiento de obras de arte para la carretera, teniendo como población de estudio a la localidad de Loero y Jorge Chávez, la investigación culminó concluyendo lo siguiente: “ La construcción de 4+000 Km. y mejoramiento de 7+000 Km. de plataforma a nivel de afirmado con $e= 0.15$ m, construcción de cunetas de sección triangular de 1.00x0.50 m. en todo el tramo, construcción de 11 alcantarillas TMC de 36 y 72”, señalización informativa y preventiva en todo el

tramo y los trabajos de remediación de impacto ambiental generado en la ejecución del proyecto.

Según Mandujo y Villanueva (2014), en su investigación titulada “Diseño de mejoramiento de la carretera: Lamud – Quiocta, distrito de Lamud, provincia de Luya, región Amazonas”, tuvieron como objetivo elaborar el diseño para el mejoramiento de la carretera para mejorar las condiciones de transitabilidad y condición de vida, como población al conjunto de carreteras del distrito de Luya con similares características y como muestra a la carretera Lamud – Quiocta, concluyendo que el terreno comprende una topografía accidentada con pendientes entre 0.5% y 10%, para el diseño geométrico se determinó una velocidad directriz de 30 km/h, con ancho de vía de 6,00 m. y un bombeo de 3% y la construcción de cunetas de 0.40 x 0.50m.

Así también investigaciones realizadas por Carrasco y Namay (2014), en su tesis titulada “Diseño del mejoramiento de la carretera: Bajo Naranjillo-San Francisco - Cielito Lindo - Nuevo Moyobamba - José Olaya - Puerto la balsa del mayo, distrito de Awajun - provincia de Rioja - departamento de San Martín”, tuvieron como objetivo describir las características del diseño del mejoramiento de la carretera utilizando las normas para mejorar la condiciones de transitabilidad y crecimiento socioeconómico de la zona, tuvieron como población a la carretera en estudio y su área de influencia, concluyeron que el estudio topográfico determinó un terreno plano con pendientes hasta el 10% que permitió determinar una velocidad directriz de 40 km/h con lo cual se determinó los demás parámetros.

Por último se tuvo según estudios realizados por los autores Méndez y Ramírez (2013), en su tesis titulada “Diseño para el mejoramiento de la carretera Cajabamba-Colcas-Cajamarca”, tuvieron como objetivo elaborar el diseño de la carretera para proporcionar a los caseríos un medio de transporte seguro y eficaz, teniendo como población de estudio a la localidad de Cajabamba, la investigación concluyó lo siguiente: determinaron una topografía accidentada con pendiente elevadas, del estudio de suelos obtuvieron como resultado un CBR promedio de 29.86%, el diseño geométrico tuvo una velocidad directriz de 30 km/h reduciendo

a 20 km/h en las curvas con un ancho de 5.00m., cunetas de 0.50 x 0.30m., alcantarillas de 36" y una capa de afirmado de 20 cm.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Para la elaboración del presente proyecto de investigación se ha tomado la siguiente información:

1.3.1. Levantamiento topográfico

Es el procedimiento de medición de ángulos, distancias y diferencias de alturas para determinar los puntos con coordenadas sobre un área determinada de la superficie terrestre. Uno de los principales métodos para efectuar un levantamiento topográfico es el levantamiento por radiación (Abreu, 2011, p.128).

1.3.1.1. Levantamiento por radiación

Permite levantar grandes extensiones de manera rápida y sencilla. Se ubican puntos de control en lugares del terreno donde puedan observarse la mayor cantidad de detalles a levantar de los cuales se miden el ángulo horizontal y vertical y distancia a cada punto observado (Abreu, 2011, p.130).

Levantamiento con estación total: En un punto de coordenadas conocidas se coloca la estación total a una altura visible por el topógrafo, luego se ubica un punto de orientación a una cierta distancia. La estación total mide la distancia inclinada hasta el prisma junto con los ángulos horizontales y verticales de esta manera su microprocesador determina la distancia horizontal, diferencia de altura y azimut para luego obtener las coordenadas norte, este y altura del punto observado esta información queda automáticamente guardada en la memoria del equipo (Abreu, 2011, p.138).

1.3.2. Estudio de Suelos

1.3.2.1. Caracterización de la sub rasante

Para determinar las características físico mecánicas se llevara a cabo mediante la realización de calicatas de 1.50 m. de profundidad por el número de kilómetros de acuerdo al cuadro 3, estas se ubicaran longitudinalmente y en forma alternada dentro de la calzada (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.26).

Cuadro 3. Número de calicatas para exploración de suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Carreteras duales o multicarril	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas por km. por sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras duales o multicarril Carreteras de primera clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas por km. por sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km. por sentido	
		4 calicatas por km	
Carreteras de segunda clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	3calicatas por km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de tercera clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	2 calicatas por km	
Carreteras de bajo volumen de tránsito	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicatas por km	

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.26.

1.3.2.1.1. Registros de excavación

De cada estrato encontrado se extraerá muestras representativas con su respectiva descripción en bolsas de polietileno para ser trasladado al laboratorio, asimismo, deben extraerse muestras para los ensayos de Módulos de resiliencia (Mr) y CBR, dependerá del tipo de carretera

(Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.28).

1.3.2.2. Descripción de los suelos

Serán clasificados mediante la metodología para la construcción de vías según AASHTO y SUCS con signos convencionales como se aprecia en la figura 3 y 4 (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.29).

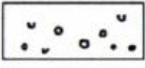

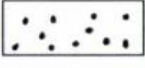





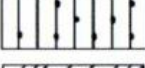
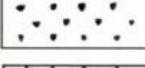
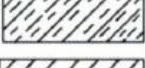
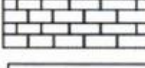
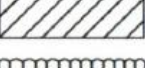


Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 3. Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación AASHTO

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.29.









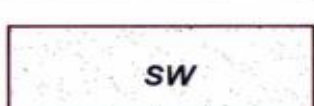

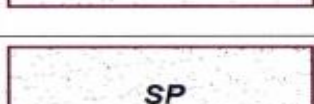



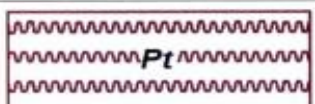
	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variacion en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variacion en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de particulas intermedios		Limo inorganico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorganica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla organicas de mediana o elevada plasticidad, limo organico		
	Turba, suelo considerablemente organico		

Figura 4. Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación AASHTO
Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.30.

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

1.3.2.2.1. Granulometría

Representa la distribución de los tamaños del agregado mediante el tamizado, de acuerdo a la dimensión de sus partículas se definen como muestra en el cuadro 4 (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.30).

Cuadro 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 - 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.31.

1.3.2.2.2. La plasticidad

Es la propiedad de consistencia que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin degradarse, para ello se determina los límites de Atterberg lo cual establecen cuan sensible puede ser el comportamiento de un suelo definiéndose así los límites líquido, plástico o sólido. El límite líquido (LL) este se da cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse, por otro lado el límite plástico (LP) es cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe. Dado los límites LL y LP se determina el Índice de plasticidad (IP) definiéndose como la diferencia entre LL y LP, el IP indica la magnitud de intervalos de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y clasifica el suelo según lo siguiente (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.31).

Cuadro 5. Clasificación de suelos según índice de plasticidad.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carretera: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.32.

1.3.2.2.3. Índice de grupo

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01 (bd)$$

Donde **a** es la fracción del porcentaje que pasa el tamiz n° 200 menos 35, **b** lo mismo que el a pero menos 15, **c** es el LL menos 40 y **d** es el IP menos 10, de esta manera el índice de grupo es un valor entero positivo comprendido entre 0 y 20 o más, cuadro 6 (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.32).

Cuadro 6. Clasificación de suelos según índice de grupo

Índice de grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.33.

1.3.2.2.4. Clasificación de los suelos

La clasificación se realizara bajo el sistema mostrado en el cuadro 7 según AASHTO y SUCS, donde permite predecir el comportamiento aproximado de estos (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.33).

Cuadro 7. Correlación de tipos de suelos AASHTO - SUCS

Clasificación de suelos AASHTO ASSHTO M-145	Clasificación de suelos SUCS ASTM- D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	DH, MH, CH

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.33.

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	min. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40) Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Limite de Líquido				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 ^(a)	min. 11 ^(b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Exelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.
(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.
- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5),A-7-5 (17), etc
IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40))] +0.01 (F-15)(IP-10).

Figura 5. Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.34.

1.3.3. Estudio hidrológico

Este estudio se realiza para drenar las aguas superficiales para que estas no generen daños a la carretera y a su vez la transitabilidad. Para ello existen dos tipos de evacuaciones de aguas, el drenaje transversal y longitudinal.

1.3.3.1. Drenaje transversal de la carretera

Evacua las aguas superficiales que interceptan con la infraestructura, las cuales transcurren por conductos naturales o artificiales de una manera permanente o transitoria. Para este tipo de drenaje existe un elemento básico que es la alcantarilla y entre otras estructuras se tiene el baden y los puentes (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.68).

Las alcantarillas son estructuras cuya luz es menor a 6.00 m, su ubicación va de acuerdo a la dirección de la corriente de las aguas. Los tipos de alcantarillas que se utilizan habitualmente son la de marco de concreto, tuberías metálicas corrugadas, de concreto y de polietileno de alta densidad, teniendo secciones circulares, rectangulares y centradas. En las carreteras de alto volumen de tráfico se adopta una sección mínima de 36". Su diseño hidráulico se establece mediante la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011 pp.70-74):

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

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = VA$$

Donde Q es el caudal (m³/s), V la velocidad media de flujo (m/s), A el área de la sección hidráulica (m²), P el perímetro mojado (m), R el radio hidráulico (m), S la pendiente de fondo (m/m) y N el coeficiente de Manning.

1.3.3.2. Drenaje longitudinal de la carretera

Este tipo de drenaje evacua las aguas que se encuentran en la superficie de la plataforma. La velocidad máxima del agua está dada de acuerdo a los datos del cuadro 8 (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, pp.171-172).

Cuadro 8. Velocidades máximas del agua

Tipo de superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierta de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

*Para flujos de muy corta duración

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.172.

Las cunetas son estructuras que sirven para drenar estas aguas de la plataforma para conducir las y evacuarlas adecuadamente, éstas son zanjas longitudinales ubicadas al lado de la carretera, se proyectan para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada las cuales son de material de concreto, prefabricadas o de otro material resistente a la erosión. Estas son de forma trapezoidal, triangular o rectangular, el fondo de esta es medido desde el nivel de la borde de la rasante hasta el vértice de la cuneta, las inclinaciones de los talud de la parte interior dependerá de la velocidad y volumen de diseño de la carretera

(IMDA) y de la parte exterior será de acuerdo al tipo de inclinación del talud de corte. Sus dimensiones mínimas están fijadas de acuerdo a las condiciones pluviales, su descarga se realizará por medio de alcantarillas de alivio, figura 6 (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, pp.172-179).

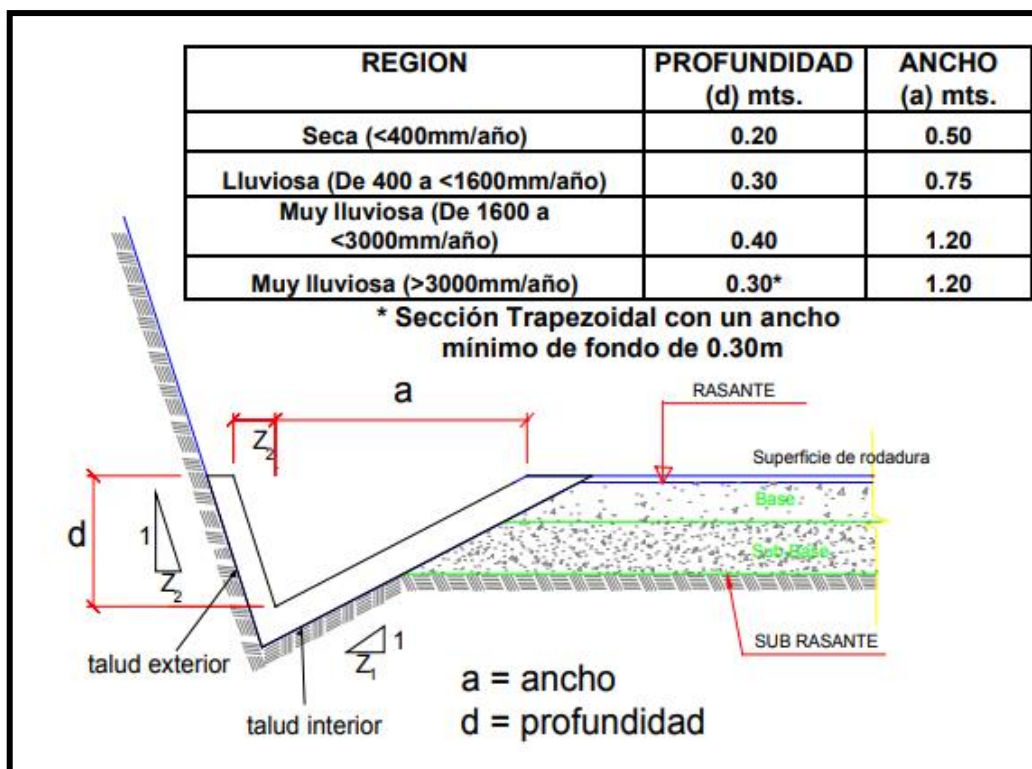


Figura 6. Sección típica y dimensiones mínimas de cuneta triangular.

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.179.

1.3.4. Diseño geométrico de la carretera

Para comenzar con el diseño de la vía se debe conocer la clasificación de esta, la cual existen cinco clases, según el manual de carreteras: diseño geométrico (DG) son las siguientes: autopistas de primera clase que consta de índice medio diario anual (IMDA) mayor a 6 000veh/día, la autopistas de segunda clases con IMDA entre 6 000 y 4 000veh/día, carreteras de primera, segunda y tercera clase con IMDA de 4 000 entre 2 001veh/día, 2 000 entre 400veh/día y menores a 400veh/día respectivamente y por último las trochas

carrozables con IMDA menor a 200veh/día, de acuerdo a esos parámetros tienen un rasgo de diseño y pavimentación; luego está la clasificación por su orografía; teniendo estos datos se procede con el siguiente parámetro que la velocidad que se encuentra dada por la norma de diseño de carreteras (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, pp.12-14).

El diseño geométrico de la carretera está dada por los diseño en planta, perfil y sección transversal, estas deben estar relacionadas para brindar la tránsito de los vehículos de manera fluida (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.124).

1.3.4.1.Diseño geométrico en planta

Ésta es constituida por los alineamientos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, la cual permite el cambio suave de alineamientos rectos a curvas circulares o a la inversa. Deberán evitarse tramos con alineamientos rectos largos; las longitudes mínimas admisibles y máximas estarán en función a la velocidad de diseño, las curvas horizontales unen dos tangentes consecutivas conformando la proyección de las curvas reales, figura 7. Los radios mínimos de curvatura horizontal serán los aceptables para transitar con la velocidad de diseño y peraltes (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, pp.125-128).

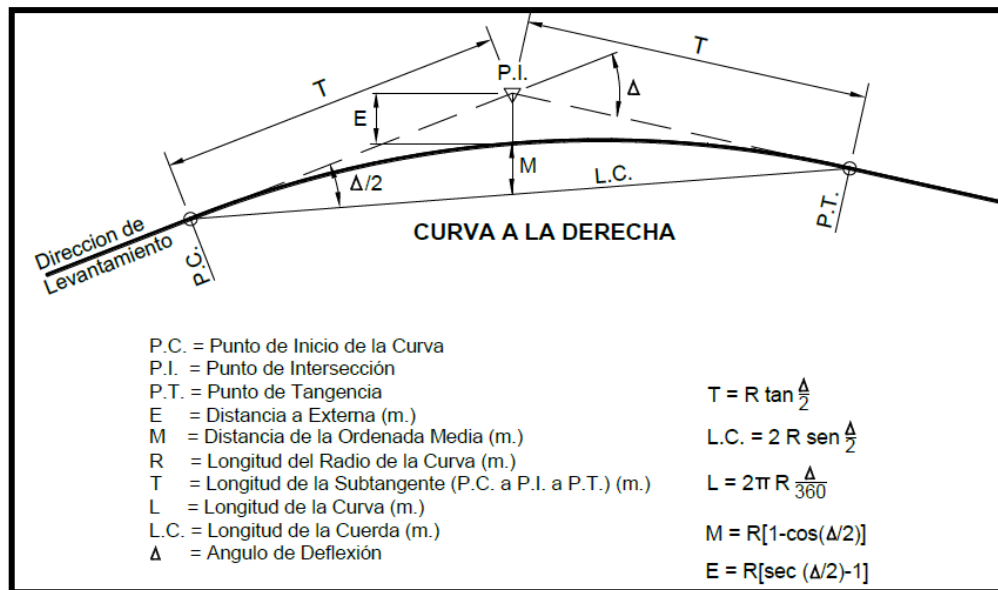


Figura 7. Simbología de la curva circular

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.128.

1.3.4.2. Diseño geométrico en perfil

Este diseño está constituido por tangentes unidas por curvas verticales. Para asegurar la evacuación de las aguas superficiales en toda el tramo de la calzada se tendrán pendientes mínimas al 0.5%, mientras que las máximas se establecen en el cuadro 9. En tramos consecutivos de rasante, se remplazaran curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia de sus pendientes sea mayor a 1% para carreteras pavimentadas y 2% para las demás, estas curvas están dadas por un parámetro de curvatura (K) que equivale a la longitud de la curva para cada 1% de variación en la pendiente (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, pp.169-180).

Cuadro 9. Pendientes máximas

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10	10
40 km/h															9	8	8	9	10	
50 km/h											7	7			8	9	8	8	8	
60 km/h					6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8		
70 km/h			5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7		7	7		
80 km/h	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6		6	6			7	7		
90 km/h	4.5	4.5	5		5	5	6		5	5			6				6	6		
100 km/h	4.5	4.5	4.5		5	5	6		5				6							
110 km/h	4	4			4															
120 km/h	4	4			4															
130 km/h	3.5																			

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.180.

1.3.4.3. Diseño geométrico de la sección transversal

Se describe los elementos que intervienen en corte de la carretera. Una de ella es la calzada que es el espacio donde circulan los vehículos la cual está conformada por uno o más carriles de ancho 3.00 m, 3.30 m y 3.60 m; su ancho esta establecidos por el diseño geométrico de carreteras la cual depende de la velocidad de diseño. También comprenden las bermas que son bordes longitudinales, paralelo a la calzada, es utilizada en caso de emergencias como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos. En tramos en tangente o curvas la calzada deberá tener una inclinación transversal la cual es denominada bombeo este tiene la finalidad de evacuar as aguas superficiales a las cunetas, cuadro 10. Los taludes están dados por la inclinación del terreno en la parte lateral de la carretera, se determinan en función al estudio de mecánica de suelos, cuadro 11 (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, pp.183-202).

Cuadro 10. Valores de bombeo de la calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto	2	2.5
Portland		
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p. 202.

Cuadro 11. Valores referenciales de taludes en zonas de corte

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material			
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	<5 m	01:10	01:06	01:01	02:01	
			01:04	01:03		
	5-10 m	01:10	01:04	01:01	*	
			01:02			
	>10 m	01:08	01:02	*	*	*

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.202.

1.3.5. Impacto ambiental

Para la realización del proyecto vial se deben determinar los impactos ambientales positivos y negativos, para ello se incluyen medidas de investigación y control necesarias para evitar disminuir o amortiguar los daños al medio ambiente. Se consideran la evaluación de los impactos directos e indirectos, realizándose las medidas mitigadoras ante para estos impactos. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p. 283).

1.3.6. Costos y presupuestos

Se realizará la cantidades de las actividades del proyecto a ejecutar detalladamente como partidas: trabajos preliminares, movimiento de tierras, pavimentos, drenaje y obras complementarias, señalización y seguridad vial, protección ambiental (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p. 277).

Posteriormente se realiza el análisis de precio unitario a cada partida donde contiene los costos de mano de obra, materiales y equipos conformados por: bases de datos del cálculo de los costos, análisis de costo directo e indirecto. Luego se determina el presupuesto total del proyecto incluyendo los gastos generales, unidades entre otros (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p. 278).

1.4. Formulación del problema

¿Qué características técnicas deberá tener el diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Miguel Grau- Choconday - distrito de Usquil, provincia de Otuzco- La Libertad?

1.5. Justificación del estudio

Este proyecto se realizó porque la actual carretera cuenta con deficiencias del diseño geométrico establecidos en la norma vigente así como también la ausencia de obras de arte a lo largo del tramo limitándoles el crecimiento económico de la población ya que su principal ingreso es la agricultura y ganadería, estas se ven limitadas por el estado de la vía obligándoles a los pobladores emplear animales de carga o camiones con elevados costos para poder trasladarse.

Por ello es necesario la realización del mejoramiento de la vía para contribuir con la mejora de calidad de vida de los pobladores en el aumento de nivel de comercialización de productos como la agricultura, ganadería y a su vez la venta de productos lácteos en los mercados principales de la provincia, reduciendo los costos de transporte, asimismo, en el sector de la salud, la minimización de polvo ya que a largo plazo traería consecuencias respiratorias y en caso de emergencias se atenderían a la brevedad posible, también mejorará en el sector de la educación ya que habrá una reducción de tiempo en trasladarse a sus centros educativos.

Con la ejecución de la carretera se tendrá un transporte rápido de manera segura, cómoda y a bajas tarifas. El mejoramiento del diseño de la carretera contribuirá a mejorar la calidad de vida de los pobladores del estudio asimismo, el desarrollo socioeconómico local, regional y nacional.

1.6. Hipótesis

La hipótesis de este proyecto está implícita por ser una investigación de nivel descriptiva, por lo tanto, ya está dada porque las características técnicas para el diseño de una carretera esta normado.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General:

Determinar las características técnicas del diseño para el mejoramiento de la carretera del tramo Miguel Grau- Choconday - distrito de Usquil, provincia de Otuzco- La Libertad.

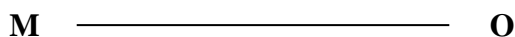
1.7.2. Objetivos específicos:

- Realizar el levantamiento topográfico.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos.
- Realizar el estudio hidrológico y obras de arte.
- Realizar el diseño geométrico de la carretera.
- Realizar el estudio de impacto ambiental.
- Realizar el estudio de costos y presupuesto.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

En la presente investigación se utilizó el diseño descriptivo simple, esquema es el siguiente:



Donde:

M: Representa el lugar y población beneficiada donde se realizan los estudios del proyecto.

O: Representa los datos obtenidos a través de los estudios del proyecto.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variable de estudio.

Diseño de la carretera tramo Miguel Grau- Choconday - distrito de Usquil.

2.2.1.1. Definición conceptual

Según el manual de diseño geométrico de carreteras consiste en diseñar las características técnicas, geométricas y estructurales de la carretera.

2.2.1.2. Subvariables:

- Levantamiento topográfico.
- Estudio de mecánica de suelos.
- Estudio hidrológico y obras de arte.
- Diseño geométrico de la carretera.
- Estudio de impacto ambiental.
- Costos y presupuesto.

2.2.2. Operacionalización de la variable

Variable	Sub-variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
DISEÑO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL.	Levantamiento topográfico	Es el estudio del terreno mediante el cual se realiza operaciones necesarias para poder determinar las posiciones de los puntos para que luego se representen en el plano. (Gómez, 2010).	Se realiza mediante la posición de puntos capturados con una estación total la cual será posicionada en diferentes estaciones, luego serán extraídas en un programa para tener la referencia del terreno.	Lev. Altimétrico (m.s.n.m)	razón
				Alineamientos (ml)	razón
				Perfiles Longitudinales (km.ml)	razón
				Vista de Planta y Secciones (m2,m3)	razón
	Estudio de suelos	Define las propiedades físico-mecánicas de los suelos mediante los estudios establecidos en los laboratorios. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)	Se realiza ciertas cantidades de calicatas a una determinada profundidad de la cual se extrae muestras para realizar sus diferentes estudios en laboratorio.	Contenido de Humedad (%)	razón
				Granulometría (%)	razón
				Límite de Consistencia (%)	razón
				C.B.R (%)	razón
				Densidad Máxima (gr/cm3)	razón
	Estudio hidrológico	Permite diseñar un sistema de drenaje para las aguas pluviales. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)	Este estudio se realiza mediante los resultados obtenidos del SENAMHI sobre las precipitaciones del lugar posteriormente se realiza el diseño de las cunetas.	Precipitaciones (mm/día)	razón
				Cuencas (m3/s)	razón
				Caudal (m2)	razón
				Cunetas (m)	razón
				Alcantarillas de alivio (pulg)	razón
				Alcantarillas de paso (pulg)	razón
	Diseño geométrico	Es el diseño de la vía que reúne las propiedades respectivas que satisface la problemática del proyecto. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones,	Los puntos extraídos de la estación total son puestas en el Civil 3D desde ahí se realiza el diseño mediante los criterios del MTC.	IMD (Veh./día)	razón
				Velocidad de Diseño (m/s)	razón
				Carga Máxima Diseño (ton./m)	razón
				Pendiente (%)	razón

	2018).		Peralte (%)	razón
			Radio Mínimo (ml)	razón
			Señalización	intervalo
Impacto ambiental	Es la estimación de los posibles efectos ambientales del proyecto estos pueden ser positivos o negativos. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018).	Se observa los posibles impactos que el proyecto va a generar y luego se realiza las mitigaciones ante estos impactos.	Impacto Negativo	ordinal
			Impacto Positivo	ordinal
Costos y presupuestos	Permite definir el costo de cada partida que influirá en el diseño de la vía en estudio. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018).	Se realiza las partidas correspondientes del proyecto posteriormente se calcula el costo directo en el cual intervienen la mano d obra materiales y equipos y los costos indirectos donde se calcularan los gastos generales concluyendo obtendremos el presupuesto total del proyecto.	Metrados (m, m2, m3, kg, glb, bls)	razón
			Costo directo (s/.)	razón
			Costo indirecto (s/.)	razón
			Fórmula polinómica	razón
			Presupuesto (s/.)	razón

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población está constituida por la zona en estudio de la carretera del centro poblado: Miguel Grau- Choconday, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, región La Libertad.

2.3.2. Muestra

Se trabajó con toda el área de influencia que consta el tramo de la carretera de los caseríos San Miguel y Choconday.

2.3.3. Muestreo

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia ya que se trabajará con el área que requiere el servicio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnica

Se utilizó la técnica de la observación, ya que se obtendrán los datos a través de estudios.

2.4.2. Instrumentos

Los instrumentos a utilizar para recolectar los datos son los siguientes:

2.4.2.1. Topografía:

- 01 GPS garmin navegador
- 01 Estación Total Sokkia
- 03 Prismas
- 01 Wincha 50 m

2.4.2.2. Suelos:

- 01 Palana
- 01 Picotes
- 06 Sacos para recolección de muestras de suelos.
- Tamices
- Bandejas
- Espátulas
- Balanzas
- Horno
- Equipo de proctor
- Equipo de CBR

2.4.2.3. Equipos de oficina:

- 01 Computadora
- 01 Impresora

2.4.3. Instrumentos documentales:

Para los estudios de mecánica de suelos se utilizaron los formatos establecidos por la Universidad César Vallejo.

2.4.4. Validez y confiabilidad

Se utilizó los procedimientos en el laboratorio de Suelos de la Universidad César Vallejo filial Trujillo.

2.5. Métodos de análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron mediante los siguientes programas especializados: AutoCAD 2018 y AutoCAD Civil 3d 2018, para la extracción de puntos de la Estación total y posteriormente realizar el diseño geométrico de la carretera así como también el ArcGis 10.5 para la delimitación de cuencas, S10 presupuestos 2005 para la elaboración de los costos y presupuesto del proyecto y el Microsoft Project 2013, para realizar el cronograma de la investigación.

2.6. Aspectos éticos

El investigador se comprometió a utilizar el uso correcto de la información adquirida en campo así como los análisis realizados en el desarrollo del proyecto asimismo se contó con el permiso de la Municipalidad distrital de Usquil para acceder a la zona de estudio.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio Topográfico

3.1.1. Generalidades

El levantamiento topográfico se realizó tomando como punto de inicial al caserío de Miguel Grau y culminando en el caserío de Choconday, en lo cual se utilizó un GPS para la georreferencia de las estaciones y puntos de referencia, asimismo, una estación total ubicándola en zonas estratégicas para la mayor radiación de puntos.

3.1.2. Ubicación

Se encuentra ubicado en el caserío de Miguel Grau y Choconday, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.

3.1.3. Reconocimiento de la zona

La zona en estudio consta de una longitud de 5.74 km con ancho variable de 3.00 m a 4.00m, dificultando el pase de vehículos en sentidos opuestos, tiene curvas consecutivas con radios hasta 5.00 m, el terreno cuenta en algunos tramos con pendientes mayores al 10% lo cual requiere mejorar el trazo para una mejor accesibilidad, asimismo, la zona de estudio tiene la facilidad de ampliar sin realizar muchos costos ya que se encuentra a una altura de 3520 a 3689 m.s.n.m y en su alrededor en su mayoría son cultivos, otra de las deficiencias de la carretera es la ausencia de cunetas y alcantarillas para drenar las aguas pluviales. El proyecto cuenta con una cantera ubicada a 1.8 km aproximadamente del caserío de Miguel Grau lo cual genera reducción de costos en la translación de los materiales para la ejecución de la carretera.

3.1.4. Metodología de trabajo

3.1.4.1. Personal

- 01 Topógrafo
- 01 Asistente topográfico
- 03 prismeros y

- 01 Tesista

3.1.4.2. Equipos

- 01 Estación total Sokkia
- 01 GPS navegador garmin
- 03 Prismas
- 01 Wincha (50 m.)
- 02 Radios de comunicación

3.1.4.3. Materiales

- Libreta de campo
- Pintura

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona

El levantamiento topográfico se empezó en el caserío de Miguel Grau siendo el kilómetro 0+000, se ubicó la estación total en sitios estratégicos para captar mayor cantidad de puntos en cada estación, se tomó puntos a costados del eje de la carretera de 20 a 30 metros para tener terreno necesario para realizar el mejoramiento del diseño. El tiempo que se realizó el levantamiento fue de 3 días posteriormente se obtuvo la información de campo y se trabajó en gabinete para procesar la información.

3.1.5.2. Puntos de georreferenciación

Se determinó los puntos de inicio y final del tramo georreferenciándose con un GPS navegador Garmin asimismo los puntos de referencia, las coordenadas de los otros puntos se han obtenido mediante la estación total.

3.1.5.3.Puntos de estación

- Punto Inicial : Caserío Miguel Grau , coordenadas UTM WGS - 84:

Este : 781172.67
Norte : 9130877.51
Cota : 3519.62 m.s.n.m.

- Punto Final : Caserío Choconday, coordenadas UTM WGS - 84:

Este : 784889.18
Norte : 9130248.73
Cota : 3689.28 m.s.n.m.

3.1.5.4.Toma de detalles y rellenos topográficos

Se consideró los puntos necesarios para realizar el nuevo trazo de carretera con una distancia entre 20 y 30 metros desde el eje existente de la vía y cumplir con el manual de diseño geométrico, empleándose en las secciones transversales que haya corte para evitar más gastos con rellenos.

3.1.5.5.Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

BM = Punto de referencia
CAR TROCHA = Carretera existente
TN = Terreno natural
CASA = Casa
POSTE = Poste
E = Número de estación

3.1.6. Trabajo de gabinete

3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos

Posterior a la recolección de datos con la estación total se extrajo los datos adquiridos en el levantamiento topográfico en una computadora, lo cual el archivo nos dio un formato en Excel luego se cambió de formato y se guardó como archivo CVS limitado por comas obteniéndose las características PNEZD (punto, norte, este, cota y descripción). Obtenidos los puntos en archivo CVS se importó al programa AutoCAD Civil 3D 2108, en donde se realizó lo siguiente:

- Se determinó las curvas de nivel mayores y menores cada 1 m.
- Se creó una superficie donde se colocaron todos los puntos del levantamiento topográfico.
- El perfil longitudinal del trazo de la carretera.
- Secciones transversales de la carretera.

3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera

3.2.1. Estudio de suelos

El estudio de suelos nos permitió conocer las características físico mecánicas del suelo en donde se realizó el proyecto obteniéndose las muestras necesarias de 6 calicatas realizadas en cada kilómetro respectivo y luego fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo quien determinó las características del suelo.

3.2.1.1. Alcance

El estudio de suelos de este proyecto es de uso exclusivo para el área de estudio, no podrá utilizarse para otros propósitos.

3.2.1.2. Objetivos

Definir las características generales del suelo a través de la realización de calicatas para la obtención de muestras que serán

analizadas en el laboratorio determinando un diseño de micropavimento para el proyecto.

3.2.1.3.Descripción del proyecto

La carretera en estudio consta de una longitud de 5.74 km. aproximadamente de la cual se obtuvo una muestra en cada calicata para cada kilómetro determinando su respectivas características del suelo de los caseríos de Miguel Grau y Choconday.

3.2.1.4.Descripción de los trabajos

La obtención de muestras se llevó a cabo mediante la realización de 6 calicatas al costado de la carretera existente estas se realizaron cada 1 kilómetro, cuadro 12, de las cuales sus medidas fueron 1.20m. X 1.00m. X 1.50m., de cada estrato encontrado se extrajo 5kg de muestra, mientras que para el estudio de CBR se obtuvo cada 3km. una cantidad de 30 kg de esta manera se obtuvieron las muestras para posteriormente traerlas al laboratorio de suelos y determinar su características correspondientes. Se obtuvo como resultados los siguientes datos correspondientes:

Cuadro 12. Ubicación de las calicatas

N°	PROGRESIVA
C - 01	0+000
C - 02	1+000
C - 03	2+000
C - 04	3+000
C - 05	4+000
C - 06	5+000

Descripción de calicatas

Calicata 1.

Se determinó un suelo CL según SUCS, arcilla ligera arenosa, con limite liquido de 30%, plástico 14%, con un contenido de humedad de 24.17%. Según AASHTO se clasifica en A-6(9) suelo arcilloso pobre o malo como subgrado con 71.49% de finos.

Calicata 2.

Se determinó un suelo ML según SUCS, limo arenoso, con limite liquido de 39%, plástico 28%, con un contenido de humedad de 19.93%. Según AASHTO se clasifica en A-6(7) suelo arcilloso pobre o malo como subgrado con 67.09% de finos.

Calicata 3.

Se determinó un suelo SC según SUCS, arena arcillosa con grava, con limite liquido de 38%, plástico 23%, con un contenido de humedad de 18.89%. Según AASHTO se clasifica en A-6(2) suelo arcilloso pobre o malo como subgrado con 39.68% de finos.

Calicata 4.

Se determinó un suelo GM según SUCS, grava limosa con arena, con limite liquido de 44%, plástico 29%, con un contenido de humedad de 27.78%. Según AASHTO se clasifica en A-2-7(1) material granular, grava y arena arcillosa excelente a bueno como subgrado con un 26.97% de finos.

Calicata 5.

Se determinó un suelo ML según SUCS, limo arenoso con grava, con limite liquido de 33%, plástico 24%, con un contenido de humedad de 13.86%. Según AASHTO se clasifica en A-4(3) suelo limoso, pobre a malo como subgrado con un 53.15% de finos.

Calicata 6.

Se determinó un suelo GC según SUCS, grava arcillosa con arena, con limite liquido de 33%, plástico 23%, con un contenido de humedad de 15.69%. Según AASHTO se clasifica en A-4(0) suelo limoso, pobre a malo como subgrado con un 36.67% de finos.

Para determinar la categoría de la subrasante se considera los valores que se encuentran de $CBR \geq 10\%$ A $CBR < 20\%$, lo cual es tipo S4 que corresponde a una SUBRASANTE BUENA con 12.10% al 95% de la máxima densidad seca, interpretado como un suelo de buena capacidad para la resistencia al esfuerzo cortante.

3.2.2. Estudio de cantera

3.2.2.1. Identificación de cantera

La muestra de cantera se obtuvo del caserío de Monchacap 1.8 km aproximadamente del caserío Miguel Grau, figura 7.



Figura 7. Ubicación de la cantera del proyecto
Fuente. Google earth.

3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera

Se determinó el estudio de la cantera en el laboratorio de suelos de la Universidad César Vallejo de la cual se obtuvieron los siguientes resultados: según SUCS una grava mal graduada y según AASHTO material granular con fragmentos de roca, grava y arena, con 0.04 %

de finos, con un contenido de humedad de 8.56%. Se obtuvo el CBR al 100% con 86.67% para el cálculo del diseño.

3.2.3. Estudio de fuente de agua

3.2.3.1. Ubicación

La ubicación de la fuente de agua para el proyecto se obtendrá de la quebrada Charat que se encuentra a 5 km aproximadamente de la carretera en estudio.

3.3. Estudio hidrológico y obras de arte

3.3.1. Hidrología

3.3.1.1. Generalidades

La hidrología es uno de los estudios importantes del diseño de una carretera ya que es la ciencia que se encarga de la distribución de las aguas, para ello se realizan estudios para el diseño de esta distribución que requieren de ciertos datos hidrológicos y meteorológicos que nos proporciona el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) para efectuarse el diseño. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.13).

3.3.1.2. Objetivos del estudio

Evacuar las aguas superficiales para que estas no generen daños a la carretera ni afecte su transitabilidad.

3.3.1.3. Estudios hidrológicos

Este estudio permite estimar las descargas máximas de las precipitaciones en 24 horas, estas son registradas en las estaciones pluviométricas ubicadas en distintos lugares del país de los cuales se obtienen para el proyecto de la estación más cercana.

3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

3.3.2.1. Información pluviométrica

En el cuadro 13, se muestra los datos pluviométricos de la estación meteorológica Sinsicap, distrito Sinsicap, provincia de Otuzco, departamento La Libertad, estación más cercana al proyecto y con similares características climatológicas, de las cuales se encuentran las precipitaciones máximas de los diferentes meses en un registro histórico de 47 años, los datos fueron adquiridos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Cuadro 13. Datos de estación Sinsicap

ESTACIÓN METEOROLÓGICA SINSICAP														
Departamento:	La Libertad				Longitud:				78°34'W					
Provincia:	Otuzco				Latitud:				07°54'S					
Distrito	Sinsicap				Altitud:				2620 m.s.n.m					
Localidad:	Sinsicap													
PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS														
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MÁX.	
1966	13.8	6.6	9.8	7.2	7.8	0	0	0	4.2	8.8	2.4	6.3	13.8	
1967	8.5	15.8	9.3	8.6	5.4	4.4	4.8	0	10.6	10.7	7.2	8.3	15.8	
1968	7.6	9.6	9.9	8.4	0	5.2	0	8.1	6	9.6	0	3.6	9.9	
1969	7.2	9.6	13.7	7.1	4.8	0	0	3.2	0	7.1	8	12.1	13.7	
1970	10.7	0	9.5	11.7	3.2	4.8	0	9.2	6	15.4	3.6	7	15.4	
1971	7.9	19.7	18.5	17.8	4.8	3.5	0	6.8	20	18.5	6.2	15	20.0	
1972	10	26.2	19	6	8.6	6.4	1.2	6.5	9.6	2.5	16.3	11	26.2	
1973	13	14.4	19.2	19.9	11.2	6.8	6.2	0.6	7.4	2.4	7.8	5.8	19.9	
1974	8.4	13	14.4	17.3	6.1	1.5	0	14.7	7.3	6.6	10	3.2	17.3	
1975	16.8	27.2	14.7	34.8	6.7	12	0	16.6	9.5	13	9.1	4.7	34.8	
1976	13.4	19.9	9.7	10.5	3.9	0	0	0	0	0	8.1	5.6	19.9	
1977	24.6	21.8	18.2	2.9	0	0	0	0	2.2	9.3	S/D	8.7	24.6	
1978	22.2	4.8	13.9	8.7	8.7	0	0	0	8.2	0	9.3	4.1	22.2	
1979	4.3	13.1	29.9	34.2	5.0	3.1	0.0	8.19	5.74	4.88	5.23	6.06	34.2	
1980	8.26	12.31	13.10	12.20	5.50	3.08	0.02	1.85	0.70	7.52	7.13	8.72	13.1	
1981	14.80	12.60	14.29	12.23	5.04	3.08	0.04	3.07	2.62	10.28	5.63	5.81	14.8	
1982	13.72	11.39	13.49	12.70	5.04	3.08	0.02	1.83	0.72	9.75	31.22	6.19	31.2	
1983	22.50	14.52	24.33	20.39	13.37	6.94	0.02	1.83	0.70	11.98	6.26	10.29	24.3	
1984	10.16	14.70	14.89	12.52	6.64	3.50	0.02	1.83	0.72	12.04	8.63	6.27	14.9	
1985	12.87	12.29	13.44	12.23	5.48	3.08	0.02	1.85	8.86	4.88	4.60	6.15	13.4	
1986	12.91	12.50	12.37	14.59	5.04	3.08	0.04	7.90	0.72	7.11	6.65	7.03	14.6	
1987	14.30	12.48	17.21	13.95	5.28	3.48	0.02	1.83	0.72	6.52	9.42	6.19	17.2	
1988	18.06	12.31	12.56	14.88	5.97	3.08	0.02	1.83	0.72	7.28	6.50	6.36	18.1	
1989	10.19	13.83	13.57	12.79	5.36	3.34	0.02	4.13	11.74	13.86	4.61	4.84	13.9	
1990	9.14	12.55	12.66	12.09	5.04	3.31	0.02	1.83	2.86	7.28	14.40	6.19	14.4	
1991	8.50	11.96	14.66	13.39	5.91	3.08	0.02	1.83	0.72	7.87	6.34	6.61	14.7	
1992	10.77	12.29	13.54	23.76	6.15	4.08	0.04	1.85	11.98	5.58	5.63	5.38	23.8	
1993	11.92	15.73	15.71	15.11	5.50	3.08	0.04	1.85	20.38	6.81	12.03	7.24	20.4	
1994	16.09	14.15	15.15	15.72	5.40	3.65	0.04	1.83	3.82	5.76	11.55	7.88	16.1	
1995	10.87	13.24	12.77	12.49	5.67	3.61	1.12	1.83	2.62	7.22	8.00	9.57	13.2	
1996	10.23	15.54	15.28	13.39	5.16	3.08	0.02	1.83	5.02	7.05	6.26	5.64	15.5	
1997	9.51	12.30	13.27	17.46	5.30	3.29	0.02	1.83	7.42	6.70	9.58	18.27	18.3	
1998	21.55	17.23	20.90	14.90	6.66	3.67	0.02	1.83	4.06	7.46	6.34	6.74	21.6	
1999	13.72	17.68	12.80	14.12	7.89	3.19	2.50	1.83	6.46	6.40	5.86	8.81	17.7	
2000	12.30	13.72	14.92	16.10	7.10	3.08	0.02	5.72	29.98	5.64	7.13	9.53	30.0	
2001	14.67	13.07	18.54	14.90	5.89	3.54	0.02	1.83	12.94	8.22	7.29	5.93	18.5	
2002	8.70	18.94	14.03	16.79	5.22	3.27	0.04	1.83	5.26	8.11	10.45	6.40	18.9	
2003	9.96	14.23	12.51	14.35	5.81	3.25	0.16	1.83	0.72	5.93	12.18	16.75	16.8	
2004	9.82	13.19	12.57	13.54	7.44	3.08	0.04	1.85	0.72	26.44	6.89	6.86	26.4	
2005	11.21	12.95	13.93	13.51	5.04	3.08	0.02	1.83	0.70	7.99	6.26	8.81	13.9	
2006	11.75	18.95	14.46	14.82	5.04	3.54	0.04	1.85	3.34	5.34	13.05	10.45	19.0	

2007	10.46	S/D	13.74	13.92	7.53	3.08	0.04	2.36	1.42	7.99	12.82	8.05	13.9
2008	13.75	17.04	14.78	15.51	5.48	3.52	0.85	3.24	2.86	8.81	8.47	5.72	17.0
2009	16.36	13.21	15.18	14.03	5.26	3.08	1.12	2.54	0.72	7.52	13.37	6.86	16.4
2010	12.23	17.24	12.93	14.56	6.47	3.11	0.04	1.83	30.46	5.87	8.47	6.31	30.5
2011	11.89	12.43	13.16	15.69	5.20	3.29	0.04	1.85	6.94	5.58	10.21	7.54	15.7
2012	14.40	13.87	15.30	15.89	5.75	4.06	0.02	1.85	6.22	13.04	8.31	7.92	15.9
2013	11.01	12.72	15.68	12.15	5.67	3.08	0.02	1.85	0.70	9.05	4.60	5.47	15.7

Fuente. SENAMHI

3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

En el cuadro 14 apreciamos el registro de las precipitaciones máximas en 24 horas en 47 años consecutivos y los diferentes meses en las que se dieron estas precipitaciones empezando desde el mes de setiembre y prolongándose hasta el mes abril, siendo el mes de abril el que cuenta con mayor precipitación de 34.80 mm. En la figura 8 se aprecia un histograma con las precipitaciones máximas en 24 horas.

Cuadro 14. Precipitación máxima en 24 horas

REGISTRO	AÑO	MES	PM (mm)
1	1966	Enero	13.80
2	1967	Febrero	15.80
3	1968	Marzo	9.90
4	1969	Marzo	13.70
5	1970	Octubre	15.40
6	1971	Septiembre	20.00
7	1972	Febrero	26.20
8	1973	Abril	19.90
9	1974	Abril	17.30
10	1975	Abril	34.80
11	1976	Febrero	19.90
12	1977	Enero	24.60
13	1978	Enero	22.20
14	1979	Abril	34.20
15	1980	Marzo	13.10
16	1981	Enero	14.80
17	1982	Noviembre	31.22
18	1983	Marzo	24.33
19	1984	Febrero	14.89
20	1985	Marzo	13.44

21	1986	Abril	14.59
22	1987	Marzo	17.21
23	1988	Enero	18.06
24	1989	Octubre	13.86
25	1990	Noviembre	14.40
26	1991	Marzo	14.66
27	1992	Abril	23.76
28	1993	Septiembre	20.38
29	1994	Enero	16.09
30	1995	Febrero	13.24
31	1996	Febrero	15.54
32	1997	Diciembre	18.27
33	1998	Enero	21.55
34	1999	Febrero	17.68
35	2000	Septiembre	29.98
36	2001	Marzo	18.54
37	2002	Febrero	18.94
38	2003	Diciembre	16.75
39	2004	Octubre	26.44
40	2005	Marzo	13.93
41	2006	Febrero	18.95
42	2007	Abril	13.92
43	2008	Febrero	17.04
44	2009	Enero	16.36
45	2010	Septiembre	30.46
46	2011	Abril	15.69
47	2012	Abril	15.89
48	2013	Marzo	15.68

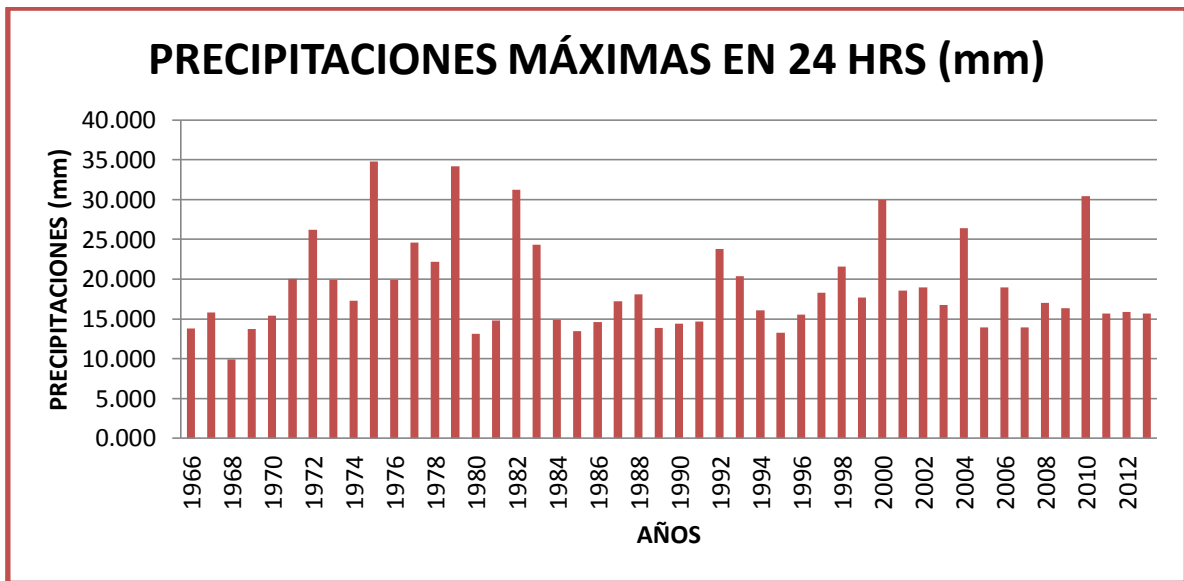


Figura 8. Histograma de las precipitaciones máxima en 24 horas.

3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

3.3.2.3.1. Modelos de distribución probabilísticos

Según el manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, la estimación de precipitaciones, intensidades y caudales máximos para diferentes periodos de retorno se realiza mediante un análisis de frecuencia a través de modelos de distribución probabilísticos como: la distribución normal, log. normal 2 y 3 parámetros, gamma 2 y 3 parámetros, log. Pearson tipo III, gumbel y log. Gumbel.

Se realizó los respectivos cálculos con las distribuciones probabilísticas mencionadas mediante el programa HidroEsta obteniéndose las precipitaciones máximas probables en 24 horas para distintos periodos de retorno como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Precipitación máxima probable (mm)

Años (Tr)	Distribución Normal (mm)	Distribución Log Normal 2 Parámetros (mm)	Distribución Log Normal 3 Parámetros (mm)	Distribución Gamma 2 Parámetros (mm)	Distribución Gamma 3 Parámetros (mm)	Distribución Log Pearson tipo III (mm)	Distribución Gumbel (mm)	Distribución Log Gumbel (mm)
2	18.9	18.15	17.90	18.40	17.73	17.59	17.94	17.33
5	23.82	22.99	22.76	23.21	23.15	22.68	23.10	22.21
10	26.39	26.01	25.99	26.03	26.72	26.38	26.52	26.18
20	28.51	28.81	29.10	28.51	30.09	30.18	29.80	30.65
50	30.9	32.32	33.14	31.48	34.33	35.50	34.04	37.60
100	32.49	34.89	36.20	33.57	37.42	39.81	37.21	43.81
200	33.94	37.43	39.29	35.54	40.44	44.40	40.38	51.02
500	35.71	40.74	43.46	38.01	44.32	50.93	44.56	62.39

3.3.2.3.2. Pruebas de bondad de ajuste

Es una hipótesis utilizada para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida. Las pruebas de bondad de ajuste más conocidas son la X^2 y la Kolmogorov – Smirnov (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.30).

La prueba que se utilizó fue la Kolmogorov – Smirnov, se realizó a través del programa HidroEsta determinándose los análisis de bondad de mejor ajuste como se muestra en el cuadro 16. Para la elección de la distribución probabilística se elige el que contenga el menor delta teórico de la cual se determinó a la función Log Gumbel quien cumple con lo indicado, por ende se trabajará con los datos obtenidos de las precipitaciones máxima probables para los diferente periodos de retorno cuadro 17.

Cuadro 16. Resultados de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov

Delta	Dist. Normal	Dist. Log. Normal 2 Parámetros	Dist. Log. Normal 3 Parámetros	Dist. Gamma 2 Parámetros	Dist. Gamma 3 Parámetros	Dist. Log Pearson Tipo III	Dist. Gumbel	Dist. Log Gumbel
Teórico	0.1496	0.0981	0.0824	0.1145	0.09201	0.06678	0.0933	0.0528
Tabular	0.1963	0.1963	0.1963	0.1963	0.1963	0.1963	0.1963	0.1963

Cuadro 17. Precipitaciones máximas probables

Años (Tr)	Distribución Log Gumbel (mm)
2	17.33
5	22.21
10	26.18
20	30.65
50	37.60
100	43.81
200	51.02
500	62.39

3.3.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

3.3.2.4.1. Intensidad de lluvia

Se utilizó el modelo de Frederich Bell para estimar la intensidad de la lluvia máxima en función del periodo de retorno, la duración de la tormenta en minutos, la precipitación máxima en una hora de duración y periodo de retorno de 10 años, expresándose de la siguiente manera:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde t es la duración en minutos, T el periodo de retorno en años, P_t^T la precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años y P_{60}^{10} la precipitación en 60 minutos con un periodo de retorno de 10 años. Para el cálculo de P_{60}^{10} se realizó a partir del modelo de Yance Tueros estimando la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas con la siguiente formula:

$$I = (aP_{24hr}^b)$$

Siendo I la intensidad máxima (mm/h), a y b son parámetros del modelo con los valores de 0.4602 y 0.876 respectivamente de esta manera tenemos:

$$P_{60}^{10} = 0.4602 \times 26.18^{0.876}$$

$$P_{60}^{10} = 8.0369 \text{ mm}$$

De esta manera se emplea en la fórmula antes mencionada para la determinación de las lluvias e intensidades máximas para diferentes duraciones y periodos de años como se aprecia en el cuadro 18 y 19.

Cuadro 18. Lluvias máximas (mm) para diferentes D y T

T años	Pp. Máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	62.39	4.51	6.75	8.25	9.42	11.20	14.71
200	51.02	4.03	6.04	7.38	8.42	10.02	13.16
100	43.81	3.67	5.50	6.73	7.67	9.13	11.99
50	37.60	3.32	4.96	6.07	6.92	8.23	10.81
20	30.65	2.84	4.25	5.20	5.93	7.05	9.26
10	26.18	2.48	3.71	4.54	5.18	6.16	8.09
5	22.21	2.12	3.17	3.88	4.43	5.27	6.92
2	17.33	1.64	2.46	3.01	3.43	4.09	5.36

Cuadro 19. Intensidades máximas (mm/hr) para diferentes D y T

T años	P. máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	62.39	54.12	40.51	33.02	28.25	22.41	14.71
200	51.02	48.42	36.24	29.53	25.27	20.04	13.16
100	43.81	44.10	33.01	26.90	23.02	18.26	11.99
50	37.60	39.78	29.77	24.27	20.76	16.47	10.81
20	30.65	34.08	25.50	20.79	17.79	14.11	9.26
10	26.18	29.76	22.27	18.15	15.53	12.32	8.09
5	22.21	25.44	19.04	15.52	13.28	10.53	6.92
2	17.33	19.74	14.77	12.04	10.30	8.17	5.36

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \quad (2)$$

Donde I es la intensidad máxima (mm/h), k, m y n son factores característicos de la zona de estudio, T es el periodo de retorno en

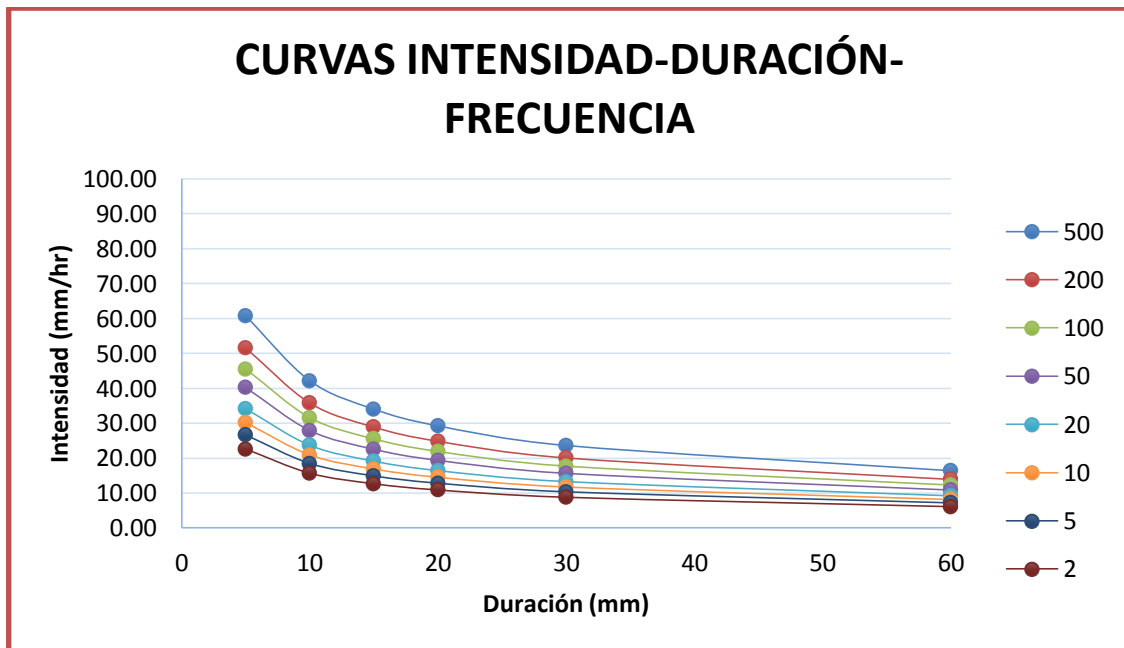
años y “t” la duración de precipitación equivalente al tiempo de concentración (min). De la ecuación (2) se toman logaritmos para determinarse los valores de k, m y n mediante el análisis de regresión múltiple (cuadro 20), obteniéndose las intensidades para diferentes duraciones y las curvas I-D-F para la estación en estudio, cuadro 21.

Cuadro 20. Resultados del análisis de regresión

Constante	1.667613736		K= 46.52
Err. Estándar de est. Y	0.026050221		
R Cuadrado	0.987255666		
Núm. De observaciones	48		m= 0.179
Grado de libertad	45		
Coficiente(s) X	0.179415826	-0.526821568	n= 0.527
Error estándar de coef.	0.004901794	0.010977352	

Cuadro 21. Intensidades máximas de diseño según tiempo de retorno y duración.

T (años)	Pmax. 24 h (mm)	Duración (t, minutos)					
		5	10	15	20	30	60
500	62.39	60.76	42.18	34.06	29.27	23.64	16.41
200	51.02	51.55	35.78	28.90	24.84	20.06	13.92
100	43.81	45.52	31.60	25.52	21.93	17.71	12.29
50	37.60	40.20	27.90	22.54	19.37	15.64	10.86
20	30.65	34.11	23.68	19.12	16.43	13.27	9.21
10	26.18	30.12	20.90	16.88	14.51	11.72	8.13
5	22.21	26.60	18.46	14.91	12.81	10.35	7.18
2	17.33	22.56	15.66	12.65	10.87	8.78	6.09



3.3.2.5. Cálculos de caudales

Se realizó mediante el método racional para estimar el caudal máximo, este método es usado para cálculos de cuencas de áreas menores a 10 km², para ello se trabajó con la siguiente expresión para la descarga máxima de diseño:

$$Q = 0.278 CIA \quad (3)$$

Donde Q es el caudal máximo de diseño (m³/s), C el coeficiente de escorrentía que depende de las características hidrológicas y geomorfologías de las quebradas que interceptan con el alineamiento de la carretera, I la intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h) y A la área de la cuenca (km²).

3.3.2.5.1. Área de cuenca (A)

Para el cálculo del área se hizo uso del programa ArcGIS 10.5 hallándose 2 microcuencas como se muestra en la figura 9, de las cuales se delimito y saco sus respectivas áreas, proyectándose dos quebradas para el análisis de alcantarillas de paso, cuadro 22.

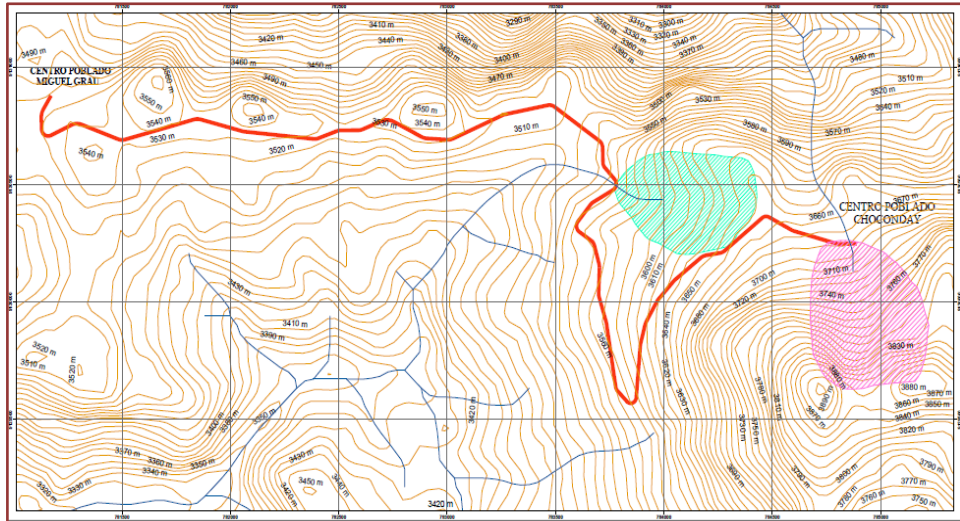


Figura 9: Delimitación de microcuencas del proyecto.
Fuente. ArcGIS 10.5

Cuadro 22. Áreas de las microcuencas del proyecto.

Microcuenca	Área (km ²)
Microcuenca 1	0.22
Microcuenca 2	0.28
Área total	0.50

3.3.2.5.2. Tiempo de concentración

Se determinó mediante la fórmula californiana culverts practice, en el cuadro 23 se muestra los tiempos de concentración de las quebradas que interceptan la carretera la cual se determinó mediante la siguiente fórmula, utilizada para cuencas pequeñas:

$$t_c = 0.0195 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Siendo L la longitud del curso de agua (m) y H la diferencia de nivel entre la divisorio de aguas y la salida (m).

Cuadro 23. Tiempo de concentración de las cuencas de drenaje

Quebrada	Progresiva	Área (Km ²)	Longitud del cauce (m)	Cota		Desnivel (m)	S (m/m)	Tc (min)
				Máxima	Mínima			
Quebrada 1	3+115	0.22	463.70	3660.00	3550	110.00	0.24	3.83
Quebrada 2	5+729	0.28	415.45	3890.00	3689	201.00	0.48	2.68

3.3.2.5.3. Coeficiente de escorrentía (C)

El manual de hidrología, hidráulica y drenaje establece en el cuadro 24 los coeficientes de escorrentía para el uso del método racional estas depende de las características hidrológicas y pendientes de las quebradas que interceptan con el alineamiento de la carretera. Se obtuvo un coeficiente de 0.40 y 0.45 por encontrarse en un terreno semipermeable con hierba y grama teniendo pendientes de 24 y 48%.

Cuadro 24. Coeficiente de escorrentía método racional

Cobertura Vegetal	Tipo de Suelo	Pendiente del Terreno				
		Pronun.	Alta	Media	Suave	Desprec.
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Cultivos	Impermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	Semipermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	Permeable	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	Semipermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	Permeable	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	Semipermeable	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
	Permeable	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.50.

3.3.2.5.4. Intensidad (I)

Se empleó la fórmula (2) para el cálculo de intensidad en los tiempos de concentración de las quebradas encontradas en el proyecto, determinándose en el cuadro 25 la intensidad para los tiempos de concentración obtenidos.

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Cuadro 25. Intensidades máximas para Tc (min) y T (años)

Tc (min)	T (años)	Factores característicos de la zona			Intensidad (mm/hr)
		k	m	n	
3.83	50	46.59	0.179	0.527	46.22
2.68	50	46.59	0.179	0.527	55.85

Determinándose con los valores encontrados y el caudal de diseño máximo en el cuadro 26 para las microcuencas.

Cuadro 26. Caudal máximo

N° Quebrada	Progresiva	Estructura		Área (km2)	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal máximo (m3/s)	Caudal máx. de cuneta (m3/s)	Caudal total (m3/s)
		Este	Norte								
1	3+115	783774.491	9130491.657	0.22	0.40	3.83	50	46.22	1.13	0.024	1.155
2	5+729	784889.213	9130255.637	0.28	0.45	2.68	50	55.85	1.96	0.020	1.977

3.3.3. Hidráulica y drenaje

3.3.3.1. Drenaje superficial

Este drenaje es el encargado de evacuar de manera adecuada las aguas superficiales que se encuentran interceptadas en la carretera transcurriendo por cauces naturales o artificiales asegurando su estabilidad y permanencia (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.68).

3.3.3.1.1. Periodo de retorno

Según el manual de bajo volumen de tránsito recomienda valores de periodo de retorno para el diseño de obras de drenaje como las cunetas y alcantarillas de alivio que no sean inferiores a 10 años, para badenes y alcantarillas de paso un periodo aconsejable de 50 años, como se muestra en el cuadro 27.

Cuadro 27. Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	PERIODO RETORNO (AÑOS)
Puentes y Pontones	100 mínimo
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarillas de alivio	10 a 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, p.54.

3.3.3.1.2. Velocidad máxima del agua

Es la máxima que debe tener el diseño para evitar daños por erosión en la superficie del cauce, cuadro 28, para ello se consideró una velocidad máxima de 4.50 m/s para una superficie de concreto y una mínima de 0.25 m/s.

Cuadro 28. Velocidad máxima del agua

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
En Arena fina y/o limo (con poca o ninguna arcilla).	0.20-0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60-0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60-1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20-1.50
Hierba	1.20-1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40-2.40
Mampostería/rocas duras	3.00 - 4.50*
Concreto	4.50-6.00*

*para flujos de muy corta duración

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.172.

3.3.3.2. Diseño de cunetas

La sección de las cunetas para el proyecto será de forma triangular, y revestidas de concreto, las cuales estarán proyectadas en los tramos al pie del talud de corte paralela a la calzada. El talud interior de inclinación depende de la velocidad y volumen de diseño de la carretera, cuadro 29.

Cuadro 29. Inclinaciones máximas del talud (V: H)

Velocidad Directriz	I.M.D.A	
	< 750	>750
<70 km/h	1:2	1:3
	1:3	
>70 km/h	1	1:

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.173.

Al tener una velocidad de 30 km/h y un IMDA menor 750 veh/día se tiene un talud interior de 1:2.

3.3.3.2.1. Cálculo hidráulico de cunetas

3.3.3.2.1.1.Caudal de aporte

Es el caudal calculado en el área de aporte correspondiente a la longitud de cuneta, se realizó mediante la fórmula (3) para la determinación del caudal de aporte:

$$Q = 0.278 CIA$$

Para el talud de corte se utilizó un coeficiente de escorrentía de la cuenca $C = 0.40$, periodo de retorno, la intensidad en una hora de 8.13mm/h y el área calculada siendo la longitud de la cuneta por el ancho tributario = 0.10 km; para la superficie de rodadura se tomó un coeficiente de escorrentía $C = 0.20$, cuadro 30, siendo los otros valores los mismos que se utilizó para el talud de corte. Determinándose los valores de los caudales como se aprecia en el cuadro 31.

Cuadro 30. Coeficiente de escorrentía según tipo de superficie de rodadura.

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Los Pavimento asfáltico -Concreto	0.70 – 0.95
En Adoquines	0.50 – 0.70
En superficie con Grava	0.15 – 0.30
Los Bosques	0.10 – 0.20
En zonas de Vegetaciones densas	0.10 – 0.20
Con terreno Granular	0.30 – 0.75
Con terreno Arcilloso	
En tierra sin ninguna Vegetación	0.20 – 0.80
En zonas con cultivos	0.20 – 0.40

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, p.59.

Cuadro 31. Cálculo de caudales para el diseño de cunetas.

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS																	
N°	Progresivas		Talud de corte						Drenaje de la carpeta de rodadura				Q1(talud) m3/seg	Q2(calzada) m3/seg	Q total Q1+Q2 (m3/seg)		
	Desde	Hasta	Longitud (Km)	Ancho Tributario (Km)	Área Tributaria (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)	Área Tributaria (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)					
Cuneta 1	0+000	0+260	0.260	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0009	0.2	10	8.13	0.02351	0.00041	0.02392		
Cuneta 2	0+260	0+487	0.227	0.10	0.02	0.4	10	8.13	0.0008	0.2	10	8.13	0.02052	0.00036	0.02088		
Cuneta 3	0+487	0+690	0.203	0.10	0.02	0.4	10	8.13	0.0007	0.2	10	8.13	0.01835	0.00032	0.01867		
Cuneta 4	0+690	1+536	0.846	0.10	0.08	0.4	10	8.13	0.0030	0.2	10	8.13	0.07648	0.00134	0.07782		
Cuneta 5	1+536	2+340	0.804	0.10	0.08	0.4	10	8.13	0.0028	0.2	10	8.13	0.07269	0.00127	0.07396		
Cuneta 6	2+340	2+800	0.460	0.10	0.05	0.4	10	8.13	0.0016	0.2	10	8.13	0.04159	0.00073	0.04231		
Cuneta 7	2+800	3+115	0.315	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0011	0.2	10	8.13	0.02848	0.00050	0.02898		
Cuneta 8	3+115	3+380	0.265	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0009	0.2	10	8.13	0.02396	0.00042	0.02438		
Cuneta 9	3+380	3+600	0.220	0.10	0.02	0.4	10	8.13	0.0008	0.2	10	8.13	0.01989	0.00035	0.02024		
Cuneta 10	3+600	3+860	0.260	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0009	0.2	10	8.13	0.02351	0.00041	0.02392		
Cuneta 11	3+860	4+190	0.330	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0012	0.2	10	8.13	0.02983	0.00052	0.03036		
Cuneta 12	4+190	4+460	0.270	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0009	0.2	10	8.13	0.02441	0.00043	0.02484		
Cuneta 13	4+460	4+752	0.292	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0010	0.2	10	8.13	0.02640	0.00046	0.02686		
Cuneta 14	4+752	5+048	0.296	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0010	0.2	10	8.13	0.02676	0.00047	0.02723		
Cuneta 15	5+048	5+430	0.382	0.10	0.04	0.4	10	8.13	0.0013	0.2	10	8.13	0.03453	0.00060	0.03514		
Cuneta 16	5+430	5+729	0.299	0.10	0.03	0.4	10	8.13	0.0010	0.2	10	8.13	0.02703	0.00047	0.02750		
Cuneta 17	5+729	5+739	0.010	1.10	0.01	0.4	10	8.13	0.0000	0.2	10	8.13	0.00994	0.00002	0.00996		
Longitud acumulada =			5.739	km												Q máx.	0.07782

3.3.3.2.1.2.Capacidad de las cunetas

Para la determinación del caudal que transita con la cuneta llena se empleó el diseño hidráulico para flujo de canales abiertos de la ecuación de Manning:

$$Q = A \times V = \frac{\left(A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \right)}{n}$$

Siendo Q el caudal de diseño (m³/s), V la velocidad media (m/s), A representa el área de la sección (m²), P el perímetro mojado (m), R_h el radio hidráulico (m) que representa el A/P, S la pendiente del fondo (m/m) y n el coeficiente de rugosidad de Manning.

Las dimensiones mínimas que han sido utilizadas para las cunetas se encuentran en el cuadro 32, se determinó de acuerdo a la región en la que pertenece el proyecto para una región lluviosa con una profundidad de 0.30m y un ancho de 0.75 m. De acuerdo a las medidas mencionadas se predimensionó las cunetas a lo largo del tramo, figura 10.

Cuadro 32. Dimensiones mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (M)	ANCHO (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (<3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.178.

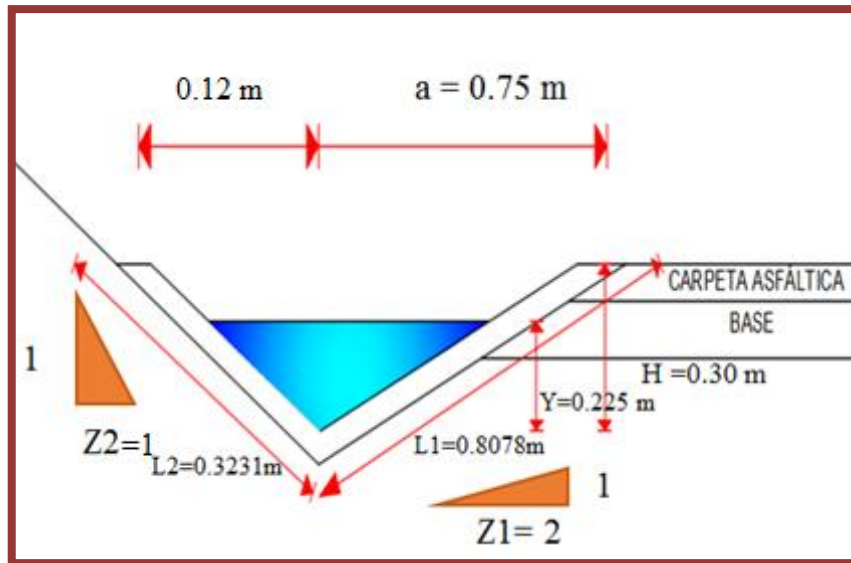


Figura 10. Dimensiones de las cunetas

Se procedió a calcular el área y perímetro hidráulico mediante las relaciones geométricas de triángulos, obteniéndose los siguientes valores, cuadro 33.

Área hidráulica:

$$A = \frac{(Z_2 + a) * Y}{2}$$

Perímetro mojado:

$$P = L_1 + L_2$$

Cuadro 33. Características de la cuneta

Sección	Tirante (m)	Pendiente		Área Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico (m)	Borde Libre (m)	Altura (m)
	Y	Z1	Z2	A	P	R	B	H
Triangular	0.225	1.2	0.12	0.098	1.131	0.087	0.075	0.300

Posteriormente con los valores encontrados en el cuadro 33 se procedió al cálculo del caudal verificando que el caudal por fórmula de Manning es 0.406 m³/s siendo mayor que el caudal de aporte 0.078 m³/s por lo tanto el diseño de cuneta es correcto con una velocidad de 4.14 m/s se encuentra dentro del rango de la velocidad máxima admisible, cuadro 34.

Cuadro 34. Verificación de caudales

Tipo de terreno		Ecuación de Manning.		Caudal máximo calculado
Rugosidad	Pendiente terreno	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	(m ³ /s)
(n)	S	V	Q	Q
0.015	0.1	4.14	0.406	0.078

3.3.3.3. Diseño de alcantarilla

Para el diseño hidráulico de alcantarillas se utilizó el método racional para la determinación del caudal luego se selecciona el caudal de aporte crítico para posteriormente compararlo con el caudal hallado por fórmula de Manning de igual manera para el cálculo de sus dimensiones mediante utilizándose un coeficiente de rugosidad de 0.024, cuadro 35.

Cuadro 35. Valores del coeficientes de rugosidad de Manning

Tipo de canal	Mínimo	Normal	Máximo
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.03
Tubo de concreto	0.01	0.015	0.02
Canal revestido en concreto alisado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar	0.014	0.017	0.02
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.03
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.03
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.04
Canal sin revestir en roca irregular	0.035	0.04	0.05
Canal sin revestir en maleza tupida	0.05	0.08	0.12
Ríos en planicies de cause recto sin zonas con piedra y malezas	0.025	0.03	0.035
Ríos sinuosos o torrentosos con piedras	0.035	0.04	0.6

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2011, p.76.

3.3.3.3.1. Diseño de alcantarillas de alivio o aliviaderos

Se determinó el caudal mediante la siguiente fórmula (3).

$$Q = 0.278 CIA$$

Determinándose un coeficiente de escurrimiento de cuenca $C = 0.40$, una intensidad para un periodo de 20 años de 9.21 mm/h y el área siendo la longitud de las alcantarillas por el ancho tributario de 0.10 km. Se realizó el cálculo determinándose los siguientes valores, cuadro 36, proyectándose 13 aliviaderos a lo largo de la carretera.

Cuadro 36. Cálculo de caudales para las alcantarillas de alivio.

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLAS DE ALIVIO															
N°	Progresivas		Talud de corte						Drenaje de la carpeta de rodadura				Q1(talud) m3/seg	Q2(calzada) m3/seg	Q total Q1+Q2 (m3/seg)
	Desde	Hasta	Longitud (Km)	Ancho Tributario (Km)	Área Tributaria (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)	Área Tributaria (km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)			
1	0+000	0+260	0.260	0.10	0.03	0.4	20	9.21	0.0009	0.2	20	9.21	0.02663	0.00047	0.02709
2	0+260	0+487	0.227	0.10	0.02	0.4	20	9.21	0.0008	0.2	20	9.21	0.02325	0.00041	0.02366
3	0+487	0+690	0.203	0.10	0.02	0.4	20	9.21	0.0007	0.2	20	9.21	0.02079	0.00036	0.02115
4	0+690	1+021	0.331	0.10	0.03	0.4	20	9.21	0.0012	0.2	20	9.21	0.03390	0.00059	0.03449
5	1+021	1+942	0.921	0.10	0.09	0.4	20	9.21	0.0032	0.2	20	9.21	0.09432	0.00165	0.09598
6	1+942	2+340	0.398	0.10	0.04	0.4	20	9.21	0.0014	0.2	20	9.21	0.04076	0.00071	0.04147
7	2+340	3+115	0.775	0.10	0.08	0.4	20	9.21	0.0027	0.2	20	9.21	0.07937	0.00139	0.08076
8	3+600	3+860	0.260	0.10	0.03	0.4	20	9.21	0.0009	0.2	20	9.21	0.02663	0.00047	0.02709
9	3+860	4+460	0.600	0.10	0.06	0.4	20	9.21	0.0021	0.2	20	9.21	0.06145	0.00108	0.06252
10	4+460	4+752	0.292	0.10	0.03	0.4	20	9.21	0.0010	0.2	20	9.21	0.02991	0.00052	0.03043
11	4+752	5+048	0.296	0.10	0.03	0.4	20	9.21	0.0010	0.2	20	9.21	0.03031	0.00053	0.03085
12	5+048	5+430	0.382	0.10	0.04	0.4	20	9.21	0.0013	0.2	20	9.21	0.03912	0.00068	0.03981
13	5+430	5+729	0.299	0.10	0.03	0.4	20	9.21	0.0010	0.2	20	9.21	0.03062	0.00054	0.03116
Longitud acumulada =		5.729km											Q máx.	0.09598	

Para el proyecto se utilizaran alcantarillas de acero corrugado de sección circular, asimismo, se adoptó un diámetro comercial mínimo de 24". Se utilizó la fórmula de Manning y el programa de HCanales para el cálculo del caudal, para posteriormente realizar la verificación con el caudal de aporte encontrado; de esta manera se tiene los valores para el empleo del programa HCanales: el coeficiente de rugosidad $n = 0.024$ según el material de la tubería, pendiente de 2%, tirante de agua a 0.40 ya que se considera un borde libre al 25% de la altura de la tubería; obteniendo los siguientes valores hidráulicos, figura 11.

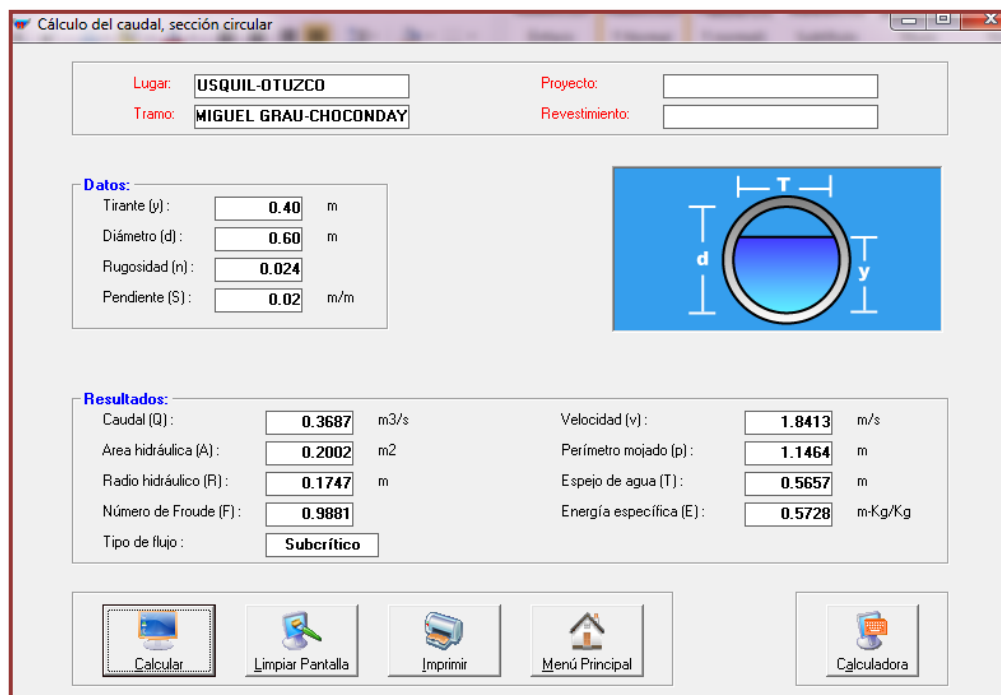


Figura 11. Cálculo hidráulico de la alcantarilla

Cuadro 37.Verificación del caudal

Relaciones geométricas							Tipo de terreno		Ecu. Manning	Máx. Q calculado
Sección	Tirante (m)	Área hidráulica (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Espejo de agua (m)	Altura (m)	Rugosidad	Pendiente terreno	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)
	Y	A	P	R	T	D	n	S	Q	Q
circular	0.40	0.20	1.15	0.17	0.57	0.60	0.024	0.02	0.369	0.096

Se obtuvo un caudal de 0.369 m³/s siendo mayor al caudal de aporte 0.096 m³/s, con una velocidad de 1.84 m/s cumpliendo con los valores admisibles de la velocidad máxima, determinándose las siguientes dimensiones, figura 12.

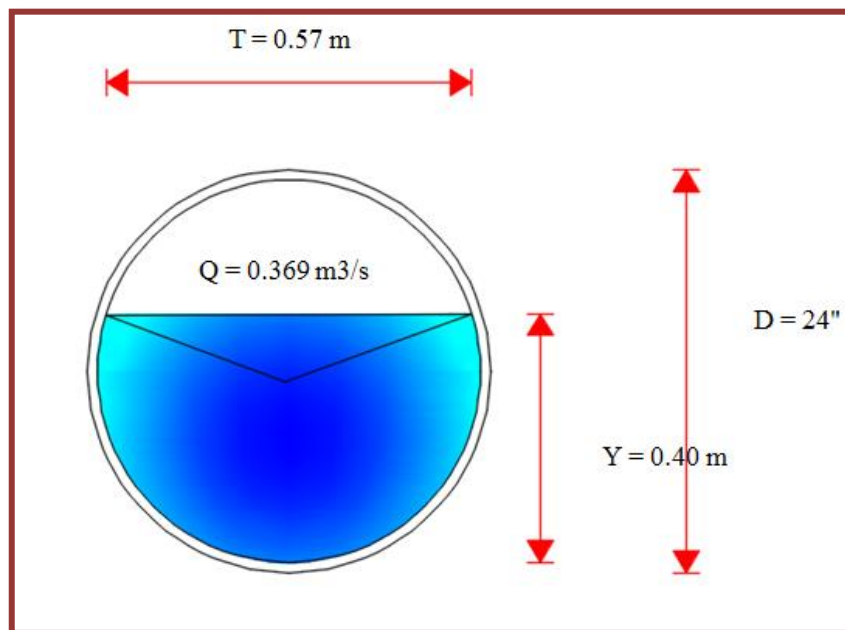


Figura 12. Dimensiones de la alcantarilla de alivio.

3.3.3.3.2. Diseño de alcantarillas de paso

Se identificó 2 quebradas, en la cual se proyectó dos alcantarillas de paso para cada escurrimiento de las aguas que atraviesan en la carretera, la ubicación de la alcantarillas de paso se muestran en el cuadro 38.

Cuadro 38. Alcantarilla de paso

Quebrada	Progresiva
Quebrada 1	3+115
Quebrada 2	5+729

3.3.3.3.2.1. Cálculo hidráulico

El tipo y sección de la alcantarilla de paso será la misma que la alcantarilla de alivio mencionadas anteriormente, sección circular y de acero corrugado. El área de las microcuencas se determinó mediante el programa ArcGIS 10.5 hallando la delimitación de 2 microcuencas donde se identificaron dos quebradas que atraviesan en el tramo, se aplicó las fórmulas hidrológicas para el hallar el caudal obteniendo los siguientes resultados mostrados en el cuadro 39 se tiene el tiempo de concentración de las microcuencas y el cuadro 40 el caudal de aporte de cada alcantarilla de paso.

Cuadro 39. Tiempo de concentración

Quebrada	Progresiva	Área (Km2)	Longitud del cauce (m)	Cota		Desnivel (m)	S (m/m)	Tc (min)
				Máxima	Mínima			
Quebrada 1	3+115	0.22	463.70	3660.00	3550	110.00	0.24	3.83
Quebrada 2	5+729	0.28	415.45	3890.00	3689	201.00	0.48	2.68

Cuadro 40. Caudal de aporte de la alcantarilla de paso

N° Quebrada	Progresiva	Estructura		Área (km2)	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal máximo (m3/s)	Caudal máx. de cuneta (m3/s)	Caudal total (m3/s)
		Este	Norte								
1	3+115	783774.491	9130491.657	0.22	0.40	3.83	50	46.22	1.13	0.024	1.155
2	5+729	784889.213	9130255.637	0.28	0.45	2.68	50	55.85	1.96	0.020	1.977

Para el cálculo de diámetro de la alcantarilla de paso se utilizó la fórmula de Manning, adoptándose a un diámetro comercial mostrado en la figura 13, determinándose los diámetros de 36" y 48" para el flujo de caudal existente como se aprecia en el cuadro 41.

$$D = \frac{1.6685 \times (nQ)^{0.375}}{S^{0.1875}}$$

5. PRESENTACIÓN TUBERÍAS DE SECCIÓN CIRCULAR

DIÁMETRO		DESARROLLO	SECCIÓN	PERÍMETRO	ESPESOR	H _n	AR _n ^{2/3}
mm.	plg.	pi	(m ²)	(m)	(mm.)	(m)	
600	24	6	0,283	1,885	2,00	0,563	0,086
800	32	8	0,503	2,513	2,00	0,750	0,185
900	36	9	0,636	2,827	2,00	0,844	0,253
1000	40	10	0,785	3,142	2,50	0,938	0,335
1200	48	12	1,131	3,770	2,50	1,126	0,545
1500	60	15	1,767	4,712	3,00	1,407	0,988
1800	72	18	2,545	5,655	3,50	1,688	1,607
2000	80	20	3,142	6,283	3,50	1,876	2,129

Notas:
 (1) Para el cálculo hidráulico se entrega la Altura Normal (H_n = 0.938D) y el factor de sección (AR_n^{2/3}) máximo.
 (2) Las alcantarillas de diámetro = 800 mm, 1000 mm y 2000 mm se consieran fabricación especial.
 (3) Los espesores que se indica en cada emdida, corresponde a los fabricados comercialmente. A solicitud del cliente se pueden variar los espesores.




Figura 13. Diámetros comerciales
 Fuente: PRODAC

Cuadro 41. Diámetro de alcantarilla de paso

N°	Progresiva	Q _{máx} calculado (m ³ /S)	S	n	Diámetro calculado (m)	Diámetro calculado (")	Cantidad	Diámetro comercial
1	3+115	1.155	0.02	0.024	0.91	35.65	1	36"
2	5+729	1.977	0.02	0.024	1.11	43.61	1	48"

3.3.3.4. Consideraciones de aliviadero

El manual de hidrología, hidráulica y drenaje recomienda las siguientes consideraciones para el diseño de las alcantarillas para asegurar la vida útil de las obras de drenaje sin daños y evitando costos innecesarios. La cantidad y ubicación de los aliviaderos deberá ser cada 250 m en zonas lluviosas pero esta podría variar con el fin de garantizar el funcionamiento del sistema de drenaje por ello se proyectan en los puntos bajos del perfil longitudinal. Se considera un

borde libre equivalente al 25% de la altura de la estructura ya que el diseño hidráulico no debe estar diseñado para trabajar a sección llena porque incrementa los riesgos de obstrucción.

Las dimensiones del diseño deberán permitir los trabajos de mantenimiento y limpieza sin obstrucción alguna, se debe realizar programas de inspección de mantenimiento antes y después de los periodos lluviosos para tomar las medidas preventivas y evitar daños. Para que las tuberías logren su vida útil de diseño se recomienda colocar un recubrimiento asfáltico para la protección de agentes exteriores que puedan ocasionar su corrosión.

3.3.4. Resumen de obras de arte

Para el proyecto se determinó las siguientes de obras de arte: el diseño de cunetas de sección triangular revestidas de concreto de 0.30 m de profundidad por 0.75 m de ancho, 13 alcantarillas de alivio y 2 de paso para la descarga de las aguas pluviales las cuales serán de sección circular de tipo acero corrugado y de diámetro 24”, 36” y 48” respectivamente como se muestra en el cuadro 42.

Cuadro 42. Resumen de obras de arte

Obras de arte	Material	Sección	Dimensiones
Cunetas	concreto	triangular	0.30(m) x 0.75 (m)
Alcantarillas de alivio	TMC	circular	24"
Alcantarillas de paso	TMC	circular	36"
			48"

3.4. Diseño Geométrico de la carretera

3.4.1. Generalidades

El diseño para el mejoramiento de la carretera en estudio se desarrolla cumpliendo con los parámetros básicos establecidos en la DG-2018 para garantizar la circulación de los vehículos de una manera segura y brindarle a la población de los caseríos un avance en su economía y comunicación.

3.4.2. Normatividad

El diseño geométrico de una carretera está dado por normas peruanas como es el manual de diseño geométrico de carreteras 2018, establecidas por el ministerio de transportes y comunicaciones en donde nos brinda los criterios básicos según los tipos de carreteras y lugar en la que estas se encuentran.

3.4.3. Clasificación de las carreteras

3.4.3.1. Clasificación por demanda

Se realizó el conteo vehicular en la zona, determinándonos un IMDA menor a 400 veh/día clasificándola por su demanda en una carretera de tercera clase, con dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo y una superficie de rodadura de micro pavimentos.

3.4.3.2. Clasificación por su orografía

El proyecto consta con una topografía accidentado tipo 3 con pendientes entre 6% y 8%.

3.4.4. Estudio de tráfico

3.4.4.1. Generalidades

Este estudio se basa en la cantidad de vehículos que circulan en la carretera, representado por IMDA, lo cual permite conocer la cantidad y tipo de vehículos existentes que transitan en la vía, determinándose una proyección de 20 años de vida útil.

3.4.4.2. Conteo y clasificación vehicular

El conteo se realizó al cabo de una semana las 24 horas del día determinando la clasificación de vehículos que pasan por la carretera diariamente, según el estudio realizado en el tramo se encontró vehículos ligeros como: autos, camionetas pick up, combis, micro y vehículos pesados como camiones de 2 ejes.

3.4.4.3. Metodología

El conteo vehicular se llevó a cabo en el caserío de Miguel Grau y Choconday durante 24 horas en periodo de una semana comenzando el día domingo 22 de octubre del 2017 hasta el sábado 28 de octubre del 2017, consiguiendo de ésta manera un conteo promedio diario y la clasificación de vehículos (ligeros y pesados) para realizar el diseño.

3.4.4.4. Procesamiento de la información

Se realizó mediante un cuaderno de apuntes tomándose el tipo de vehículos y la cantidad que circulaban durante el día por el transcurso de una semana, luego se pasó a un formato de excel generando una base de datos obteniendo el valor de vehículos promedio que transcurren en el lapso del día en la carretera.

3.4.4.5. Determinación del índice medio diario (IMD)

Se determinó la cantidad de vehículos que transitan alrededor del día por el periodo de una semana determinándose de la siguiente fórmula:

$$IMDS = \frac{VOL.}{7}$$

3.4.4.6. Determinación del factor de corrección






Para la determinación de la cantidad de vehículos se hace empleo de un factor de corrección del peaje de Virú que es la más cercana al proyecto obteniéndose 1.0535 para vehículos ligeros y 1.0062 para vehículos pesados permitiendo expandir la cantidad de vehículos del

conteo realizado ya que el tránsito tiende a variar según épocas del año, con este factor se para determinó el IMDA.

3.4.4.7. Resultados del conteo vehicular

Los resultados del conteo vehicular determinaron un acumulado de 68 vehículos a la semana con un promedio de 11 vehículos al día que transitan en la carretera en estudio, como se aprecia en el cuadro 43, siendo los días viernes ,sábados y domingos los días más transitados en la carretera figura 14.

Cuadro 43. Resultados de conteo vehicular

ESTUDIO DE TRÁFICO RESUMEN SEMANAL						
Tramo	Miguel Grau - Choconday					
Sentido	Miguel Grau - Choconday					
Ubicación	Distrito de Usquil, provincia de Otuzco, la libertad					
Día	Auto	Camionetas		Micro	Camión	Total (veh/día)
		Pick Up	Rural Combi		2 E	
						
Domingo	2	4	2	2	4	14
Lunes	0	8	0	0	0	8
Martes	0	8	0	0	0	8
Miércoles	0	7	0	0	0	7
Jueves	0	8	0	0	0	8
Viernes	0	6	0	2	2	10
Sábado	2	2	2	2	5	13
Total	4	43	4	6	12	68

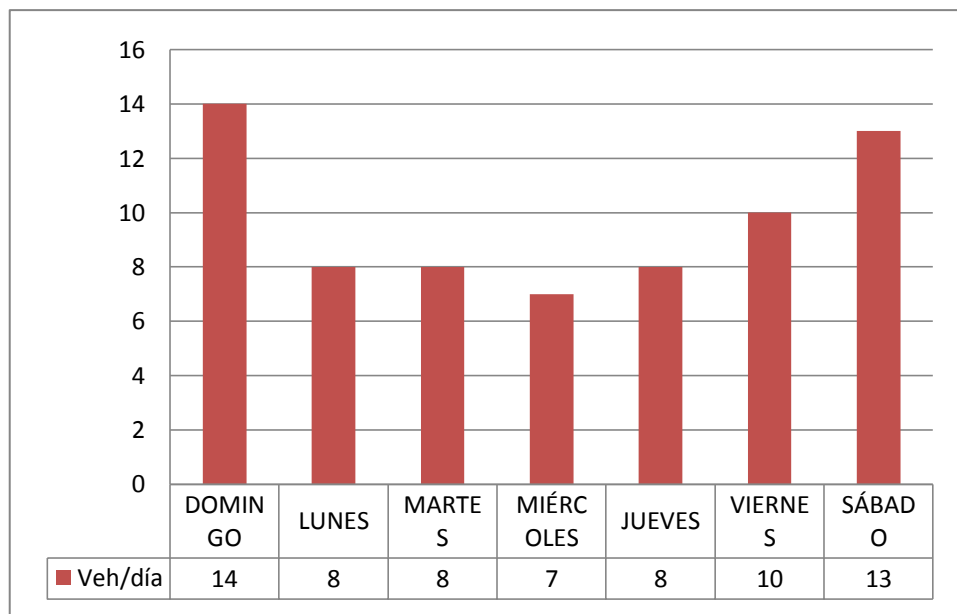


Figura 14. Número de vehículos por día

3.4.4.8. IMDA por estación

Se determinó a partir del índice medio diario semanal (IMDS) por el factor de corrección (FC) en ambos sentidos obteniéndose un IMDA de 11 veh. /día como se muestra en el cuadro 44.

$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMD}_s$$

Cuadro 44. Cálculo del índice medio diario (IMDA)

Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							Total semana	IMDs	FC	IMDa
	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado				
Auto	2	0	0	0	0	0	2	4	1	1.053	1
Pick Up	4	8	8	7	8	6	2	43	6	1.053	6
Combi rural	2	0	0	0	0	0	2	4	1	1.053	1
Micro	2	0	0	0	0	2	2	6	1	1.053	1
Camión 2E	4	0	0	0	0	2	5	11	2	1.006	2
Total	14	8	8	7	8	10	13	68	11		11

3.4.4.9. Proyección de tráfico

Se realizó una proyección del tráfico a futuro ya que éste tiende a crecer al paso del tiempo, se deberá realizar el diseño de la carretera para soportar el volumen del tránsito proyectado para una vida útil determinada, para ello se debe conocer el periodo de tráfico a futuro con una determinada tasa de crecimiento que está en función de la proyección, estas tasas dependen del tipo de vehículo, para vehículos ligeros la tasa de crecimiento depende del crecimiento de la población y para vehículos pesados depende del crecimiento económico. De esta manera se tomarán bases o series históricas del flujo vehicular de estudios similares. Para la proyección del tráfico se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0(1 + T_c)^n$$

Siendo P_f el tránsito final, P_0 el tránsito inicial es decir el año base, T_c la tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo y n los años a estimarse siendo 20 años para las carreteras. El cuadro 45 muestra la composición del tráfico actual por tipo de vehículo.

Cuadro 45. Tráfico actual por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	IMDA	% de participación
Auto	1	6
Pick Up	6	55
Rural Combi	1	9
Micro	1	9
Camión 2E	2	18
Total	11	100

3.4.4.10. Tráfico generado

Se realizó a través del incremento del tráfico normal debido al crecimiento de vehículos, de esta manera se determinó el tráfico generado con un tránsito final para un periodo de 20 años con una fecha base del 2017, una tasa de crecimiento para vehículos ligeros de

2.6% y para vehículos pesados 3.6% s. El cuadro 46 muestra el tráfico generado en 20 años.

Cuadro 46. Tráfico generado en 20 años

Tipo de vehículo	IMDA (actual)	Tráfico generado (20 años)
Auto	1	2
Pick up	6	10
Combi rural	1	2
Micro	1	2
Camión2E	2	3
Tránsito total	11	19

3.4.4.11. Tráfico total

Se consideró un IMDA de 19 veh/día según la proyección del tráfico generado en 20 años como se expresó en el cuadro 46.

3.4.4.12. Cálculo de ejes equivalentes

Según el Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.66 el eje equivalente (EE) es medido por unidades de AASHTO, este lo definió como el efecto de deterioro que causa un eje simple de dos ruedas al pavimento con un peso de 8.2 toneladas con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². Para ello se tomó en cuenta la clasificación de vehículos de la siguiente manera:

Ligeros	: Autos y camionetas 4x4
Bus	: Combi rural, micros
C2 E	: Camión 2E

En el cuadro 47 se muestra la relación de cargas para el cálculo de los ejes equivalentes según afirmados, pavimentos flexibles y pavimentos semirrígidos.

Cuadro 47. Relación de cargas por eje para determinar EE para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos.

Tipo de eje	Eje equivalente (EE8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$
P=Peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.67.

Se determinó los ejes equivalentes para cada vehículo según su clasificación como se muestra en el cuadro 48.

Cuadro 48. Ejes equivalentes

Tipo vehículo	Peso eje delantero (tn)	Peso de eje posterior (tn)	EE (EE 8.2 tn)
Auto	0.4	0.6	0.0001
Camioneta	0.4	0.6	0.0001
Combi rural	0.4	0.6	0.0001
Micro	0.4	0.6	0.0001
Camión 2E	7	11	4.5037

Para determinar el número de repeticiones (Nrep) de ejes equivalentes de 8.2 toneladas según el periodo de diseño, se usa la expresión siguiente por tipo de vehículos:

$$N_{\text{rep de EE 8.2 tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

Para la expresión dada se describe los parámetros dados:

- Nrep de EE 8.2 tn: Número de repeticiones de EE de 8.2 tn
- EE día-carril: EE por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor direccional, por el factor carril de diseño, por el factor de presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:

$$EE_{\text{día - carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_C \times F_{vpi} \times F_{pi}$$

Donde:

IMD_{pi}: corresponde al índice medio diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)

F_d: Factor direccional

F_c: Factor carril de diseño

F_{vpi}: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de EE promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión) y el promedio se obtiene dividiendo el total de EE de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total de tipo de vehículo pesado seleccionado.

F_p: Factor de presión de neumáticos

- F_{ca}: Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.
- 365: Número días del año.

- Σ : Sumatoria de EE de todos los tipos de vehículos pesados por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Para determinar el EEdía-carril se hallaron los diferentes parámetros que interfieren para el factor direccional y carril se obtuvo del cuadro 49.

Cuadro 49. Factor de distribución direccional y carril

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

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.64.

Así también para el factor de crecimiento acumulado de vehículos pesados se determinó por la siguiente fórmula:

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

Siendo r la tasa de crecimiento y n el periodo de diseño.

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1 + 0.036)^{20} - 1}{0.036}$$

$$\text{Factor Fca} = 28.57$$

De esta manera se consideró el diseño para el vehículo pesado C2E obteniéndose los datos que se muestran en el siguiente cuadro 50.

Cuadro 50. Número de repeticiones de EE de 8.2 tn.

Parámetros para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes									
Tipo de Veh.	EE de carril					EE día-carril	Fca	N° días al año	EE 8.2 toneladas
	IMDpi	Fd	Fc	Fvp	Fp				
Auto	2	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0001	28.57	365	0.8870588
Camioneta	10	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0004	28.57	365	4.4352941
Combi rural	2	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0001	28.57	365	0.8870588
Micro	2	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0001	28.57	365	0.8870588
Camión 2E	3	0.50	0.80	4.5037	1.3	7.6278	28.57	365	79542.876
								Nrep EE	79549.972

Según los cálculos realizados en el cuadro 51 se obtuvo un número de repeticiones 79549.972 EE de 8.2 ton, de acuerdo al resultado encontrado se tiene un tráfico pesado en un rango de $> 75000 \text{ EE} \leq 150000 \text{ EE}$ para caminos pavimentados tipo TP0, según cuadro 51.

Cuadro 51. Número de repeticiones acumuladas de EE de 8.2 tn en carril de diseño

Tipos de tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE
TP0	$> 75\ 000\ EE \leq 150\ 000\ EE$
TP1	$> 150\ 000\ EE \leq 300\ 000\ EE$
TP2	$> 300\ 000\ EE \leq 500\ 000\ EE$
TP3	$> 500\ 000\ EE \leq 750\ 000\ EE$
TP4	$> 750\ 000\ EE \leq 1\ 000\ 000\ EE$
TP5	$> 1\ 000\ 000\ EE \leq 1\ 500\ 000\ EE$
TP6	$> 1\ 500\ 000\ EE \leq 3\ 000\ 000\ EE$
TP7	$> 3\ 000\ 000\ EE \leq 5\ 000\ 000\ EE$
TP8	$> 5\ 000\ 000\ EE \leq 7\ 500\ 000\ EE$
TP9	$> 7\ 500\ 000\ EE \leq 10\ 000\ 000\ EE$
TP10	$> 10\ 000\ 000\ EE \leq 12\ 500\ 000\ EE$
TP11	$> 12\ 500\ 000\ EE \leq 15\ 000\ 000\ EE$
TP12	$> 15\ 000\ 000\ EE \leq 20\ 000\ 000\ EE$
TP13	$> 20\ 000\ 000\ EE \leq 25\ 000\ 000\ EE$
TP14	$> 25\ 000\ 000\ EE \leq 30\ 000\ 000\ EE$
TP15	$> 30\ 000\ 000\ EE$

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.75.

3.4.4.13. Clasificación de vehículo

Los vehículos livianos se clasifican en la categoría M como vehículos automotores de cuadro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte del pasajero.

Los vehículos pesados se clasifican en la categoría N según su descripción como vehículo de 4 ruedas diseñadas para el transporte de mercancías.

3.4.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural

3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA)

El índice medio diario de vehículos el año base 0 (2017) es de 11 veh/día, se empleó una tasa de crecimiento para vehículos pesados de 3.6% y 2.6% para vehículos livianos determinándose mediante la siguiente ecuación el tráfico proyectado en un periodo de 20 años.

$$TP = Ta \times (1 + r)^{n-1}$$

Siendo T_p el tránsito de diseño en una proyección de n en vehículos por día, T_a el tránsito de los vehículos, n el periodo de diseño y r la tasa de crecimiento; obteniéndose el IMDA de 19 veh/día como se aprecia en el cuadro 52.

Cuadro 52. Índice medio diario anual

Tipo de vehículo	IMDA (actual)	Tráfico generado (20 años)
Auto	1	2
Pick up	6	10
Combi rural	1	2
Micro	1	2
Camión2E	2	3
Total	11	19

3.4.5.2. Velocidad de diseño

Es la velocidad que viajará el vehículo garantizando la seguridad y comodidad en la transición de la carretera. El cuadro 53 muestra los rangos de velocidades en función al tipo de carretera por demanda y según el tipo de orografía. Para el proyecto de tiene una velocidad de 30km/h según la clasificación de carretera de tercera clase y terreno accidentado.

Cuadro 53. Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

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

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.97.

3.4.5.3. Radios mínimos

Estos radios son los mínimos que deberán tener para recorrer la carretera con la finalidad de asegurar un adecuado tránsito, dependen de la ubicación de la vía, la velocidad de diseño y el peralte máximo. Para el cálculo de radios mínimos se utiliza la siguiente fórmula:

$$R \text{ min} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx.}} + f \text{ máx.})}$$

Donde:

R min. : Radio mínimo

V : Velocidad de diseño

P máx. : Peralte máximo asociado a la V (en tanto por uno)

f máx. : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

A continuación en el cuadro 54 se muestra los valores de los radios mínimos según la fórmula descrita anteriormente con los peraltes máximos y límites de fricción característicos del proyecto en función a la velocidad de diseño de 30 km/h, adoptándose a un radio mínimo de 25 m.

Cuadro 54. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.129.

3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

Está en función de la clasificación de la carretera, topografía y velocidad de diseño, por lo tanto para una carretera de tercera clase con una topografía accidentada tipo 3 y una velocidad de diseño de 30 km/h se tiene un ancho mínimo de calzada en tangente de 6.00 m como se puede apreciar en el cuadro 55.

Cuadro 55. Anchos mínimos de calzada en tangente.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30km/h																			6	6
40 km/h																6.6	6.6	6.6	6	
50 km/h											7.2	7.2				6.6	6.6	6.6	6.6	6
60 km/h					7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6	6.6	6.6	6.6		
70 km/h			7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6		6.6	6.6		
80 km/h	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			6.6	6.6		
90 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			7.2				6.6	6.6		
100 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2				7.2							
110 km/h	7.2	7.20			7.2															
120 km/h	7.2	7.2			7.2															
130 km/h	7.2																			

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.191.

3.4.5.5. Distancia de visibilidad

Es la longitud continua visible para el conductor para realizar diversas maniobras con la debida seguridad, existen tres tipos de distancias de visibilidad las cuales son: visibilidad de parada, de paso o adelantamiento y la velocidad de cruce. Para el proyecto de tuvo las siguientes distancias de visibilidad.

3.4.5.5.1. Distancia de visibilidad de parada (dp)

Es la distancia mínima que se requiere para que el vehículo se detenga ante la presencia de un objeto. Para este proyecto con

pendientes superiores al 3% se empleará los valores del cuadro 56 que se muestra a continuación.

Cuadro 56. Distancia de visibilidad de parada con pendiente (m).

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.105.

3.4.5.5.2. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Es la longitud mínima que tiene el vehículo para adelantar a otro que viaja a una velocidad menor, sin alterar la comodidad y seguridad, asimismo, esta distancia de paso no debe perturbar la velocidad del vehículo que viene en sentido contrario, estas distancias solo se considera en carreteras que contengan dos carriles con tránsito en las dos direcciones.

La distancia de visibilidad de paso en tramos de pendientes mayores a 6% se empleará longitudes de adelantamiento con una velocidad de 10km/h mayor a la de diseño del proyecto, el cuadro 57 muestra las longitudes mínimas de visibilidad de adelantamiento para el estudio.

Cuadro 57. Distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.

Velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)	Velocidad del vehículo adelantado	Velocidad del vehículo que adelanta,	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento d_a (m)	
	(km/h)	V (km/h)	Calculada	Redondeada
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.109.

3.4.6. Diseño geométrico en planta

3.4.6.1. Generalidades

El diseño geométrico en planta se encuentra dado por los alineamientos rectos y las curvas circulares, estas permiten una transición suave al cambiar de alineamientos recto a curvas circulares o viceversa. El diseño geométrico en planta está compuesto por elementos de tramos en tangente, curvas circulares y el diseño de las curvas de transición.

3.4.6.2. Tramos en tangente

El manual de diseño geométrico 2018 establece las longitudes de tramos en tangente mínimas y máximas en función a su velocidad de diseño, según el cuadro, con la velocidad de diseño del proyecto (30km/h) se tiene longitudes de tramos en tangentes mínimas de 42m y máximas de 500 m, como se muestra a continuación en el cuadro 58.

Cuadro 58. Longitudes de tramos en tangente

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

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.127.

3.4.6.3. Curvas circulares

Según el DG, 2018, p.127, “son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales”. Consta de los elementos como: punto inicial de curva (PC), punto tangente (PT), punto intersección de dos alineamientos (PI), longitud a externa (E), longitud de la ordenada media (M), distancia del radio de curva (R), Distancia de la subtangente (T), longitud de la curva (L), longitud de la cuerda (LC), ángulo de deflexión (Δ), los cuales se muestran en el siguiente cuadro 59 referente al proyecto.

Cuadro 59. Elemento de las curvas del proyecto

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULARES											
N° PI	RADIO (m)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)	ORDENADA MEDIA (m)	L. CUERDA (m)	ANG DELTA	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT
PI-1	70	21.06	40.92	2.97	3.1	2.97	40.34	33°29'43"	0+066.59	0+087.66	0+107.51
PI-2	30	45.39	59.21	13.46	24.41	13.46	50.05	113°04'24"	0+154.60	0+199.98	0+213.80
PI-3	60	25.13	47.6	4.66	5.05	4.66	46.36	45°27'17"	0+318.07	0+343.20	0+365.67
PI-4	60	19.13	37.04	2.84	2.98	2.84	36.45	35°22'12"	0+543.60	0+562.73	0+580.64
PI-5	60	15.84	30.96	1.99	2.05	1.99	30.62	29°34'09"	0+907.33	0+923.17	0+938.30
PI-6	100	7.88	15.72	0.31	0.31	0.31	15.7	9°00'22"	1+135.43	1+143.31	1+151.15
PI-7	50	11.23	22.1	1.22	1.25	1.22	21.92	25°19'12"	1+468.44	1+479.67	1+490.54
PI-8	50	8.57	16.98	0.72	0.73	0.72	16.9	19°27'30"	1+581.14	1+589.71	1+598.12
PI-9	60	11.49	22.7	1.07	1.09	1.07	22.56	21°40'28"	1+679.06	1+690.55	1+701.76
PI-10	70	31.62	59.4	6.21	6.81	6.21	57.64	48°37'24"	1+793.15	1+824.77	1+852.55
PI-11	60	12.39	24.43	1.24	1.27	1.24	24.26	23°19'39"	1+997.68	2+010.06	2+022.11
PI-12	55	13.1	25.72	1.5	1.54	1.5	25.49	26°47'38"	2+116.84	2+129.94	2+142.56
PI-13	70	7.61	15.16	0.41	0.41	0.41	15.13	12°24'26"	2+391.68	2+399.29	2+406.84
PI-14	40	17.03	32.21	3.2	3.48	3.2	31.35	46°08'08"	2+605.63	2+622.66	2+637.83
PI-15	35	17.55	32.54	3.71	4.16	3.71	31.38	53°16'21"	2+890.99	2+908.54	2+923.53
PI-16	30	11.08	21.22	1.86	1.98	1.86	20.78	40°32'08"	2+989.20	3+000.28	3+010.42
PI-17	30	37.6	53.84	11.29	18.1	11.29	46.9	102°49'38"	3+078.04	3+115.63	3+131.88
PI-18	60	11.56	22.84	1.08	1.1	1.08	22.7	21°48'32"	3+232.81	3+244.36	3+255.64
PI-19	30	32.35	49.38	9.6	14.12	9.6	43.99	94°19'00"	3+345.27	3+377.62	3+394.65
PI-20	35	12.81	24.56	2.13	2.27	2.13	24.06	40°12'02"	3+461.78	3+474.59	3+486.34

PI-21	60	9.22	18.31	0.7	0.7	0.7	18.24	17°28'52"	3+567.50	3+576.73	3+585.81
PI-22	60	10.15	20.12	0.84	0.85	0.84	20.02	19°12'34"	3+690.25	3+700.40	3+710.36
PI-23	80	5.62	11.22	0.2	0.2	0.2	11.21	8°02'17"	3+818.23	3+823.86	3+829.46
PI-24	30	9.38	18.19	1.37	1.43	1.37	17.91	34°44'29"	4+100.46	4+109.84	4+118.65
PI-25	25	55.38	57.34	14.71	35.76	14.71	45.57	131°24'17"	4+180.89	4+236.27	4+238.23
PI-26	60	4.9	9.77	0.2	0.2	0.2	9.76	9°20'04"	4+459.12	4+464.02	4+468.90
PI-27	65	8.88	17.66	0.6	0.6	0.6	17.6	15°33'47"	4+548.76	4+557.65	4+566.42
PI-28	80	8.91	17.74	0.49	0.49	0.49	17.71	12°42'29"	4+661.38	4+670.29	4+679.12
PI-29	80	6.54	13.06	0.27	0.27	0.27	13.04	9°21'09"	4+780.74	4+787.28	4+793.80
PI-30	55	14.48	28.33	1.81	1.88	1.81	28.01	29°30'27"	4+940.55	4+955.03	4+968.87
PI-31	50	13.52	26.41	1.73	1.8	1.73	26.11	30°16'05"	5+032.38	5+045.90	5+058.79
PI-32	30	19.76	34.94	4.95	5.92	4.95	33	66°44'21"	5+278.77	5+298.53	5+313.71
PI-33	80	8.71	17.36	0.47	0.47	0.47	17.32	12°25'47"	5+427.59	5+436.30	5+444.95
PI-34	60	8.89	17.66	0.65	0.66	0.65	17.59	16°51'40"	5+642.59	5+651.48	5+660.25

3.4.6.4. Curvas de transición

Estas evitan discontinuidades en las curvas de trazo, debiendo brindar las condiciones de seguridad, comodidad y estética. Para las carreteras de tercera clase y cuando el radio de las curvas horizontales sea superior señalado en el cuadro 60 se podrán omitir estas curvas de transición en carreteras de tercera clase.

Cuadro 60. Radios que permiten prescindir de la curva de transición

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.146.

Para carreteras de tercera clase en el uso de curvas de transición la longitud de la curva no debe ser menor que longitud mínima ni mayor a la longitud máxima, éstas se determinan mediante las siguientes fórmulas que se muestran a continuación en función del radio y velocidad de diseño, por lo tanto para el proyecto se tiene radio en la curva de vuelta de 25 m y la velocidad de diseño 30km/h determinándose las longitudes como se aprecia en el cuadro 61.

$$L_{min} = 0.0178 \frac{V^3}{R}$$

$$L_{máx} = (24R)^{0.5}$$

Cuadro 61. Longitud de desarrollo

Velocidad km/h	Radio mínimo	Longitud de transición (L)	
		L. mín.	L. máx.
30	25	19.22	24.49

3.4.7. Diseño geométrico en perfil

3.4.7.1. Generalidades

El diseño geométrico en perfil se encuentra establecido por el trazo de la rasante conformada por rectas enlazadas a través de curvas verticales parabólicas, de las cuales dichas rectas son tangentes, definiendo el sentido de las pendientes según el avance del kilometraje. Este alineamiento permitirá la transición de vehículos sin interrupciones conservando su velocidad de diseño en la longitud de la carretera.

3.4.7.2. Pendiente

3.4.7.2.1. Pendiente mínima

Según la DG, 2018, la pendiente mínima para el diseño de la carretera será de 0.66% para asegurar el drenaje de las aguas superficiales a lo largo de la calzada evitando las filtraciones en el terreno.

3.4.7.2.2. Pendiente máximas

Estas están dadas en función a la clasificación de la carretera, orografía y velocidad de diseño, como se muestra en el cuadro 62, existiendo excepciones en terrenos accidentados o escarpados donde la altitud sea mayor al 3000 m.s.n.m, los valores del cuadro deberán reducirse en 1%. Para el proyecto se tienen pendientes máximas de 9%.

Cuadro 62. Pendientes máximas.

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera				
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase				
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño:																					
30 km/h																				10	10
40 km/h																9	8	9	10		
50 km/h											7	7			8	9	8	8	8		
60 km/h					6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8			
70 km/h			5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7		7	7			
80 km/h	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6		6	6			7	7			
90 km/h	4.5	4.5	5		5	5	6		5	5			6				6	6			
100 km/h	4.5	4.5	4.5		5	5	6		5				6								
110 km/h	4	4			4																
120 km/h	4	4			4																
130 km/h	3.5																				

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.171.

3.4.7.3. Curvas verticales

Son las que unen los tramos consecutivos de la rasante en forma de curvas parabólicas donde se tiene diferencias de pendientes mayores al 1% en carreteras pavimentadas y 2% para las demás. Estas curvas están definidas por un parámetro de curvatura K lo cual es la longitud (en metros) de la curva en el plano horizontal para cada variación de pendiente de 1%. Existen dos clases de curvas según su forma, se encuentran las cóncavas y convexas y según su longitud, las simétricas y asimétricas.

A continuación se muestra en el cuadro 63 la longitud de las curvas convexas y el cuadro 64 la longitud de las curvas cóncavas para carreteras de tercera clase.

Cuadro 63. Valores de K para el cálculo de la longitud de curvas verticales convexas

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

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.180.

Cuadro 64. Valores de K para cálculo de la longitud de curvas verticales cóncavas

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.183.

3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal

3.4.8.1. Generalidades

Este diseño consiste en describir los elementos de la carretera en corte vertical del alineamiento horizontal, permitiendo predimensionar los elementos que intervienen en este diseño como las cunetas, taludes, bermas entre otros.

3.4.8.2. Calzada

Se determinará de acuerdo a la clasificación de la carretera, topografía y velocidad de diseño, por lo tanto para una carretera de tercera clase con una topografía accidentada tipo 3 y una velocidad de diseño de 30 km/h se tiene un ancho mínimo de calzada en tangente de 6.00 m como se puede apreciar en el cuadro 65.

Cuadro 65. Anchos mínimos de calzada en tangente.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400					
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase					
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño:																						
30km/h																					6	6
40 km/h																	6.6	6.6	6.6	6.6	6	
50 km/h											7.2	7.2					6.6	6.6	6.6	6.6	6	
60 km/h					7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6		
70 km/h			7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6		6.6	6.6				
80 km/h	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			6.6	6.6				
90 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			7.2				6.6	6.6				
100 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2				7.2									
110 km/h	7.2	7.20			7.2																	
120 km/h	7.2	7.2			7.2																	
130 km/h	7.2																					

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.191.

3.4.8.3. Bermas

Son franjas longitudinales que se encuentran paralelas a la carretera, se utilizan para dar protección al pavimento y a sus capas inferiores, asimismo, para el estacionamiento de vehículos en situaciones de emergencias. El ancho de las bermas se determinó en función de la clasificación por demanda de la vía de tercera clase, velocidad de diseño de 30km/H y orografía terreno tipo 3 accidentado, obteniéndose el ancho de berma de 0.50m en ambos lados de la carretera como se muestra en el cuadro 66.

Cuadro 66. Ancho de berma

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																			0.5	0.5
40 km/h															1.2	1.2	0.9	0.5		
50 km/h											2.6	2.6			1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	
60 km/h					3	3	2.6	2.6	3	3	2.6	2.6	2	2	1.2	1.2	1.2	1.2		
70 km/h			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1.2		1.2	1.2		
80 km/h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		2	2			1.2	1.2		
90 km/h	3	3	3		3	3	3		3	3			2				1.2	1.2		
100 km/h	3	3	3		3	3	3		3				2							
110 km/h	3	3			3															
120 km/h	3	3			3															
130 km/h	3																			

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.193.

Se añadirá un sobreecho de compactación de 0.50 m de ancho sin pavimentar para la localización de la señalización y defensas. Para los tramos rectos se realizarán bermas con pendientes de 4% hacia el exterior de la vía, en curvas se seguirá la misma inclinación cuando el peralte sea mayor a 4%, en la parte superior del peralte se tendrá un inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4% para el escurrimiento de las aguas superficiales a la cuneta.

3.4.8.4. Bombeo

La calzada deberá tener una inclinación para drenar las aguas superficiales la cual es denominada bombeo, este se encuentra en función de la superficie de rodadura, la cual será de micropavimento y las precipitaciones anuales de la zona de 542 mm/año, determinándose un bombeo de 2.5 %, como se muestra en el cuadro 67.

Cuadro 67. Valores del bombeo de la calzada

Bombeo (%)		
Tipo de Superficie	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.195.

3.4.8.5. Peralte

Es la inclinación de la sección transversal de la carretera en zona de curvas para resistir la fuerza centrífuga del vehículo. Para el proyecto se consideró un peralte máximo de 12% en función a la zona rural y topografía accidentada, cuadro 68.

Cuadro 68. Peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.00%	4.00%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.00%	6.00%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12	8.00%
Zona rural con peligro de hielo	8	6.00%

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.196.

3.4.8.6. Taludes

Es la pendiente de diseño que se le hace al terreno adyacente a la carretera en zonas de corte, cuadro 69 y relleno, cuadro 70, están en función a las características del suelo obtenidas en los ensayos realizados; de esta manera se tienen taludes para el proyecto para cortes 1:1 y para rellenos 1:1.5 para alturas menores a 5.00 m.

Cuadro 69. Valores referenciales para taludes de corte

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

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.204.

Cuadro 70. Valores referenciales para taludes de relleno

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018, p.208.

3.4.8.7.Cunetas

Las cunetas han sido predimensionadas mediante cálculos hidráulicos en función de las máximas intensidades diarias, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros; siendo de sección triangular de 0.30 m x 0.75 m, revestidas de concreto con pendientes longitudinales mínimas de 2%.

3.4.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

Cuadro 71. Resumen del diseño de la carretera

Parámetros básicos de diseño	
IMDA	11 veh/día
Clasificación según demanda	Tercera clase
Clasificación según orografía	Terreno accidentado tipo 3
Velocidad de diseño	30 km/h
Radios mínimos	25.00 m
Ancho de calzada	6.00 m
Visibilidad de parada	Para pendiente máxima de 9% en subida de 29.00 m y en bajada o plano 35.00m
Visibilidad de adelantamiento	200 m
Diseño geométrico	
Tramos en tangente	47.08 m mínimo y 326.69 m máximo
Pendiente mínima	0.66%
Pendiente máxima	6.31%
Bermas	0.50 m ambos lados de la carretera
Bombeo	2.50%
Peralte máximo	12%
Taludes	talud corte: 1:1 talud relleno 1:1.5
Cunetas	0.30 m x 0.75 m

3.4.10. Diseño de pavimento

3.4.10.1. Generalidades

El diseño de pavimento determina la estructura que debe resistir para el tráfico proyectado considerando las características de la subrasante quien es la base primordial de la superficie de rodadura. Este diseño debe garantizar la transitabilidad apropiada de los vehículos. Para el diseño del pavimento el manual de carreteras sección suelos y pavimentos nos brinda el método de AASHTO 1993 a través de los diversos parámetros según el volumen de tráfico del proyecto.

3.4.10.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Se obtuvo los siguientes resultados de CBR al 95% de la máxima densidad seca como se muestra en el cuadro 72 a una profundidad de 1.50 m para el proyecto de la carretera Miguel Grau – Choconday, de los cuales se eligió el más crítico para el diseño 12.21%.

Cuadro 72. Resultados de CBR al 95%

Profundidad (m)	CBR 95% MDS
0.00- 1.50	12.21%
0.00- 1.50	22.03%
0.00- 1.50	39.95%

Para el diseño de la sub rasante se tiene un CBR al 95% de 12.21%, se optó este valor por ser el más crítico de los CBR obtenidos en el estudio, posteriormente en el cuadro 73 se definió la categoría de la sub rasante de tipo S5 SUB RASANTE BUENA $CBR \geq 10\%$ a $CBR \leq 20\%$.

Cuadro 73. Categorías de sub rasante

Categorías de las sub rasante	CBR
S0: Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Sub rasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10 %
S3: Sub rasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Sub rasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente. Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p.35.

3.4.10.3. Datos del estudio de tráfico

El tráfico generado de vehículos ligeros y pesados aporta el peso que deberá resistir el pavimento, según el cuadro 74 nos da a conocer el índice medio diario anual de vehículos a través del estudio de tráfico de la carretera para un periodo de 20 años.

Cuadro 74. IMDA del proyecto

Tipo de vehículo	IMDA (actual)	Tráfico generado (20 años)
Auto	1	2
Pick up	6	10
Combi rural	1	2
Micro	1	2
Camión2E	2	3
Tráfico generado	11	19

Para el peso de vehículo se conoció la cantidad de los ejes equivalentes que se tiene según el tipo de vehículo, se realizó los respectivos cálculos ya mencionados en el ítem 3.4.4.12 donde se obtuvo como resultado 79549.972 EE, como se muestra en el cuadro 75. El tráfico se clasificó en tipo TP0 por tener EE mayor a 75 0000.

Cuadro 75. Configuración vehicular y factor EE

Parámetros para el de ejes equivalentes									
Tipo de Veh.	EE de carril					EE día-carril	Fca	N° días al año	EE 8.2 toneladas
	IMDpi	Fd	Fc	Fvp	Fp				
Auto	2	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0001	28.57	365	0.8870588
Camioneta	10	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0004	28.57	365	4.4352941
Combi rural	2	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0001	28.57	365	0.8870588
Micro	2	0.50	0.80	0.0001	1.3	0.0001	28.57	365	0.8870588
Camión 2E	3	0.50	0.80	4.5037	1.3	7.6278	28.57	365	79542.876
								W°18	79549.972

3.4.10.4. Espesor de pavimento, base y sub base granular

Será utilizado un pavimento flexible conformado por capas granulares, subbase y la base, con una capa de rodadura asfáltica sobre la capa granular de micropavimento, estas capas se construyen sobre la sub rasante con la finalidad de resistir y distribuir los esfuerzos que originan los vehículos. A continuación se determina el diseño de las capas del pavimento flexible.

3.4.10.4.1. Determinación de la capacidad de soporte de los suelos de subbase, base granular ($CBR_{diseño}$)

Para la subbase y base granular de la carretera se tiene según los resultados obtenidos del estudio de la cantera CBR al 100% de la máxima densidad seca de 86.67% con la cual se trabajó con este CBR para diseñar los espesores de la estructura del pavimento, cumpliendo con el manual de carreteras lo cual para la subbase se necesita CBR mínimo de 40% y para la base el 80% de la máxima densidad seca.

$$CBR_{diseño} = 86.67\%$$

3.4.10.4.2. Determinación del espesor del pavimento

Se determinó mediante el Método AASHTO 1993, este método se basa en determinar el número estructural del

pavimento flexible (SNr), de la cual se hallan los espesores para la capa del pavimento, para determinar el número estructural del diseño, se efectúa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(\text{MR})$$

– 8.07

A continuación se determinan los parámetros de diseño para efectuar la fórmula mencionada para determinar el número estructural requerido, estos parámetros se obtienen en función del tráfico generado en el periodo de diseño de 20 años.

Tránsito en el carril de diseño (W_{18})

Es el número acumulado del tránsito en el carril de diseño, para ello se establece un W_{18} que se determinó en el estudio de tráfico con Nrep 79549.972 EE, para determinar el tránsito en el carril se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$W_{18} = D_0 \times D_L \times W_{18}^{\circ}$$

Siendo D_0 el factor de distribución direccional de 0.50 y D_L el factor de distribución por carril de 1.00.

$$W_{18} = D_0 \times D_L \times W_{18}^{\circ}$$

$$W_{18} = 0.50 \times 1.00 \times 79549.972$$

$$W_{18} = 39774.99$$

Módulo resiliente efectivo del suelo (MR)

Este módulo mide la propiedad elástica del suelo a través de la siguiente fórmula:

$$\text{MR}(\text{psi}) = 2555 * \text{CBR}^{0.64}$$

$$\text{MR}(\text{psi}) = 2555 * 12.10^{0.64}$$

$$MR(\text{psi}) = 12600.087$$

Confiabilidad (%R)

Es la probabilidad de que la estructura se comporte de acuerdo a su periodo de diseño este parámetro se encuentran en función del tráfico que influye en el pavimento se adopta un nivel de confiabilidad de 65% para un tipo TP0.

Coefficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)

Representa el valor de confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal por lo tanto se tiene una desviación estándar de -0.385.

Desviación estándar combinada (So)

El manual de carretera sección de suelos y pavimentos nos recomienda usar para pavimentos flexibles los valores entre 0.40 y 0.50, para el presente proyecto se utilizó el valor de 0.45.

Índice de serviciabilidad presente (PSI)

Para pavimentos flexibles se tiene una serviciabilidad inicial (Pi) para vías recién construida según el tráfico ocasionado de 3.80 como valor máximo de calificación y serviciabilidad final (Pf) de 2 como mínimo que puede tolerarse para la necesidad de mejoramiento.

Número estructural propuesto (SNR)

Representa el espesor total del pavimento que será colocado sobre la sub rasante, está representada por capas mediante el uso de coeficientes estructurales, para determinar el número estructural se aplica la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde los coeficientes de las capas superficiales, base y subbase son $a_{1,2,3}$ los espesores de las capas en centímetros $d_{1,2,3}$ y los coeficientes de drenaje para las capas $m_{2,3}$. El manual de carreteras sección suelos y pavimentos establece los siguientes valores:

Para una capa superficial de micropavimento 25mm se tiene un coeficiente $a_1 = 0.130$ /cm, para la base granular de CBR 80% compactada al 100 % de la máxima densidad seca $a_2 = 0.052$ /cm y para la subbase granular CBR 40% $a_3 = 0.047$ /cm. Se consideró un coeficiente de drenaje regular y del 5% al 25% del tiempo que se expone a la humedad obteniéndose para $m_2 = 1$ y $m_3 = 1$. El cuadro 76 nos muestra los coeficientes de las capas de la estructura del pavimento.

Cuadro 76. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

CAPA	M.E/CBR	a_i	m_i
Carpeta Asfáltica	300000 PSI	0.13	-
Base Granular	86.67	0.052	1
Sub – Base Granular	86.67	0.047	1

A continuación se tiene los siguientes parámetros de diseño obtenidos de acuerdo al tipo de tráfico Tpo:

- Tránsito en el carril de diseño (W_{18}) = 39774.99
- Módulo de resiliencia MR(psi) = 12600.087
- Confiabilidad (R %) = 65%
- Coeficiente estadístico de desviación estándar normal R=65% - (Z_r) = -0.385
R=70% - (Z_r) = -0.524
- Desviación estándar combinada (S_o) = 0.45

- Serviciabilidad inicial (P_i) = 3.80
- Serviciabilidad final (P_f) = 2.00

Se procedió al cálculo de la estructura del pavimento requerido a través del programa Ecuación AASHTO 93, de las cuales se tabulo para encontrar el valor de confiabilidad 65%, ya que el programa no cuenta con ese porcentaje, las confiabilidades tabuladas fueron las más cercanas al valor requerido siendo 60% y 70 % las más próximas, en las figuras 15 y 16 se muestra los valores requeridos de la estructura de pavimento para la confiabilidades de 60 % y 70%.

Figura 15. Número estructural requerido, para una confiabilidad de 60%.

Fuente: Ecuación AASHTO 93

Figura 16. Número estructural requerido, para una confiabilidad de 70%.

Fuente: Ecuación AASHTO 93

De esta manera se determinó un número estructural requerido (SNr) para una confiabilidad de 65% de 1.40.

$$\text{SNr} = 1.40$$

Posteriormente se procedió a calcular los espesores de las capas de la estructura del pavimento, el cuadro 77 muestra los SN calculados para cada capa estructural, para definir espesor de la capa se tiene que cumplir que el número estructural requerido (SNr) sea menor al número estructural calculado (SNc).

Cuadro 77. Número estructural obtenido para cada capa

Capas	a_i	D_i (cm)	m_i	$\text{SNc} = a_i \times D_i \times m_i$
Capa asfáltica	0.13	2.5	-	0.325
Base Granular	0.052	12	1	0.624
Sub Base Granular	0.047	10	1	0.47
SNr	1.40	\leq	SNc	1.42

De esta manera se obtuvo la estructura del pavimento con las siguientes dimensiones mostrados en el cuadro 78, con una capa asfáltica de 2.5 cm, una base granular de 12 cm y una sub base granular de 10 cm constando con una estructura total del pavimento de 24.5 cm

Cuadro 78. Espesores de las capas estructurales del pavimento.

	Pulg.	cm	Espesor total (cm)
Capa asfáltica	1	2.5	24.50
Base Granular	5	12.0	
Sub Base Granular	4	10	

3.4.11. Señalización

3.4.11.1. Generalidades

Se diseñó para el presente proyecto los gráficos de las señales reglamentarias, preventivas y de información así como también las señales reguladoras y prevenidas en las zonas de trabajo. Se utilizará los dispositivos de control del tránsito como las señales verticales, asimismo, las marcas en el pavimento. Estas señalizaciones se encuentran establecidas en el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

3.4.11.2. Requisitos

Para dar cumplimiento con las señalizaciones de tránsito es importante tener en cuenta los siguientes requisitos: estas señales deben ser visibles y llamar la atención en cualquier hora del día, debe ser claro y preciso para fácil entendimiento de cualquier conductor o peatón, la colocación de la señal debe estar a una distancia prudente para tomar medidas preventivas y evitar accidentes.

3.4.11.3. Señales verticales

Estas señales serán colocadas al costado de la carretera para ordenar el tránsito de vehículos, tiene como función prevenir e informar a través de símbolos y palabras según la situación que se presente. Estas señales se clasifican en tres grupos según la función que se desempeñe.

Señales reguladoras

Estas señales permiten al usuario conocer los límites, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones de la carretera, serán de forma circular a través de una placa rectangular estará acompañado de una leyenda explicando dicho símbolo, existiendo excepciones para las señales de PARE que serán de forma octogonal y las de CEDA EL PASO de forma triangular.

Señales preventivas

Estas señales tienen como función advertir a los usuarios ante un peligro o situación imprevista que se presente en la carretera de forma permanente o temporal, figura 17.



Figura 17. Señales preventivas

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, p.36.

- (P-1A) Señal curva pronunciada a la derecha
- (P-1B) Señal curva pronunciada a la izquierda
- (P-2A) Señal curva a la derecha
- (P-2B) Señal curva a la izquierda
- (P-3A) Señal curva y contra-curva pronunciada a la derecha
- (P-3B) Señal curva y contra-curva pronunciada a la izquierda
- (P-4A) Señal curva y contra-curva a la derecha
- (P-4B) Señal curva y contra-curva a la izquierda
- (P-5-1) Señal camino sinuoso a la derecha
- (P-5-1A) Señal camino sinuoso a la izquierda
- (P-5-2A) Señal curva en “U” a la derecha
- (P-5-2B) Señal curva en “U” a la izquierda

Señales de información

Son las encargadas de guiar a los usuarios para proporcionarles información para llegar de una forma simple y directa a sus destinos, así también brindan la información de distancias a los centros poblados, los kilometrajes de las rutas, nombres de calles, lugares de interés entre otros, figura 18.

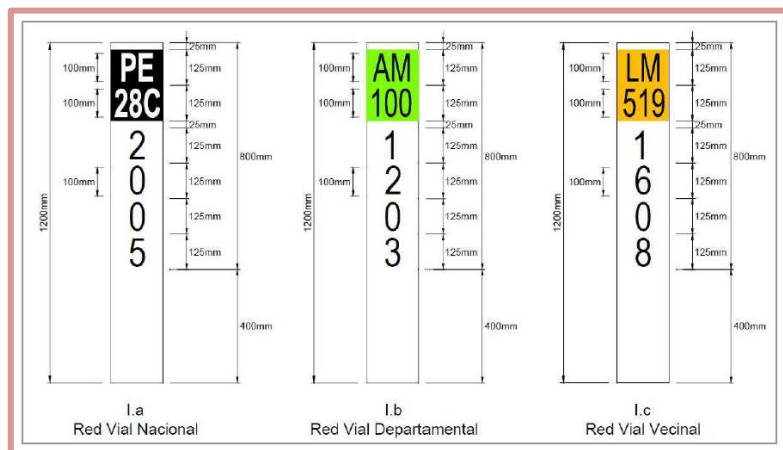


Figura 18. Postes de kilometraje

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, p.56.

3.4.11.4. Colocación de las señales

Deben ir colocadas al lado derecho de la carretera, en zonas rurales serán colocadas a 3.60 como mínimo del borde la calzada para carreteras con bermas inferiores al 1.80 m. La altura mínima será de 1.50m, cuando se cuente con más de una señal en el mismo poste será 1.20 m del borde inferior de la señal y la proyección imaginaria del nivel de la calzada, como se muestra en la figura 19. Las señales deben ser colocadas a un ángulo de 90° con respecto a la carpeta de rodadura.

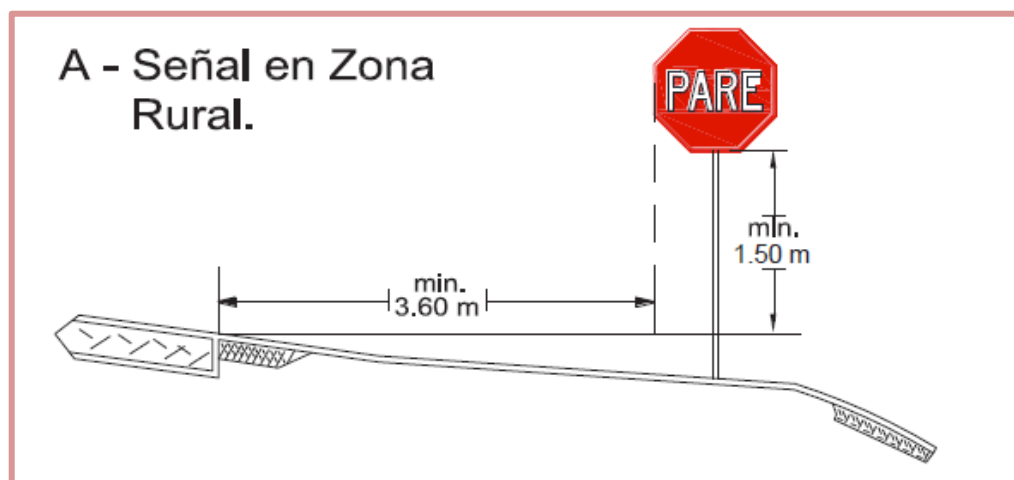


Figura 19. Ubicación lateral de señalización urbana

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, p.21.

3.4.11.5. Hitos kilométricos

Son postes contruidos de metal en donde va una descripción de la carretera y la respectiva distancia del inicio de la vía de acuerdo a lo establecido en el clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras.

3.4.11.6. Señalización horizontal

Están conformadas por marcas o demarcaciones en el pavimento, sardinel u otras estructuras de la carretera. Tiene como función dar a conocer instrucciones para la regulación del tránsito y de esta manera

prevenir y guiar al usuario. Los colores que serán utilizados son blanco este indica la separación de vehículos en el mismo sentido y amarillo que indica la separación de vehículos en sentidos opuestos Asimismo están los postes delineadores, estos son reflectores que limitan los bordes de la carretera, tienen como función guiar al usuario para no salirse de la calzada, su altura varía de 0.90 m a 1.20 m en zonas rurales y de área como mínimo 25 cm².

3.4.11.7. Señales en el proyecto de investigación

Para el proyecto, “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Miguel Grau – Choconday, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, La Libertad” se utilizó las siguientes señalizaciones:

Señales verticales

Se tuvo 2 señales reguladoras la que indicará la velocidad máxima de diseño de 30 km/h según la clasificación de la carretera y su orografía, tuvo las medidas de 90 cm x 60 cm como se muestra en la figura 20.



Figura 20. R-30 Máxima velocidad

Como señales preventivas se utilizó la señalización mostrada en la figura 21 de las cuales se tuvo para radios menores a 40 metros 14

señales de curvas pronunciadas de las cuales 7 son a la derecha (P-1A) y 7 a la izquierda (P-1B) y para curvas mayores de 40 a 80 metros donde su ángulo de deflexión es mayor a 45° se utilizó 6 señalizaciones donde 3 fueron a la derecha (P-1A) y 3 a la izquierda (P-1B) las cuales han sido ubicadas de acuerdo al alineamiento horizontal del proyecto. Las dimensiones de estas señales serán de 60 cm x 60 cm y serán colocadas como mínimo 30 m antes de la curva.



Figura 21. Señalización de curvas pronunciadas

Para la señalización de curvas con radio de 40 a 100 metros con ángulo de deflexión menor a 45° se utilizó la señalización como se muestra en la figura 22 de las cuales se tuvo 22 curvas a la derecha (P2A) y 22 curvas a la izquierda (P-2b).

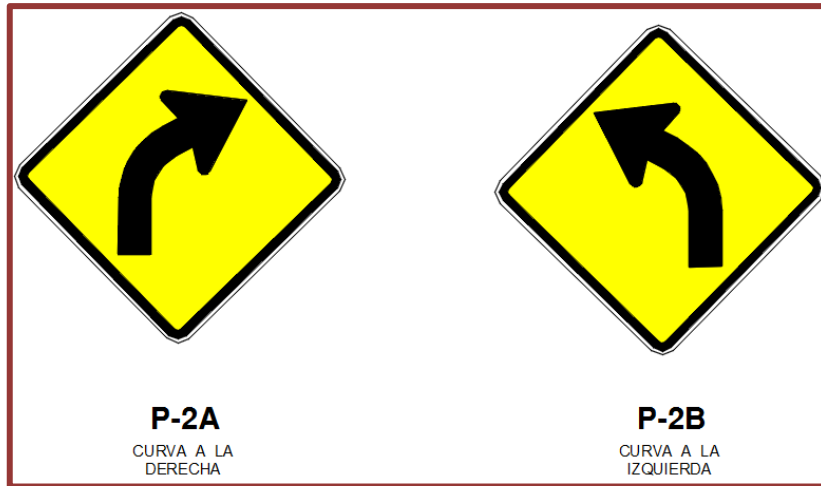


Figura 22. Señalización de las curvas

Para las curvas de vuelta en el kilómetro 0+180 y 4+209 se utilizó la señalización de P-5-2B- curva en U a la izquierda y P-5-2A- curva en U a la derecha, figura 23.

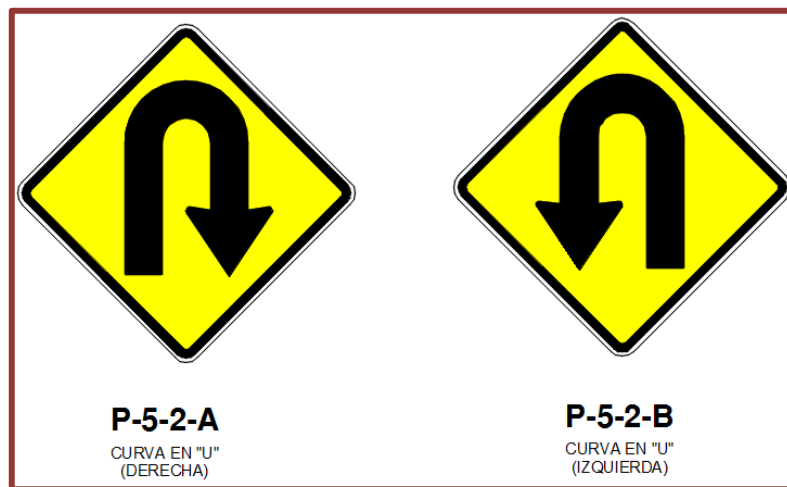


Figura 23. Curva de vuelta a la izquierda

Señales horizontales

Contará con las líneas de color amarillo para la separación de carril de la carretera y con las líneas de color blanco para la separación de la calzada y la berma.

3.5. Estudio de impacto ambiental

3.5.1. Generalidades

Este estudio tiene por finalidad identificar los posibles impactos ambientales por la realización del mejoramiento de la carretera durante sus actividades de ejecución y operación de la vía de esta manera evaluar los impactos que se originen para realizar las respectivas medidas mitigaciones, control y prevención para cada impacto presentado resguardando el medio ambiente.

3.5.2. Objetivos

Se tiene como objetivos determinar los impactos positivos y negativos que el proyecto va a generar con el mejoramiento de la carretera asimismo proponer un plan de mitigación ante estos posibles impactos.

3.5.3. Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA)

3.5.3.1. Constitución política del Perú

La constitución política del Perú nos brinda en diversos artículos que todo ser humano tiene derecho a gozar de un ambiente adecuado, a continuación se presenta los artículos que enmarcan el estudio de impacto ambiental:

Artículo 2°: “A la paz, tranquilidad y disfrute del tiempo así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.”

Artículo 7°: “Todos tienen derecho a la protección de su salud, medio familiar y de la comunidad.”

Artículo 10°: “El estado reconoce el derecho universal y progresivo de toda persona a la seguridad social para su protección frente a las contingencias que precise la ley y para elevación de su calidad de vida.”

Artículo 66° y 68°: “Los recursos naturales, renovables y no renovables son patrimonios de la nación, el cual está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas.”

3.5.3.2. Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)

Artículo 4°: “La planificación ambiental tiene por objeto crear condiciones para el restablecimiento y mantenimiento del equilibrio entre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales para el desarrollo nacional con el fin de alcanzar una calidad de vida compatible con la dignidad humana”.

Artículo 8°: “Todo proyecto de obra o actividad que provoque daños no tolerables al medio ambiente, requiere de un estudio de impacto ambiental sujeto a la aprobación de la autoridad competente”.

3.5.3.3. Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)

Artículo 51°: “La autoridad sectorial competente comunicará al consejo nacional del ambiente sobre las actividades a desarrollarse en su sector, que por riesgo ambiental puedan exceder los niveles tolerables de contaminación, estas deben presentar estudios de impacto ambiental previos a su ejecución”.

Artículo 52°: “Esta ley establece cuando exista casos de peligros graves la autoridad competente en conjunto con el Consejo Nacional del Ambiente dispondrán medidas de seguridad como: procedimientos que hagan desaparecer el riesgo o la disminuyan a niveles permisibles en los plazos determinados, así también medidas que limiten el desarrollo de las actividades que generen peligro grave al medio ambiente”.

3.5.4. Características del proyecto

Se realizó el estudio del área de influencia del proyecto en función a las variables físicas, naturales, económicas, sociales y culturales, la cual se evaluó en cada actividad de la construcción para determinar los posibles impactos que se generarán y se propuso un plan de mitigación.

3.5.5. Infraestructuras de servicio

3.5.5.1. Educación

El caserío de Miguel Grau cuenta con un centro educativo de nivel primario, este colegio es de género mixto y con un solo turno de atención, consta con un promedio de 4 alumnos por cada nivel de grado.

3.5.5.2. Atención de Salud

El caserío de Choconday cuenta con una posta de salud, para la atención básica necesaria, para accidentes graves y que necesitan de una hospitalización acuden a los centros de salud de la provincia o la ciudad de Trujillo.

3.5.5.3. Energía eléctrica

La población de estudios cuenta con un servicio de energía eléctrica las 24 horas del día con conexión a cada vivienda.

3.5.6. Diagnóstico ambiental

3.5.6.1. Medio físico

3.5.6.1.1. Clima

El clima del caserío de Miguel Grau – Choconday, distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento La Libertad está ubicado a una altitud de 3500 a 3700 m.s.n.m teniendo una temperatura promedio anual de 5 °C a 17 °C, tiene una temporada de lluvias de 7 meses iniciándose en octubre hasta el mes de mayo, aumentándose en intensidad en el mes de marzo.

3.5.6.1.2. Hidrología

Para determinar la intensidad generada se tomó los datos de los últimos 45 años de la estación pluviométrica de Sinsicap, mediante el cual se determinan los caudales proyectados de acuerdo a las estructuras y su periodo de retorno.

3.5.6.1.3. Geografía

La provincia de Otuzco se encuentra ubicada en la parte oeste de la cordillera occidental.

3.5.6.2. Medio biótico

3.5.6.2.1. Flora y fauna

En la zona del proyecto se identifican la presencia de una variada flora y fauna; existe vegetación como los eucaliptos, plantas medicinales y cultivos como papas, maíz, cebada, trigo, entre otros de subsistencia diaria; así también la presencia de ganados para producción de carne y lácteos.

3.5.6.3. Medio socioeconómico y cultural

3.5.6.3.1. Población

La comunidad beneficiaria total entre ambos caseríos, Miguel Grau y Choconday es de 175 habitantes.

3.5.6.3.2. Actividad económica

El sustento económico de la población en su mayoría es el comercio de sus productos, siendo la papa el producto de mayor venta, tanto de agricultura como de ganados y productos lácteos que venden en los distritos y sus alrededores.

3.5.7. Área de influencia del proyecto

3.5.7.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa esta abarcada por la carretera en estudio, los impactos que se generarán por las emisiones de ruido de las maquinarias, residuos de las excavaciones, el movimiento de tierras y maquinarias entre otros.

3.5.7.2. Área de influencia indirecta

En esta área de influencia indirecta se pretende generar impactos positivos que se obtendrá en beneficio de la población de los caseríos

y alrededores tanto en la intercomunicación de pueblos por la construcción de la carretera y el empleo que se tendrán los pobladores generando ingresos a sus hogares.

3.5.8. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto

3.5.8.1. Matriz de impactos ambientales

En ésta matriz se muestra los posibles impactos del proyecto en las etapas de construcción hacia los componentes o elementos ambientales del entorno físico y biológico, como se muestra en el cuadro 79.

Cuadro 79. Matriz de impactos ambientales

SISTEMA	FÍSICO						BIÓTICO						SOCIOECONÓMICO										
Componente	Aire			Agua			Suelo			Flora		Fauna	Paisaje			Tierra		Salud		Infraestructura		Economía	
Factores ambientales	Gases	Partículas	Nivel sonoro	Deterioro de la calidad del agua por generación de sólidos en suspensión	Mejoramiento del flujo del agua	Compactación del suelo	Erosión habitual	Potencial contaminación del suelo por accidentes de derrames de hidrocarburos	Pérdida de la cobertura vegetal	Deterioro de la flora por polvo, partículas y gases de combustión	Migración de la fauna por alteración del hábitat	Alteración del paisaje natural	Mejora del paisaje natural	Protección de las condiciones del paisaje natural	Usos de la tierra	Precio	Salubridad	Riesgos	Servicio público	Vías y tránsito	Negocio	Empleo	
1.Inicio																							
Elaboración de los estudios de ingeniería																							X
Aprobación del proyecto																							
2. Etapas de construcción y ejecución de obra																							
Instalaciones temporales		X	X	X					X		X		X				X						
Movimiento de tierras							X	X		X	X	X	X				X						
Remoción de la vegetación									X		X	X	X										
Caminos de accesos		X	X					X			X	X	X										

Uso de la maquinaria pesada	X			X						X	X						X					
Operación de la maquinaria	X			X							X						X				X	
Operación de vehículos	X			X						X							X				X	
Exploración de canteras		X	X		X				X			X										X
Cortes y rellenos		X	X	X				X	X	X		X		X								
Transporte del material		X	X	X																		
Derrames accidentales de químicos, aceites, grasas, combustibles.	X			X	X		X	X				X		X			X					
Disposición de residuos sólidos	X	X	X		X			X		X		X	X		X		X					
Uso del agua para la construcción					X		X															X
Generación de residuos (desmontes)								X									X					
Contratación de mano de obra																						X
3. Etapa de operación																						
Accesibilidad																		X	X	X		
Desplazamiento de vehículos	X			X																		
Incremento de tránsito	X			X											X							X
Aumento de comercio															X							
4. Etapa de abandono																						
Desinstalación de instalaciones temporales		X	X							X			X									
Limpieza de terreno		X	X									X										

3.5.8.2. Magnitud de los impactos

Se utilizó la matriz de Leopold para determinar la magnitud de los impactos como se aprecia en el cuadro 80.

Cuadro 80. Magnitud de los impactos

SISTEMA	FÍSICO							BIÓTICO					SOCIOECONÓMICO											
	Aire			Agua		Suelo		Flora	Fauna	Paisaje		Tierra	Salud		Infraestructura	Economía								
Componente	Gases	Partículas	Nivel sonoro	Deterioro de la calidad del agua por generación de sólidos en suspensión	Mejoramiento del flujo del agua	Compactación del suelo	Erosión habitual	Potencial contaminación del suelo por accidentes de derrames de hidrocarburos	Pérdida de la cobertura vegetal	Deterioro de la flora por polvo, partículas y gases de combustión	Migración de la fauna por alteración del hábitat	Alteración del paisaje natural	Mejora del paisaje natural	Protección de las condiciones del paisaje natural	Usos de la tierra	Precio	Salubridad	Riesgos	Servicio público	Vías y tránsito	Negocio	Empleo	Sub actividades impactantes	
Factores ambientales																								
1.Inicio																								
Elaboración de los estudios de ingeniería									-3			-2											10	5
Aprobación del proyecto																								0
2. Etapas de construcción y ejecución de obra																								

Instalaciones temporales		-6	-8	-5					-4		-10		-8								-47	
Movimiento de tierras								-7	-9		-4	-7	5	5								-23
xRemoción de la vegetación									-7		-9	7	8									-1
Caminos de accesos		-5	-4					-8			-8	8	8									-9
Uso de la maquinaria pesada	-10			-5					-9	-3												-31
Operación de la maquinaria	-8			-4						-3											10	-8
Operación de vehículos	-9			-5					-8												10	-16
Exploración de canteras		-8	-10		3				-2			-8									10	-15
Cortes y rellenos		-8	-10	-5				-4	-9	-10		-5		7								-44
Transporte del material		-4	-9	-5																		-18
Derrames accidentales de químicos, aceites, grasas, combustibles.	-10			-7			-6	-7				-6		8								-36
Disposición de residuos sólidos	-10	-6	-8					-9		-8		-9	7		7							-44
Uso del agua para la construcción					8		-6														10	12
Generación de residuos (desmontes)								-6														-13
Contratación de mano de obra																					10	10

3. Etapa de operación																							
Accesibilidad																		10	10	10			30
Desplazamiento de vehículos	-9			-6																			-15
Incremento de tránsito	-9			-6											10						9		4
Aumento de comercio															10								10
4. Etapa de abandono																							
Desinstalación de instalaciones temporales		-8	-8							-8			9										-15
Limpieza de terreno		-8	-8									10											-6
Total de impactos al ambiente	-65	-53	-65	-48	11	0	-12	-33	-31	-54	-10	-64	46	28	7	20	-46	0	10	10	19	60	

3.5.8.3. Matriz causa – efecto de impacto ambiental

Para la matriz causa y efecto se interpreta de acuerdo al siguiente cuadro 81.

Cuadro 81. Calificación de importancia según impacto generado

Descripción	Categoría
Importancia mayor: Cuando el componente ambiental no ha sido intervenido y puede sufrir alteraciones en cualquier etapa del proyecto.	A
Importancia moderada: Cuando el componente ambiental ha sufrido alguna modificación y puede aumentar el grado de alteración en una de las etapas del proyecto.	B
Importancia menor: Cuando el componente ambiental ha sufrido modificación considerable y su alteración por la implementación del proyecto no será significativa.	C
Sin importancia: Cuando el componente ambiental está completamente intervenido y el proyecto no tendrá mayor incidencia en el mismo.	D
Importancia positiva: Cuando el impacto que se genere brindará beneficios socio-económicos.	E

Cuadro 82. Matriz causa y efecto

SISTEMA	FÍSICO						BIÓTICO			SOCIOECONÓMICO													
Componente	Aire		Agua	Suelo		Flora	Fauna	Paisaje		Tierra	Salud		Infraestructura	Economía									
Factores ambientales	Gases	Partículas	Nivel sonoro	Deterioro de la calidad del agua por generación de sólidos en suspensión	Mejoramiento del flujo del agua	Compactación del suelo	Erosión habitual	accidentes de derrames de	Pérdida de la cobertura vegetal	Deterioro de la flora por polvo, partículas y gases de combustión	Migración de la fauna por alteración del hábitat	Alteración del paisaje natural	Mejora del paisaje natural	Protección de las condiciones del paisaje natural	Usos de la tierra	Precio	Salubridad	Riesgos	Servicio público	Vías y tránsito	Negocio	Empleo	
1.Inicio																							
Elaboración de los estudios de ingeniería									C			D											E
Aprobación del proyecto																							
2. Etapas de construcción y ejecución de obra																							
Instalaciones temporales		B	B	C						C		A		B			B						
Movimiento de tierras							B	B		C	B	E	E			B							
Remoción de la vegetación										B		B	E	E									
Caminos de accesos		C	C						B			B	E	E									
Uso de la maquinaria pesada	A			C						B	C						C						

Operación de la maquinaria	B			C							C									A		
Operación de vehículos	B			C					B											C	A	
Exploración de canteras		B	A		E				D			B									A	
Cortes y rellenos		B	A	C				C	B	A		C		E								
Transporte del material		C	B	C																		
Derrames accidentales de químicos, aceites, grasas, combustibles.	A			B			B	B				B		E						B		
Disposición de residuos sólidos	A	B	B					B		B		B	E		E					B		
Uso del agua para la construcción					E		B														E	
Generación de residuos (desmontes)								B												B		
Contratación de mano de obra																					E	
3. Etapa de operación																						
Accesibilidad																				E	E	E
Desplazamiento de vehículos	B			B																		
Incremento de tránsito	B			B																E	E	
Aumento de comercio																				E		
4. Etapa de abandono																						
Desinstalación de instalaciones temporales		B	B							B			E									
Limpieza de terreno		B	B										E									

3.5.9. Descripción de los impactos ambientales

3.5.9.1. Impactos ambientales negativos

Riesgos de conflictos sociales

El mejoramiento de la vía abarcará ciertas áreas de terreno, motivo por el cual existirán disconformidades por los propietarios generando atrasos en las actividades del proyecto.

Riesgo de afectación del Suelo

Este impacto negativo se genera por el derrame accidental de combustible y grasas de los vehículos al suelo, asimismo, en las diversas actividades de a construcción como la instalaciones y desinstalación del campamento, realización de obras de artes, entre otros.

Riesgos de accidentes

Pueden originarse riesgos para los trabajadores en la etapa de la construcción por la presencia de las maquinarias o en las diversas actividades, así también pueden afectar a los transeúntes de la zona.

Incremento de los niveles de emisión de material particulado

El incremento de las partículas en el aire puede darse por la emisión de polvos y gases contaminantes ocasionados las actividades como la explotación de la cantera, cortes del terreno así también en el transporte y deposito del material.

Riesgos de contaminantes de las corrientes de agua

La calidad del agua se ve alterada por los posibles derrames de productos químicos o lubricantes que se podría originar en el proyecto cuando los camiones cisterna ingresen a recolectar el agua para el proyecto, ya que existe riesgo de fugas de aceite o grasas perjudicando el ambiente acuático y personas que utilizan el agua de la quebrada Charat.

Incremento de niveles sonoro

Se generaran por el empleo de maquinarias para las diversas actividades del mejoramiento de la carretera, generando molestias en la población, este ruido no debe sobrepasar de los 80 decibeles (dB) evitando traumas acústicos para los habitantes de los centros poblados y trabajadores.

Riesgo de seguridad vial

En la etapa de operación de la carretera existe la posibilidad que los vehículos aumente la velocidad máxima admisible del proyecto generando accidentes en la carretera.

Riesgos a la alteración del Paisaje

Los impactos que se presentan se da por las presencia de infraestructuras y maquinarias en la zona de trabajo, así también por los cortes del terreno alterando la vegetación.

Riesgos en la flora y fauna

Se generarán impactos en la flora al realizar los cortes del terreno para mejorar el diseño de la vía, afectando los cultivos de la zona. Los impactos generados sobre la fauna se darán por los sonidos que emitirán las maquinarias generando el alejamiento de las animales por la emisión del ruido.

3.5.9.2. Impactos ambientales positivos

Socioeconómico

Para el aspecto socioeconómico se presentaron impactos positivos para la zona ya que en la ejecución de la carretera se necesitará mano de obra no calificada generando empleos a los pobladores de los caseríos y alrededores, asimismo, la ejecución de la carretera incrementará el comercio generándoles ingresos y de esta manera contribuir a mejorar la calidad de vida de los caseríos. Este impacto se califica de importancia positiva.

3.5.10. Mejora de la calidad de vida

3.5.10.1. Mejora de la transitabilidad vehicular

Con el mejoramiento de la carretera se tendrá una mejor accesibilidad de tránsito de vehículos, de esta manera la población podrá interconectarse con sus alrededores para el intercambio de comercio, atenderse ante emergencias y poder culminar sus estudios en las provincias de educación avanzada contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de la población.

3.5.10.2. Reducción de costos de transporte

Los costos de transporte se reducirán con el diseño del mejoramiento de la carretera, el tiempo de viaje se acortará por la factibilidad de transitar en una carretera asfaltada, asimismo, se evitará el desgaste de los vehículos.

3.5.10.3. Aumento del precio del terreno

Los terrenos que se encuentran cerca de la carretera tendrán beneficios en el alza de precios de los terrenos que deseen vender, estos se incrementarán por encontrarse en la zona de accesibilidad de tránsito de esta manera podrán transportar sus productos al mercado con mayor facilidad.

3.5.11. Impactos naturales adversos

3.5.11.1. Sismos

Cuando se produzcan sismos durante y después de la ejecución de la carretera se deberán tomar las medidas de seguridad necesarias como las que se menciona a continuación que todo trabajador deberá saber para evitar accidentes:

- Se colocarán alarmas en las diversas áreas de trabajo para la rápida evacuación.
- Deben existir señales de rutas de evacuación para la fácil evacuación del personal existente.

- Se debe contar con luces de emergencia en puntos estratégicos y linternas al fácil alcance.
- Se brindara charlas de instrucción al personal de trabajo ante un evento sísmico para que estos evacuen de manera rápida y se trasladen a zonas seguras del entorno
- Se contara con un equipo de primeros auxilios para la fácil atención de los trabajadores en caso de sufrir accidentes ante estos eventos sísmicos.

3.5.11.2. Neblina

Se deberá contar con una adecuada iluminación cuando exista la presencia de neblina en horas de trabajo, esta permitirá visualizar al personal de trabajo y las maquinarias evitando accidentes.

3.5.11.3. Deslizamientos

Se deberá contar con la debida señalización en casos de deslizamientos para la prevención de accidentes para ello se concientizará al personal existente para identificar las zonas vulnerables y las zonas seguras en donde protegerse.

3.5.12. Plan de manejo ambiental

Se contará con un plan de manejo ambiental en las diversas etapas del proyecto para lograr la protección del medio ambiente y así tener un proyecto sostenible.

Etapa de Planificación

Riesgos de conflictos sociales

Empresa deberá compensar a través de un pago justo en mutuo acuerdo a los pobladores afectados, asimismo, se les brindará trabajo en las diversas actividades que no se requieran mano de obra especializada.

Etapa de construcción

Riesgo de afectación del Suelo

Cuando se genere algún tipo de derrame accidental de aceites o combustible se utilizarán paños absorbentes para evitar la contaminación total del suelo, luego retirar la capa afectada y será trasladada a los micro rellenos sanitarios.

Riesgos de accidentes

Para los trabajadores deberán tener los equipos de protección personal para cada actividad que realicen además la debida señalización entre ellos para evitar los accidentes en la obra.

Riesgos de contaminantes de las corrientes de agua

Se contará con charlas informativas en los trabajadores para la prohibición de materiales contaminantes en las cunetas, alcantarillas o quebradas, además se utilizará el patio de máquinas para el mantenimiento y lavado de estas.

Etapa de operación

Riesgo de seguridad vial

Para prevenir los accidentes en la vía se hará uso de señalizaciones respectivas de acuerdo a la necesidad que se tenga en cada parte de los tramos de la carretera.

3.5.13. Medidas de mitigación

3.5.13.1. Aumento de niveles de emisión de partículas

Para que el aumento de los niveles de emisión de partículas se genere en grandes proporciones se utilizará los pulverizantes de agua especialmente en las actividades donde se genere mayor polvo como los cortes de talud, e le transporte de materiales y vehículos, así también la quema de basura de los materiales estará prohibido en la zona del proyecto.

3.5.13.2.Incrementos de niveles sonoros

Se empleara el uso de un sistema de silenciadores para reducir la emisión del ruido, asimismo, para los trabajadores se les brindará protectores auditivos para minimizar el impacto, sobre todo cuando existan las voladuras, así también se restringirá el trabajo en horas nocturnas perturbando el sueño de los pobladores.

3.5.13.3.Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población

Preliminarmente a las instalaciones del campamento y patio de maquinarias se deberá retirar la capa superficial del suelo orgánico y colocarse en una zona cercana para su uso posterior en la restauración del área cuando el proyecto haya culminado.

3.5.13.4.Alteración directa de la vegetación

Para el mejoramiento de diseño no se realizara trabajos exagerados de taludes de corte para evitar el daño a la vegetación, así también las emisiones de partículas serán humedecidas evitando que las partículas de polvo causen daño en los cultivos.

3.5.13.5.Mano de obra

La empresa deberá encargarse de brindar la información necesaria a los pobladores sobre el requerimiento de mano de obra y riquitos que deben cumplir para la ejecución del proyecto, de esta manera aumentar el empleo en la zona.

3.5.14. Plan de manejo de residuos sólidos

Durante la etapa de ejecución los residuos generados por los materiales de construcción serán depositados en tachos de residuos sólidos correspondientes para posteriormente ser depositados en los sitios de reciclaje o rellenos sanitarios más cercanos.

Asimismo la disposición del material excedente será colocada en el botadero identificado por el proyecto, este material será compactado en

capas de 0.50 m con 10 pasadas de tractor oruga para su nivelación y estabilización. El área del botadero se deberá restaurar, el material excedente se dispondrá perfilando la superficie con pendientes suaves de tal manera que pueda disponer para el uso agrícola o la regeneración de pastos espontáneo.

3.5.15. Plan de abandono

Este plan deberá restaurar las zonas afectadas durante la etapa de la construcción del proyecto, la empresa deberá realizar la limpieza general del material sobrante toda la zona ocupada por el proyecto, las instalaciones ocupadas por el campamento deberán ser deshabilitadas en su totalidad, asimismo, el material que podrá ser reciclado será donado a la población.

3.5.16. Programa de control y seguimiento

Este programa verificara que las condiciones ambientales no excedan en sus límites permisibles durante las etapas de la construcción del proyecto. Para el control del ruido estarán regidas por los límites máximos de decibeles establecidos en el decreto supremo N° 085-2003, como se muestra en el cuadro 83, de los cuales se tendrá el nivel máximo sonoro de 50 dB en horario diurno producidas entre 7:00 am y 5:00pm horas.

Cuadro 83. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

LMP para ruidos de las actividades de la construcción en el nivel sonoro continuo equivalente (LAeqT) el cual esta expresado en dB (A)		
Zonas de aplicación	Horario diurno para ruidos producidos entre 7:00 y 22:00 horas	Horario nocturno (después de las 22:00 horas y antes de las 7:00 horas del día siguiente)
1. Zona de protección especial, zona residencial, oficinas, centros de investigación (duración del ruido no mayor a 8 horas)	50	40
2. Zona comercial, campos deportivos, estacionamientos, centros de recreación (duración de ruido no mayor a 10 horas)	70	60
3. Zona industrial, autopistas, líneas férreas y aeropuertos (duración no mayor a 12 horas)	80	70

Fuente: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM- Estándares Nacionales de calidad ambiental para ruido, 2003, p.11.

3.5.17. Plan de contingencias

En caso de ocurrencia de incendios la empresa deberá contar con extintores de polvo químico seco, los cuales deberán ser colocados en las zonas accesibles a la salida y a una altura de fácil manipulación. En caso accidentes durante el trabajo de las actividades de la construcción se deberá realizar las charlas informativas de primeros auxilios a los trabajadores, se tendrá una persona responsable de la inspección de las maquinarias y equipos para su adecuada funcionalidad.

3.5.18. Conclusiones y recomendaciones

3.5.18.1. Conclusiones

La ejecución del mejoramiento de la carretera no causará impactos negativos significativos para el medio ambiente por ello no existirán restricciones importantes que paralice la ejecución del proyecto siendo viable ambientalmente cumpliendo el plan de manejo ambiental detallado en el proyecto.

Este proyecto generará un incremento de empleos contribuyendo a la economía de los pobladores y a la mejora de calidad de vida.

3.5.18.2. Recomendaciones

- Se deberá cumplir con lo estipulado en el plan de manejo ambiental para evitar cualquier daño contra el medio ambiente.
- Se deberá contar con un área médica para la fácil atención ante posibles accidentes.

3.6. Especificaciones técnicas

Las especificaciones usadas en este proyecto han sido extraídas del Manual de Carreteras, Especificaciones técnicas generales para la construcción EG- 2013, teniendo como objetivo uniformizar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades del proyecto y así estandarizar los procesos para obtener los mejores índices de calidad en la obra.

Obras preliminares

Cartel identificación de la obra de 6.00m x 3.60 m

Descripción

Se confeccionará un cartel de obra de dimensiones: 6.00 m x 3.60, donde se indicará: la entidad contratista (con logotipo correspondiente), nombre de la obra a ser ejecutada, monto de obra, el tiempo de ejecución, fuente de financiamiento, nombre del consultor proyectista y contratista constructor.

Materiales

Para su elaboración se utilizará planchas de triplay de e=12mm y marcos de madera o acero, con pintura de esmalte sintético.

Medición

La medición se hará por metro cuadrado (m²).

Pago

Se valorizará una vez colocado el cartel de obra en su ubicación definitiva.

Movilización y desmovilización de equipo

Descripción

Esta partida consiste en el traslado de la carga, transporte, descarga, manipuleo, operadores, y seguros para la ejecución de la obra desde el lugar de origen hasta el lugar del proyecto.

Consideraciones generales

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano (herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.) puede trasladarse por sus propios medios. El contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá someterlo a inspección de la entidad contratante dentro de los 30 días después de otorgada la buena pro. Este equipo será revisado por el supervisor en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo. En ese caso, el contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del contratista. Si el contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado, éste no será valorizado por el supervisor. El contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del supervisor.

Medición

La movilización se medirá en forma global (Glb).

Pago

Las cantidades aceptadas y medidas como se indican a continuación serán pagadas al precio de contrato de la partida. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección. El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- a) 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total, sin incluir el monto de la movilización.
- b) El 50% restante de la movilización y desmovilización, será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y retirado todo el equipo de la obra con la autorización del supervisor.

Campo de maquinaria y oficina provisional de obra

Descripción

Son las construcciones necesarias para la instalación de la infraestructura que permita albergar a los trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

Materiales

Los materiales para la construcción de las obras provisionales serán desarmables y transportables.

Requerimientos

Tiene por finalidad albergar al personal que labora en la obra así como también el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales del uso de la construcción de la carretera como las casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, casetas de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos, carteles, etc.

Vías de acceso

Estarán dotadas de una adecuada señalización para la indicación de ubicación y circulación de equipos pesados.

Instalaciones

Se instalarán los servicios de agua, desagüe y electricidad para el normal funcionamiento de las construcciones provisionales. Este campamento deberá disponer de instalaciones higiénicas destinadas al aseo del personal y cambio de ropa de trabajo, contando con duchas, lavatorios sanitarios y el suministro de agua potable, los cuales deberán instalarse en la proporción que se indica en el cuadro 84 debiendo tener ambientes separados para hombre y mujeres.

Cuadro 84. Instalaciones higiénicas

Nº trabajadores	Inodoros	Lavatorios	Duchas	Urinario
1-15	2	2	2	2
16 - 24	4	4	3	4
25 - 49	6	5	4	6
Por cada 20 adicionales	2	1	2	2

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.125.

Del personal de obra

A excepción del personal autorizado de vigilancia, se prohibirá el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo. Se evitará que los trabajadores se movilicen fuera de las áreas de trabajo, sin la autorización del responsable del campamento.

Patio de máquinas

Los patios de máquinas deberán tener señalización adecuada para indicar las vías de acceso, ubicación y la circulación de equipos pesados. El acceso a los patios de máquina y maestranzas deben estar independizados del acceso al campamento. El abastecimiento de combustible deberá efectuarse de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos al suelo, ríos, quebradas, arroyos, etc.

Desmantelamiento

Al concluir la obra, antes de desmantelar las construcciones provisionales, se debe considerar la posibilidad de donación del mismo a las comunidades que hubiere en la zona. En el proceso de desmantelamiento, el contratista deberá hacer una demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes. El área utilizada debe quedar totalmente limpia.

Aceptación de los trabajos:

- Verificar que las áreas de dormitorio y servicios sean suficientes para albergar al personal de obra, así como las instalaciones sanitarias.
- Verificar el correcto funcionamiento de los servicios de abastecimiento de agua potable.
- Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje y desagüe del campamento, oficinas, patios de máquina, cocina y comedores.
- Verificar las condiciones higiénicas de mantenimiento, limpieza y orden de las instalaciones.

Medición:

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²).

Pago:

El pago para la instalación del campamento y obras provisionales, no será materia de pago directo. El contratista está obligado a suministrar todos los materiales, equipos, herramientas e instalaciones con las cantidades y calidad indicadas en el proyecto.

Trazo, nivelación y replanteo

Descripción

En base a los planos y levantamientos topográficos del proyecto, sus referencias y BMs, el contratista procederá al replanteo general de la obra en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo. El contratista instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciarían, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras. El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Personal: Se implementarán cuadrillas (bajo el mando y control de un ingeniero) de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras, de acuerdo a los programas y cronogramas.
- b) Equipo: Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Asimismo, se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.
- c) Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

Consideraciones generales

Antes del inicio de los trabajos, se coordinará con el supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geodésico, el sistema de campo a emplear, la documentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso. Los trabajos de topografía y de control deberán ser concordantes con las tolerancias que se dan en siguiente cuadro 85.

Cuadro 85. Tolerancias para trabajos de levantamientos topográficos, replanteos y estacado en construcción de carreteras

Tolerancia fase de trabajo	Tolerancia fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georreferenciación	1:100.000	± 5 mm
Puntos de control	1:10.000	± 5 mm
Puntos del eje, (PC, PT), puntos en curva y referencias	1:5.000	± 10 mm
Otros puntos del eje	± 50 mm	± 100 mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm	± 100 mm
Alcantarillas, cuentas y estructuras menores	± 50 mm	± 20 mm
Muros de contención	± 20 mm	± 10 mm
Límites para roce y limpieza	± 500 mm	--
Estacas de subrasante	± 50 mm	± 10 mm
Estacas de rasante	± 50 mm	± 10 mm

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.101.

Medición

El trazo, nivelación y replanteo se medirá en kilómetros (Km).

Pago

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio por km. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según lo indicado.

El pago de Trazo, Nivelación y Replanteo será de la siguiente forma:

- a) El 20% del monto de los kilómetros ejecutados de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de georreferenciación con el establecimiento y definición de sus coordenadas.
- b) El 80% del monto global de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución del proyecto.

Movimiento de tierras

Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Generalidades

Este trabajo consiste en rozar y desbrozar la vegetación existente, destroncar y desenraizar árboles, así como limpiar el terreno en las áreas que ocuparán las obras y las zonas o fajas laterales requeridas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosques, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los siguientes trabajos.

Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desenraice y limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos. También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo. En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna en la zona afectada, en concordancia con el Plan de Manejo Ambiental.

Equipo

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación. Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

Requerimientos de construcción Ejecución de los trabajos

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o aprobadas por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias. Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, trozándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Supervisor. Las ramas de los árboles que se extiendan sobre la rasante de la carretera, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de 6 m, a partir de la superficie de la misma y en una sección libre de acuerdo las necesidades e seguridad prevista.

Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor de 60 cm del nivel de la subrasante del proyecto. En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes a juicio del Supervisor, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de 30 cm por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo con las necesidades del proyecto. Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, podrán cortarse a ras del suelo. Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener una densidad similar a la del terreno adyacente.

Remoción de capa vegetal

La remoción de la capa vegetal se efectuará con anterioridad al inicio de los trabajos a un tiempo prudencial para que la vegetación no vuelva a crecer en los lugares donde pasará la vía y en las zonas reservadas para este fin. El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el desbroce y limpieza no deberá ser incluido dentro del trabajo objeto de la presente Sección.

Remoción y disposición de materiales

Los productos de desbroce y limpieza que puedan ser utilizados durante el desarrollo de las obras son propiedad de la entidad contratante y deberán acopiarse para su uso posterior, sin que se produzca deterioro en ellos. El Contratista deberá hacerse cargo de la gestión de los productos de desbroce y limpieza que no vayan a ser utilizados, ya sea realizando un tratamiento de los mismos o transportándolos a vertedero.

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán apilarse debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Supervisor.

El resto de los materiales provenientes del desbroce y la limpieza, deberán ser retirado del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los lugares establecidos en el proyecto o señalados por el Supervisor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto.

Para el traslado de estos materiales los vehículos deberán estar cubiertos con una lona de protección, con la seguridad respectiva, a fin de que éstas no se dispersen accidentalmente durante el trayecto a la zona de disposición de desechos previamente establecido por la autoridad competente, así como también es necesario aplicar las normas y disposiciones legales vigentes. Los materiales excedentes por ningún motivo deben ser dispuestos sobre cursos de agua (escorrentía o freática), debido a la contaminación de las aguas, seres vivos e inclusive puede modificar el microclima. Por otro lado, tampoco deben ser dispuestos de manera que altere el paisaje natural.

La materia vegetal inservible y los demás desechos del desbroce y limpieza deberán ser transportados a depósitos de materiales excedentes o plantas de tratamiento, que deberán estar indicados en el Proyecto o, en su defecto, aprobados por el Supervisor.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

Orden de las operaciones

Los trabajos de desbroce y limpieza deben efectuarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto, dichas operaciones lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, deberán levantarse secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar el volumen de la capa vegetal y del movimiento de tierra.

Si después de ejecutados el desbroce y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer, el Contratista deberá efectuar una nueva limpieza, a su costo, antes de realizar la operación constructiva siguiente.

Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará, entre otros los siguientes controles:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza, se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

Medición

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada, será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectómetro cuadrado, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en el Proyecto o indicadas por el Supervisor.

Pago

El pago del desbroce y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobado por el Supervisor. El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desenraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Supervisor. El pago por concepto de desbroce y limpieza se hará independientemente del correspondiente a la remoción de capa vegetal en los mismos sitios, aun cuando los dos trabajos se ejecuten en una sola operación.

Corte de terreno en material suelto

Descripción

Consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes clasificados como material suelto requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos.

Excavación para la explanación:

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas.

Excavación complementaria:

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

Excavación en zonas de préstamo:

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes.

Material suelto

Se clasifica como material suelto a aquellos depósitos de tierra compactada y/o suelta, deshecho y otro material de fácil excavación que no requiere previamente ser aflojado mediante el uso moderado de explosivos. Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

Materiales

Los materiales provenientes de la excavación para explanaciones se utilizarán, si reúne las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en el estudio de suelos o determinados por el Supervisor. El transporte del material excavado, dentro de la distancia libre de acarreo (120 metros) no será sujeto de pago. El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir el tránsito en la carretera o en zonas de acceso de importancia local.

Equipo

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes:

Método de construcción

Excavación

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, cunetas y construcción de filtros de sub drenaje. Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos.

Los vehículos que se utilicen para transportar los explosivos deben observar las siguientes medidas de seguridad a fin de evitar consecuencias nefastas para la vida de los trabajadores y del público:

- Hallarse en perfectas condiciones de funcionamiento.

- Tener un piso compacto de madera o de un metal que no produzca chispas.
- Tener paredes bastante altas para impedir la caída de los explosivos.
- En el caso de transporte por carretera estar provistos de por lo menos dos extintores de incendios de tetracloruro de carbono.
- Llevar un banderín visible, un aviso u otra indicación que señale la índole de la carga.
- Los depósitos donde se guarden explosivos de manera permanente deberán:
- Estar contruidos sólidamente y a prueba de balas y fuego.
- Mantenerse limpios, secos, ventilados y frescos.
- Tener cerraduras seguras y permanecer cerrados con llave la cual solo tendrán acceso el personal autorizado y capacitado.
- Solo utilizar material de alumbrado eléctrico de tipo antideflagrante.

Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes.

Excavación en zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del proyecto o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Supervisor. Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra.

Manejo del agua superficial

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

Aceptación de los trabajos:

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

Pago

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m³).

Relleno con material propio

Descripción

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de

las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y sub-drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor. En los terraplenes se distinguirán tres partes:

- Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- Corona (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente.

Materiales:

Todos los materiales que se empleen en la construcción de los rellenos o terraplenes se hará con material propio, excedente de corte o transportado de cantera, debiendo ser de tipo granular clasificado como suelos tipo: A-1-a, A-1-b, A- 2-4, A-2-5 y A-3, deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales.

Material propio: Se denomina relleno con material propio al proveniente de los cortes, el cual a medida que se vaya extrayendo, puede ser colocado como relleno de terraplén hasta una distancia de 120 metros del lugar donde han sido extraídos. El material de relleno será acarreado con cargador frontal y no se pagará transporte.

Material excedente corte: Se denomina relleno con material excedente de corte al proveniente de los cortes ejecutados, que serían utilizados para conformar terraplenes fuera de la distancia de libre de pago (120 metros).

Material de cantera: Es proveniente de los cortes ejecutados en canteras seleccionadas para este uso (rellenos).

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir estos requisitos indicados en el cuadro 86.

Cuadro 86. Requisitos de los materiales para terraplén

Condición	Partes del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	---
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.186.

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los Ángeles: 60% máx. (MTC E 207)
- Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3

Equipo

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor.

Método de construcción

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Supervisor y aprobados por éste. El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en obra, el cual en ningún caso debe exceder de trescientos milímetros (300mm).

Preparación del terreno

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), aun cuando se deba construir sobre un afirmado.

Base y cuerpo del terraplén

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado

de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes.

El espesor de las capas de terraplén será definido por el Contratista con base en la metodología de trabajo y equipo.

Corona del terraplén

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona de los terraplenes deberá tener un espesor compacto mínimo de treinta centímetros (30 cm) construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos de corte propio, excedente de corte o de cantera, que cumplan con los requisitos de materiales, se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles necesarios.

Acabado

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

Estabilidad

El Contratista responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Supervisor, haya sido mal construido por descuido o error atribuible a aquel.

Aceptación de los trabajos

Controles

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en las presentes especificaciones.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.

- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Calidad del producto terminado

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.

- Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.
- La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.
- No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

Compactación

Las densidades individuales del tramo (D_i) deberán ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor modificado de referencia (D_e) para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

La humedad del trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del óptimo contenido de humedad obtenido con el Proctor modificado. El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo del tramo.

Medición

La unidad de medida de relleno con material propio es metros cúbicos (m³).

Pago

El trabajo de relleno con material propio se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m³).

Perfilado y compactación de subrasante

Descripción

El trabajo comprende el conjunto de actividades de escarificado, perfilado, nivelación y compactación de la sub- rasante en zonas de corte comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera.

Equipo

El Contratista propondrá, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo.

Método de construcción

Antes de iniciar el perfilado en zonas de corte se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación no clasificada para explanaciones.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones.

Aceptación de los trabajos

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar la compactación de la subrasante.

Compactación

Se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m, (2) de plataforma terminada y compactada.

- Las densidades individuales del lote (D_i) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo □

Medición

La unidad de medición será en metros cuadrados (m²).

Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²).

Pavimentos

Sub base granular e=0.10m

Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y aprobados por el supervisor.

Materiales

Los materiales para la construcción de la sub base granular deberán ajustarse a la franja granulométricas indicadas en el cuadro 87.

Cuadro 87. Requerimientos granulométricos para sub base granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	-	-
25 mm (1")	-	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 µm (N°40)	8-20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (N°200)	2- 8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.360.

La curva de gradación A deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o mayor a 3000 m.s.n.m.

Además el material también deberá cumplir con los requisitos de calidad indicados en el cuadro 88.

Cuadro 88. Requerimientos de ensayos especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (100%)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % máx	40 % máx
Límite líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25 % máx	25 % máx
Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6 % máx	4 % máx
Equivalente de arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25 % min	35 % min
Sales solubles	MTC E 219	-	-	1% máx	1% máx
Partículas chatas y alargadas	-	D 4791	-	20% máx	20% máx

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.360.

Equipo

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que

su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias y de la correspondiente partida de trabajo.

El equipo será el apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Requerimientos de construcción

Explotación y elaboración de materiales

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para su explotación y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del supervisor, lo que no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Evaluar conjuntamente con el supervisor las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites. Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Preparación de la superficie

El supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular, cuando la superficie sobre la cual debe asentarse, tenga la densidad establecida las presentes especificaciones, así como de las cotas, alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y aprobados por el supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Cualquier diferencia que exceda las tolerancias especificadas, serán corregidas por el contratista, a su costo y riesgo y con la aprobación del supervisor.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se

deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Tramos de prueba

Antes de iniciar los trabajos de cada partida, el contratista emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba, para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud aprobados por el supervisor y en ellas se probarán el equipo y el plan de trabajo.

El supervisor tomará muestras de las capas de prueba en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

En el caso de que los ensayos indiquen que los materiales no se ajustan a dichas condiciones, el contratista deberá efectuar las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten satisfactorios para el supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido realizado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique el supervisor a cuenta, costo y riesgo del contratista.

Transporte y colocación del material

El contratista deberá transportar y colocar el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo. La colocación del material sobre la capa subyacente, se hará en una longitud que no sobrepase 1.500 m de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la subbase granular.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de sub-base, evitando los derrames del material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Distribución y mezcla del material

El material será dispuesto en un carril de la vía, de tal forma que permita el tránsito por el otro carril. Si la subbase granular se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos serán dispuestos de igual modo, intercalando dichos materiales según su dosificación, los cuales luego serán mezclados hasta lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de prueba.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para el extendido y mezcla del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Compactación

Una vez que el material de la subbase granular tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a otras obras, no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior. No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado los controles topográficos y de compactación aprobados por el supervisor en la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular durante precipitaciones pluviales o cuando la temperatura ambiente sea inferior a 6°C. En esta actividad se tomarán los cuidados

necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación.

Los materiales excedentes regenerados por esta y las actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los depósitos de materiales excedentes.

Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del supervisor.

Conservación

Si después de aceptada la subbase granular, el contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su cuenta, costo y riesgo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

Aceptación de los trabajos

Controles

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos, según lo especificado en la Sección 103.
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo aprobado por el supervisor y empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 400.02 y en la respectiva especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba.
- Ejecutar ensayos de compactación.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de tamaño superior al máximo especificado, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construida.

- Tomar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie granular mediante controles del IRI con equipos previamente definidos y calibrados.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras.

Condiciones y tolerancias para la aceptación

Las condiciones y tolerancias para la aceptación de las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridos para la recepción de los trabajos especificados, estarán a cargo del supervisor.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad o excedencias de tolerancias, deberán ser corregidas por el contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones del supervisor y aprobadas por éste.

Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales y para cualquier volumen previsto se tomarán 4 muestras para los ensayos y frecuencias que se indican en el cuadro 88. Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la cuadro 88. No se permitirá acopios que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

Calidad del trabajo terminado

El Supervisor deberá verificar:

- Que la cota de cualquier punto de la subbase granular conformada y compactada, no varíe en más de 1 cm. con respecto a la cota proyectada.
- La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 1 cm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, y aprobado por el supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el proyecto o las modificaciones aprobadas por el supervisor.

Pago

El pago se hará por metro cúbico (m³), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el supervisor.

Base granular e=0.12 m

Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante, debidamente aprobados, que se colocan sobre una subbase, afirmado o subrasante. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación de material de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y aprobados por el supervisor.

Materiales

Deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

a) Granulometría

La composición final de los materiales presentará una granulometría continua, bien graduada y según los requerimientos de una de las franjas granulométricas que se indican en el cuadro 89 para las zonas con altitud iguales o mayores a 3.000 msnm se deberán seleccionar la gradación "A".

Cuadro 89. Requerimientos granulométricos para base granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	-	-
25 mm (1")	-	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 µm (N°40)	8-20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (N°200)	2- 8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.370.

Además deberá cumplir con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que se indican en el cuadro 90.

Cuadro 90. Características físico-mecánicas y químicas

Valor relativo de soporte, CBR (100%)	Tráfico en ejes equivalentes ($< 10^6$)	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes ($\geq 10^6$)	Mín. 100%

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.370.

b) Agregado grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la malla N° 4, que podrán provenir de fuentes naturales, procesados o combinación de ambos. Deberán cumplir las características, indicadas en el cuadro 91.

Cuadro 91. Requerimientos agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 211	D 5822		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40% máx
Partículas chatas y alargadas		D 4791		15% máx	15% máx
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1889	-	0.5% máx	0.5% máx
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.371.

c) Agregado fino

Se denominará así a los materiales que pasan la malla N° 4, que podrán provenir de fuentes naturales, procesados o combinación de ambos. Deberán cumplir las características, indicadas en el cuadro 92.

Cuadro 92. Requerimientos agregado fino

Ensayo	Norma MTC	Requerimientos	
		< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% min	45% min
Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx	0.5% máx
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-	15% máx

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.371.

Equipo

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias y de la correspondiente partida de trabajo.

El equipo será el apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Requerimientos de construcción

Explotación y elaboración de materiales

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para su explotación y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del supervisor, lo que no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Evaluar conjuntamente con el supervisor las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites. Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Para las vías de primera clase los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadoras. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Definida la fórmula de trabajo, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el uso granulométrico adoptado.

Preparación de la superficie

El supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular, cuando la superficie sobre la cual debe asentarse, tenga la densidad establecida las presentes especificaciones, así como de las cotas, alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y aprobados por el supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Tramos de prueba

Antes de iniciar los trabajos de cada partida, el contratista emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba, para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud aprobados por el supervisor y en ellas se probarán el equipo y el plan de trabajo.

El supervisor tomará muestras de las capas de prueba en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

En el caso de que los ensayos indiquen que los materiales no se ajustan a dichas condiciones, el contratista deberá efectuar las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten satisfactorios para el supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido realizado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique el supervisor a cuenta, costo y riesgo del contratista.

Transporte y colocación del material

El contratista deberá transportar y colocar el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo. La

colocación del material sobre la capa subyacente, se hará en una longitud que no sobrepase 1.500 m de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la subbase granular.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de sub-base, evitando los derrames del material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Distribución y mezcla del material

El material será dispuesto en un carril de la vía, de tal forma que permita el tránsito por el otro carril. Si la subbase granular se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos serán dispuestos de igual modo, intercalando dichos materiales según su dosificación, los cuales luego serán mezclados hasta lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de prueba.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para el extendido y mezcla del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Compactación

Una vez que el material de la subbase granular tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a otras obras, no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no

menor de un tercio del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior. No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado los controles topográficos y de compactación aprobados por el supervisor en la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular durante precipitaciones pluviales o cuando la temperatura ambiente sea inferior a 6°C. En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación.

Los materiales excedentes regenerados por esta y las actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los depósitos de materiales excedentes.

Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del supervisor.

Conservación

Si después de aceptada la subbase granular, el contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su cuenta, costo y riesgo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

Aceptación de los trabajos

Controles

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos, según lo especificado en la Sección 103.
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo aprobado por el supervisor y empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 400.02 y en la respectiva especificación.

- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba.
- Ejecutar ensayos de compactación.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de tamaño superior al máximo especificado, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construida.
- Tomar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie granular mediante controles del IRI con equipos previamente definidos y calibrados.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras.

Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales y para cualquier volumen previsto se tomarán 4 muestras para los ensayos y frecuencias que se indican en el cuadro 93.

Cuadro 93. Ensayos y frecuencias

Material o producto	Propiedades y características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia	Lugar de muestreo
Base granular	Granulometría	MTC E 204	C 136	T 27	750 m ³	Cantera
	Límite líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	750 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m ³	Cantera
	Equivalentes de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m ³	Cantera
	Sales solubles	MTC E 219			2000 m ³	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m ³	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210	D 5821		2000 m ³	Cantera
	Partículas chatas y alargadas		D 4791		2000 m ³	Cantera
	Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m ³	Cantera
	Densidad y humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m ³	pista
	Compactación	MTC E 117	D 4718	T 191	250 m ³	pista
MTC E 124		D 2922	T 238			

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.373.

Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de 10 mm de la proyectada.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, y aprobado por el supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el proyecto o las modificaciones aprobadas por el supervisor.

Pago

El pago se hará por metro cúbico (m³), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el supervisor.

Micropavimento e= 25mm

Descripción

Este trabajo consiste en la colocación de una mezcla de emulsión asfáltica modificado con polímeros y agregados pétreos, sobre la superficie de una vía, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el proyecto.

Material

Los materiales a usar para la ejecución de este trabajo será:

a) Agregados pétreos y polvo mineral

Los agregados pétreos deberán ser limpios, angulares, durables y bien gradados. Deberán gradarse en zonas habilitadas especialmente para este efecto, y de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los agregados pétreos. Los acopios se ubicarán en superficies limpias, planas y niveladas. Se debe retirar cualquier fuente de materia extraña que pueda contaminar el material como vegetación, rocas, etc. Además, el área debe tener un drenaje adecuado para evitar acumulación de agua en el acopio.

Los agregados para los micropavimentos en frío, deberán provenir de la trituración de roca y deberán cumplir con los requisitos del cuadro 94. El tipo de granulometría y número de capas a utilizar será el establecido en el proyecto.

Los agregados pétreos y el polvo mineral para la construcción de micropavimentos en frío deberán cumplir los requisitos de calidad exigidos en el cuadro 95.

Cuadro 94. Granulometría de los agregados pétreos para micropavimentos en frío

Tamices		Bandas granulométricas Porcentaje en peso que pasa, %			
(mm)	(ASTM)	Tipo M-I	Tipo M-II	Tipo M-III	Tipo M-IV
12.5	(1/2")				100
10.0	(3/8")		100	100	85-98
5.0	(N.º 4)	100	85-95	70-90	62-80
2.5	(N.º 8)	85-95	62-80	45-70	41-61
1.25	(N.º 16)	60-80	45-65	28-50	28-46
0.63	(N.º 30)	40-60	30-50	18-34	18-34
0.315	(N.º 50)	25-42	18-35	12-25	11-23
0.16	(N.º 100)	15-30	10-24	7-17	6-15
0.08	(N.º 200)	10-20	5-15	5-11	4-9

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.644.

Cuadro 95. Requerimientos de los agregados pétreos para micropavimentos en frío

Ensayo	Norma	Exigencia
Partículas fracturadas	MTC E 210	100%
Durabilidad al sulfato de sodio	MTC E 209	Máx. 12%
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	Máx. 25%
Equivalente de arena	MTC E 114	Mín. 60%
Azul de metileno	AASHTO TP 57	Máx. 8
Adherencia Riedel-Weber	MTC E 220	Mín. 4*
Adherencia método estático	ASTM D 1664	Mín. 95%

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.644.

b) Material bituminoso

El material bituminoso a emplear será emulsión asfáltica modificada con polímeros. El tipo de asfalto a emplear será el indicado en el Proyecto, basándose principalmente en el tipo de agregado pétreo, trazo del camino, características del tránsito y condiciones climatológicas.

c) Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5.5 y 8.0 y el contenido de sulfatos, expresado como $SO_4=$ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

Equipo

La mezcla deberá prepararse en un equipo mezclador móvil de tipo continuo con sistema central computarizado, que deberá disponer de tanques separados para el agua y la emulsión, provistos de bombas de alimentación. Deberá ser capaz de suministrar las proporciones adecuadas de los diversos materiales a la unidad mezcladora y de descargar en flujo igualmente continuo.

El equipo debe disponer de instalaciones adecuadas para incorporar aditivos.

No se deberá colocar ninguna mezcla cuya emulsión hubiese “roto” antes de las operaciones de extendido, ni cuando hubiese demoras de más de 30 minutos entre la preparación de la mezcla y su colocación. Las mezclas deberán ser homogéneas y uniformes, para lo cual, el contratista deberá disponer del número de unidades mezcladoras suficientes para asegurar una operación continua e ininterrumpida.

Los micropavimentos deberán colocarse mediante un vehículo con una caja esparcidora incorporada capaz de cubrir el ancho de una pista. La caja esparcidora deberá estar equipada con deflectores y enrasadores ajustables, que permitan ser adaptados a las secciones con peraltes o bombeo, asegurando una aplicación uniforme.

En la caja esparcidora se exigirá un repartidor con elemento helicoidal. El mezclador dispondrá de un sistema de revoltura adecuado para lograr una mezcla homogénea. El mezclador será del tipo paleta para realizar una revoltura adecuada y lograr una mezcla homogénea.

La goma trasera flexible estará destinada a enrasar, para lo cual deberá ser ajustable y quedar en contacto preciso con el pavimento, de modo que resulte una capa selladora del espesor especificado.

Requerimientos de construcción

Explotación de los materiales y elaboración de los agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el contratista no cumple con estos requerimientos, el supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al concluirse los trabajos en las canteras temporales, el contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, así como de la recuperación ambiental de las áreas afectadas de acuerdo al plan de manejo ambiental.

Diseño del micropavimento y obtención de la fórmula de trabajo

El micropavimento deberá dosificarse por el método de abrasión en pista húmeda que describe las normas de ensayo MTC E 417 e ISSA TB 100, con el que se

determinará el contenido mínimo de asfalto de la mezcla. Habrá que considerar una pérdida máxima de 538 g/m².

Mediante el ensayo del cohesiómetro desarrollado en las normas de ensayo MTC E 419 e ISSA TB 139 se determinarán las características de rompimiento y curado de las mezclas para micropavimentos.

La compatibilidad de los finos como elemento cohesivo en mezclas asfálticas de alto rendimiento, como son los micropavimentos, se determinará mediante los ensayos de Schulze Breuer Ruck para clasificación de agregados y compatibilidad de finos-bitumen, según desarrollan las normas de ensayo ASTM D 6372 e ISSA TB 144.

La tolerancia en el diseño del micropavimento será de:

- ± 2,0 puntos porcentuales para el agua
- ± 0,5 puntos porcentuales para la emulsión

Para condiciones extremas de carga, tales como tránsito pesado, cargas lentas, curvas cerradas (radios de curvatura inferiores a 100 m) o en pendientes superiores a 10%, se deberá verificar el diseño según la norma de ensayo de la rueda cargada (MTC E 418, ISSA TB 109), en el cual el máximo de la arena adherida según lo establecido por la International Slurry Surfacing Association (ISSA) será 538 gr/m², según indicado en el cuadro 96. La dosificación del micropavimento en frío deberá cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro 97.

Cuadro 96. Cantidad máxima de arena adherida para verificar el diseño de micropavimentos según la rueda cargada.

Vehículos /día	Máxima adhesión de arena (g/m ²)
0 a 500	750
500 a 1.500	650
1.500 a más de 3.000	538

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.644.

Cuadro 97. Requerimientos para el diseño de micropavimentos en frío

Ensayo	Norma	Exigencia
Consistencia	ASTM D 3910	2-3 cm
	ISSA TB-106	
Cohesión húmeda (30 minutos)	ISSA TB-139	12 kg-cm mín.
Cohesión húmeda (60 minutos)	ISSA TB-139	20 kg-cm mín.
Desprendimiento	ISSA TB-114	10% máx.
Abrasión húmeda (1 hora)	ISSA TB 109	538 g/m ² máx.
	MTC E 417	
Abrasión húmeda (6 días)	ISSA TB 109	807 g/m ² máx.
	MTC E 417	
Rueda Cargada	ISSA TB-109	538 g/m ² máx.
	MTC E418	
Desplazamiento Lateral	ISSA TB-147	5% máx.
Tiempo de Mezclado (25 °C)	ISSA TB-113	120 s mín. controlable

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.644.

Preparación de la superficie existente

Antes de proceder a la aplicación de los micropavimentos, la superficie se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

Solo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos, los que deberán ser aprobados por el supervisor.

Tramo de prueba

En el caso de la construcción de morteros asfálticos, se hace necesaria la compactación en aquellas áreas donde el espesor sea mayor que 6 mm, con el equipo que sea aprobado por el supervisor. El supervisor tomará muestras del tratamiento, mortero o mezcla, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

En caso que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el contratista deberá efectuar las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

El supervisor determinará si es aceptable la ejecución de los tramos de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

Esparcido de la mezcla

Cuando se deba mantener el tránsito, los micropavimentos en frío se esparcirán por media calzada, no pudiéndose iniciar los trabajos en la otra mitad, hasta que no haya sido entregada al tránsito la primera. El contratista deberá proveer los medios necesarios para controlar el tránsito de la vía. Los micropavimentos en frío deberán colocarse por capas según lo establecido en el proyecto. Cuando se coloque más de una capa, se deberá esperar a la rotura de la emulsión de la capa precedente.

Compactación

Cuando se especifique compactación, esta deberá efectuarse con rodillo neumático autopropulsado. La compactación deberá comenzar solo cuando la rotura de la emulsión del micropavimento permita el paso de los rodillos sin que se adhiera a las ruedas.

Limitaciones climatológicas

No deberá colocarse micropavimento cuando la temperatura ambiental o de la superficie a tratar sea inferior a 6°C, o en presencia de precipitaciones pluviales.

Apertura al tránsito

La superficie tratada podrá ser entregada al tránsito una vez que la mezcla haya “roto” y no se deforme con el paso de los vehículos.

Reparaciones

No se aceptarán reparaciones, en todo caso, si el trabajo ejecutado presenta deficiencias será rechazado y remplazado por el contratista a su costo y riesgo, lo cual deberá ser aprobado por el supervisor.

Aceptación de los trabajos

Criterios

a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente).
- Efectuar ensayos de control de mezcla, extracción de asfalto y granulometría en morteros asfálticos.
- Ejecutar ensayos para verificar el diseño en tratamientos superficiales, así como la granulometría de aquellos.
- Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones de ligante en riegos de liga e imprimaciones, si el proyecto no establece el método de medición, será propuesto por el contratista y aprobado por el supervisor.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas o morteros asfálticos, durante el período de ejecución de las obras.
- Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

b) Calidad de la emulsión

La calidad de emulsión deberá ser sustentada para cada tanque de transporte, por un certificado de calidad del fabricante.

c) Calidad del agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO₄= y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

d) Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- El equivalente de arena, según norma de ensayo MTC E 114.
- La plasticidad, en acuerdo a las normas MTC E 111.
- Sales Solubles Totales MTC E 219.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y sobre ellas se determinarán:

- La densidad aparente (ASTM C 110).
- El coeficiente de emulsibilidad (NLT 180).
- Azul de metileno (AASHTO TP 57).

Los resultados de todas estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en las presentes especificaciones, bajo sanción del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el contratista está obligado a que los materiales pétreos utilizados cumplan con las especificaciones del proyecto, debiendo el supervisor efectuar las verificaciones correspondientes disponiendo el retiro de los agregados que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al especificado.

Además, efectuará las siguientes verificaciones:

- Granulometría de los agregados (MTC E 204), una vez por jornada de trabajo.
- Plasticidad de la fracción fina (MTC E 110), una vez cada 150 m³.
- Equivalente de arena (MTC E 114), una vez cada 150 m³.
- Adhesividad, una vez cada 1.000 m³.
- Desgaste Los Ángeles (MTC E 207) y la solidez (MTC E 209), al menos una vez cada 1.000 m³.

e) Composición y resistencia del mortero

- Contenido de asfalto

Para efectos del control se considerará como lote el mortero extendido en cada jornada de trabajo, de la cual el supervisor extraerá un mínimo de cinco muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de 2 kg cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto (MTC E 502) y la granulometría de los agregados (MTC E 503).

El contenido medio de asfalto residual del tramo construido en la jornada de trabajo (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en más del 0,5%.

$$ARF \% - 0,5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,5\%$$

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) que supere en 1,0% el valor medio del tramo.

$$ART \% - 1,0\% \leq ARI \% \leq ART\% + 1,0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, El Supervisor rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

- Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá encajar dentro de la franja adoptada.

- Resistencia

Por cada jornada de trabajo se extraerán 3 muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda (MTC E 417) y absorción de arena en la máquina de rueda cargada.

Si el desgaste medio (d_m) o la absorción media de arena (A_m), superan los valores definidos en la fórmula de trabajo (d_t) y (A_t) en más del 10%, el Supervisor rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

$$D_m \leq 1.1 d_t$$

$$A_m \leq 1.1 A_t$$

f) Calidad del trabajo terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del pavimento tratado con mortero asfáltico no deberá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en el proyecto.

g) Durante cada jornada de trabajo, además el supervisor efectuará los siguientes controles:

- Tasa de aplicación

En sitios ubicados al azar, se efectuarán como mínimo 3 determinaciones diarias de la tasa de aplicación del mortero sobre la superficie. La tasa media de aplicación (TMA), en kg/m^2 , no podrá variar en más del 10% de la autorizada como resultado del tramo de prueba (Tasa media especificada-TME), en caso contrario será rechazado por el supervisor el tramo construido durante la jornada de trabajo.

$$0.90 TME \leq TMA \leq 1.10 TME$$

- Textura

Por jornada de trabajo deberán efectuarse, como mínimo 2 pruebas de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) y 2 de profundidad de textura con el método del círculo de arena (MTC E 1005). En relación con la primera, ningún valor individual podrá presentar un valor inferior a 0.45, y respecto de la segunda, el promedio de las 2 lecturas deberá ser cuando menos igual a 0.6 mm, sin que ninguno de los 2 valores (PTI) sea inferior en más del 10% al promedio mínimo exigido.

$$PTI \geq 0,54 \text{ mm}$$

- **Rugosidad**

La rugosidad, medida en unidades IRI, no podrá ser superior a 2,5 m/km, salvo que las especificaciones particulares establezcan un límite diferente.

Esta exigencia no se aplicará cuando el micropavimento se construya sobre un pavimento existente. En este caso el proyecto deberá indicar el nivel de rugosidad aceptable. Todas las áreas donde no se cumplan lo especificado, deberán ser reconstruidos por el contratista, a su costo y riesgo, y aprobado por el supervisor.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado con la aprobación del supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m²), para toda la obra ejecutada de acuerdo al proyecto, las presentes especificaciones y aprobada por el supervisor.

Obras de arte y drenaje

Alcantarillas

Excavación no clasificada para estructuras

Descripción

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas de TMC y de marco, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras de arte: comprende, además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Equipo

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requiere aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

Método de construcción

Se excavarán zanjas y las fosas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones. Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse a mano y en lo posible, inmediatamente antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Uso de Explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del supervisor.

Utilización de los materiales excavados

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior alrededor de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin. Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar. Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Aceptación de los trabajos

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según lo indicado en la presente especificación, referente a Método de Construcción.
- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en la presente especificación.

Medición

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos (m³).

Pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato por metro cúbico (m³).

Alcantarilla TMC

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Comprende también la construcción del solado a lo largo de la tubería; las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

Materiales

Tubería metálica corrugada (TMC)

Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado; su sección puede ser circular, elíptica, abovedada o de arco. Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente. Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos y tuercas) entre el rango de doscientos milímetros (200 mm.) y un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36.

Equipo

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular.

Requerimientos de construcción

Calidad de los tubos y del material

Antes de comenzar los trabajos, el contratista deberá entregar al supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería.

Manejo, transporte, entrega y almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Supervisor, serán rechazados, aun cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

Método de Construcción

Preparación del terreno base

Cuando el fondo de la alcantarilla se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado; de manera que la superficie compactada quede ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la alcantarilla. Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua, se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para éste fin. No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra. La excavación deberá tener una amplitud tal, que el ancho total de la excavación tenga una vez y media (1.5) el diámetro de la alcantarilla.

Solado

El solado se construirá con material de Sub-base granular. Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para subbase, de ciento cincuenta

milímetros (150 mm) de espesor compactado, y un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más seiscientos milímetros (600 mm).

Instalación de la alcantarilla

La alcantarilla TMC, corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La alcantarilla se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba.

Relleno

Su compactación se efectuará en capas horizontales de ciento cincuenta a doscientos milímetros (150 mm – 200 mm) de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado de la alcantarilla, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios.

Limpieza

Terminados los trabajos, el contratista deberá limpiar, la zona de las obras y sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Supervisor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

Aguas y Suelos agresivos

Si las aguas que han de conducir las alcantarillas presentan un pH menor de seis (6) o que los suelos circundantes presenten sustancias agresivas, los planos indicarán la protección requerida por ellos, cuyo costo deberá quedar incluido en el precio unitario de la alcantarilla.

Aceptación de los Trabajos

Controles

- Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- Marcas
- Comprobar que las alcantarillas y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.

- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el contratista.

Tamaño y variación permisibles

La longitud especificada de la alcantarilla será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado a la alcantarilla.

Solado y relleno

La frecuencia de las verificaciones de compactación será establecida por el supervisor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe, no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno.

Medición

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales (ml).

Pago

Será pagada al precio unitario del contrato, por metro lineal (MI).

Encofrado y desencofrado alcantarillas

Descripción:

Esta partida comprende el suministro e instalación de todos los encofrados, las formas de madera y/o metal, necesarias para confinar y dar forma al concreto; en el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que se establece más adelante.

Materiales

Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero. Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme. Los alambres que se

empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada.

Método de construcción

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Antes de efectuar los vaciados de concreto, el Supervisor inspeccionará los encofrados con el fin de aprobarlos.

Remoción de los encofrados

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

- Estructuras bajo vigas 14 días

- Soportes bajo losas planas 14 días
- Losas de piso 14 días
- Placa superior en alcantarillas de cajón 14 días
- Superficies de muros verticales 48 horas
- Columnas 48 horas
- Lados de vigas 24 horas
- Cabezales alcantarillas TMC 24 horas
- Muros, estribos y pilares 03 días

Acabado y reparaciones

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado.

Limitaciones en la ejecución

Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

Medición

El método de medición será el área en metros cuadrados (m²).

Pago

Se pagará el precio unitario por (m²).

Concreto F'C=175 kg/cm²

Descripción:

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los diferentes tipos de concretos de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos y agua; utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras en general.

Materiales

Cemento

El cemento utilizado será Portland. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I o cemento Portland normal.

Agregados

a) Agregado Fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

b) Agregado Grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del supervisor.

c) Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

d) Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano.

e) Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo

deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Equipo

a) Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto

Los principales equipos requeridos son los siguientes:

- Equipo para la producción de agregados

Para el proceso de producción de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, carguío, transporte y producción.

- Equipo para la elaboración del Concreto

La planta de elaboración del concreto deberá efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

b) Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del supervisor.

c) Elementos para la colocación del concreto

El contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada.

d) Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, sin causar segregación de los materiales.

e) Equipos varios

El contratista deberá disponer de elementos para usos varios como: palas y planchas, bandejas, para hacer correcciones localizadas; cepillos para dar textura superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

Aceptación de los trabajos

Controles

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el contratista, así como que los materiales cumplan los requisitos de calidad.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.

Calidad del cemento

a) Calidad del agua

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

b) Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento.

c) Calidad de aditivos y productos químicos de curado

El supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad.

d) Calidad de la mezcla dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos..... $\pm 1\%$
- Agregado fino $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm..... $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm..... $\pm 3\%$

Resistencia

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Medición

El volumen de concreto que será pagado será el número de metros cúbicos (m3).

Pago

Será pagada según la unidad de medida de la partida (m3).

Acero de refuerzo $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción

Este material está constituido por barras de acero corrugadas, con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²), que se colocan como refuerzo dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el proyecto.

Materiales

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con certificación ISO 9000.

a) Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en el proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

Cuando en los planos del proyecto está prevista barras de refuerzo galvanizado, ésta debe cumplir la norma ASTM - A767.

b) Alambre y mallas de alambre

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

Equipo

Se requiere de un equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor. Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores. Al utilizar el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección. Los equipos de corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la aprobación del supervisor.

Requerimientos de construcción

Planos y despiece

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el contratista deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado.

Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el contratista y aprobados por el supervisor, pero tal aprobación no exime al contratista de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el contratista deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Se debe proteger el acero de refuerzo de los fenómenos atmosféricos, principalmente en zonas con alta precipitación pluvial. En el caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no-protección podría originar procesos erosivos del suelo.

Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el supervisor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en cuadro 98.

Cuadro 98. Diámetro mínimo de doblamiento

Número de Barra	Diámetro mínimo
2 a 8	6 diámetros de barra
9 a 11	6 diámetros de barra
17 a 18	6 diámetros de barra

Fuente: Manual de carreteras- Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.942.

Colocación y amarre

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser retirado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de cascajo, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 0,30 m, en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1,5875 mm (N° 16) ó 2,032 mm (N° 12), o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Medición

La unidad de medida será el kilogramo (kg).

Pago

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el supervisor.

Cunetas

Excavación no clasificada para estructuras

Descripción

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas de TMC y de marco, muros, zanjas de

coronación, canales, cunetas y otras obras de arte: comprende, además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Equipo

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requiere aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

Método de construcción

Se excavarán zanjas y las fosas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones. Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse a mano y en lo posible, inmediatamente antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Uso de Explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del supervisor.

Utilización de los materiales excavados

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior alrededor de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin. Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar. Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Aceptación de los trabajos

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según lo indicado en la presente especificación, referente a Método de Construcción.
- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en la presente especificación.

Medición

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos (m³).

Pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato por metro cúbico (m³).

Relleno compactado con material propio

Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto, previa la ejecución de las obras de drenaje y sub-drenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el supervisor.

Material

Para el traslado de materiales es necesario humedecerlo adecuadamente y cubrirlo con una lona para evitar emisiones de material particulado y evitar afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Equipo

Se deberá disponer de los equipos necesarios para extracción, apilamiento, carguío en el área de explotación y/o planta, chancado, carguío para transporte a obra, transporte de agregados a obra, extensión, humedecimiento y compactación del relleno para estructuras.

Proceso de Construcción

El supervisor exigirá al contratista que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución entre las actividades de apertura de la zanja y de construcción del relleno, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán el relleno, deberán contar con la aprobación del supervisor. El contratista deberá notificar al supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia.

Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno, se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco. Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

Aceptación de los Trabajos

Controles

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el contratista.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.
- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el contratista en acuerdo a la presente especificación.

Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La cota de cualquier punto de la última capa de relleno, no deberá variar más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por (m³).

Concreto F'C=175 kg/cm²

Descripción:

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los diferentes tipos de concretos de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos y agua; utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras en general.

Materiales

Cemento

El cemento utilizado será Portland. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I o cemento Portland normal.

Agregados

f) Agregado Fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

g) Agregado Grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del supervisor.

h) Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

i) Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano.

j) Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo

deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Equipo

f) Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto

Los principales equipos requeridos son los siguientes:

- Equipo para la producción de agregados

Para el proceso de producción de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, carguío, transporte y producción.

- Equipo para la elaboración del Concreto

La planta de elaboración del concreto deberá efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

g) Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del supervisor.

h) Elementos para la colocación del concreto

El contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada.

i) Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, sin causar segregación de los materiales.

j) Equipos varios

El contratista deberá disponer de elementos para usos varios como: palas y planchas, bandejas, para hacer correcciones localizadas; cepillos para dar textura superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

Aceptación de los trabajos

Controles

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el contratista, así como que los materiales cumplan los requisitos de calidad.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.

Calidad del cemento

e) Calidad del agua

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

f) Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento.

g) Calidad de aditivos y productos químicos de curado

El supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad.

h) Calidad de la mezcla dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos..... $\pm 1\%$
- Agregado fino $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm..... $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm..... $\pm 3\%$

Resistencia

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Medición

El volumen de concreto que será pagado será el número de metros cúbicos (m³).

Pago

Será pagada según la unidad de medida de la partida (m³).

Junta de dilatación para cunetas

Constituyen todas las juntas que tienen el objetivo de permitir eventualmente desplazamientos de una estructura en concreto respecto a otra continua debido a dilataciones, retiro del vaciado y diferencias en el asentamiento de función los espacios para las juntas de dilatación, deberán ser limpios en toda su longitud. Las juntas a rellenar serán de 2.5 cm de ancho y un espesor igual a 2/3 del espesor del revestimiento de concreto. Las juntas de dilatación de estructuras de concreto, indicadas en los planos serán rellenas con arena estabilizada al 25% con brea, en el caso de las caras húmedas; y arena con RC – 250 al 10% para el caso de las caras secas.

Medición

Su método de medición se da por metros lineales (ml).

Bases de pago

La ejecución de este ítem es directa.

Transporte de material

Transporte de material excedente

Descripción

Bajo estas partidas se considera el material en general que requieren ser transportados de un lugar a otro de la obra.

Clasificación

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:

- Proveniente de excedentes de corte a botaderos.
- Escombros a ser depositados en los botaderos.
- Proveniente de excedentes de corte transportados para uso en terraplenes y sub-bases.
- Proveniente de derrumbes, excavaciones para estructuras y otros.
- Proveniente de canteras para terraplenes, sub-bases, bases, enrocados.

Materiales

Los materiales a transportarse son:

Materiales provenientes de la excavación de la explanación

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación y préstamos. También el material excedente a ser dispuesto en botaderos.

Materiales provenientes de derrumbes

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción.

Materiales provenientes de Canteras

Forma parte de este grupo todos los materiales granulares naturales, procesados o mezclados que son destinados a formar terraplenes, capas granulares de estructuras de pavimentos, tratamientos superficiales.

Equipo

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte. Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

El mantenimiento de los vehículos debe considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos, balanceo, y calibración de llantas.

El lavado de los vehículos deberá efectuarse de ser posible, lejos de las zonas urbanas y de los cursos de agua.

Método de trabajo

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Supervisor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

Aceptación de los trabajos

Controles

- Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- Exigir al Contratista la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales.

- Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales.

Medición:

La unidad de medida será el metro cúbico - kilómetro (m³-km).

Pago

El pago se de esta partida se realizará según la unidad de medida (m³km).

Señalización

Señal Informativa

Descripción:

Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de control vertical permanente, con la finalidad de guiar al usuario hacia el lugar de destino, identificar rutas, puntos notables, sentidos de circulación, servicios auxiliares y otros, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras vigente.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del expediente técnico.

Equipo

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Preparación de señales preventivas

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad color verde, las letras, símbolos y marcas, serán pintados con tinta xerográfica color blancas. Se utilizará el sistema de serigrafía. La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

Postes de fijación de señales

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los postes

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

Medición

El método de medición es por unidad (Und).

Pago

Será pagada al precio unitario del contrato (Und).

Señal Preventiva

Descripción

Las señales preventivas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente. Las señales preventivas se usarán para indicar con anticipación, la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones necesarias.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del expediente técnico.

Equipo

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Preparación de señales preventivas

Se confeccionarán en plancha de fibra de vidrio de 4mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, de las medidas indicadas en los planos, el fondo de la señal irá con material reflectorizante alta intensidad amarillo, el símbolo y el borde del marco serán pintados con tinta xerográfica color negro y se aplicará con el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro. El panel de la señal será reforzado con platinas embebidas en la fibra de vidrio según se detalla en los planos.

Postes de fijación de señales

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los postes

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del

volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

Medición

El método de medición es por unidad (Und).

Pago

Será pagada al precio unitario del contrato (Und).

Señal reglamentaria

Descripción

Se utilizan para indicar a los usuarios información, prevención y las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al reglamento de la circulación vehicular.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del expediente técnico.

Equipo

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias.

Preparación

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad color blanco, círculo rojo con tinta xerográfica transparente, las letras, números, símbolos y marcas, serán pintados con tinta xerográfica color negro. Se utilizará el sistema de serigrafía. La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

Postes de Fijación de Señales

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos, tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los Postes

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y dimensiones de 0.60m.x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad.

Medición

La medición es por unidad (Und).

Pago

Será pagada al precio unitario del contrato (Und).

Medio ambiente

Acondicionamiento de botaderos

Descripción

La partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de los DME, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no disturbe el ambiente natural y más bien se restituyan las condiciones originales, con la finalidad de no introducir impactos ambientales negativos en la zona.

Método de construcción

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar el sobrepeso inducido por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados (revegetación) que permita su posterior uso para las obras de restauración de la zona. El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario ambiental. Los materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera deberán ser retirados en forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales de desechos será efectuada cuidadosamente y gradualmente compactada por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo. El depósito de desechos será rellenado paulatinamente con los materiales excedentes. El espesor de cada capa extendida y nivelada no será mayor de 0.50 m o según lo disponga el supervisor.

Luego de la colocación de material común, la compactación se hará con dos pasadas de tractor de orugas en buen estado de funcionamiento, sobre capas de espesor adecuado, esparcidas de manera uniforme. Si se coloca una mezcla de material rocoso y material común, se compactará con por lo menos cuatro pasadas de tractor de orugas siguiendo además las consideraciones mencionadas anteriormente.

La colocación de material rocoso debe hacerse desde adentro hacia fuera de la superficie para permitir que el material se segregue y se pueda hacer una selección de tamaños. Los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa, de tal manera que sirva de protección definitiva del talud y los materiales más finos quedar ubicados en la parte interior del lugar de disposición de materiales excedentes. Los taludes de los depósitos de material deberán tener una pendiente adecuada a fin de evitar deslizamientos. Los daños ambientales que origine la empresa contratista, deberán ser subsanados bajo su responsabilidad.

Medición

Será medido en metros cúbicos (m3).

Pago

Serán pagadas al precio unitario del contrato (m3).

3.7. Análisis de costos y presupuestos

3.7.1. Resumen de metrados

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO
01	Obras Preliminares		
01.01	Cartel de identificación de la obra de 6.00 x 3.60 m	u	1.00
01.02	Movilización y desmovilización de equipo	glb	1.00
01.03	Campo de maquinaria y oficina provisional de obra	m2	500.00
01.04	Trazo y replanteo	km	5.74
02	Movimiento De Tierras		
02.01	Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	ha	2.30
02.02	Corte de terreno en material suelto	m3	153,213.74
02.03	Relleno con material propio	m3	28,670.48
02.04	Perfilado y compactación de subrasante	m2	40,173.00
03	Pavimentos		
03.01	Sub base granular	m3	4,137.82
03.02	Base granular	m3	4,965.38
03.03	Micropavimento	m2	41,378.19
04	Obras De Arte Y Drenaje		
04.01	Alcantarillas		
04.01.01	Excavación no clasificada para estructuras	m3	324.82
04.01.02	Alcantarilla TMC d=24"	m	101.66
04.01.03	Alcantarilla TMC d=36"	m	7.82
04.01.04	Alcantarilla TMC d=48"	m	7.82
04.01.05	Encofrado y desencofrado alcantarillas	m2	342.95
04.01.06	Concreto f'c=175 kg/cm2 cabezales de alcantarillas	m3	74.67
04.01.07	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,967.37
04.02	Cunetas		
04.02.01	Excavación no clasificada para estructuras	m3	746.46
04.02.02	Perfilado y compactación manual	m2	4,976.40
04.02.03	Relleno compactado con material propio (manual)	m3	328.90
04.02.04	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	328.90
04.02.05	Junta de dilatación para cunetas	m	1,644.50
05	Transporte		
05.01	Transporte material excedente d>1km	m3k	36,241.49
05.02	Transporte material granular para subbase > 1km	m3k	28,908.06
05.03	Transporte material granular para base > 1km	m3k	34,689.67
06	Señalización		

06.01	Señal informativa	u	2.00
06.02	Señal preventiva	u	68.00
06.03	Señal reglamentaria	u	2.00
07	Medio Ambiente		
07.01	Restauración de área utilizada para campamentos y patio de maquinas	ha	0.50
07.02	Educación ambiental	eve	3.00
07.03	Revegetación de áreas expuestas	m2	1,000.00
07.04	Señalización ambiental	u	2.00
08	Flete		
08.01	Flete	glb	1.00

3.7.2. Presupuesto general

S10

Página

1

Presupuesto	0401001	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU - CHOCONDAY- DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE USQUIL		Costo al	26/06/2018	
Lugar	LA LIBERTAD - OTUZCO - OTUZCO				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				42,763.14
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 6.00 X 3.60 m	u	1.00	1,123.56	1,123.56
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	glb	1.00	21,170.19	21,170.19
01.03	CAMPO DE MAQUINARIA Y OFICINA PROVISIONAL DE OBRA	m2	500.00	33.47	16,735.00
01.04	TRAZO Y REPLANTEO	km	5.74	650.59	3,734.39
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				747,585.00
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	ha	2.30	5,251.18	12,077.71
02.02	CORTE DE TERRENO EN MATERIAL SUELTO	m3	153,213.74	3.31	507,137.48
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	28,670.48	6.41	183,777.78
02.04	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	40,173.00	1.11	44,592.03
03	PAVIMENTOS				1,031,558.16
03.01	SUB BASE GRANULAR	m3	4,137.82	33.36	138,037.68
03.02	BASE GRANULAR	m3	4,965.38	54.95	272,847.63
03.03	MICROPAVIMENTO	m2	41,378.19	15.00	620,672.85
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				273,899.56
04.01	ALCANTARILLAS				118,374.85
04.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	324.82	19.77	6,421.69
04.01.02	ALCANTARILLA TMC D=24"	m	101.66	487.61	49,570.43
04.01.03	ALCANTARILLA TMC D=36"	m	7.82	571.58	4,469.76
04.01.04	ALCANTARILLA TMC D=48"	m	7.82	671.58	5,251.76
04.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ALCANTARILLAS	m2	342.95	45.63	15,648.81
04.01.06	CONCRETO F'C=175 kg/cm2 CABEZALES DE ALCANTARILLAS	m3	74.67	353.93	26,427.95
04.01.07	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	1,967.37	5.38	10,584.45
04.02	CUNETAS				155,524.71
04.02.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	746.46	19.77	14,757.51

04.02.02	PERFILADO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m2	4,976.40	0.95	4,727.58
04.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO (MANUAL)	m3	328.90	23.79	7,824.53
04.02.04	CONCRETO F'c=175 kg/cm2	m3	328.90	353.93	116,407.58
04.02.05	JUNTA DE DILATACIÓN PARA CUNETAS	m	1,644.50	7.18	11,807.51
05	TRANSPORTE				233,548.94
05.01	TRANSPORTE MATERIAL EXCEDENTE D>1KM	m3k	36,241.49	2.18	79,006.45
05.02	TRANSPORTE MATERIAL GRANULAR PARA SUBBASE > 1KM	m3k	28,908.06	2.43	70,246.59
05.03	TRANSPORTE MATERIAL GRANULAR PARA BASE > 1KM	m3k	34,689.67	2.43	84,295.90
06	SEÑALIZACIÓN				30,423.54
06.01	SEÑAL INFORMATIVA	u	2.00	542.35	1,084.70
06.02	SEÑAL PREVENTIVA	u	68.00	419.84	28,549.12
06.03	SEÑAL REGLAMENTARIA	u	2.00	394.86	789.72
07	MEDIO AMBIENTE				17,751.68
07.01	RESTAURACIÓN DE ÁREA UTILIZADA PARA CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS	ha	0.50	25,544.52	12,772.26
07.02	EDUCACIÓN AMBIENTAL	eve	3.00	920.00	2,760.00
07.03	REVEGETACIÓN DE ÁREAS EXPUESTAS	m2	1,000.00	1.19	1,190.00
07.04	SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	u	2.00	514.71	1,029.42
08	FLETE				26,101.69
08.01	FLETE	glb	1.00	26,101.69	26,101.69
	Costo Directo				2,403,631.71
	Gastos Generales (14.98%)				360,064.03
	Utilidad (5%)				120,181.59
	-----				-----
	Sub Total				2,883,877.33
	IGV (18%)				519,097.92
	-----				-----
	Total Presupuesto				3,402,975.25

SON: TRES MILLONES CUATROCIENTOS DOS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO Y 25/100 SOLES.

3.7.3. Cálculo de partida costo de movilización

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS					
A) EQUIPO TRANSPORTADO					
Tipos y características del vehículo	Cantidad	Peso (kg)	Peso total (kg)	Camión cama baja (25 tn)	
Excavadora sobre oruga 115-165 HP 0.75-1.4 y3	1.00	16,500.00	16,500.00	0.66	
Cargador s/llantas 125-155 HP 3 yd3	2.00	18,585.00	37,170.00	1.49	
Compresora neumática 125-175 PCM 76 HP	1.00	2,000.00	2,000.00	0.08	
Compactadora vibratoria tipo plancha 4 HP	2.00	160.00	320.00	0.01	
Máquina para pintar señales de pavimento	2.00	300.00	600.00	0.02	
Mezclador de concreto tambor 18 HP 11 ft3	2.00	2,200.00	4,400.00	0.18	
Motoniveladora de 125 HP	1.00	11,515.00	11,515.00	0.46	
Retroexcavadora sobre llantas 58 HP 1 yd3	1.00	17,300.00	17,300.00	0.69	
Rodillo vibratorio liso autopr. 101-135HP 10-12 tn	1.00	11,100.00	11,100.00	0.44	
Tractor de oruga 190-240 HP	2.00	20,520.00	41,040.00	1.64	
TOTAL			141,945.00	6.000	
Origen - Destino		Longitud (km)	Velocidad (km/h)	Tiempo (hrs)	
Trujillo - Miguel Grau		107	30	4.00	
Vehículos	Cantidad	Precio x hora s/.	Duración de viaje (hrs)	Parcial s/.	Total s/.
Cama baja	6.000	236.02	4.00	944.080	5664.480
Movilización de equipo transportado					5,664.48
Desmovilización de equipo transportado					5,664.48
Seguro de transporte (5%)					283.22
TOTAL MOVILIZACIÓN + DESMOVILIZACIÓN (S/.)					11,612.18

B) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO					
Vehículos	Cantidad	Precio (hm) s/.	Duración de viaje (hrs)	Parcial s/.	Total s/.
Camión cisterna 4x2 (agua) 145-165 HP 2000 GAL	1.00	119.39	4.00	477.56	477.56
Camioneta Pick-Up 4x4 2TN	1.00	42.00	4.00	168.00	168.00
Volquete 6x4 15 M3	6.00	167.37	4.00	669.48	4016.88
Movilización de equipo autotransportado (S/.)				4,662.44	
Desmovilización de equipo autotransportado (S/.)				4,662.44	
Seguro de transporte (5%)				233.12	
TOTAL DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN (S/.)				9,558.00	
COSTO TOTAL DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS (S/.)				21,170.19	

3.7.4. Desagregado de gastos generales

RESUMEN DE GASTOS GENERALES		
Costo Directo		2,403,631.71
Resumen de Gastos Generales Fijos		S/. 129,019.57 5.37%
Gastos administrativos	S/. 103,500.00	
Liquidación de obra	S/. 19,895.07	
Impuestos	S/. 5,624.50	
Resumen de Gastos Generales Variables		S/. 230,992.83 9.61%
Personal técnico administrativo	S/. 157,120.00	
Movilización y desmovilización de personal	S/. 5,000.00	
Alimentación de personal	S/. 18,000.00	
Gastos de oficina	S/. 26,827.50	
Mantenimiento de campamento	S/. 6,500.00	
Seguros	S/. 17,545.33	
TOTAL GASTOS GENERALES		S/. 360,012.40 14.98%

3.7.5. Análisis de costos unitarios

Presupuesto	0401001	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU - CHOCONDAY- DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"				Fecha presupuesto	26/06/2018
Subpresupuesto	001	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"					
Partida	01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 6.00 X 3.60 m					
Rendimiento	u/DÍA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : u	1,123.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.1250	9.0000	20.38	183.42	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	16.31	130.48	
0147010004	PEÓN	hh	1.0000	8.0000	14.66	117.28	
						431.18	
	Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.0000	4.06	4.06	
0202100010	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	pza		9.0000	7.80	70.20	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.9000	19.92	17.93	
0238000003	HORMIGÓN	m3		0.3600	80.00	28.80	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		70.0000	4.55	318.50	
0244030028	TRIPLAY DE 8 mm	m2		8.6400	27.77	239.93	
0254060040	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal		0.4320	30.00	12.96	
						692.38	
Partida	01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO					
Rendimiento	glb/DÍA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	21,170.19	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0280010001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1.0000	21,170.19	21,170.19	
						21,170.19	
Partida	01.03	CAMPO DE MAQUINARIA Y OFICINA PROVINCIONAL DE OBRA					
Rendimiento	m2/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m2	33.47	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	20.38	6.52	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	16.31	2.61	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.4800	14.66	7.04	
						16.17	
	Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	4.06	0.81	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		1.6800	4.55	7.64	
0244030029	TRIPLAY DE 4x8x6 mm	pl		0.1800	34.00	6.12	
						14.57	
	Equipos						

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	16.17	0.81
0349120006	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122HP 2,000	hm	0.0500	0.0080	70.00	0.56
0349160037	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	0.0500	0.0080	170.00	1.36
						2.73

Partida **01.04 TRAZO Y REPLANTEO**

Rendimiento	km/DIA	1.5000	EQ.	1.5000	Costo unitario directo por : km	650.59
-------------	--------	--------	-----	--------	------------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	5.3333	19.86	105.92
0147010004	PEON	hh	4.0000	21.3333	14.66	312.75
						418.67

Materiales

0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.2000	19.92	3.98
0243550004	ESTACA DE MADERA	p2		50.0000	2.54	127.00
0254060041	PINTURA ESMALTE	gal		0.1000	30.50	3.05
						134.03

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	418.67	12.56
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	5.3333	8.50	45.33
0349880004	NIVEL	he	1.0000	5.3333	7.50	40.00
						97.89

Partida **02.01 DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS**

Rendimiento	ha/DIA	0.5000	EQ.	0.5000	Costo unitario directo por : ha	5,251.18
-------------	--------	--------	-----	--------	------------------------------------	-----------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	16.0000	16.31	260.96
0147010004	PEON	hh	4.0000	64.0000	14.66	938.24
						1,199.20

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,199.20	35.98
0349160038	MOTOSIERRA DE 30"	u		16.0000	6.00	96.00
0349160039	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240HP	hm	1.0000	16.0000	245.00	3,920.00
						4,051.98

Partida **02.02 CORTE DE TERRENO EN MATERIAL SUELTO**

Rendimiento	m3/DIA	1,200.0000	EQ.	1,200.0000	Costo unitario directo por : m3	3.31
-------------	--------	------------	-----	------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	16.31	0.11
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0133	14.66	0.19
						0.30

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.30	0.01
0349160039	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240HP	hm	1.0000	0.0067	245.00	1.64

0349160040	EXCAVADORA S/ORUGAS DE 115-165 HP	hm	1.0000	0.0067	203.03	1.36
						3.01

Partida **02.03 RELLENO CON MATERIAL PROPIO**

Rendimiento	m3/DIA	800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m3	6.41	
-------------	---------------	-----------------	---------------------	---------------------------------	-------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	16.31	0.16
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0200	14.66	0.29
						0.45
	Materiales					
0239050000	AGUA	m3		0.0400	6.00	0.24
						0.24
	Equipos					
0349160041	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135HP	hm	1.0000	0.0100	245.00	2.45
0349160042	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	203.39	2.03
0349160043	RODILLO LISO VIBRA AUTOP 101-1335 HP 10-12T	hm	1.0000	0.0100	123.80	1.24
						5.72

Partida **02.04 PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE**

Rendimiento	m2/DIA	2,800.0000	EQ. 2,800.0000	Costo unitario directo por : m2	1.11	
-------------	---------------	-------------------	-----------------------	---------------------------------	-------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0086	14.66	0.13
						0.13
	Materiales					
0239050000	AGUA	m3		0.0200	6.00	0.12
						0.12
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.13	0.01
0349030018	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0029	123.80	0.36
0349160037	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0029	170.00	0.49
						0.86

Partida **03.01 SUB BASE GRANULAR**

Rendimiento	m3/DIA	1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m3	33.36	
-------------	---------------	-------------------	-----------------------	---------------------------------	--------------	--

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	16.31	0.09
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0107	14.66	0.16
						0.25
	Materiales					
0203310011	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUBBASE	m3		1.2500	25.00	31.25
0239050000	AGUA	m3		0.0500	6.00	0.30

31.55

Equipos

0349030018	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0053	123.80	0.66
0349160037	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0053	170.00	0.90
						1.56

Partida **03.02** **BASE GRANULAR**

Rendimiento **m3/DIA** **500.0000** EQ. **500.0000** Costo unitario directo por : m3 **54.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0160	20.38	0.33
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0640	14.66	0.94
						1.27

Materiales

0203310012	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		1.2500	40.00	50.00
0239050000	AGUA	m3		0.0500	6.00	0.30
						50.30

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04
0349030018	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0160	123.80	1.98
0349160037	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	0.5000	0.0080	170.00	1.36
						3.38

Partida **03.03** **MICROPAVIMENTO**

Rendimiento **m2/DIA** **4.0000** EQ. **4.0000** Costo unitario directo por : m2 **15.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0203310013	MICROPAVIMENTO 25MM	m2		1.0000	15.00	15.00
						15.00

Partida **04.01.01** **EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS**

Rendimiento **m3/DIA** **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m3 **19.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	16.31	1.30
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.3200	14.66	4.69
						5.99
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.99	0.18
0349160037	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0800	170.00	13.60
						13.78

Partida **04.01.02** **ALCANTARILLA TMC D=24"**

Rendimiento **m/DIA** **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m **487.61**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.38	13.59
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	16.31	10.87
0147010004	PEON	hh	6.0000	4.0000	14.66	58.64
						83.10

Materiales

0251010060	ALCANTARILLA METALICA D=24"	m		1.0000	402.02	402.02
						402.02

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	83.10	2.49
						2.49

Partida **04.01.03** **ALCANTARILLA TMC D=36"**

Rendimiento **m/DIA 10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m **571.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.31	13.05
0147010004	PEON	hh	4.0000	3.2000	14.66	46.91
						59.96

Materiales

0251010061	ALCANTARILLA METALICA TMC D=36"	m		1.0000	502.02	502.02
						502.02

Equipos

0349030019	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.8000	12.00	9.60
						9.60

Partida **04.01.04** **ALCANTARILLA TMC D=48"**

Rendimiento **m/DIA 10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m **671.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.31	13.05
0147010004	PEON	hh	4.0000	3.2000	14.66	46.91
						59.96

Materiales

0251010062	ALCANTARILLA METALICA TMC D=48"	m		1.0000	602.02	602.02
						602.02

Equipos

0349030019	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.8000	12.00	9.60
						9.60

Partida **04.01.05** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ALCANTARILLAS**

Rendimiento **m2/DIA 32.0000** EQ. **32.0000** Costo unitario directo por : m2 **45.63**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2500	20.38	5.10
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2500	16.31	4.08
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5000	14.66	7.33
						16.51

Materiales						
0202000009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.5000	3.48	1.74
0202010024	CLAVOS PARA MADERA	kg		0.1200	0.91	0.11
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		1.5400	4.55	7.01
0244030030	TRIPLAY DE 4"x8"x19 mm	pl		0.2200	89.82	19.76
						28.62

Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.51	0.50
						0.50

Partida **04.01.06 CONCRETO F'C=175 kg/cm2 CABEZALES DE ALCANTARILLAS**

Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m3	353.93
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	20.38	8.15
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.31	13.05
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.2000	14.66	46.91
						68.11

Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	85.00	64.60
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	85.00	43.35
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8.4000	19.92	167.33
0239050000	AGUA	m3		0.1840	6.00	1.10
						276.38

Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	68.11	2.04
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	1.0000	0.4000	12.00	4.80
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	6.50	2.60
						9.44

Partida **04.01.07 ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2**

Rendimiento	kg/DIA	600.0000	EQ.	600.0000	Costo unitario directo por : kg	5.38
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	---------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	20.38	0.27
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0400	16.31	0.65
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0267	14.66	0.39
						1.31

Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.48	0.21
0203020004	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.50	3.75
						3.96

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.31	0.04
0349120007	CIZALLA	hm	1.0000	0.0133	5.00	0.07
						0.11

Partida **04.02.01 EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS**

Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m3	19.77
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	16.31	1.30
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.3200	14.66	4.69
						5.99

Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.99	0.18
0349160037	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0800	170.00	13.60
						13.78

Partida **04.02.02 PERFILADO Y COMPACTACION MANUAL**

Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por : m2	0.95
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	16.31	0.16
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	14.66	0.59
						0.75

Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.0300	6.00	0.18
						0.18

Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.75	0.02
						0.02

Partida **04.02.03 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO (MANUAL)**

Rendimiento	m3/DIA	30.0000	EQ.	30.0000	Costo unitario directo por : m3	23.79
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	16.31	4.35
0147010004	PEON	hh	4.0000	1.0667	14.66	15.64
						19.99

Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.1000	6.00	0.60
						0.60

Equipos						
0349030019	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.2667	12.00	3.20
						3.20

Partida **04.02.04 CONCRETO F'C=175 kg/cm2 CABEZALES DE ALCANTARILLAS**

Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por : m3	353.93
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra						Parcial S/.
0147010002	OPERARIO		hh		1.0000	0.4000	20.38
0147010003	OFICIAL		hh		2.0000	0.8000	16.31
0147010004	PEON		hh		8.0000	3.2000	14.66
							68.11
	Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3			0.7600	85.00
0205010004	ARENA GRUESA		m3			0.5100	85.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls			8.4000	19.92
0239050000	AGUA		m3			0.1840	6.00
							276.38
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			3.0000	68.11
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP		hm		1.0000	0.4000	12.00
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm		1.0000	0.4000	6.50
							9.44
Partida	04.02.05						JUNTA DE DILATACION PARA CUNETAS
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000		Costo unitario directo por : m	7.18
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra						Parcial S/.
0147010002	OPERARIO		hh		1.0000	0.0800	20.38
0147010003	OFICIAL		hh		1.0000	0.0800	16.31
0147010004	PEON		hh		2.0000	0.1600	14.66
							5.28
	Materiales						
0230250012	MASILLA		kg			0.2000	7.82
0254150006	IMPRIMANTE ASFALTICO		kg			0.0040	21.12
							1.64
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	5.28
							0.26
Partida	05.01						TRANSPORTE MATERIAL EXCEDENTE D>1KM
Rendimiento	m3k/DIA	500.0000	EQ.	500.0000		Costo unitario directo por : m3k	2.18
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Equipos						Parcial S/.
0349120008	CAMION VOLQUETE 15 M3		hm		1.0000	0.0160	120.00
0349120009	CARGUIO		m3			1.0000	0.26
							2.18
Partida	05.02						TRANSPORTE MATERIAL GRANULAR PARA SUBBASE > 1KM
Rendimiento	m3k/DIA	500.0000	EQ.	500.0000		Costo unitario directo por : m3k	2.43

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0349120008	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.0000	0.0160	120.00	1.92
0349120010	CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 YD3	hm	0.2000	0.0032	160.00	0.51
						2.43
Partida	05.03	TRANSPORTE MATERIAL GRANULAR PARA BASE > 1KM				
Rendimiento	m3k/DIA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por : m3k	2.43
<hr/>						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0349120008	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.0000	0.0160	120.00	1.92
0349120010	CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 YD3	hm	0.2000	0.0032	160.00	0.51
						2.43
Partida	06.01	SEÑAL INFORMATIVA				
Rendimiento	u/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : u	542.35
<hr/>						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh		2.0000	16.31	32.62
0147010004	PEON	hh		4.0000	14.66	58.64
						91.26
Materiales						
0202300034	PERNO 1/4" * 2 1/2"	pza		1.0000	4.49	4.49
0230990067	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENS.	pza		9.6900	29.66	287.41
0230990068	LIJA PARA FIERRO #60	pza		1.0000	2.12	2.12
0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.1100	140.00	15.40
0254060041	PINTURA ESMALTE	gal		0.3600	30.50	10.98
0256020021	PLANCHA ACERO 3mm X 1.22m X 2.40 m	pl		0.2500	156.78	39.20
0256020022	PLANCHA GALVANIZADA DE 1/16"	pza		0.3600	128.81	46.37
0265220001	TUBO DE ACERO 3"	pza		3.5400	12.71	44.99
						450.96
Equipos						
0337900061	EQUIPO DE SOLDAR	hm		0.0600	2.23	0.13
						0.13
Partida	06.02	SEÑAL PREVENTIVA				
Rendimiento	u/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : u	419.84
<hr/>						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	20.38	32.61
0147010004	PEON	hh	2.0000	3.2000	14.66	46.91
						79.52
Materiales						
0202300034	PERNO 1/4" * 2 1/2"	pza		2.0000	4.49	8.98
0230700085	FIBRA DE VIDRIO DE 4MM ACABADO	m2		0.3600	12.00	4.32
0230990067	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENS.	pza		4.5000	29.66	133.47
0251010063	ANGULO DE ACERO 1" X 1" X 3/16"	kg		2.4000	3.50	8.40

0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.0300	140.00	4.20
0254060041	PINTURA ESMALTE	gal		0.0300	30.50	0.92
0262000014	POSTES DE SOPORTES DE SEÑALES	u		2.0000	90.00	180.00
						340.29

Equipos

0337900061	EQUIPO DE SOLDAR	hm	0.0081	0.0130	2.23	0.03
						0.03

Partida **06.03 SEÑAL REGLAMENTARIA**

Rendimiento	u/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : u	394.86
-------------	-------	--------	-----	--------	--------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	20.38	32.61
0147010004	PEON	hh	1.0000	1.6000	14.66	23.46
						56.07

Materiales

0202300034	PERNO 1/4" * 2 1/2"	pza		2.0000	4.49	8.98
0229500031	SOLDADURA	kg		0.0650	0.77	0.05
0230990067	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENS.	pza		4.5000	29.66	133.47
0251010063	ANGULO DE ACERO 1" X 1" X 3/16"	kg		2.4000	3.50	8.40
0251040146	PLATINA DE ACERO 1" X 1/8"	kg		0.8500	3.79	3.22
0254060041	PINTURA ESMALTE	gal		0.0300	30.50	0.92
0254120003	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0.0080	22.00	0.18
0262000014	POSTES DE SOPORTES DE SEÑALES	u		2.0000	90.00	180.00
						335.22

Equipos

0337900061	EQUIPO DE SOLDAR	hm	1.0000	1.6000	2.23	3.57
						3.57

Partida **07.01 RESTAURACION DE AREA UTILIZADA PARA CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS**

Rendimiento	ha/DIA	0.1000	EQ.	0.1000	Costo unitario directo por : ha	25,544.52
-------------	--------	--------	-----	--------	---------------------------------	------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	5.0000	400.0000	14.66	5,864.00
						5,864.00

Materiales

0204010003	TIERRA DE CHACRA O VEGETAL	m3		1.0000	0.50	0.50
0204010013	SEMILLA FORESTAL	kg		1.0000	80.02	80.02
						80.52

Equipos

0349160041	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135HP	hm	1.0000	80.0000	245.00	19,600.00
						19,600.00

Partida **07.02 EDUCACION AMBIENTAL**

Rendimiento	eve/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : eve	920.00
-------------	---------	--------	-----	--------	----------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de					

Obra						
0147000033	EDICION DE IMPRESOS	eve		1.0000	200.00	200.00
						200.00

Materiales						
0280010002	MOVILIZACION DE PERSONAL Y EQUIPO	eve		3.0000	60.00	180.00
0280010003	ALQUILER DE PROYECTOR	eve		3.0000	100.00	300.00
0280010004	MATERIALES DIVERSOS	eve		3.0000	80.00	240.00
						720.00

Partida **07.03 REVEGETACION DE AREAS EXPUESTAS**

Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m2	1.19
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000034	REFORESTACION DE BOTADEROS	m2		1.0000	0.54	0.54
0147000035	REPOSICION DE TERRENO VEGETAL PARA BOTADERO	m2		1.0000	0.44	0.44
						0.98

Materiales						
0204000001	RELLENO COMPACTADO CON TRACTOR	m3		1.0000	0.21	0.21
						0.21

Partida **07.04 SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL**

Rendimiento	u/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : u	514.71
-------------	--------------	---------------	-----	---------------	-----------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0230340002	LETRETERO DE METAL DE 1.50X1.50	glb		1.0000	289.25	289.25
0243600005	PARANTES DE 0.10X0.10M Y MARCO DE MADERA DE 0.10X0.10X0.10M	glb		1.0000	36.46	36.46
0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.2500	140.00	35.00
0254060042	BASE DE CONCRETO DE 0.40X0.40X0.40M Y MANO DE OBRA	glb		1.0000	154.00	154.00
						514.71

Partida **08.01 FLETE**

Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	26,101.69
-------------	----------------	---------------	-----	---------------	-------------------------------------	------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0230990069	FLETE	glb		1.0000	26,101.69	26,101.69

3.7.6. Relación de insumos

Obra	0401001	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU - CHOCONDAY- DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"			
Fecha	26/06/2018				
Lugar	130601	LA LIBERTAD - OTUZCO - OTUZCO			
Código	Recurso	Unidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	30.6131	19.86	607.98
0147000033	EDICION DE IMPRESOS	eve	3.0000	200.00	600.00
0147000034	REFORESTACION DE BOTADEROS	m2	1,000.0000	0.54	540.00
0147000035	REPOSICION DE TERRENO VEGETAL PARA BOTADERO	m2	1,000.0000	0.44	440.00
0147010002	OPERARIO	hh	833.1139	20.38	16,978.86
0147010003	OFICIAL	hh	2,386.2888	16.31	38,920.37
0147010004	PEON	hh	7,393.0907	14.66	108,382.71
					166,469.92
MATERIALES					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	118.0422	3.48	410.79
0202000009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg	171.4750	3.48	596.73
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	101.0000	4.06	410.06
0202010024	CLAVOS PARA MADERA	kg	41.1540	0.91	37.45
0202100010	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	pza	9.0000	7.80	70.20
0202300034	PERNO 1/4" * 2 1/2"	pza	142.0000	4.49	637.58
0203020004	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,105.0859	3.50	7,367.80
0203310011	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUBBASE	m3	5,172.2750	25.00	129,306.88
0203310012	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3	6,206.7250	40.00	248,269.00
0203310013	MICROPAVIMENTO 25MM	m2	41,378.1900	15.00	620,672.85
0204000001	RELLENO COMPACTADO CON TRACTOR	m3	1,000.0000	0.21	210.00
0204010003	TIERRA DE CHACRA O VEGETAL	m3	0.5000	0.50	0.25
0204010013	SEMILLA FORESTAL	kg	0.5000	80.02	40.01
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	306.7132	85.00	26,070.62
0205010004	ARENA GRUESA	m3	205.8207	85.00	17,494.76
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	3,392.0360	19.92	67,569.36
0229500031	SOLDADURA	kg	0.1300	0.77	0.10
0230250012	MASILLA	kg	328.9000	7.82	2,572.00
0230340002	LETRETERO DE METAL DE 1.50X1.50	glb	2.0000	289.25	578.50
0230700085	FIBRA DE VIDRIO DE 4MM ACABADO	m2	24.4800	12.00	293.76
0230990067	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENS.	pza	334.3800	29.66	9,917.71
0230990068	LIJA PARA FIERRO #60	pza	2.0000	2.12	4.24
0230990069	FLETE	glb	1.0000	26,101.69	26,101.69
0238000003	HORMIGON	m3	0.3600	80.00	28.80
0239050000	AGUA	m3	2,661.8792	6.00	15,971.28
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	1,438.1430	4.55	6,543.55
0243550004	ESTACA DE MADERA	p2	287.0000	2.54	728.98
0243600005	PARANTES DE 0.10X0.10M Y MARCO DE MADERA DE 0.10X0.10X0.10M	glb	2.0000	36.46	72.92
0244030028	TRIPLAY DE 8 mm	m2	8.6400	27.77	239.93
0244030029	TRIPLAY DE 4x8x6 mm	pl	90.0000	34.00	3,060.00
0244030030	TRIPLAY DE 4"x8"x19 mm	pl	75.4490	89.82	6,776.83
0251010060	ALCANTARILLA METALICA D=24"	m	101.6600	402.02	40,869.35
0251010061	ALCANTARILLA METALICA TMC D=36"	m	7.8200	502.02	3,925.80
0251010062	ALCANTARILLA METALICA TMC D=48"	m	7.8200	602.02	4,707.80
0251010063	ANGULO DE ACERO 1" X 1" X 3/16"	kg	168.0000	3.50	588.00
0251040146	PLATINA DE ACERO 1" X 1/8"	kg	1.7000	3.79	6.44
0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	2.7600	140.00	386.40
0254060040	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	0.4320	30.00	12.96

0254060041	PINTURA ESMALTE	gal	3.3940	30.50	103.52
0254060042	BASE DE CONCRETO DE 0.40X0.40X0.40M Y MANO DE OBRA	glb	2.0000	154.00	308.00
0254120003	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal	0.0160	22.00	0.35
0254150006	IMPRIMANTE ASFALTICO	kg	6.5780	21.12	138.93
0256020021	PLANCHA ACERO 3mm X 1.22m X 2.40 m	pl	0.5000	156.78	78.39
0256020022	PLANCHA GALVANIZADA DE 1/16"	pza	0.7200	128.81	92.74
0262000014	POSTES DE SOPORTES DE SEÑALES	u	140.0000	90.00	12,600.00
0265220001	TUBO DE ACERO 3"	pza	7.0800	12.71	89.99
0280010001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb	1.0000	21,170.19	21,170.19
0280010002	MOVILIZACION DE PERSONAL Y EQUIPO	eve	9.0000	60.00	540.00
0280010003	ALQUILER DE PROYECTOR	eve	9.0000	100.00	900.00
0280010004	MATERIALES DIVERSOS	eve	9.0000	80.00	720.00

1,279,293.49

EQUIPOS

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			4,452.16
0337900061	EQUIPO DE SOLDAR	hm	4.2063	2.23	9.38
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	161.4280	12.00	1,937.14
0349030018	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	217.8782	123.80	26,973.32
0349030019	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	100.2292	12.00	1,202.75
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	161.4280	6.50	1,049.28
0349120006	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122HP 2,000	hm	4.0000	70.00	280.00
0349120007	CIZALLA	hm	26.1660	5.00	130.83
0349120008	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1,597.4275	120.00	191,691.30
0349120009	CARGUIO	m3	36,241.4900	0.26	9,422.79
0349120010	CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 YD3	hm	203.5127	160.00	32,562.03
0349160037	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	267.8575	170.00	45,535.78
0349160038	MOTOSIERRA DE 30"	u	36.8000	6.00	220.80
0349160039	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240HP	hm	1,063.3321	245.00	260,516.36
0349160040	EXCAVADORA S/ORUGAS DE 115-165 HP	hm	1,026.5321	203.03	208,416.81
0349160041	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135HP	hm	326.7048	245.00	80,042.68
0349160042	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	286.7048	203.39	58,312.89
0349160043	RODILLO LISO VIBRA AUTOP 101-1335 HP 10-12T	hm	286.7048	123.80	35,494.05
0349880003	TEODOLITO	hm	30.6131	8.50	260.21
0349880004	NIVEL	he	30.6131	7.50	229.60

958,740.16

Total S/. 2,404,503.57

3.7.7. Fórmula polinómica

Presupuesto 0401001 "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU - CHOCONDAY-
DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

Subpresupuesto 001 "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY -
DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

Fecha Presupuesto 26/06/2018

Moneda NUEVOS SOLES

Ubicación Geográfica 130601 LA LIBERTAD - OTUZCO - OTUZCO

$$K = 0.050*(Mr / Mo) + 0.355*(Cr / Co) + 0.341*(Ar / Ao) + 0.036*(Ar / Ao) + 0.005*(Mr / Mo) + 0.284*(Mr / Mo) + 0.559*(Ir / Io)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.050	100.000	M	47	MANO DE OBRA
2	0.355	12.676	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.341	90.909	A	05	AGREGADO GRUESO
4	0.036	86.111	A	03	ACERO DE CONSTRUCCIÓN CORRUGADO
5	0.005	100.000	M	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERÍA
6	0.284	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
7	0.559	49.195	I	39	ÍNDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

IV. DISCUSIÓN

El diseño de la carretera se basa de acuerdo a la normativa vigente garantizando los parámetros para el correcto funcionamiento de la vía en el periodo determinado.

En relación al terreno se tiene la clasificación según SUCS suelos finos como arcillas limosas y suelos gruesos como gravas limosas-arcillosas, CBR al 95% de máxima la densidad seca de 12.21% para el diseño de la sub rasante considerado material bueno para diseñar la estructura del pavimento sobre esta capa, así Saldaña y Mera (2014) y Vegas y Arribasplata (2015) tienen características similares según su clasificación de suelos con CBR al 95% de la máxima densidad seca de 14% y 13.68% respectivamente cumpliendo con lo estipulado en el manual de carreteras sección suelos y pavimentos (2014) donde establece que la sub rasante será compactada al 95% de la máxima densidad seca siendo su valor mínimo $CBR \geq 6\%$ para considerarse suelos adecuados y estables para el diseño.

Con respecto al diseño de obras de arte se tiene cunetas de sección triangular de 0.30m x 0,75m, 13 aliviaderos a lo largo de la carretera para el discurrir de las aguas de las cunetas de sección circular TMC Ø24” así también el diseño de 02 alcantarillas de paso de sección circular TMC Ø 36” y 48”, así Cárdenas (2017) y Mandujo y Villanueva (2014) obtuvieron resultados similares como cunetas de sección triangular de 0.35m x 0.75 m, 03 alcantarillas de paso de sección circular TMC Ø24” y 05 alcantarillas de alivio de sección circular TMC Ø 36” y 48” y 0.40m x 0.50 y 13 alcantarillas de sección circular TMC Ø24” respectivamente.

Para el diseño geométrico se ha considerado las características para un terreno topográfico accidentado tipo 3 ubicado a una altitud mayor a 3000 m.s.n.m se tiene una velocidad máxima de diseño de 30 km/h, radios mínimos de 25.00 m, ancho de calzada de 6.00m y 0.50 de bermas ambos lados de la calzada, pendientes máximas de 9% y mínimas de 0.5% así como Pintado (2017), Bonilla (2017) y Enríquez (2014) que tienen características de diseño similares ya que sus investigaciones fueron realizadas en la sierra Liberteña con una topografía accidentada tipo 3 con pendientes entre 6% y 8% con un índice medio diario anual menor a 400 veh/ día cumpliendo con lo establecido en el manual de carreteras diseño geométrico (2018).

Con respecto al impacto ambiental que se genera se tiene un plan de mitigación para evitar daños significativos al medio ambiente, de esta manera Carrasco y Namay (2014) y Guerrero (2017) nos dicen que estas medidas tendrán que minimizar los posibles impactos en el área de influencia de la ejecución de la carretera a través de un seguimiento y monitoreo constante. Asimismo, el Decreto Legislativo N° 613 (1991) afirma que todo proyecto debe tener un estudio de impacto ambiental para mantener la conservación del medio ambiente.

V. CONCLUSIONES

1. Se realizó el levantamiento topográfico determinando una longitud de 5+739 km de topografía accidentada tipo 3 con pendientes longitudinales de 6% a 8%.
2. Se realizó el estudio de mecánica de suelos de la cual predominaron dos tipos, según SUCS (CL, ML, SC, GM, GC) y AASHTO (A-6, A-2-7, A-4), suelos finos como limo arcillosos y gruesos como gravas limosas arcillosas, determinando un CBR de 12.21% al 95% de su máxima densidad seca para el diseño de la subrasante. Para el diseño de la base y sub base del pavimento se tuvo CBR de 86.67% de la cantera compactada al 100% de la máxima densidad seca.
3. Se realizó el estudio hidrológico obteniendo la precipitación máxima en 24 horas de 62.39 mm determinándose el diseño de cunetas sección triangular de 0.30 m x 0.75 m, 13 aliviaderos en los puntos bajos del perfil de la carretera para la recolección del agua de las cunetas, de sección circular de TMC Ø 24" y 02 alcantarillas de paso para las quebradas que interceptan en la vía de sección circular de TMC Ø 36" y 48".
4. Se realizó el diseño geométrico de la carretera determinándose una velocidad máxima de diseño de 30 km/h, radios mínimos de 25.00 m, calzada con 02 carriles de 3.00 m cada carril, bermas de 0.50 m a cada lado, entre otros parámetros de diseño, asimismo, se realizó el diseño del pavimento flexible de 25 cm de espesor, se culminó el diseño geométrico con señales verticales reguladoras, preventivas e informativas a lo largo de la carretera, asimismo, señales horizontales como las marcas en el pavimento.
5. Se realizó el estudio de impacto ambiental determinándose que el proyecto es ambientalmente viable ya que no causará impactos negativos en gran magnitud al medio ambiente cumpliendo el plan de manejo ambiental detallado en el proyecto. En cuanto a los impactos positivos se determinó el incremento de empleos para los pobladores de la zona durante la ejecución del proyecto y posteriormente la mejora socioeconómica de la población.
6. Se determinó el costo total del proyecto de S/ 3, 402, 975. 25 (tres millones cuatrocientos dos mil novecientos setenta y cinco y 25/100 soles).

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar el mantenimiento a la vía y obras de arte para brindar la seguridad y drenaje durante la vida útil de su diseño.
2. Los materiales a utilizarse deberán cumplir con las especificaciones adjuntadas en el proyecto.
3. Realizar la ejecución del proyecto en épocas de estiaje para no obstruir en la construcción de la obra.

VII. REFERENCIAS

ABREU, William. Apuntes de Topografía. Managua: Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, 2011. 268 pp.

AMERICAN Association of State Highway. Aastho guide for design of pavement structures. Washington D.C, 1993. 624pp. ISBN: 1-56051-055-2

BONILLA Arbildo, Bryan. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. LI842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. LI838, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017.

CÁRDENAS Saldaña, Bryan. Diseño de la carretera de Pampa Lagunas – Jolluco, distrito de Cascas – provincia de Gran Chimú – departamento La Libertad. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017.

CARRASCO Fernández, Elmer y NAMAY Valderrama, Herguein. Diseño del mejoramiento de la carretera: Bajo Naranjillo-San Francisco-Cielito Lindo-Nuevo Moyobamba-José Olaya-Puerto la balsa del mayo, distrito de Awajun-provincia de Rioja-departamento de San Martín. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2014.

CONSTITUCIÓN Política del Perú. Diario el peruano, Lima, Perú, 1993.

CUSI Bravo, David. Estudio de impacto ambiental de la carretera Pumamarca-Abra San Martín del distrito de San Sebastián. Tesis (Maestría en gestión y auditorías ambientales). Piura: Universidad de Piura, 2012.

DECRETO legislativo N° 163. Diario el peruano, Lima, Perú, 1991.

DECRETO Supremo N° 085-2003-PCM- Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido. Diario el peruano, Lima, Perú, 30 de octubre de 2003.

DECRETO Supremo N° 074-2001-PCM- Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire. Diario el peruano, Lima, Perú, 22 de junio de 2001.

GUERRERO Silva, Erick. Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda – Nueva Fortaleza – Cauchalda, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago

de Chuco, departamento de La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017.

GOBIERNO Regional La Libertad, Mejoramiento de la carretera vecinal Jequetepeque – Huáscar (ruta vecinal 505) III etapa.2007.

LEY N° 26734. Diario el peruano, Lima, Perú, 1997.

ENRÍQUEZ Carranza, Matías. Diseño para el mejoramiento de la carretera Huayllagual – Cruz Verde, distrito de Curgos, Sánchez Carrión – La Libertad. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2014.

MANDUJO Aliaga, Freddy y VILLANUEVA Encarnación Armando. Diseño de mejoramiento de la carretera: Lamud – Quiocta, distrito de Lamud, provincia de Luya, región Amazonas. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2014.

MÉNDEZ Ríos, Fanny y RAMÍREZ Paredes, Zandrox. Diseño para el mejoramiento de la carretera Cajabamba-Colcas-Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2013.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. Lima: 2008. 171 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC: Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje. Lima: 2011. 222 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC: Manual de carreteras diseño geométrico DG-2018. Lima: 2018. 285 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC: Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. Lima: 2013. 1274 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: 2014. 302 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. Lima: 2016. 398 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC: Estudio definitivo para la construcción y mejoramiento de la carreta Cusco- Quillabamba; tramo: Alfamayo – Chaullay - Quillabamba. Lima: 2006. 361 pp.

MIÑANO Alayo, Medalith. Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia Otuzco, departamento La Libertad. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017.

MORALES Abanto, Arturo. Diseño geométrico y medición de niveles de servicio esperado del tramo crítico de la ruta nº Im-122. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Católica de Perú, 2017.

PEÑA Villalba, Rubén. Diseño de la carretera tramos: Alto Huayatan -Cauchalda - Rayambara, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017.

PINTADO Montalván, María. Diseño de la carretera entre los caseríos de Llacahuan – Succhabamba, provincia de Otuzco, departamento de la Libertad. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017.

REYES Mallqui, Deyvith. Diseño de la carretera en el tramo, El Progreso – Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017.

SALDAÑA Yáñez, Paulo y MERA Monsalve, Segundo. Diseño de la vía y mejoramiento hidráulico de obras de arte en la carretera Loero-Jorge Chávez, inicio en el km 7.5, distrito de Tambopata, región Madre de Dios. Tesis (Título de Ingenieros Civiles). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014.

VEGAS Zuta, Alfredo y ARRIBASPLATA Rodríguez, Luz. Diseño del camino del centro poblado San Miguel de Poroporo – Cuipe – Tulic – Pircapampa, distrito de Pisuquia, provincia de Luya – Amazonas. Tesis (Bachiller de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2015.

ANEXOS

**RESULTADOS DE ESTUDIO DE
MECÁNICA DE SUELOS**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

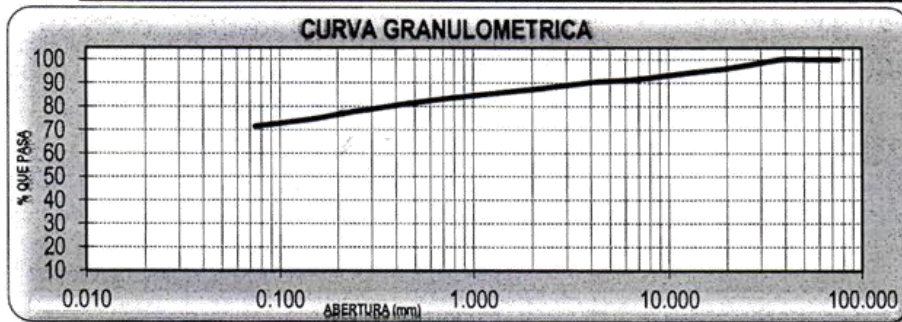
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 427.59

Peso perdido por lavado : 1072.41

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	24.17 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 30
1"	25.400	37.33	2.49	2.49	97.51	L. Plástico : 14
3/4"	19.050	24.20	1.61	4.10	95.90	Índ. Plasticidad : 16
1/2"	12.700	23.20	1.55	5.65	94.35	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	19.36	1.29	6.94	93.06	
1/4"	6.350	26.50	1.77	8.71	91.29	Clas. AASHTO : A-6 (9)
No4	4.178	13.20	0.88	9.59	90.41	Descripción de la Muestra
8	2.360	37.83	2.52	12.11	87.89	
10	2.000	9.87	0.66	12.77	87.23	Descripción de la Calicata
16	1.180	29.66	1.98	14.74	85.26	
20	0.850	19.28	1.29	16.03	83.97	Profundidad : 0 - 1.5 m
30	0.600	21.38	1.43	17.45	82.55	
40	0.420	26.48	1.77	19.22	80.78	
50	0.300	29.09	1.94	21.16	78.84	
60	0.250	12.83	0.86	22.01	77.99	
80	0.180	31.90	2.13	24.14	75.86	
100	0.150	17.88	1.19	25.33	74.67	
200	0.074	47.60	3.17	28.51	71.49	
< 200		1072.41	71.49	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			



D10	: 0.01035
D30	: 0.03105
D60	: 0.0621
Cu	: 6
Cc	: 1.5

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LAB. SUELOS
Trujillo

Inq. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

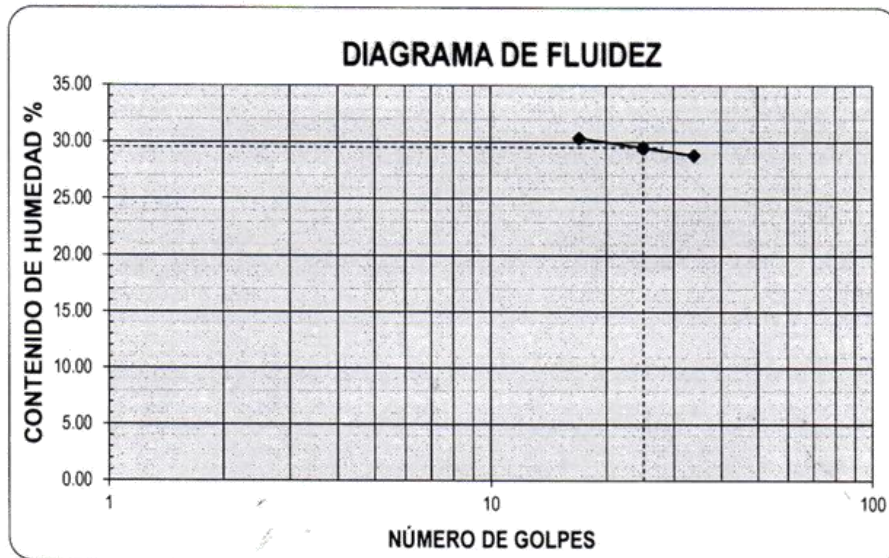
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	17	25	34	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.16	10.46	11.36	9.95	9.54
Peso de tara + suelo húmedo (g)	12.35	13.99	15.47	12.41	9.95
Peso tara + suelo seco (g)	11.84	13.19	14.55	12.11	9.90
Contenido de Humedad %	30.36	29.50	28.84	13.91	13.93
Límites %	30			14	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$E_c: -5.03942 \log(x) + 36.5579$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.05	14.01	14.25
Peso del tarro + suelo humedo (g)	69.45	71.41	79.72
Peso del tarro + suelo seco (g)	58.71	60.24	66.91
Peso del suelo seco (g)	44.66	46.23	52.66
Peso del agua (g)	10.74	11.17	12.81
% de humedad (%)	24.05	24.15	24.31
% de humedad promedio (%)	24.17		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Fundamentos



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

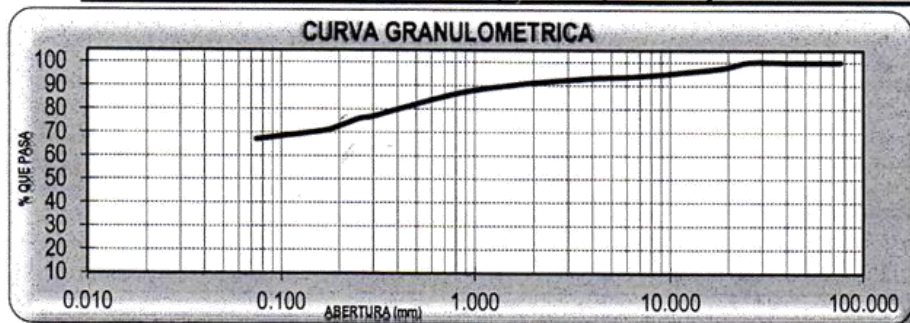
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 493.65

Peso perdido por lavado : 1006.35

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	19.93 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
Límites e Índices de Consistencia						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 39
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 28
3/4"	19.050	36.36	2.42	2.42	97.58	Ind. Plasticidad : 11
1/2"	12.700	23.08	1.54	3.96	96.04	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	15.61	1.04	5.00	95.00	
1/4"	6.350	17.42	1.16	6.16	93.84	Clas. SUCS : ML
No4	4.178	7.77	0.52	6.68	93.32	Clas. AASHTO : A-6 (7)
8	2.360	23.36	1.56	8.24	91.76	Descripción de la Muestra SUCS: Limo arenoso. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado. Con un 67.09% de finos.
10	2.000	7.55	0.50	8.74	91.26	
16	1.180	34.90	2.33	11.07	88.93	
20	0.850	29.55	1.97	13.04	86.96	
30	0.600	44.48	2.97	16.01	83.99	
40	0.420	54.12	3.61	19.61	80.39	
50	0.300	52.34	3.49	23.10	76.90	
60	0.250	17.02	1.13	24.24	75.76	
80	0.180	67.16	4.48	28.71	71.29	
100	0.150	15.88	1.06	29.77	70.23	
200	0.074	47.05	3.14	32.91	67.09	Descripción de la Calicata
< 200		1006.35	67.09	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			



D10	: 0.01103
D30	: 0.03309
D60	: 0.06618
Cu	: 6
Cc	: 1.5

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y N^o 1



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

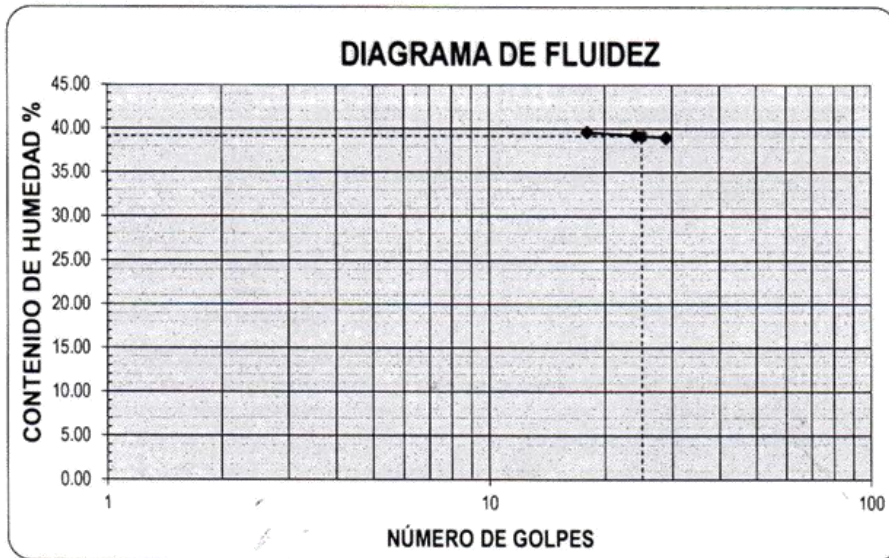
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	18	24	29	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.76	10.61	10.44	10.38	10.41
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.06	14.32	14.54	11.57	11.00
Peso tara + suelo seco (g)	13.84	13.28	13.39	11.31	10.87
Contenido de Humedad %	39.61	39.19	38.98	27.91	27.97
Limites %	39			28	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$E_c = -3.02879 \log(x) + 43.41234$$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Muestreo



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO	: "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	: NORIEGA PEREZ, SANDRA
RESPONSABLE	: ING. JOSÉ BOYD LLANOS
UBICACIÓN	: USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD
FECHA	: FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.21	14.10	14.42
Peso del tarro + suelo humedo (g)	75.07	68.08	86.17
Peso del tarro + suelo seco (g)	65.02	59.12	74.16
Peso del suelo seco (g)	50.81	45.02	59.74
Peso del agua (g)	10.05	8.96	12.01
% de humedad (%)	19.79	19.90	20.10
% de humedad promedio (%)	19.93		



UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alíndor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

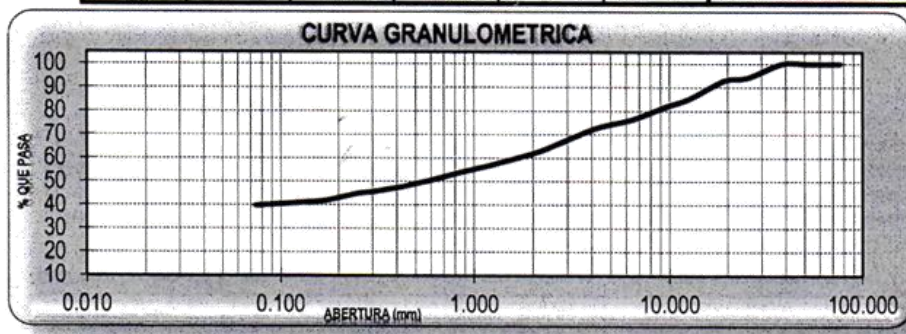
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 904.81

Peso perdido por lavado : 595.19

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	18.89 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Limites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	88.55	5.90	5.90	94.10	L. Líquido : 38
3/4"	19.050	19.33	1.29	7.19	92.81	L. Plástico : 23
1/2"	12.700	113.05	7.54	14.73	85.27	Ind. Plasticidad : 15
3/8"	9.525	51.60	3.44	18.17	81.83	
1/4"	6.350	83.46	5.56	23.73	76.27	Clasificación de la Muestra
No4	4.178	53.96	3.60	27.33	72.67	Clas. SUCS : SC
8	2.360	128.28	8.55	35.88	64.12	Clas. AASHTO : A-6 (2)
10	2.000	31.29	2.09	37.97	62.03	
16	1.180	79.86	5.32	43.29	56.71	Descripción de la Muestra
20	0.850	42.23	2.82	46.11	53.89	
30	0.600	49.64	3.31	49.42	50.58	
40	0.420	44.40	2.96	52.38	47.62	SUCS: Arena arcillosa con grava.
50	0.300	31.07	2.07	54.45	45.55	AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado.
60	0.250	10.08	0.67	55.12	44.88	Con un 39.68% de finos.
80	0.180	41.07	2.74	57.86	42.14	
100	0.150	11.41	0.76	58.62	41.38	
200	0.074	25.53	1.70	60.32	39.68	Descripción de la Calicata
< 200		595.19	39.68	100.00	0.00	C-3 E-1
Total		1500.00	100.00			Profundidad : 0 - 1.5 m



D10	: 0.01865
D30	: 0.05595
D60	: 1.68703
Cu	: 90.5
Cc	: 0.1

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alíndor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Muestreos



fb/ucv.pera
@ucv.pera
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

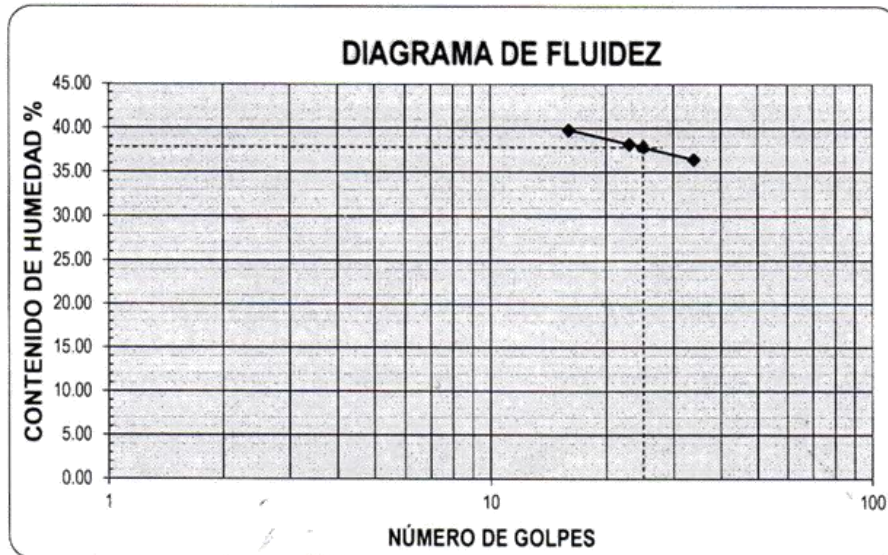
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	16	23	34	-	-
N° de golpes	16	23	34	-	-
Peso de tara (g)	9.70	9.85	11.22	10.73	10.68
Peso de tara + suelo húmedo (g)	12.72	13.63	13.84	11.80	11.75
Peso tara + suelo seco (g)	11.86	12.59	13.14	11.60	11.55
Contenido de Humedad %	39.81	38.19	36.46	23.06	23.07
Límites %	38			23	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-10.25321 \log(x) + 52.16092$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alíndor Boyd Llanos
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.08	14.06	14.29
Peso del tarro + suelo humedo (g)	67.77	62.67	77.79
Peso del tarro + suelo seco (g)	59.26	54.95	67.67
Peso del suelo seco (g)	45.18	40.89	53.38
Peso del agua (g)	8.51	7.72	10.12
% de humedad (%)	18.83	18.88	18.95
% de humedad promedio (%)	18.89		



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO: METODO B

ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

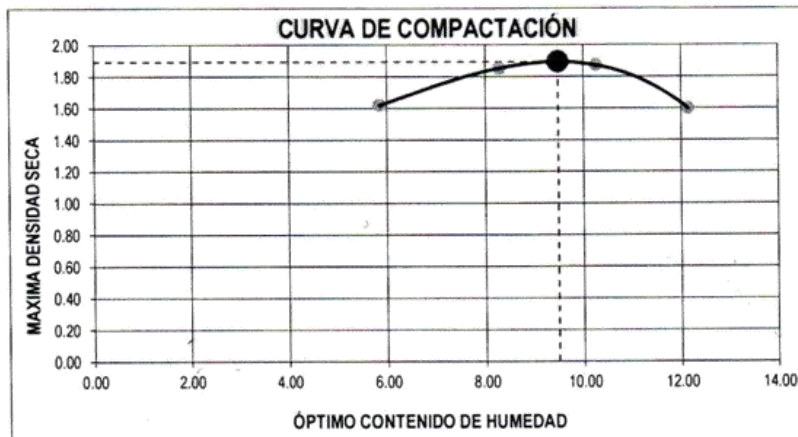
UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-456
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°		# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)		5880	6150	6205	5955		
Peso del molde (g)		4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)		1600	1870	1925	1675		
Densidad húmeda (g/cm ³)		1.71	2.01	2.06	1.79		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso del suelo húmedo + tara (g)		99.66	109.82	95.46	121.53		
Peso del suelo seco + tara (g)		94.70	102.21	87.56	109.48		
Peso del agua (g)		4.96	7.61	7.90	12.05		
Peso de la tara (g)		9.90	10.27	10.57	10.34		
Peso del suelo seco (g)		84.80	91.94	76.99	99.15		
% de humedad (%)		5.85	8.28	10.26	12.15		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)		1.62	1.85	1.87	1.60		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.894
Óptimo contenido de humedad (%)	9.48

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#sairadelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11890		11625		11360	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4335		4070		3805	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.045		1.922		1.796	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	95.12		101.09		88.75	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	87.89		93.06		82.01	
Peso del agua (g)	7.23		8.02		6.74	
Peso de la cápsula (g)	10.57		10.33		10.10	
Peso del suelo seco (g)	77.32		82.73		71.91	
% de humedad (%)	9.36		9.70		9.37	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.87		1.75		1.64	

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.544	1.544	1.216	1.318	1.318	1.038	1.158	1.158	0.912
48 hrs	1.638	1.638	1.289	1.398	1.398	1.101	1.278	1.278	1.006
72 hrs	1.664	1.664	1.310	1.411	1.411	1.111	1.291	1.291	1.017
96 hrs	1.664	1.664	1.310	1.411	1.411	1.111	1.291	1.291	1.017

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1 56		LECTURA DIAL	MOLDE 2 25		LECTURA DIAL	MOLDE 3 10	
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.025	29	270.9	90.3	17	170.2	56.7	10	111.5	37.2
0.050	52	484.1	154.7	33	304.5	101.5	17	170.2	56.7
0.075	71	623.8	207.9	48	430.5	143.5	27	254.2	84.7
0.100	91	796.0	265.3	65	573.3	191.1	40	363.3	121.1
0.125	111	960.3	320.1	79	691.0	230.3	53	472.5	157.5
0.150	129	1111.9	370.6	94	817.2	272.4	66	581.7	193.9
0.200	157	1348.0	449.3	118	1019.3	339.8	91	792.0	264.0
0.300	194	1660.3	553.4	152	1305.8	435.3	126	1086.7	362.2
0.400	215	1837.8	612.6	172	1474.6	491.5	146	1255.2	418.4
0.500	225	1922.3	640.8	181	1550.5	516.8	152	1305.8	435.3

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alondor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

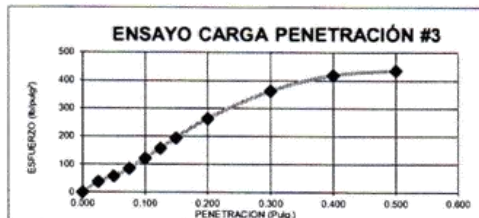
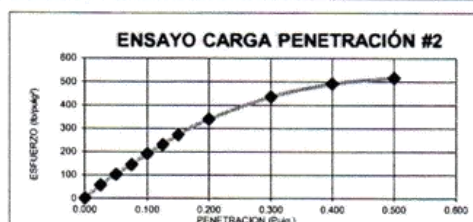
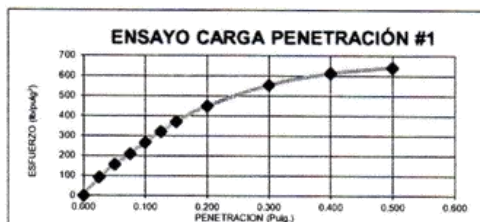
SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

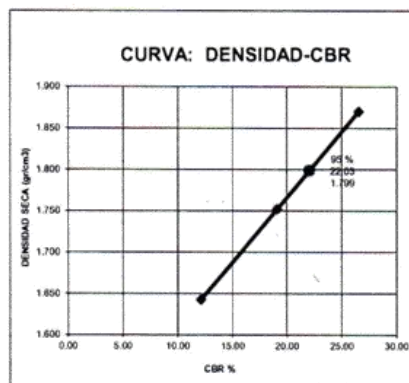
MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	265.3	1000	26.53	7.234
2	0.100	191.1	1000	19.11	8.022
3	0.100	121.1	1000	12.11	6.739

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	449.3	1500	29.96	7.234
2	0.200	339.8	1500	22.65	8.022
3	0.200	264.0	1500	17.60	6.739



PROCTOR MODIFICADO: METODO B: ASTM D-1557	
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³) 1.894
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³) 1.799
Óptimo contenido de humedad	(%) 9.48
CBR al 100% de la Máxima densidad s:	(%) 26.53
CBR al 95% de la Máxima densidad se:	(%) 22.03

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ing. José Alindor Boya Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y M... ale:



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

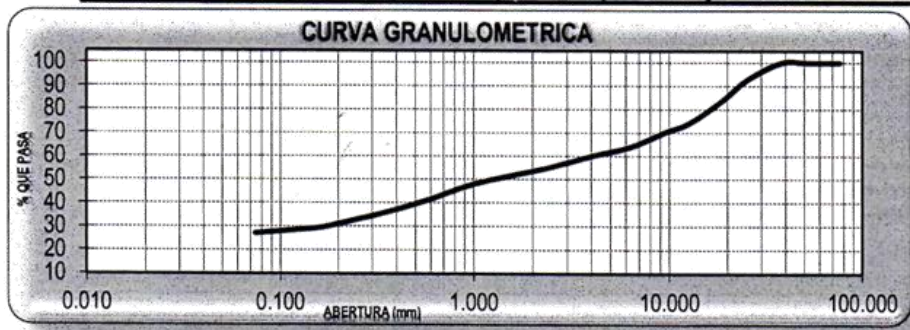
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1095.47

Peso perdido por lavado : 404.53

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	27.78 %
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	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	107.28	7.15	7.15	92.85	
3/4"	19.050	130.76	8.72	15.87	84.13	L. Plástico : 29
1/2"	12.700	149.18	9.95	25.81	74.19	Ind. Plasticidad : 15
3/8"	9.525	59.02	3.93	29.75	70.25	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	94.45	6.30	36.05	63.95	
No4	4.178	53.29	3.55	39.60	60.40	Clas. AASHTO : A-2-7 (1)
8	2.360	84.11	5.61	45.21	54.79	Descripción de la Muestra
10	2.000	19.08	1.27	46.48	53.52	
16	1.180	60.01	4.00	50.48	49.52	Descripción de la Calicata
20	0.850	50.52	3.37	53.85	46.15	
30	0.600	69.15	4.61	58.46	41.54	
40	0.420	58.48	3.90	62.36	37.64	
50	0.300	49.10	3.27	65.63	34.37	
60	0.250	22.05	1.47	67.10	32.90	
80	0.180	42.02	2.80	69.90	30.10	
100	0.150	15.47	1.03	70.93	29.07	
200	0.074	31.50	2.10	73.03	26.97	
< 200		404.53	26.97	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			C-4 E-1 Profundidad : 0 - 1.5 m



D10	: 0.02744
D30	: 0.17709
D60	: 4.04816
Cu	: 147.5
Cc	: 0.3

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y M:2



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

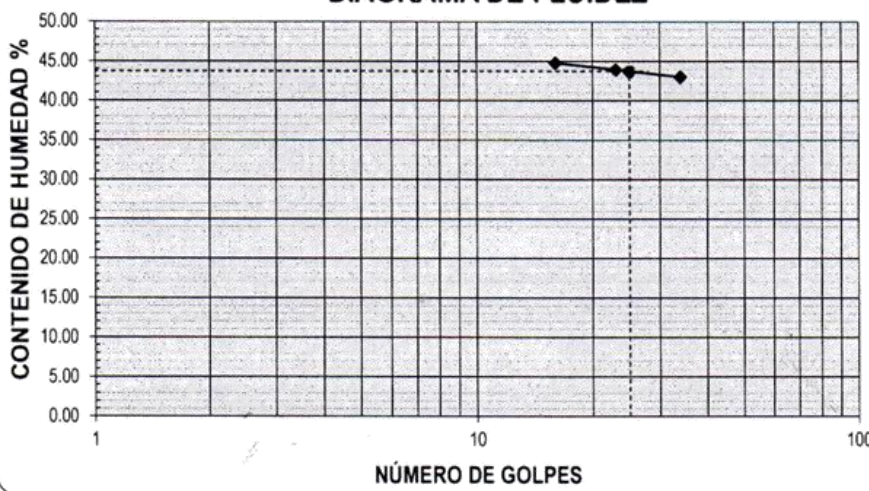
FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	23	34	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.38	10.04	10.42	10.19	9.62
Peso de tara + suelo húmedo (g)	12.74	13.81	13.58	10.45	10.54
Peso tara + suelo seco (g)	12.01	12.66	12.63	10.39	10.33
Contenido de Humedad %	44.79	43.89	42.99	29.48	29.51
Limites %	44			29	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-5.49504 \log(x) + 51.40196$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Muestreo



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"
SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS
UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD
FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.21	14.13	14.42
Peso del tarro + suelo humedo (g)	78.15	71.98	89.71
Peso del tarro + suelo seco (g)	64.30	59.41	73.27
Peso del suelo seco (g)	50.09	45.28	58.85
Peso del agua (g)	13.85	12.57	16.44
% de humedad (%)	27.64	27.75	27.94
% de humedad promedio (%)	27.78		



UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD'

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

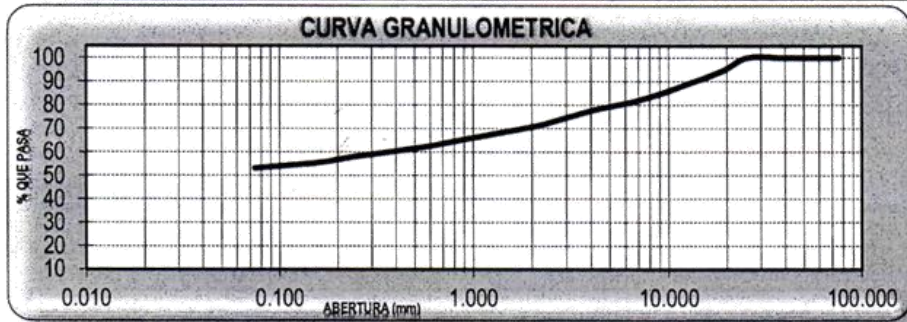
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 702.77

Peso perdido por lavado : 797.23

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	13.86 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 33
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 24
3/4"	19.050	83.32	5.55	5.55	94.45	Ind. Plasticidad : 9
1/2"	12.700	79.96	5.33	10.89	89.11	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	57.32	3.82	14.71	85.29	
1/4"	6.350	63.68	4.25	18.95	81.05	Clas. SUCS : ML
No4	4.178	46.25	3.08	22.04	77.96	Clas. AASHTO : A-4 (3)
8	2.360	87.80	5.85	27.89	72.11	Descripción de la Muestra
10	2.000	21.25	1.42	29.31	70.69	
16	1.180	52.99	3.53	32.84	67.16	SUCS: Limo arenoso con grava. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 53.15% de finos.
20	0.850	32.82	2.19	35.03	64.97	
30	0.600	35.80	2.39	37.41	62.59	
40	0.420	28.67	1.91	39.32	60.68	
50	0.300	25.34	1.69	41.01	58.99	
60	0.250	11.76	0.78	41.80	58.20	
80	0.180	31.65	2.11	43.91	56.09	Descripción de la Calicata
100	0.150	12.52	0.83	44.74	55.26	
200	0.074	31.64	2.11	46.85	53.15	C-5 E-1
< 200		797.23	53.15	100.00	0.00	Profundidad : 0 - 1.5 m
Total		1500.00	100.00			



D10	: 0.01392
D30	: 0.04177
D60	: 0.37198
Cu	: 26.7
Cc	: 0.3

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ing. José Alíndor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Muestreo



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

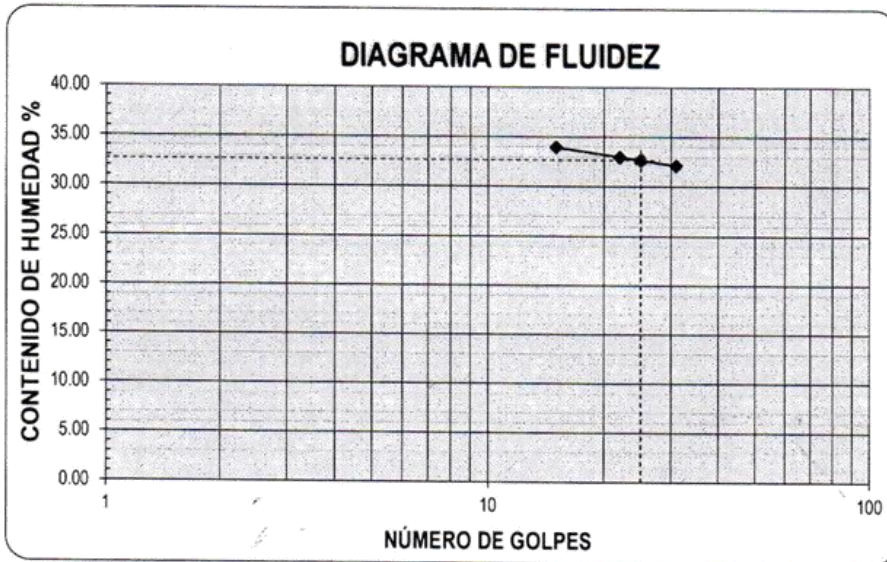
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	15	22	31	-	-
N° de golpes	15	22	31	-	-
Peso de tara (g)	10.48	9.66	9.72	10.69	10.46
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.40	13.23	11.53	13.12	11.86
Peso tara + suelo seco (g)	12.66	12.34	11.09	12.65	11.59
Contenido de Humedad %	33.94	32.97	32.12	23.96	23.98
Límites %	33			24	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-5.79872 \log(x) + 40.76478$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.28	14.22	14.49
Peso del tarro + suelo humedo (g)	72.84	78.36	83.61
Peso del tarro + suelo seco (g)	65.74	70.56	75.16
Peso del suelo seco (g)	51.46	56.34	60.67
Peso del agua (g)	7.10	7.80	8.45
% de humedad (%)	13.81	13.85	13.93
% de humedad promedio (%)	13.86		



Ing. José Alíndor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

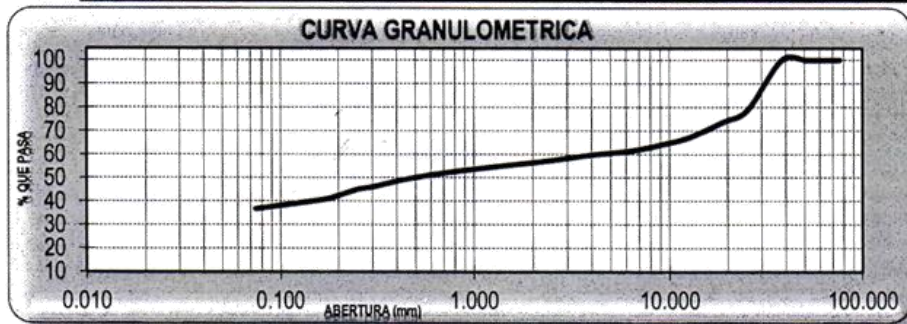
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 949.97

Peso perdido por lavado : 550.03

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	15.69 %	
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	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	317.52	21.17	21.17	78.83		L. Líquido : 33
3/4"	19.050	76.08	5.07	26.24	73.76		L. Plástico : 23
1/2"	12.700	98.31	6.55	32.79	67.21	Ind. Plasticidad : 10	
3/8"	9.525	40.86	2.72	35.52	64.48	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	45.82	3.05	38.57	61.43		Clas. SUCS : GC
No4	4.178	22.53	1.50	40.07	59.93		Clas. AASHTO : A-4 (0)
8	2.360	42.23	2.82	42.89	57.11	Descripción de la Muestra	
10	2.000	10.10	0.67	43.56	56.44		SUCS: Grava arcillosa con arena. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 36.67% de finos.
16	1.180	31.33	2.09	45.65	54.35		
20	0.850	21.24	1.42	47.07	52.93		
30	0.600	25.18	1.68	48.75	51.25	Descripción de la Calicata	
40	0.420	35.04	2.34	51.08	48.92		C-6 E-1 Profundidad : 0 - 1.5 m
50	0.300	44.02	2.93	54.02	45.98		
60	0.250	14.84	0.99	55.01	44.99		
80	0.180	57.58	3.84	58.85	41.15		
100	0.150	16.85	1.12	59.97	40.03		
200	0.074	50.44	3.36	63.33	36.67		
< 200		550.03	36.67	100.00	0.00		
Total		1500.00	100.00				



D10	: 0.02018
D30	: 0.06054
D60	: 4.28626
Cu	: 212.4
Cc	: 0

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. José Alíndor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

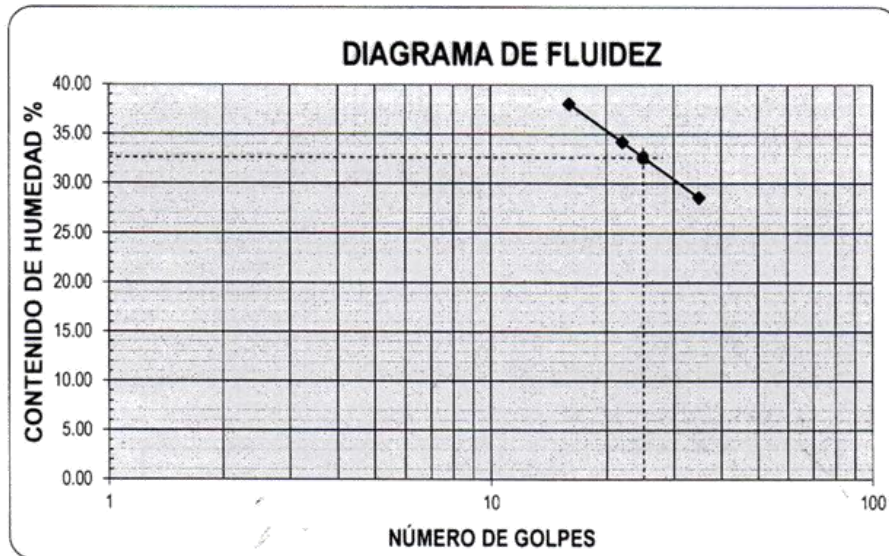
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	16	22	35	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	11.09	11.32	10.33	10.46	9.90
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.23	13.64	13.21	11.06	10.72
Peso tara + suelo seco (g)	12.64	13.05	12.57	10.95	10.57
Contenido de Humedad %	38.06	34.20	28.57	22.51	22.51
Límites %	33			23	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$E_c = -27.92511 \log(x) + 71.6897$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	14.26	14.23	14.47
Peso del tarro + suelo humedo (g)	80.41	87.64	92.30
Peso del tarro + suelo seco (g)	71.46	77.69	81.73
Peso del suelo seco (g)	57.20	63.46	67.26
Peso del agua (g)	8.95	9.95	10.57
% de humedad (%)	15.66	15.69	15.72
% de humedad promedio (%)	15.69		

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO: METODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

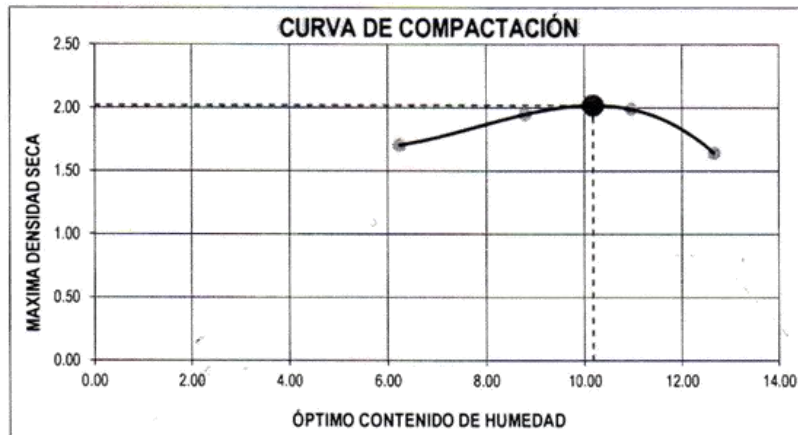
UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-456
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm ³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9600	10250	10430	9685		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3800	4450	4630	3885		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.81	2.12	2.21	1.85		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	162.71	183.04	160.46	197.65		
Peso del suelo seco + tara (g)	154.11	169.63	146.36	177.33		
Peso del agua (g)	8.60	13.40	14.10	20.33		
Peso de la tara (g)	16.16	17.11	17.77	16.81		
Peso del suelo seco (g)	137.95	152.52	128.60	160.51		
% de humedad (%)	6.24	8.79	10.96	12.66		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.71	1.95	1.99	1.64		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.020
Óptimo contenido de humedad (%)	10.18

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV-UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12250		11925		11655	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4695		4370		4100	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.216		2.063		1.935	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	98.00		103.70		91.05	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	89.91		95.26		83.27	
Peso del agua (g)	8.09		8.44		7.79	
Peso de la cápsula (g)	10.89		10.60		10.36	
Peso del suelo seco (g)	79.02		84.66		72.91	
% de humedad (%)	10.24		9.97		10.68	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	2.01		1.88		1.75	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.929	0.929	0.731	0.851	0.851	0.670	0.767	0.767	0.604
48 hrs	0.979	0.979	0.771	0.890	0.890	0.701	0.795	0.795	0.626
72 hrs	0.984	0.984	0.775	0.951	0.951	0.749	0.801	0.801	0.631
96 hrs	0.984	0.984	0.775	0.951	0.951	0.749	0.801	0.801	0.631

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN	LECTURA DIAL	MOLDE 1 56		LECTURA DIAL	MOLDE 2 25		LECTURA DIAL	MOLDE 3 10	
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.025	56	497.7	165.9	33	304.5	101.5	19	187.0	62.3
0.050	99	859.3	286.4	63	556.5	185.5	33	304.5	101.5
0.075	135	1162.5	387.5	91	792.0	264.0	52	464.1	154.7
0.100	173	1480.6	493.5	123	1061.4	353.8	77	674.2	224.7
0.125	211	1804.0	601.3	151	1297.4	432.5	101	876.1	292.0
0.150	244	2083.1	694.4	178	1525.2	508.4	126	1086.7	362.2
0.200	299	2549.1	849.7	224	1913.9	638.0	172	1474.6	491.5
0.300	367	3126.5	1042.2	287	2447.3	815.8	238	2032.3	677.4
0.400	408	3475.4	1158.5	326	2778.2	926.1	276	2354.1	784.7
0.500	427	3637.3	1212.4	342	2914.1	971.4	287	2447.3	815.8

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

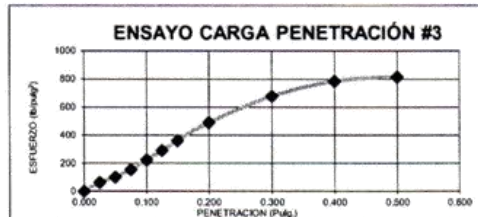
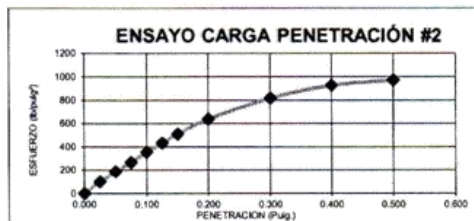
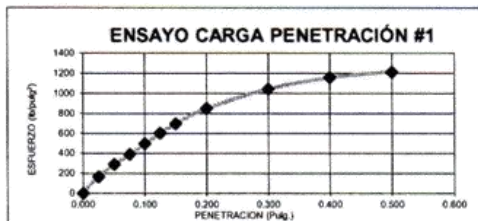
SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

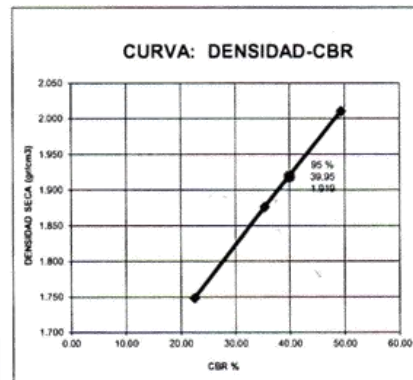


VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	493.5	1000	49.35	8.091
2	0.100	353.8	1000	35.38	8.436
3	0.100	224.7	1000	22.47	7.787

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	849.7	1500	56.65	8.091
2	0.200	638.0	1500	42.53	8.436
3	0.200	491.5	1500	32.77	7.787

PROCTOR MODIFICADO: METODO C: ASTM D-1557	
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³) 2.020
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³) 1.919
Óptimo contenido de humedad	(%) 10.18
CBR al 100% de la Máxima densidad s:	(%) 49.35
CBR al 95% de la Máxima densidad se:	(%) 39.95



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Inj. José Atodor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

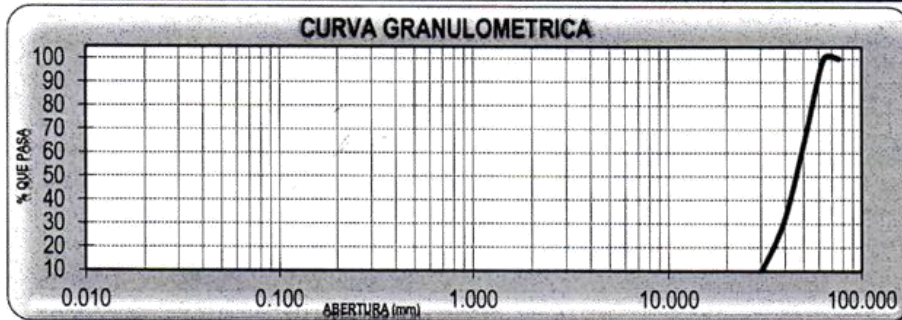
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1999.28

Peso perdido por lavado : 0.72

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	8.56 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	681.55	34.08	34.08	65.92	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	773.30	38.67	72.74	27.26	
1"	25.400	519.15	25.96	98.70	1.30	
3/4"	19.050	22.92	1.15	99.85	0.15	L Líquido : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	99.85	0.15	L Plástico : NP
3/8"	9.525	0.00	0.00	99.85	0.15	Ind. Plasticidad : NP
1/4"	6.350	0.00	0.00	99.85	0.15	Clasificación de la Muestra
No4	4.178	0.00	0.00	99.85	0.15	
8	2.360	0.36	0.02	99.86	0.14	Clas. SUCS : GP
10	2.000	0.02	0.00	99.87	0.13	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
16	1.180	0.07	0.00	99.87	0.13	Descripción de la Muestra
20	0.850	0.08	0.00	99.87	0.13	
30	0.600	0.09	0.00	99.88	0.12	SUCS: Grava mal graduada. AASHTO: Material granular. Fragmentos de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subgrado. Con un 0.04% de finos.
40	0.420	0.15	0.01	99.88	0.12	
50	0.300	0.20	0.01	99.89	0.11	
60	0.250	0.13	0.01	99.90	0.10	
80	0.180	0.26	0.01	99.91	0.09	
100	0.150	0.23	0.01	99.93	0.07	
200	0.074	0.77	0.04	99.96	0.04	Descripción de la Calicata
< 200		0.72	0.04	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			C-x E-x Profundidad : 0 - 0 m



D10	: 29.6566
D30	: 38.9866
D60	: 48.6853
Cu	: 1.6
Cc	: 1.1

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Muestreo



fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

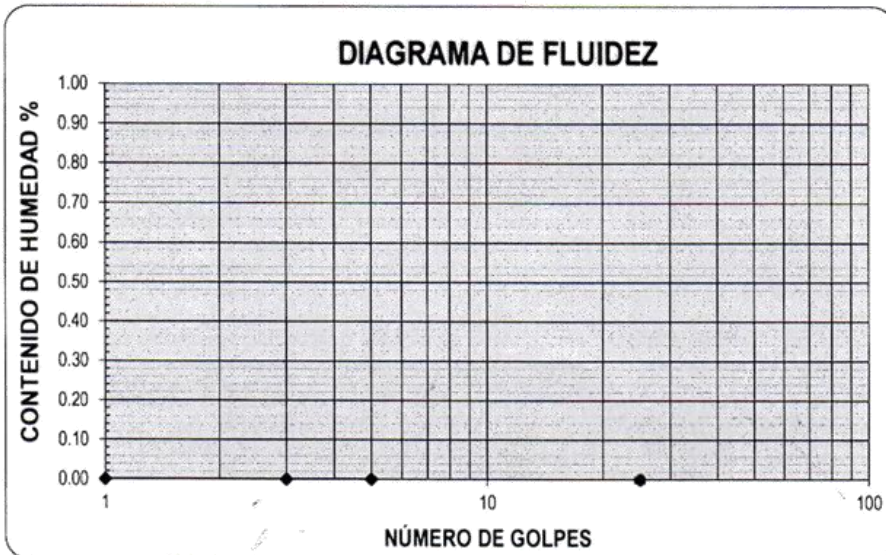
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes	-	22	31	-	-
Peso de tara (g)	-	-	-	-	-
Peso de tara + suelo húmedo (g)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (g)	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alínder Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Muestreo



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	13.78	14.22	13.98
Peso del tarro + suelo humedo (g)	84.06	82.55	96.49
Peso del tarro + suelo seco (g)	78.49	77.15	90.04
Peso del suelo seco (g)	64.71	62.93	76.06
Peso del agua (g)	5.57	5.40	6.45
% de humedad (%)	8.61	8.58	8.48
% de humedad promedio (%)	8.56		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
LAB. SUELOS
Ing. José Alíndor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Muestreo



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO: METODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

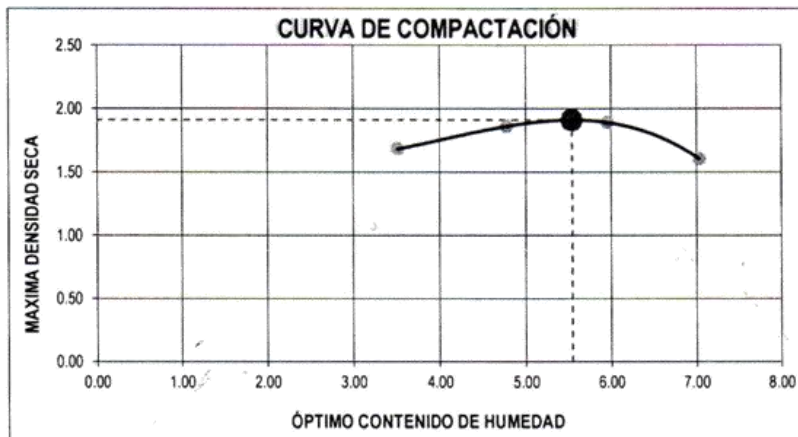
UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-456
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm ³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9455	9890	10005	9400		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3655	4090	4205	3600		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.74	1.95	2.00	1.72		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	160.25	176.61	153.92	191.84		
Peso del suelo seco + tara (g)	155.35	169.31	146.23	180.30		
Peso del agua (g)	4.90	7.30	7.70	11.54		
Peso de la tara (g)	15.92	16.51	17.04	16.32		
Peso del suelo seco (g)	139.43	152.80	129.18	163.98		
% de humedad (%)	3.52	4.78	5.96	7.04		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.68	1.86	1.89	1.60		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.911
Óptimo contenido de humedad (%)	5.54

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Inj. José Alíndor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11825		11575		11340	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4270		4020		3785	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.015		1.897		1.786	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	94.60		100.65		88.59	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	90.11		95.85		84.47	
Peso del agua (g)	4.49		4.81		4.12	
Peso de la cápsula (g)	10.51		10.29		10.08	
Peso del suelo seco (g)	79.60		85.56		74.39	
% de humedad (%)	5.64		5.62		5.54	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.91		1.80		1.69	

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.235	0.235	0.185	0.210	0.210	0.165	0.193	0.193	0.152
48 hrs	0.258	0.258	0.203	0.223	0.223	0.176	0.210	0.210	0.165
72 hrs	0.269	0.269	0.211	0.238	0.238	0.187	0.224	0.224	0.177
96 hrs	0.269	0.269	0.211	0.238	0.238	0.187	0.224	0.224	0.177

ENSAYO DE CARGA PENETRACION									
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		50 lbs	50 lbs/pulg ²		25 lbs	25 lbs/pulg ²		10 lbs	10 lbs/pulg ²
0.025	99	859.3	286.4	59	522.9	174.3	35	321.3	107.1
0.050	176	1508.3	502.8	112	968.7	322.9	59	522.9	174.3
0.075	238	2032.3	677.4	160	1373.3	457.8	92	800.4	266.8
0.100	305	2600.0	866.7	217	1854.7	618.2	135	1162.5	387.5
0.125	372	3169.1	1056.4	265	2260.9	753.6	178	1525.2	508.4
0.150	429	3654.4	1218.1	313	2667.8	889.3	221	1888.5	629.5
0.200	525	4474.1	1491.4	395	3364.8	1121.6	303	2583.0	861.0
0.300	645	5503.0	1834.3	505	4303.1	1434.4	418	3560.6	1186.9
0.400	717	6122.5	2040.8	572	4876.5	1625.5	485	4132.2	1377.4
0.500	750	6407.0	2135.7	600	5116.6	1705.5	504	4294.5	1431.5

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY - DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

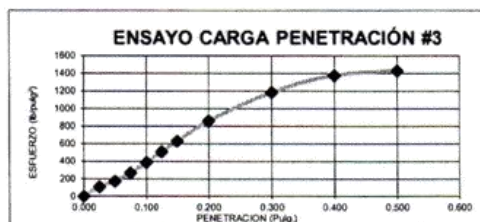
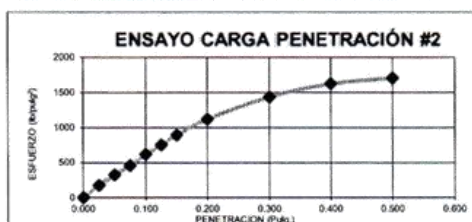
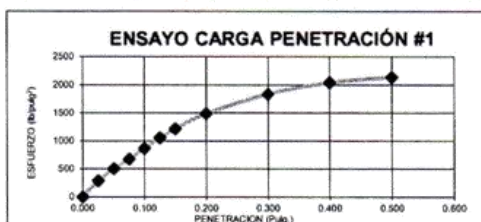
SOLICITANTE : NORIEGA PEREZ, SANDRA

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : USQUIL - OTUZCO - LALIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

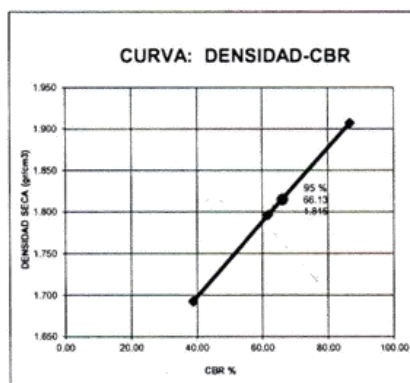
MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)


VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	866.7	1000	86.67	4.490
2	0.100	618.2	1000	61.82	4.806
3	0.100	387.5	1000	38.75	4.125

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	1491.4	1500	99.42	4.490
2	0.200	1121.6	1500	74.77	4.806
3	0.200	861.0	1500	57.40	4.125

PROCTOR MODIFICADO: METODO C: ASTM D-1557	
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³) 1.911
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³) 1.815
Óptimo contenido de humedad	(%) 5.54
CBR al 100% de la Máxima densidad s	(%) 86.67
CBR al 95% de la Máxima densidad se	(%) 66.13


CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.


UCV, UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Mat. tales


fb/ucv.peru

@ucv_peru

#sairadelante

ucv.edu.pe

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 24. Ancho de la carretera no permite el tránsito de varios vehículos.



Figura 25. Estado actual de la carretera



Figura 26. Estado actual de la carretera



Figura 27. Levantamiento topográfico



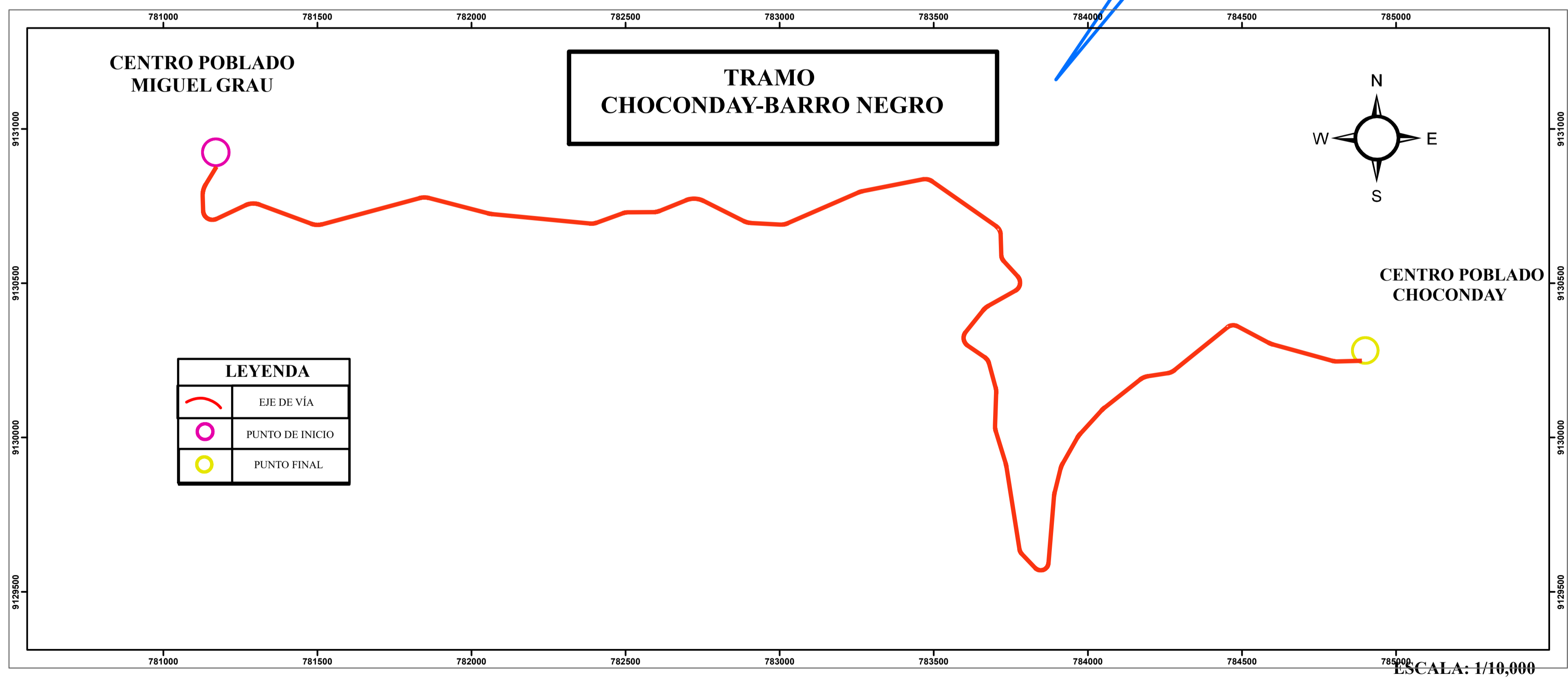
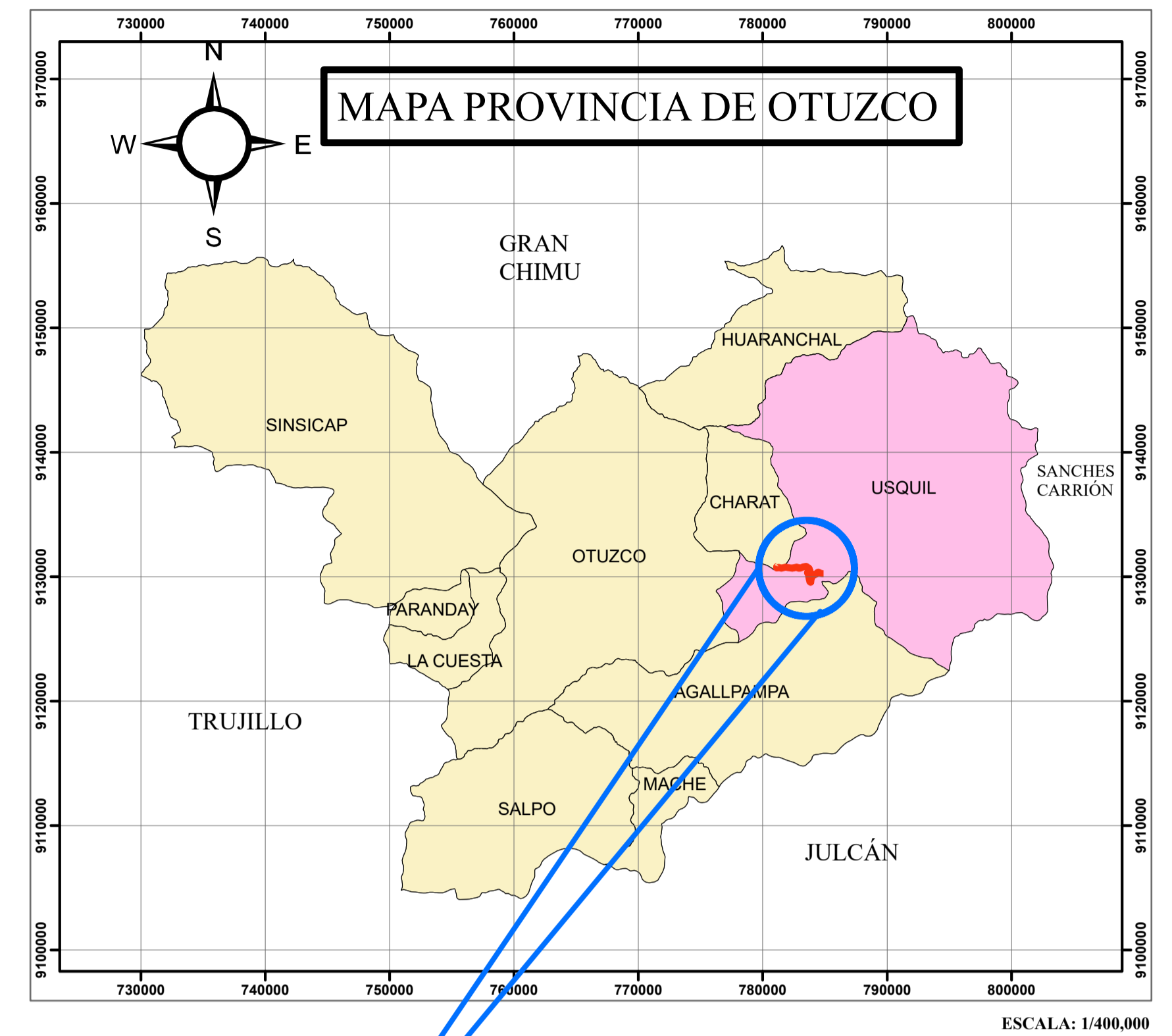
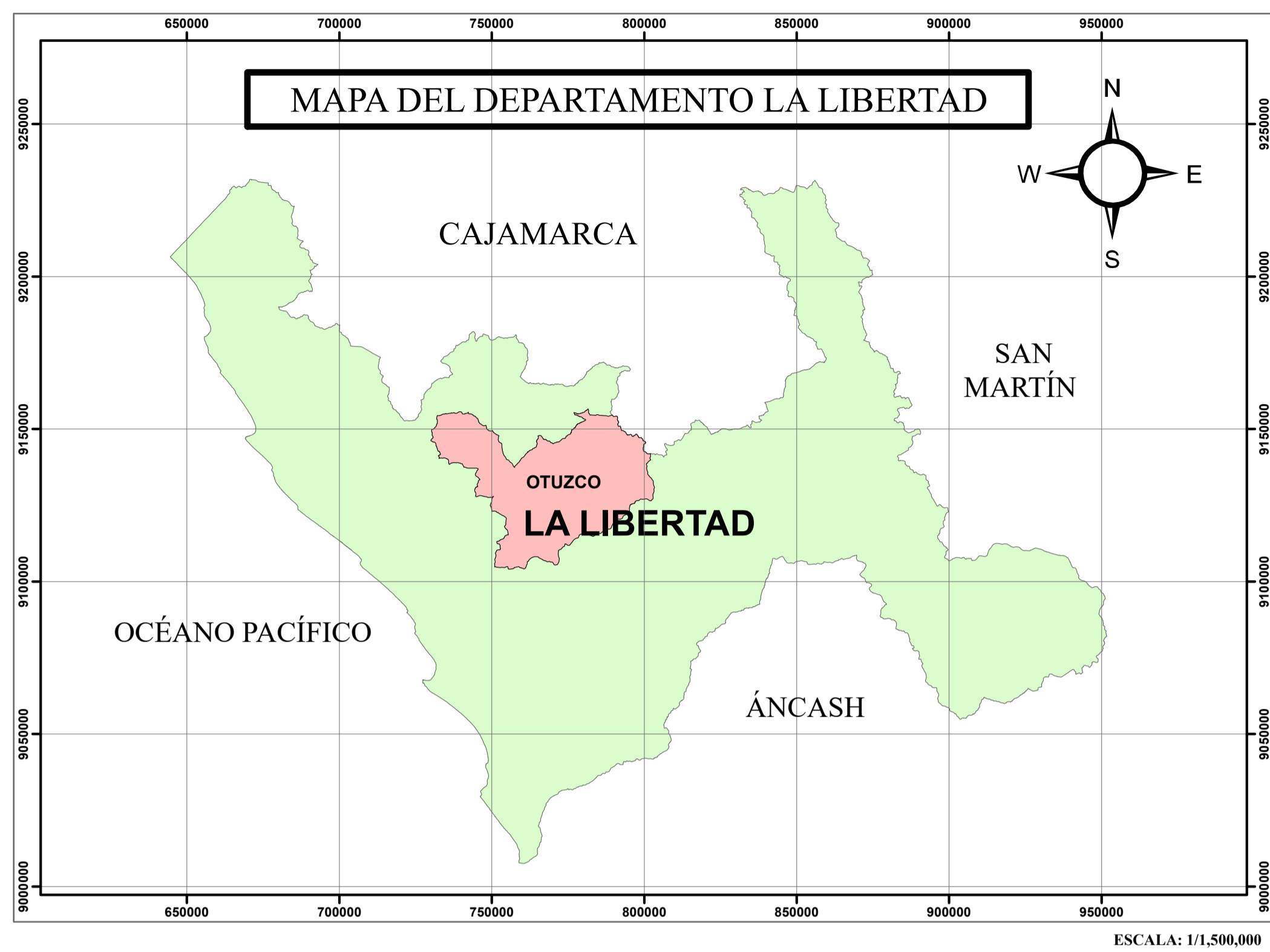
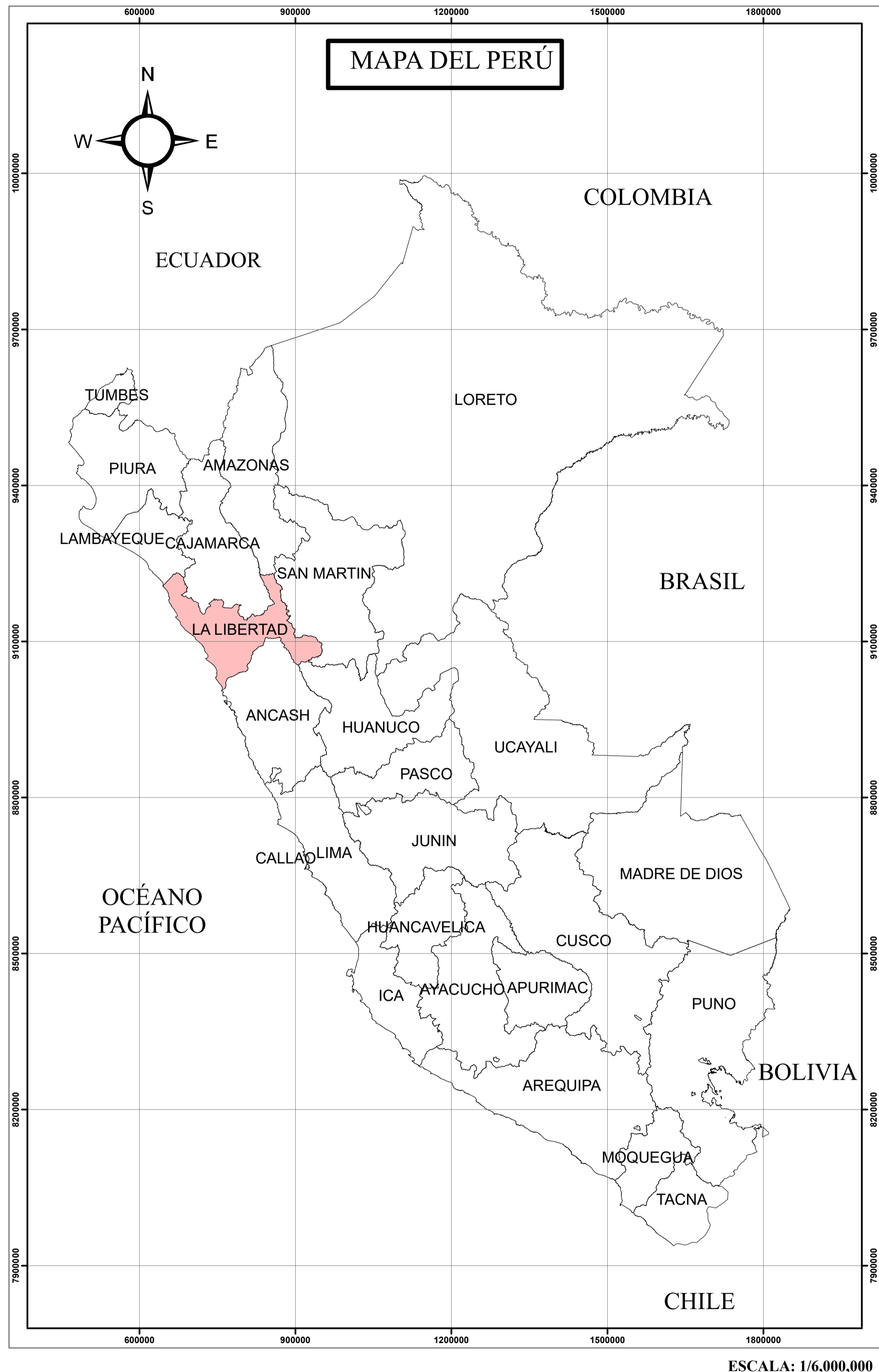
Figura 28. Extracción de muestras de suelo.



Figura 29. Extracción de muestras de suelo.

PLANOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY –
DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

ALUMNO(A):
NORIEGA PEREZ, SANDRA

ASESOR:
ING. CORNEJO RODRIGUEZ, SHEYLA YULIANA

N°	FECHA	DESCRIPCIÓN

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JUNIO - 2018

UBICACIÓN

N° LÁMINA:
PU-01



CUADRO DE COORDENADAS BM		
N° BM	ESTE	NORTE
BM-01	781164.677	9130847.891
BM-02	781305.177	9130759.549
BM-03	781917.455	9130766.876
BM-04	783003.372	9130692.640
BM-05	783716.285	9130675.740
BM-06	783671.596	9130269.015
BM-07	783905.252	9129838.389
BM-08	784464.293	9130371.428
BM-09	784845.194	9130244.237

CUADRO DE COORDENADAS DE ESTACIONES		
N° ESTACIÓN	ESTE	NORTE
E-01	784554.500	9130385.000
E-02	784512.268	9130378.768
E-03	781126.803	9130756.962
E-04	781159.098	9130862.623
E-05	781144.442	9130695.620
E-06	781298.204	9130759.214
E-07	781537.585	9130705.204
E-08	781697.975	9130724.636
E-09	782184.534	9130714.654
E-10	782390.410	9130689.640
E-11	782503.230	9130728.555
E-12	782599.163	9130729.473
E-13	782889.946	9130693.152
E-14	783019.436	9130689.688
E-15	784496.000	9130411.500
E-16	783259.075	9130796.997
E-17	783547.541	9130822.423
E-18	784466.595	9130411.520
E-19	784481.000	9130395.000

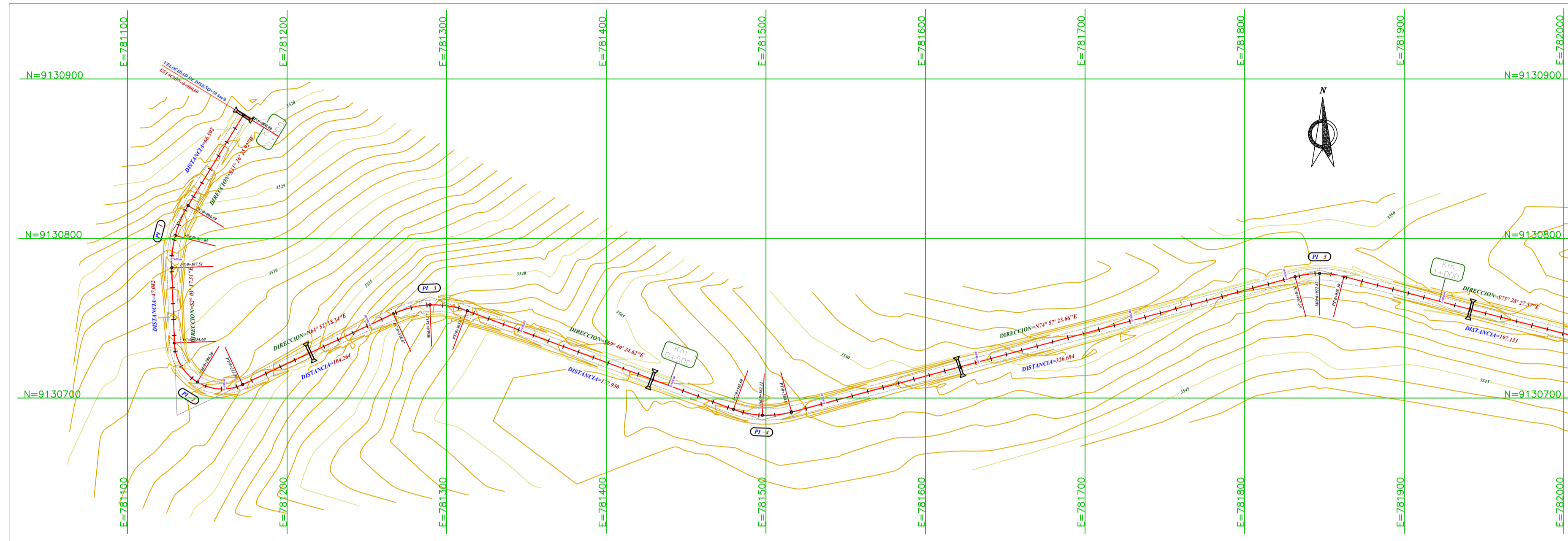
LEYENDA	
	Curva Mayor C/5.00m
	Curva Menor C/1.00m
	Trocha Carrozable

- NOTAS:**
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84.
 - ELEVACIONES EN MSNM.
 - LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE UN METRO.

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		LÁMINA
	FACULTAD DE INGENIERIA		
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		PT-01	
PROYECTO			
DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU-CHOCONDAY-DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZZO- LA LIBERTAD			
PLANO	PLANO TOPOGRÁFICO		
AUTOR	NORIEGA PEREZ, SANDRA	ESCALA	1/5000
ASESOR	ING. CORNEJO RODRIGUEZ, SHEYLA YULIANA	FECHA	MAYO 2018
UTM WGS84 17S			

PLANTA

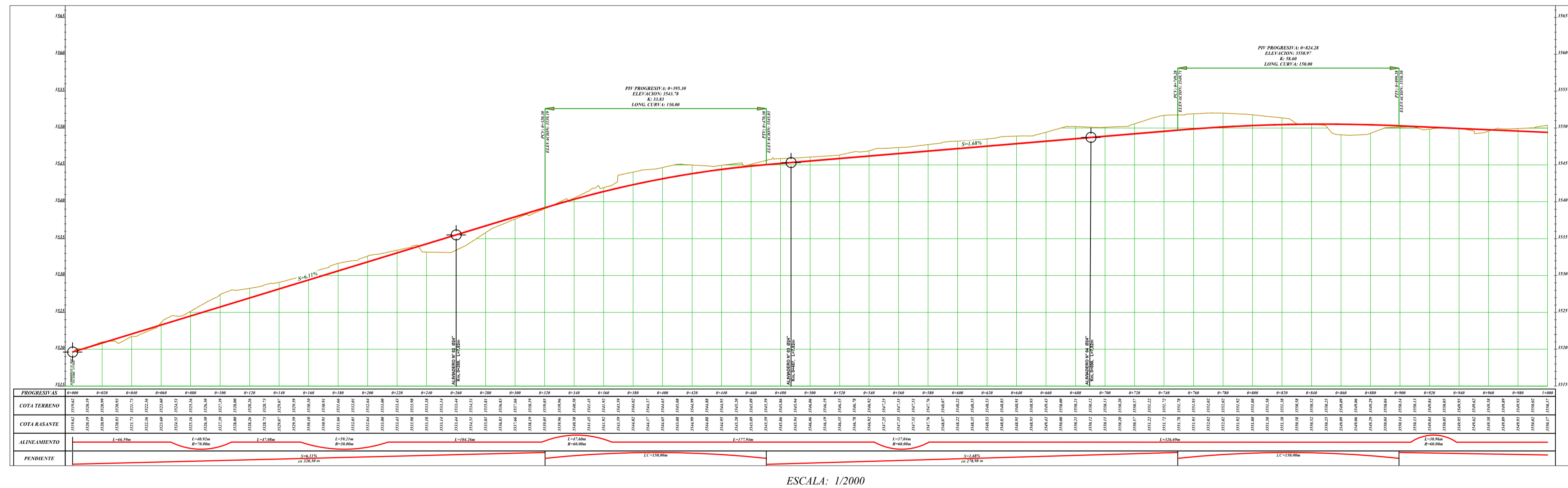
ESC: 1/2000



N° CURVA	RADIO (m)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)	ORDENADA MEDIA (m)	L. CUERDA (m)	ANG DELTA
PI-1	70	21.06	40.92	2.97	3.1	2.97	40.34	33°29'43"
PI-2	30	45.39	59.21	13.46	24.41	13.46	50.05	113°04'24"
PI-3	60	25.13	47.6	4.66	5.05	4.66	46.36	45°27'17"
PI-4	60	19.13	37.04	2.84	2.98	2.84	36.45	35°22'12"
PI-5	60	15.84	30.96	1.99	2.05	1.99	30.62	29°34'09"

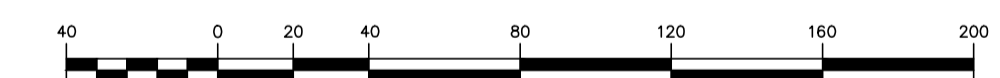
N° CURVA	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT	COORDENADA PC	COORDENADA PI	COORDENADA PT
PI-1	0+066.59	0+087.66	0+107.51	(781137.94,9130820.70)	(781126.950,9130802.728)	(781127.71,9130781.68)
PI-2	0+154.60	0+199.98	0+213.80	(781129.39,9130734.62)	(781131.021,9130689.266)	(781172.11,9130708.54)
PI-3	0+318.07	0+343.20	0+365.67	(781266.51,9130752.81)	(781289.264,9130763.487)	(781312.83,9130754.76)
PI-4	0+543.60	0+562.73	0+580.64	(781479.69,9130692.95)	(781497.626,9130686.302)	(781516.10,9130691.27)
PI-5	0+907.33	0+923.17	0+938.30	(781831.60,9130776.06)	(781846.892,9130780.171)	(781862.22,9130776.20)

PERFIL LONGITUDINAL



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ALCANT. / ALIV. (PLANTA)
	ALCANT. / ALIV. (PERFIL)

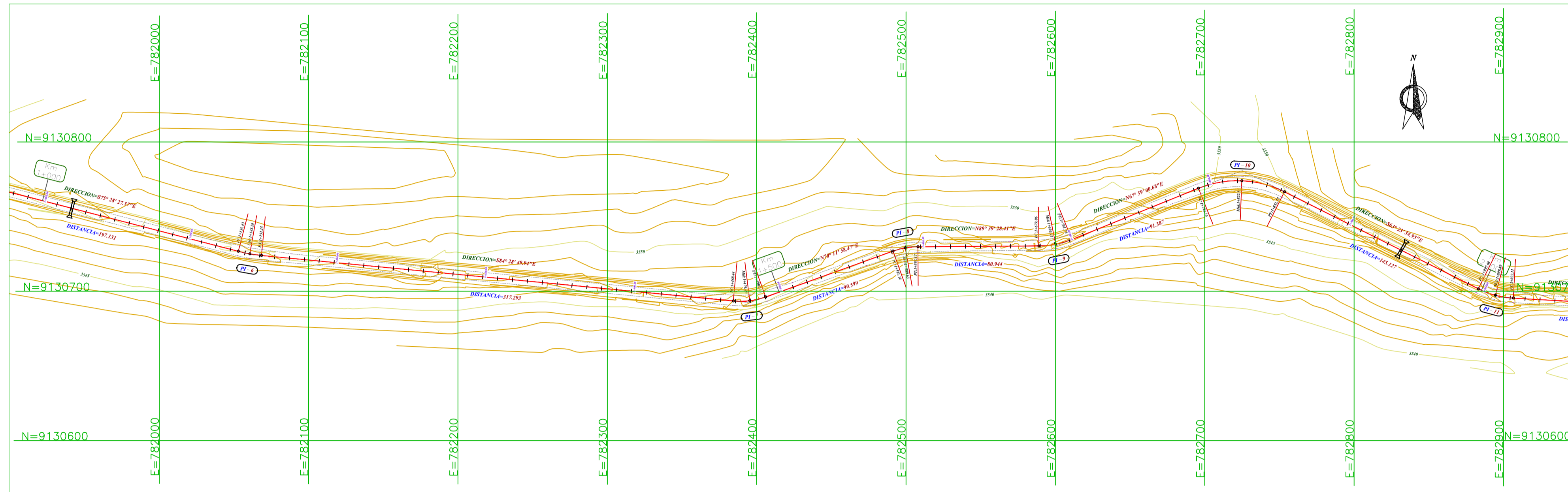
ESCALA GRAFICA HORIZONTAL



1 :2000

PLANTA

ESC: 1/2000

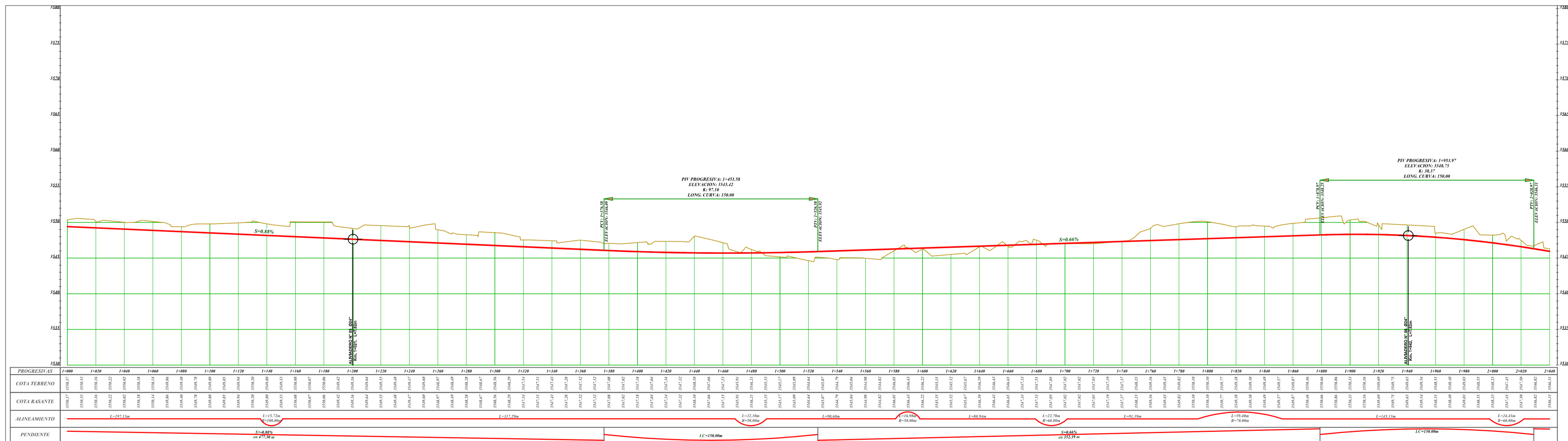


N° CURVA	RADIO (m)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)	ORDENADA MEDIA (m)	L. CUERDA (m)	ANG DELTA
PI-6	100	7.88	15.72	0.31	0.31	0.31	15.7	9°00'22"
PI-7	50	11.23	22.1	1.22	1.25	1.22	21.92	25°19'12"
PI-8	50	8.57	16.98	0.72	0.73	0.72	16.9	19°27'30"
PI-9	60	11.49	22.7	1.07	1.09	1.07	22.56	21°40'28"
PI-10	70	31.62	59.4	6.21	6.81	6.21	57.64	48°37'24"

N° CURVA	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT	COORDENADA PC	COORDENADA PI	COORDENADA PT
PI-6	1+135.43	1+143.31	1+151.15	(782053.05,9130726.76)	(782060.676,9130724.781)	(782068.51,9130724.02)
PI-7	1+468.44	1+479.67	1+490.54	(782384.34,9130693.50)	(782395.516,9130692.425)	(782406.08,9130696.23)
PI-8	1+581.14	1+589.71	1+598.12	(782491.33,9130726.92)	(782499.392,9130729.823)	(782507.96,9130729.87)
PI-9	1+679.06	1+690.55	1+701.76	(782588.91,9130730.36)	(782600.393,9130730.426)	(782611.04,9130734.73)
PI-10	1+793.15	1+824.77	1+852.55	(782695.76,9130768.99)	(782725.082,9130780.846)	(782753.36,9130766.68)

PERFIL LONGITUDINAL

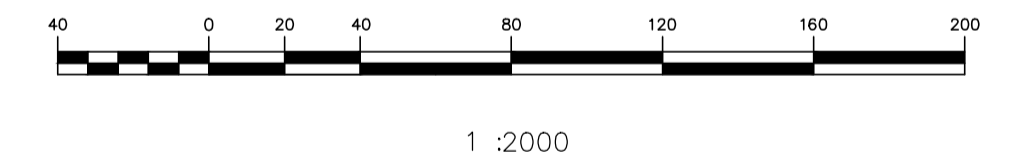
ESC: 1/2000



ESCALA: 1/2000

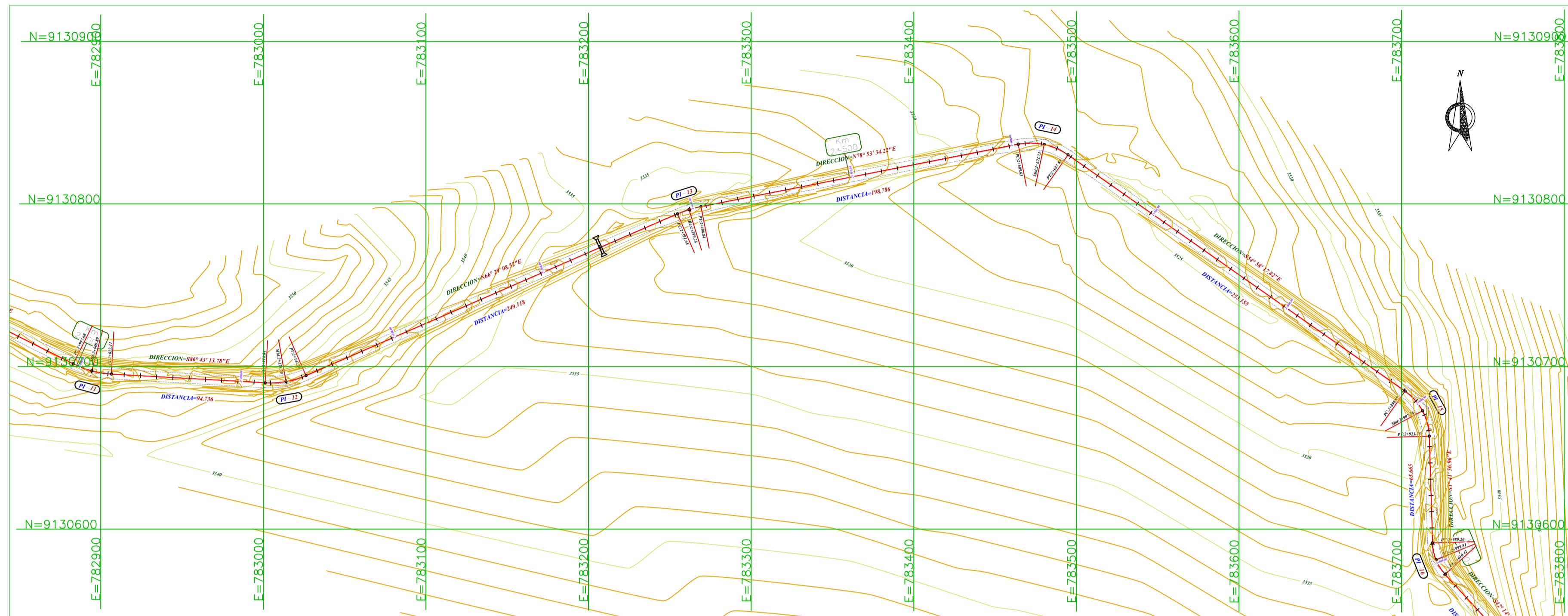
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ALCANT. / ALIV. (PLANTA)
	ALCANT. / ALIV. (PERFIL)

ESCALA GRAFICA HORIZONTAL



PLANTA

ESC: 1/2000

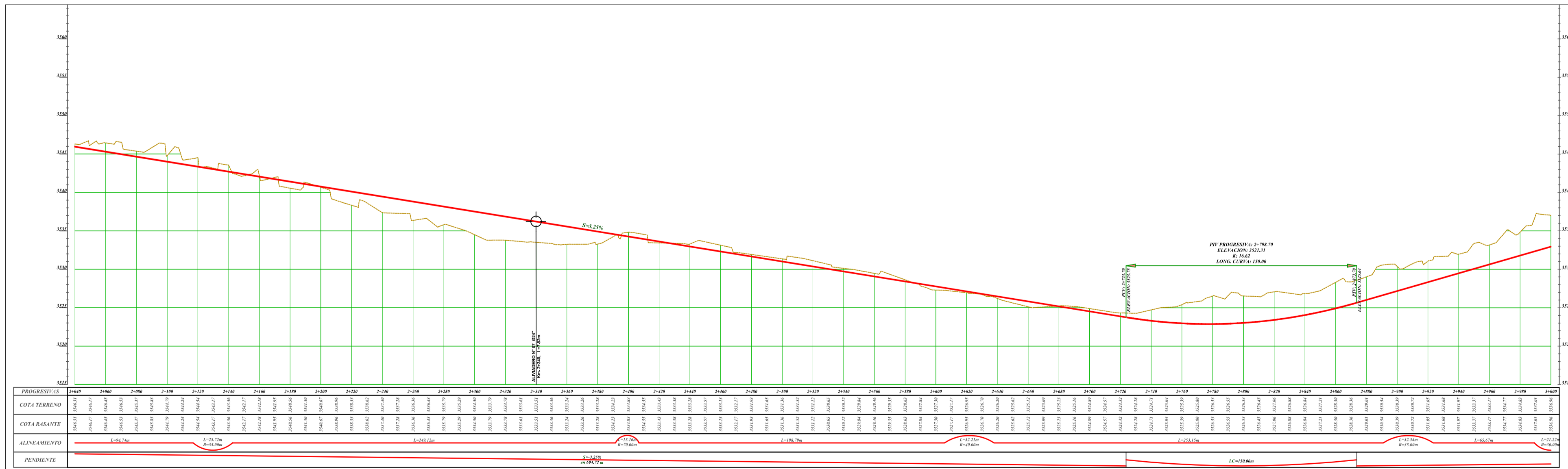


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS								
N° CURVA	RADIO (m)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)	ORDENADA MEDIA (m)	L. CUERDA (m)	ANG DELTA
PI-11	60	12.39	24.43	1.24	1.27	1.24	24.26	23°19'39"
PI-12	55	13.1	25.72	1.5	1.54	1.5	25.49	26°47'38"
PI-13	70	7.61	15.16	0.41	0.41	0.41	15.13	12°24'26"
PI-14	40	17.03	32.21	3.2	3.48	3.2	31.35	46°08'08"
PI-15	35	17.55	32.54	3.71	4.16	3.71	31.38	53°16'21"
PI-16	30	11.08	21.22	1.86	1.98	1.86	20.78	40°32'08"

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS						
N° CURVA	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT	COORDENADA PC	COORDENADA PI	COORDENADA PT
PI-11	1+997.68	2+010.06	2+022.11	(782883.11,9130701.68)	(782894.189,9130696.138)	(782906.55,9130695.43)
PI-12	2+116.84	2+129.94	2+142.56	(783001.13,9130690.01)	(783014.213,9130689.260)	(783026.23,9130694.49)
PI-13	2+391.68	2+399.29	2+406.84	(783254.66,9130793.88)	(783261.634,9130796.915)	(783269.10,9130798.38)
PI-14	2+605.63	2+622.66	2+637.83	(783464.16,9130836.68)	(783480.879,9130839.958)	(783494.83,9130830.18)
PI-15	2+890.99	2+908.54	2+923.53	(783702.13,9130684.87)	(783716.503,9130674.798)	(783717.02,9130675.25)
PI-16	2+989.20	3+000.28	3+010.42	(783718.97,9130591.61)	(783719.299,9130580.541)	(783726.75,9130572.34)

PERFIL LONGITUDINAL

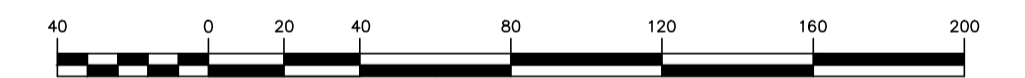
ESC: 1/2000



ESCALA: 1/2000

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ALCANT. / ALIV. (PLANTA)
	ALCANT. / ALIV. (PERFIL)

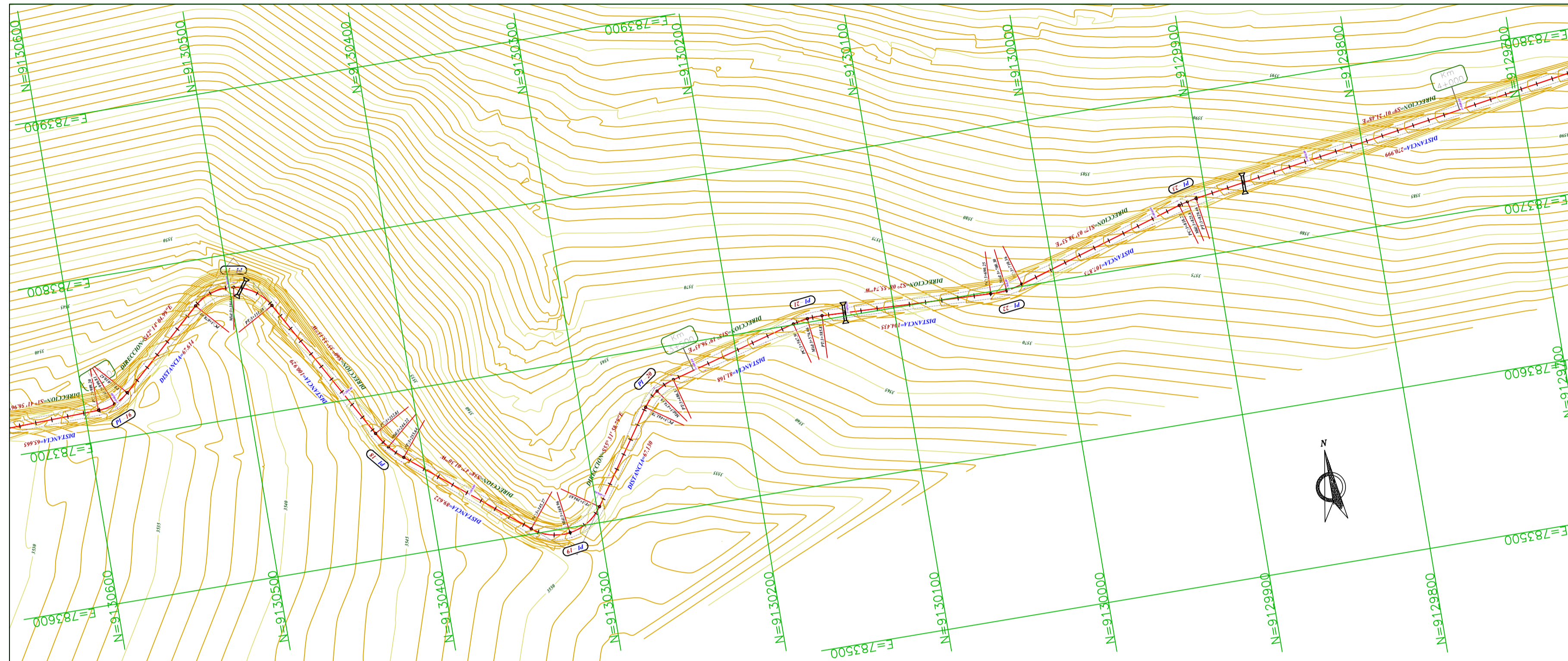
ESCALA GRAFICA HORIZONTAL



1 :2000

PLANTA

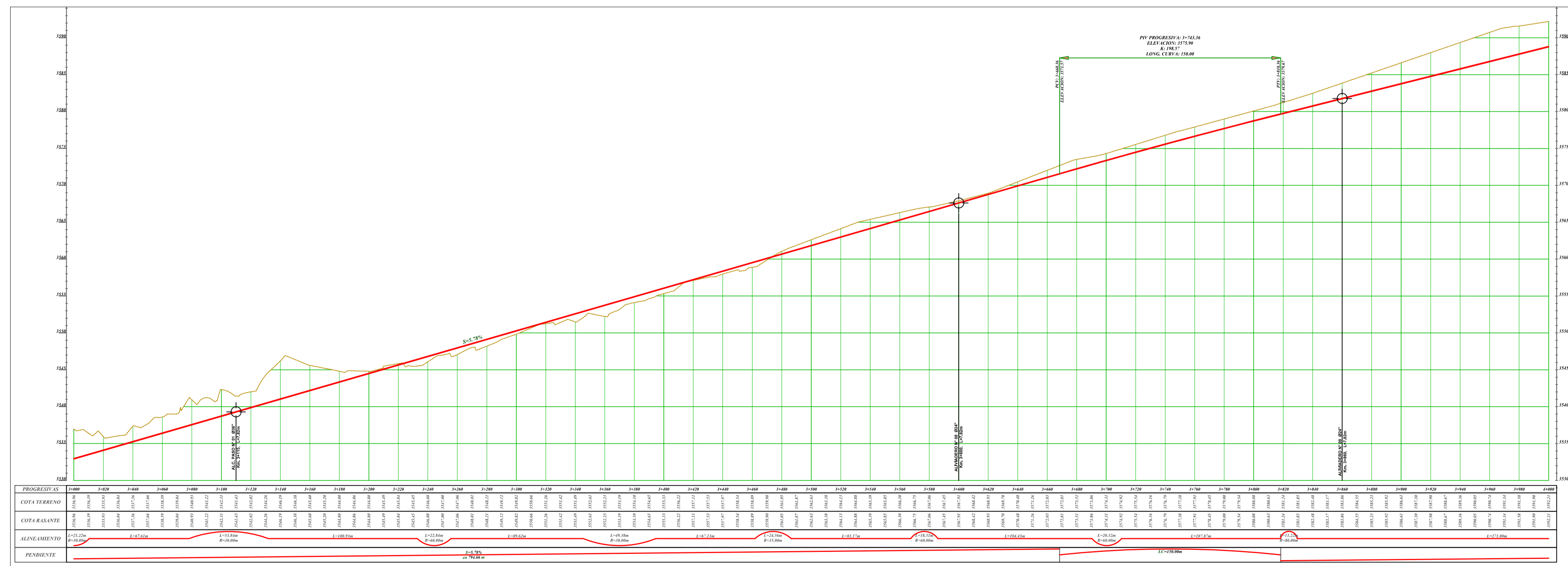
ESC: 1/2000



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS								
N° CURVA	RADIO (m)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)	ORDENADA MEDIA (m)	L. CUERDA (m)	ANG DELTA
PI-17	30	37.6	53.84	11.29	18.1	11.29	46.9	102°49'38"
PI-18	60	11.56	22.84	1.08	1.1	1.08	22.7	21°48'32"
PI-19	30	32.35	49.38	9.6	14.12	9.6	43.99	94°19'00"
PI-20	35	12.81	24.56	2.13	2.27	2.13	24.06	40°12'02"
PI-21	60	9.22	18.31	0.7	0.7	0.7	18.24	17°28'52"
PI-22	60	10.15	20.12	0.84	0.85	0.84	20.02	19°12'34"
PI-23	80	5.62	11.22	0.2	0.2	0.2	11.21	8°02'17"

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS						
N° CURVA	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT	COORDENADA PC	COORDENADA PI	COORDENADA PT
PI-17	3+078.04	3+115.63	3+131.88	(783772.19,9130522.28)	(783797.466,9130494.440)	(783764.71,9130475.98)
PI-18	3+232.81	3+244.36	3+255.64	(783676.79,9130426.42)	(783666.718,9130420.745)	(783659.48,9130411.73)
PI-19	3+345.27	3+377.62	3+394.65	(783603.34,9130341.87)	(783583.077,9130316.655)	(783609.75,9130298.35)
PI-20	3+461.78	3+474.59	3+486.34	(783665.09,9130260.36)	(783675.653,9130253.108)	(783679.04,9130240.76)
PI-21	3+567.50	3+576.73	3+585.81	(783700.50,9130162.48)	(783702.941,9130153.580)	(783702.59,9130144.36)
PI-22	3+690.25	3+700.40	3+710.36	(783698.68,9130040.00)	(783698.298,9130029.854)	(783701.28,9130020.15)
PI-23	3+818.23	3+823.86	3+829.46	(783732.93,9129917.02)	(783734.575,9129911.647)	(783735.46,9129906.10)

PERFIL LONGITUDINAL



ESCALA: 1/2000

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ALCANT. / ALIV. (PLANTA)
	ALCANT. / ALIV. (PERFIL)

ESCALA GRAFICA HORIZONTAL

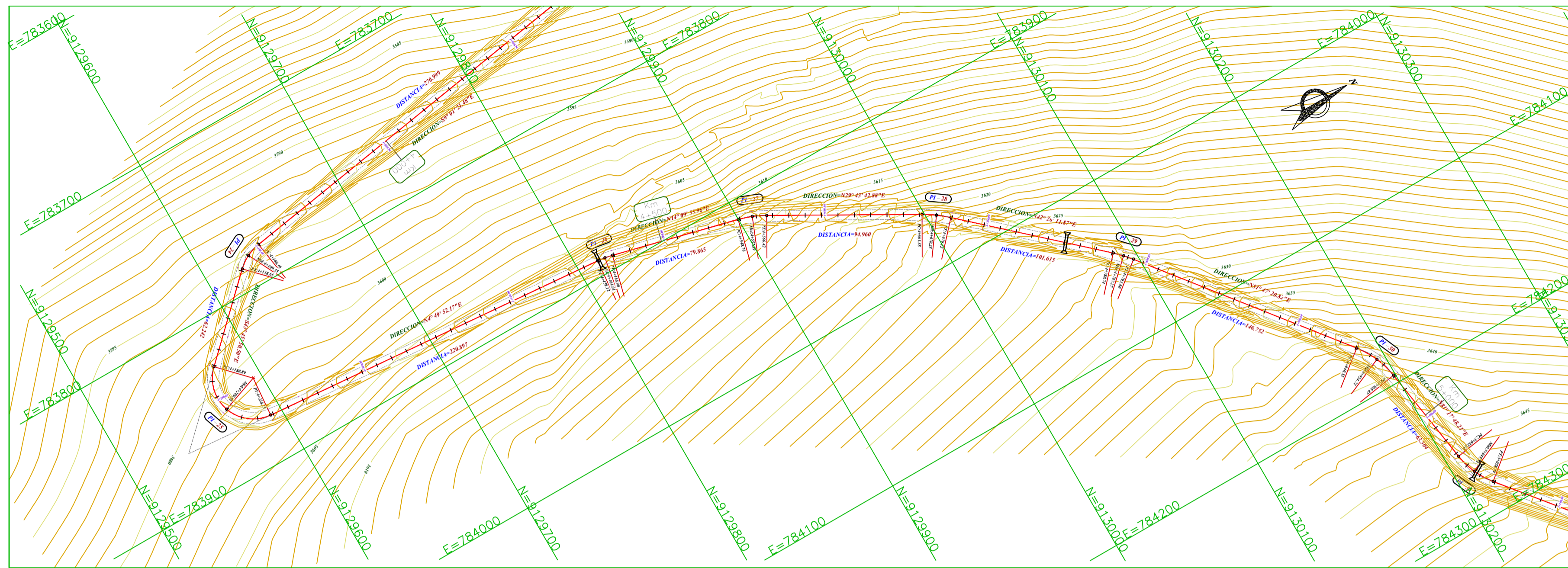


1 :2000

REVISIONES		DESCRIPCIÓN
N°	FECHA	

PLANTA

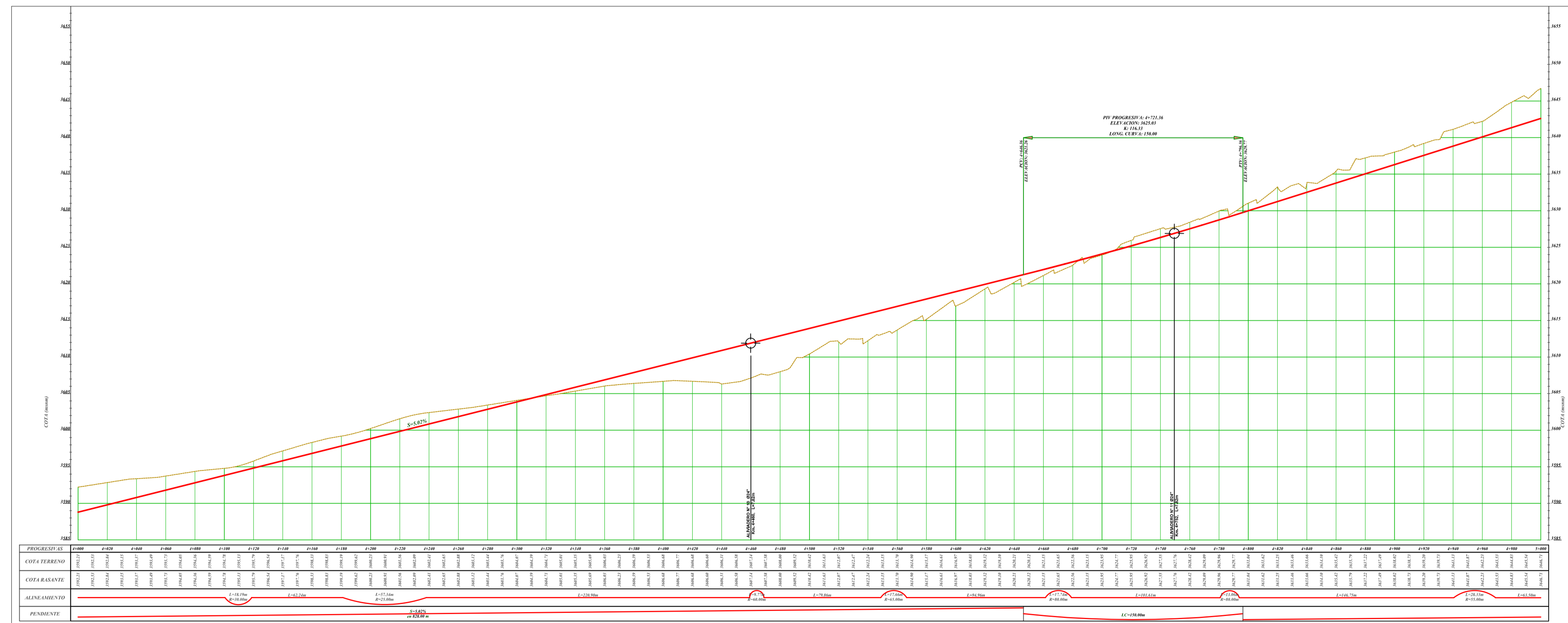
ESC: 1/2000



N° CURVA	RADIO (m)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)	ORDENADA MEDIA (m)	L. CUERDA (m)	ANG DELTA
PI-24	30	9.38	18.19	1.37	1.43	1.37	17.91	34°44'29"
PI-25	25	55.38	57.34	14.71	35.76	14.71	45.57	131°24'17"
PI-26	60	4.9	9.77	0.2	0.2	0.2	9.76	9°20'04"
PI-27	65	8.88	17.66	0.6	0.6	0.6	17.6	15°33'47"
PI-28	80	8.91	17.74	0.49	0.49	0.49	17.71	12°42'29"
PI-29	80	6.54	13.06	0.27	0.27	0.27	13.04	9°21'09"
PI-30	55	14.48	28.33	1.81	1.88	1.81	28.01	29°30'27"

N° CURVA	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT	COORDENADA PC	COORDENADA PI	COORDENADA PT
PI-24	4+100.46	4+109.84	4+118.65	(783777.96,9129638.45)	(783779.427,9129629.182)	(783785.92,9129622.40)
PI-25	4+180.89	4+236.27	4+238.23	(783828.97,9129577.45)	(783867.273,9129537.461)	(783871.94,9129592.64)
PI-26	4+459.12	4+464.02	4+468.90	(783890.54,9129812.75)	(783890.953,9129817.633)	(783892.15,9129822.38)
PI-27	4+548.76	4+557.65	4+566.42	(783911.70,9129899.82)	(783913.871,9129908.431)	(783918.28,9129916.14)
PI-28	4+661.38	4+670.29	4+679.12	(783965.37,9129998.61)	(783969.783,9130006.342)	(783975.79,9130012.92)
PI-29	4+780.74	4+787.28	4+793.80	(784044.36,9130087.91)	(784048.777,9130092.740)	(784053.92,9130096.79)
PI-30	4+940.55	4+955.03	4+968.87	(784169.23,9130187.56)	(784180.608,9130196.521)	(784194.92,9130198.71)

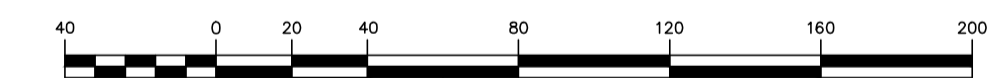
PERFIL LONGITUDINAL



ESCALA: 1/2000

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ALCANT. / ALIV. (PLANTA)
	ALCANT. / ALIV. (PERFIL)

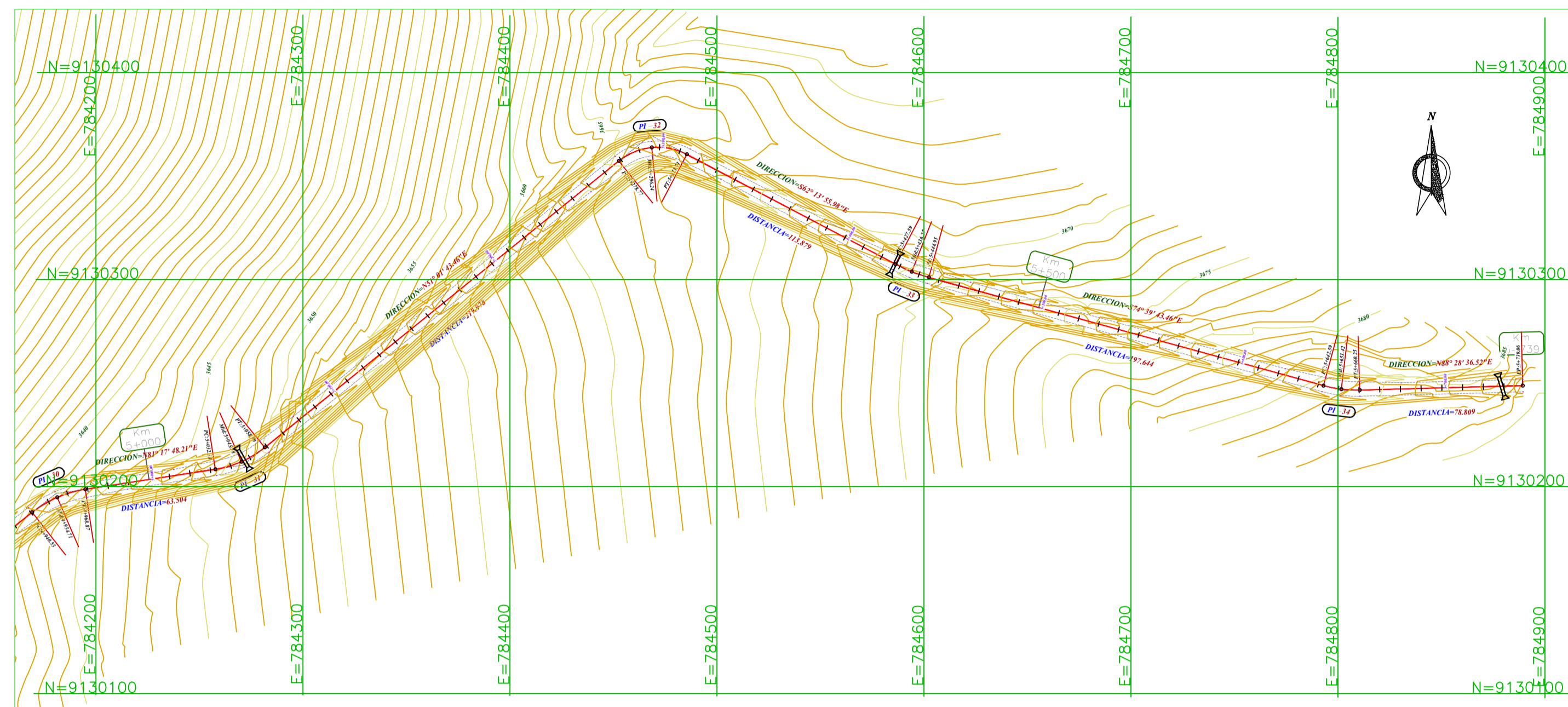
ESCALA GRAFICA HORIZONTAL



1 :2000

PLANTA

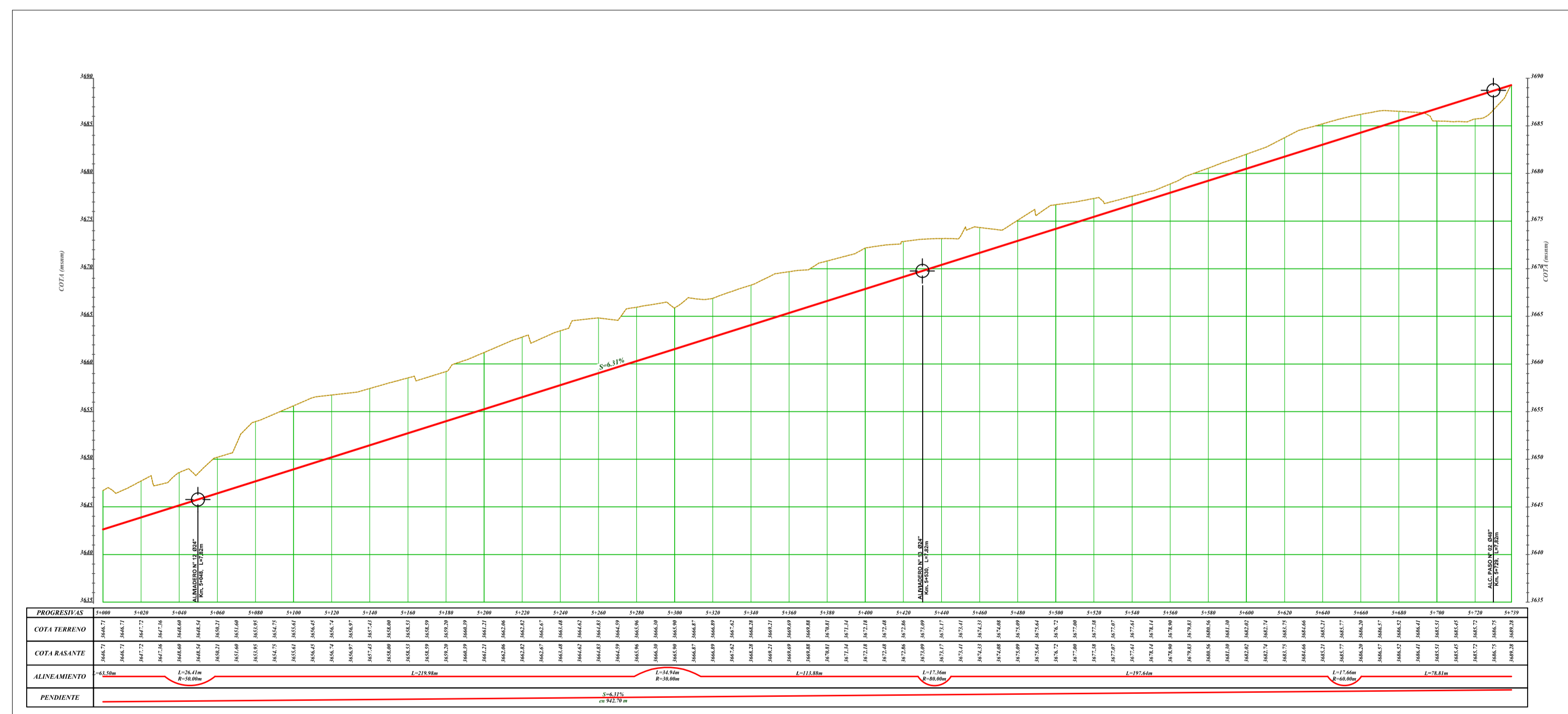
ESC: 1/2000



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS								
N° CURVA	RADIO (m)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)	ORDENADA MEDIA (m)	L. CUERDA (m)	ANG DELTA
PI-31	50	13.52	26.41	1.73	1.8	1.73	26.11	30°16'05"
PI-32	30	19.76	34.94	4.95	5.92	4.95	33	66°44'21"
PI-33	80	8.71	17.36	0.47	0.47	0.47	17.32	12°25'47"
PI-34	60	8.89	17.66	0.65	0.66	0.65	17.59	16°51'40"

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS						
N° CURVA	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT	COORDENADA PC	COORDENADA PI	COORDENADA PT
PI-31	5+032.38	5+045.90	5+058.79	(784257.70,9130208.32)	(784271.065,9130210.369)	(784281.58,9130218.87)
PI-32	5+278.77	5+298.53	5+313.71	(784452.60,9130357.22)	(784467.965,9130369.651)	(784485.45,9130360.45)
PI-33	5+427.59	5+436.30	5+444.95	(784586.21,9130307.39)	(784593.922,9130303.332)	(784602.32,9130301.03)
PI-34	5+642.59	5+651.48	5+660.25	(784792.93,9130248.75)	(784801.504,9130246.396)	(784810.39,9130246.63)

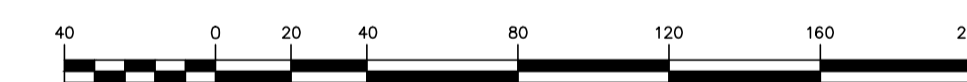
PERFIL LONGITUDINAL



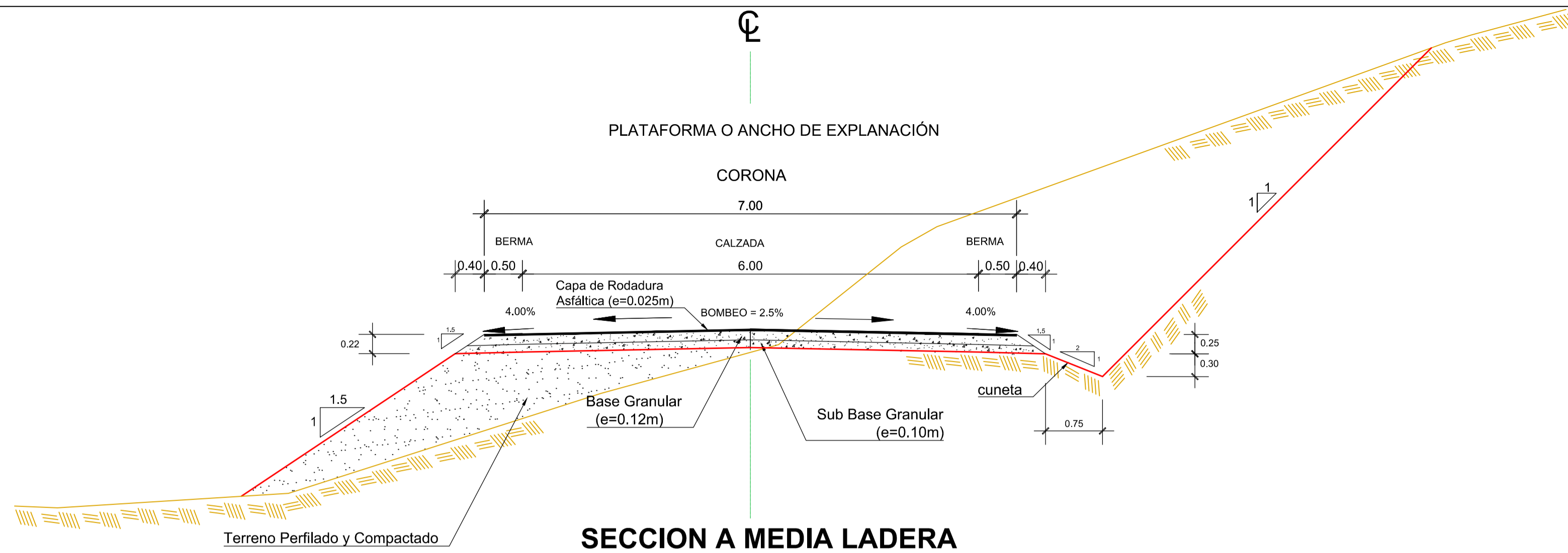
ESC: 1/2000

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ALCANT. / ALIV. (PLANTA)
	ALCANT. / ALIV. (PERFIL)

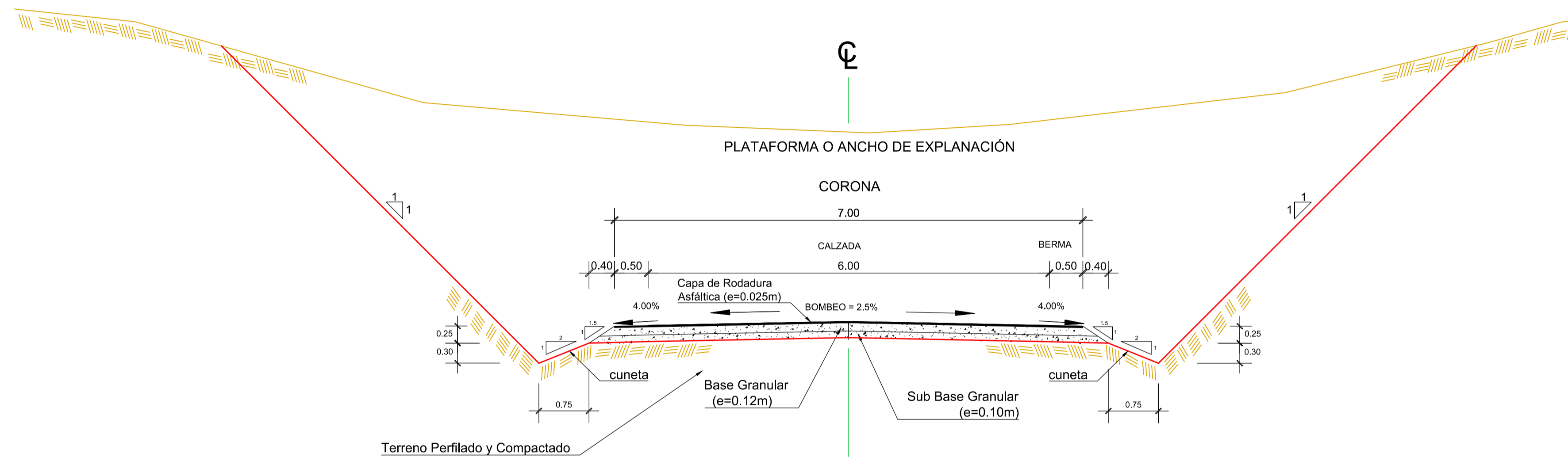
ESCALA GRAFICA HORIZONTAL



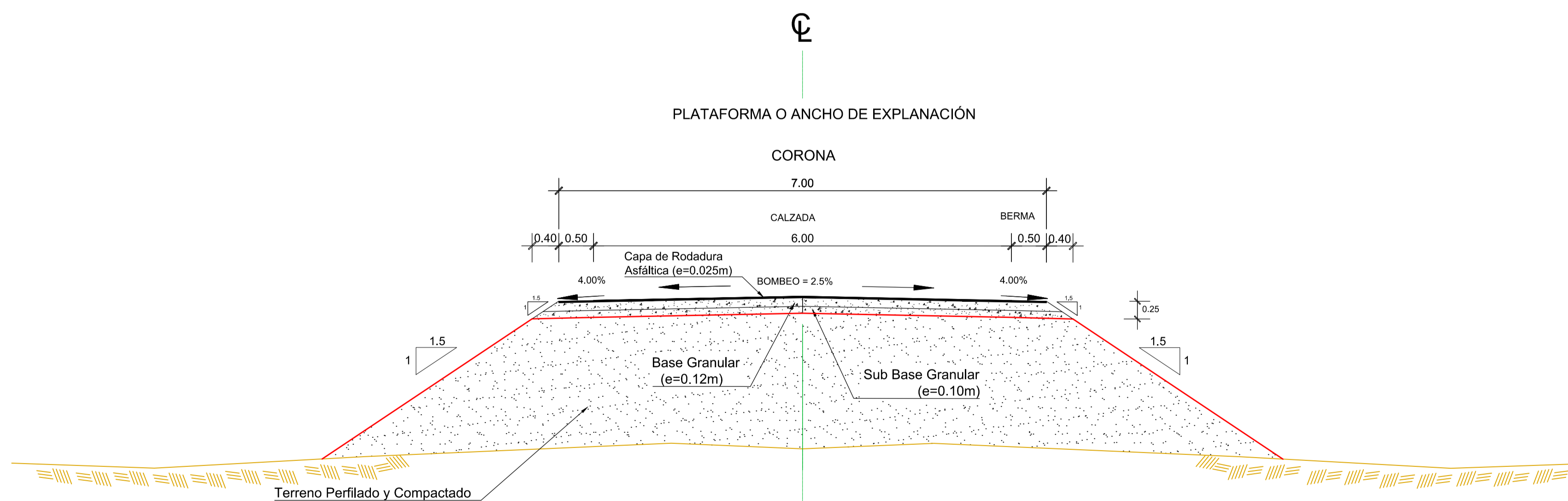
1 :2000



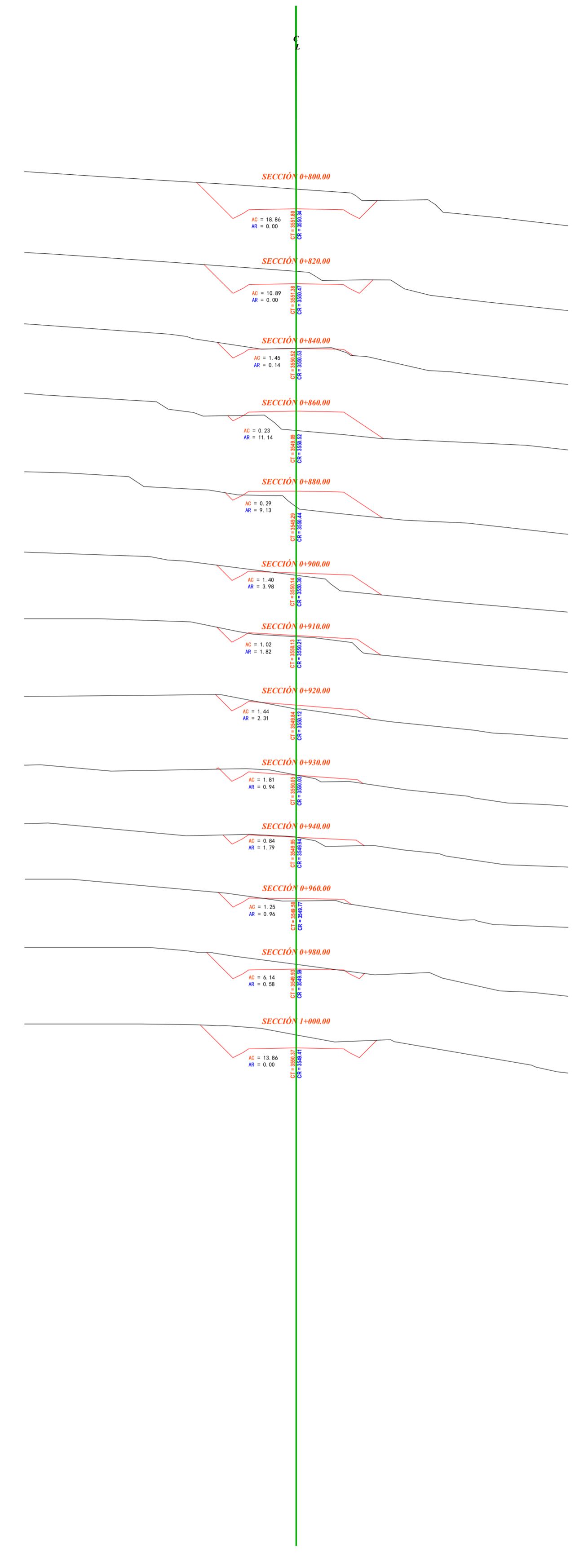
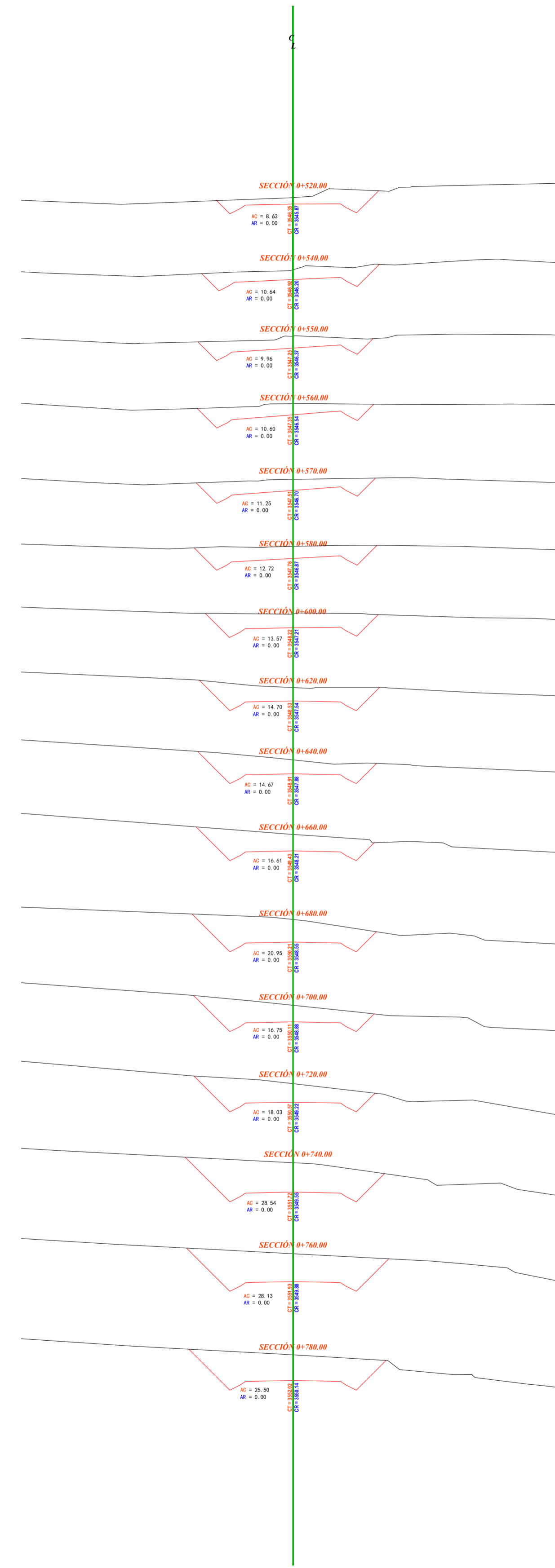
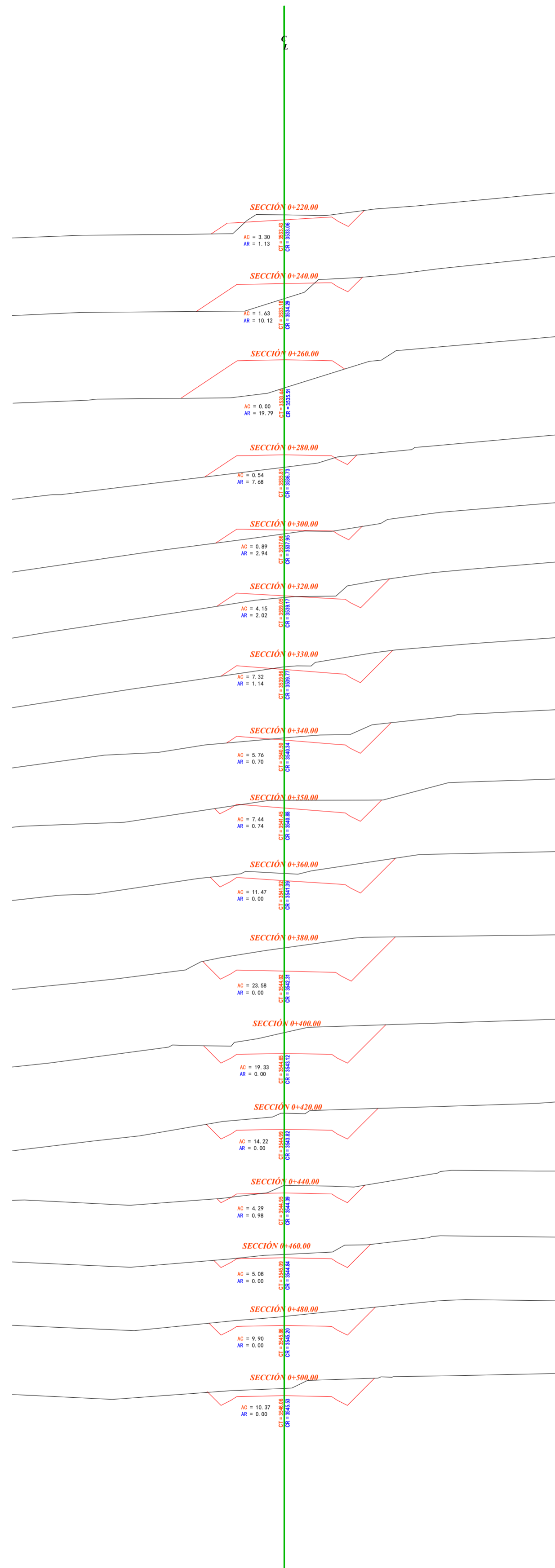
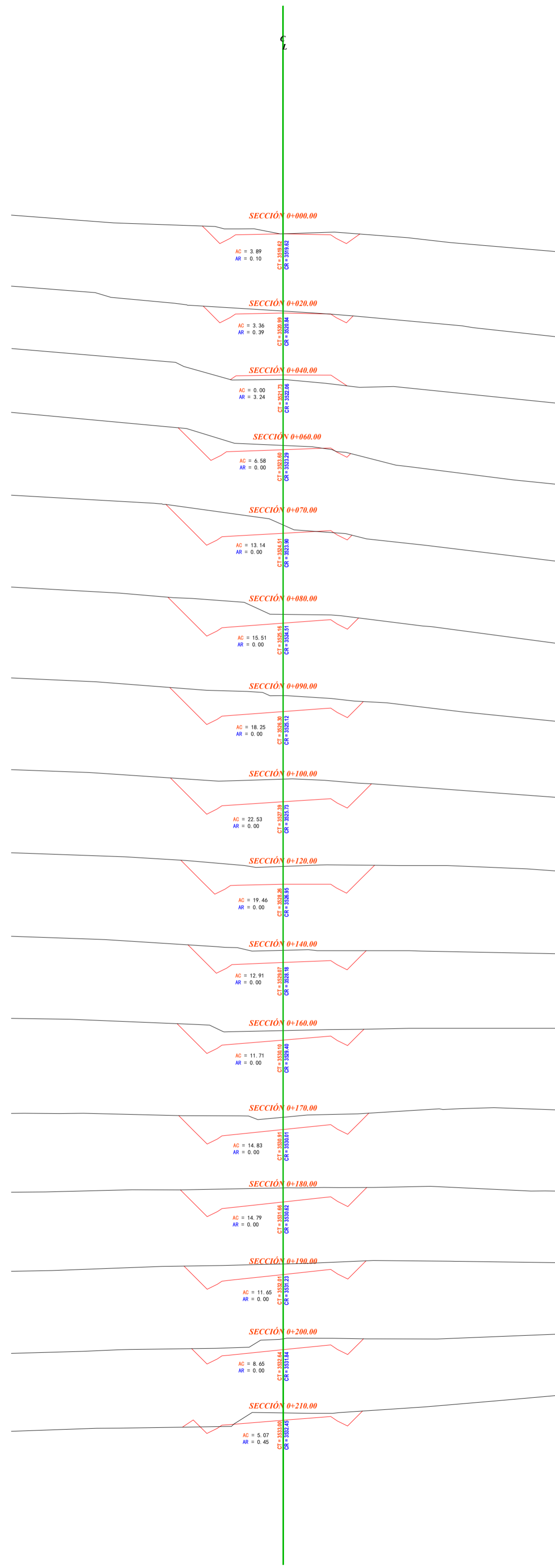
SECCION A MEDIA LADERA

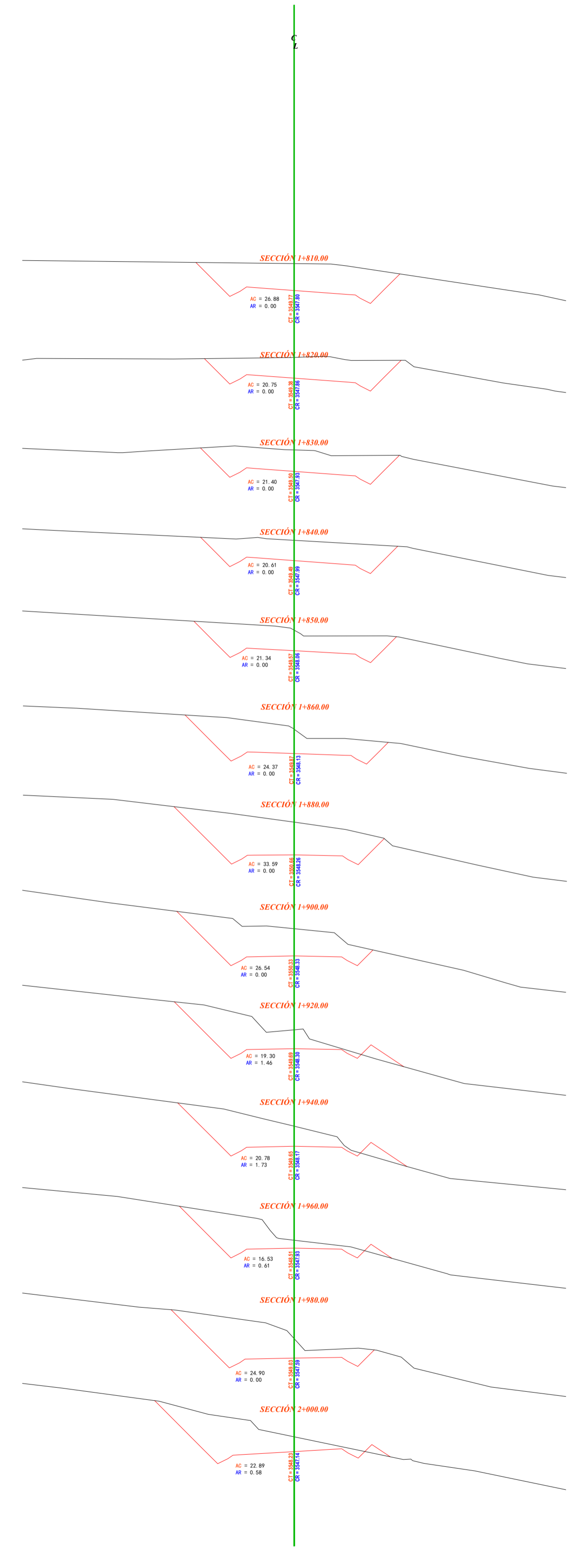
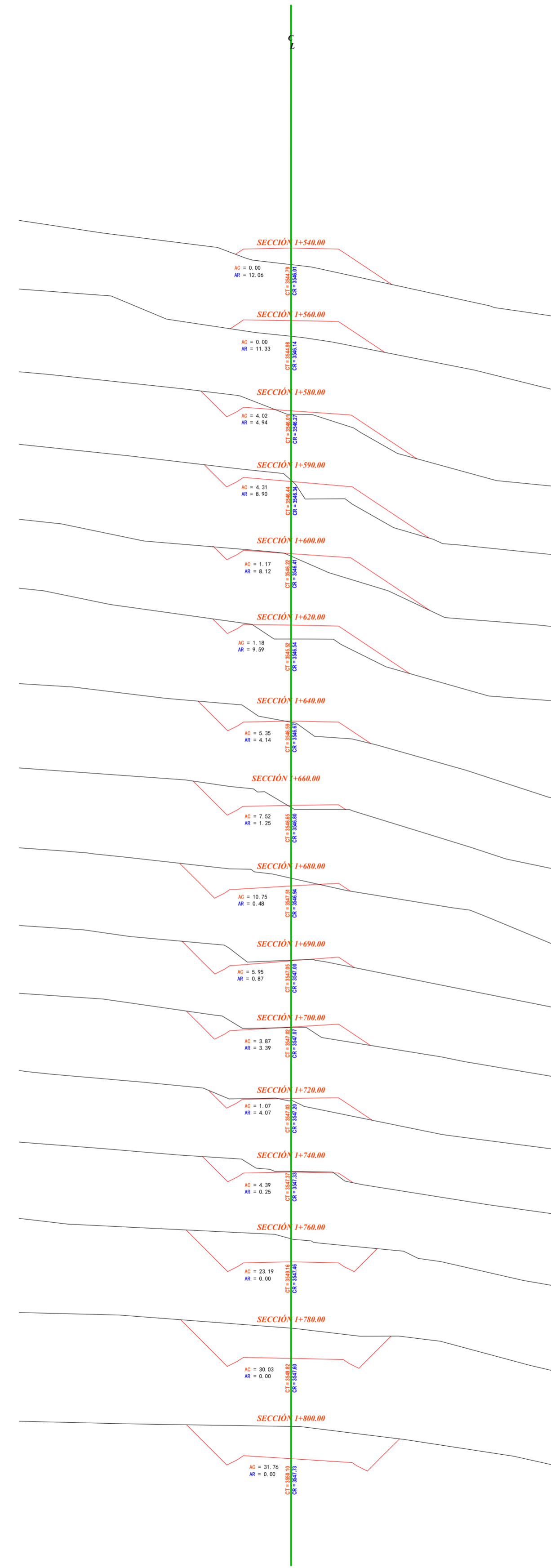
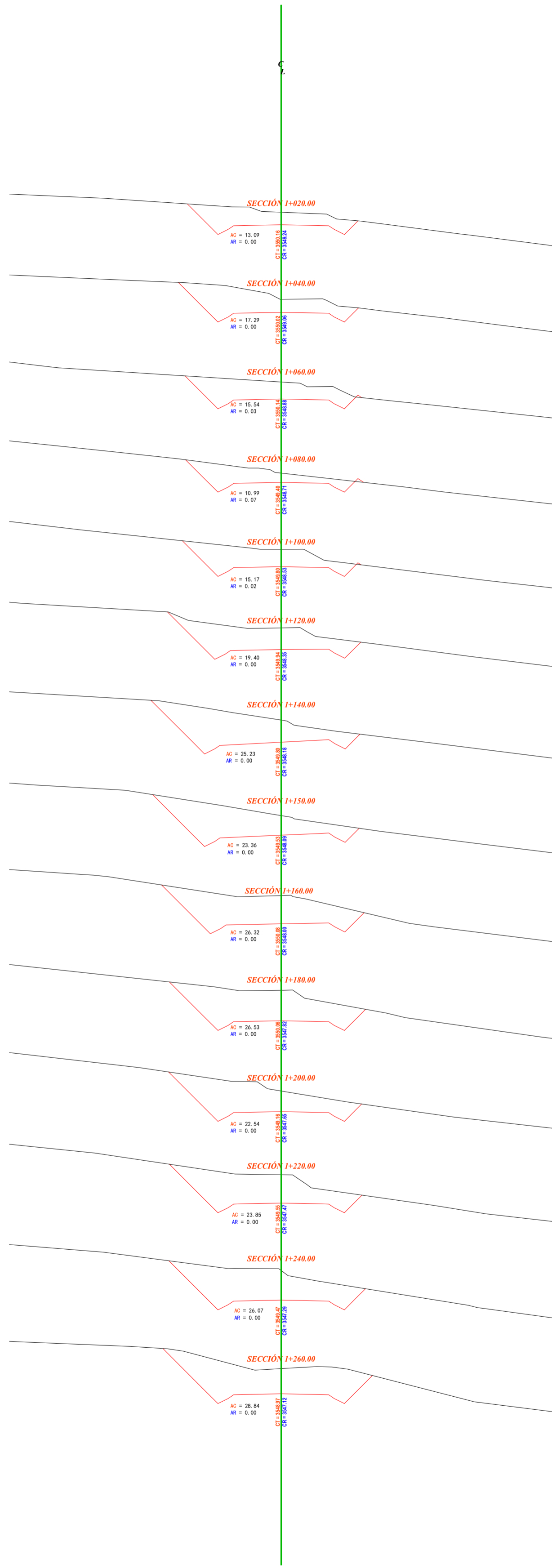


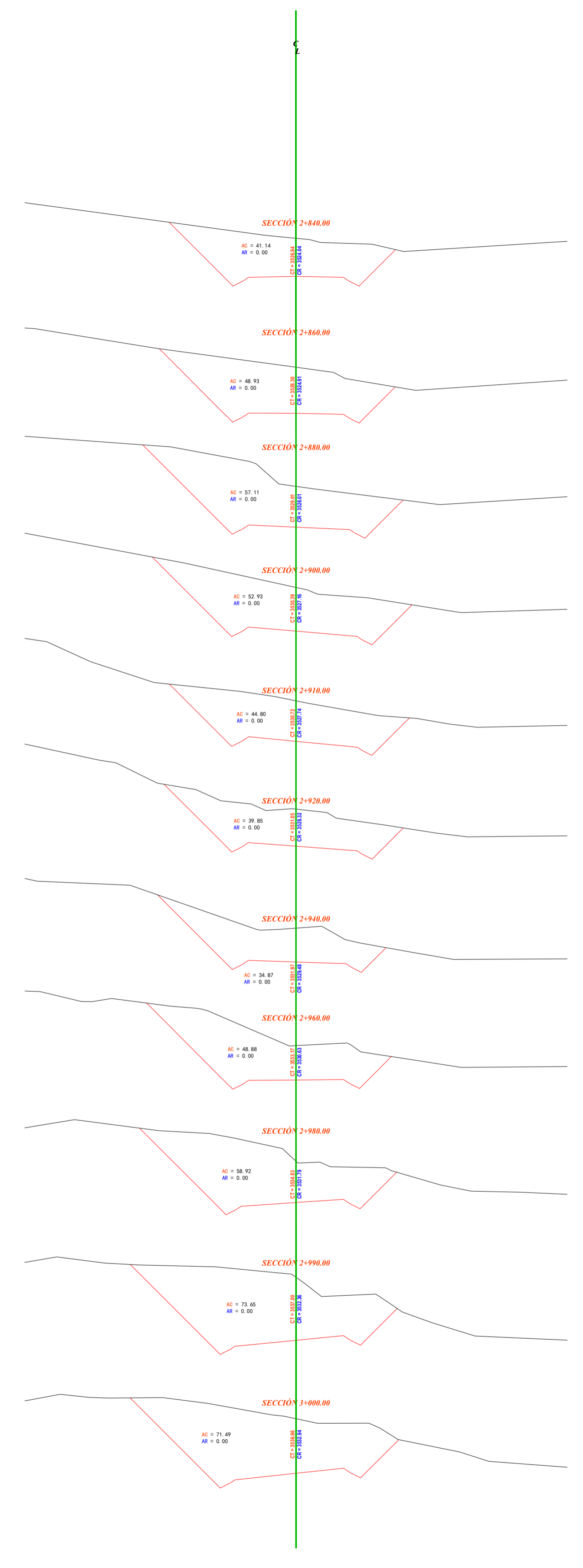
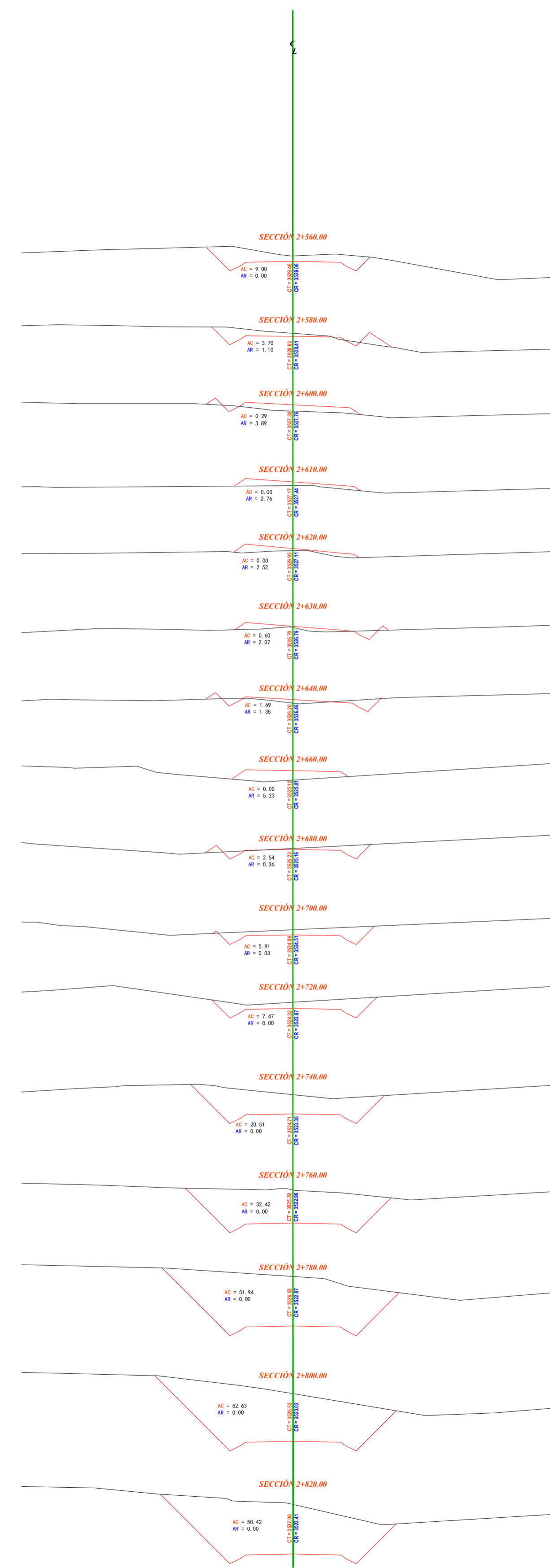
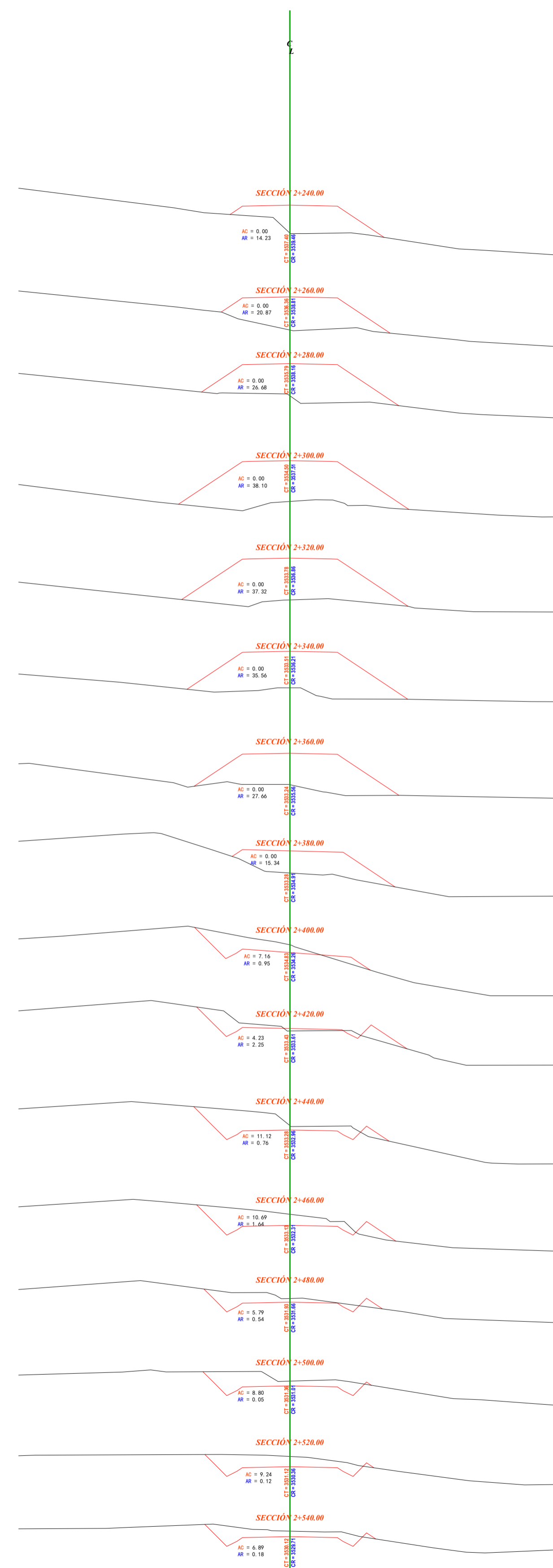
SECCION EN CORTE CERRADO



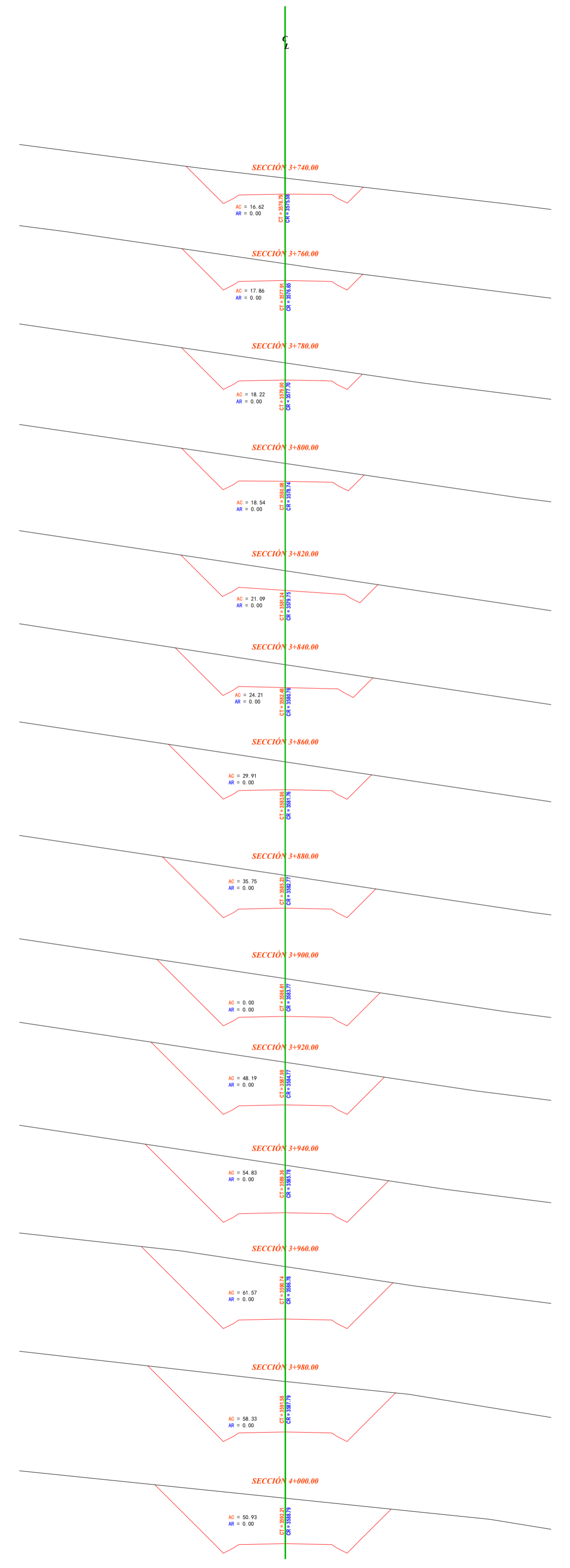
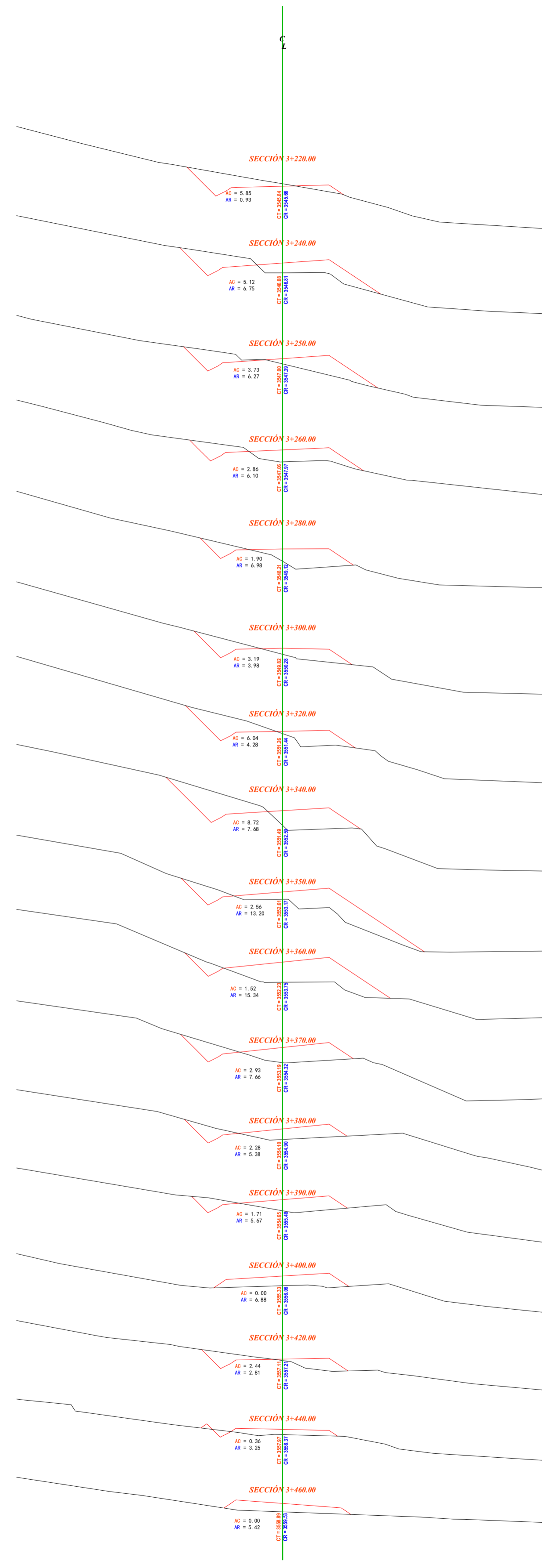
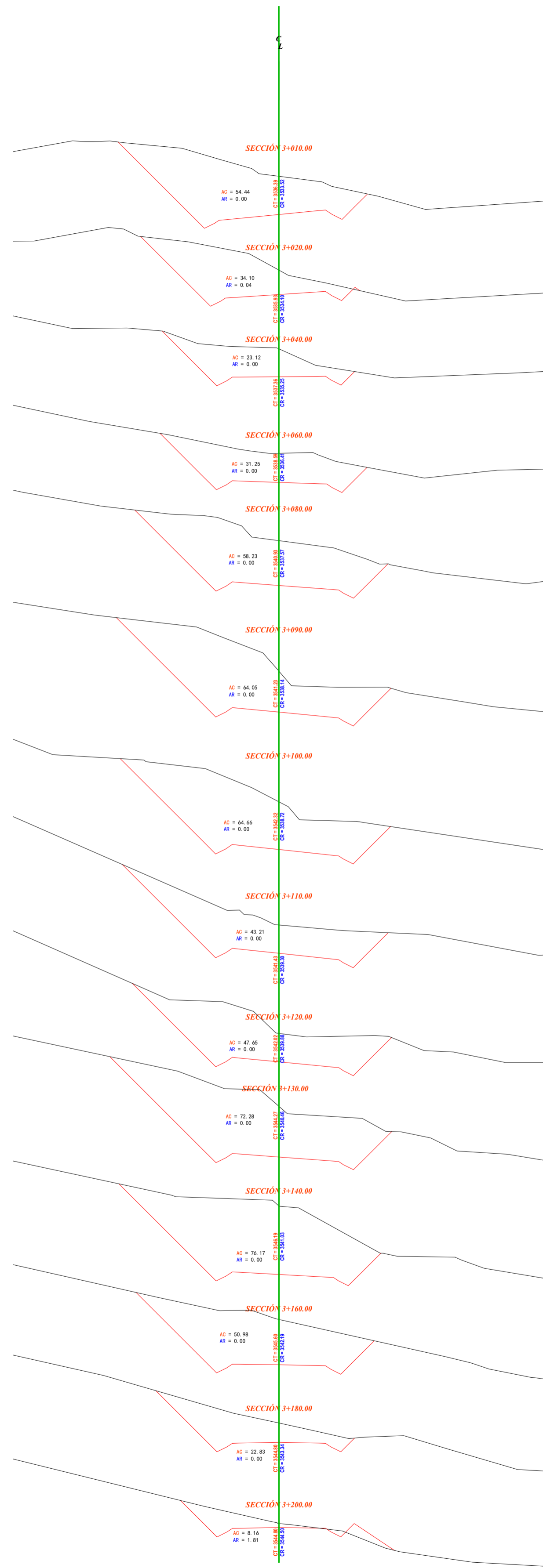
SECCION EN RELLENO



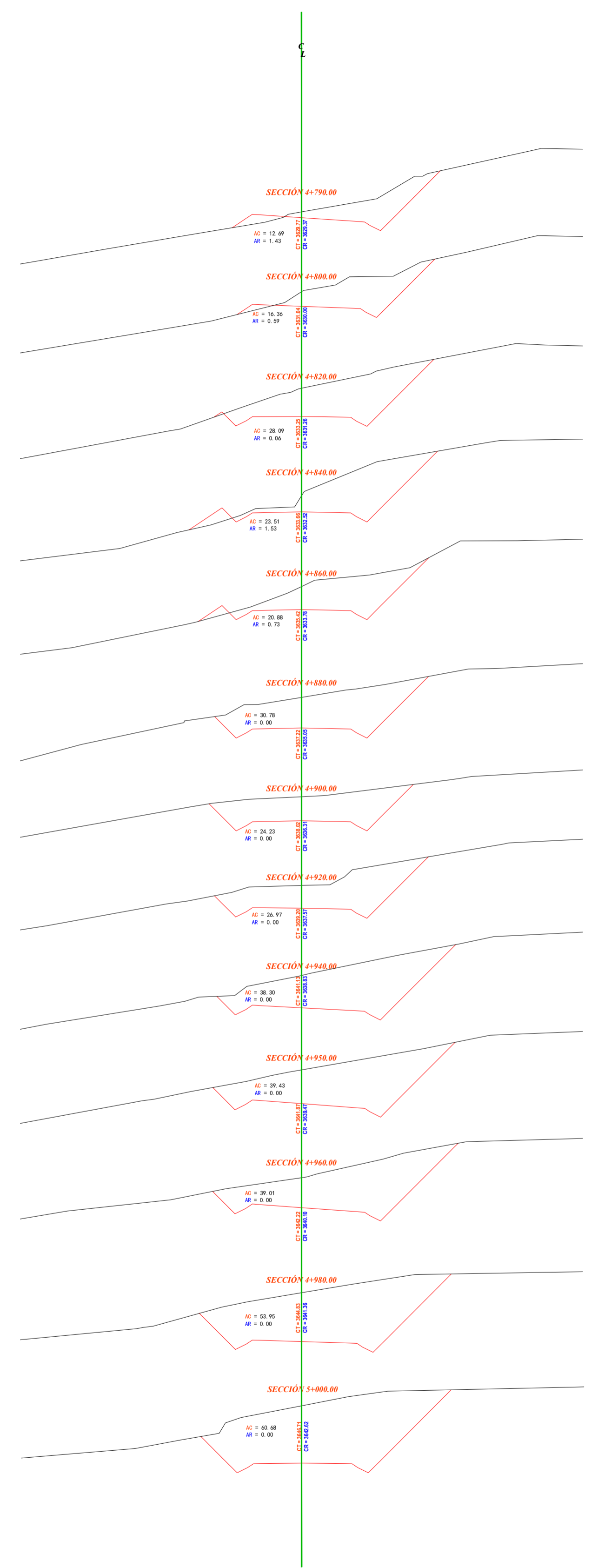
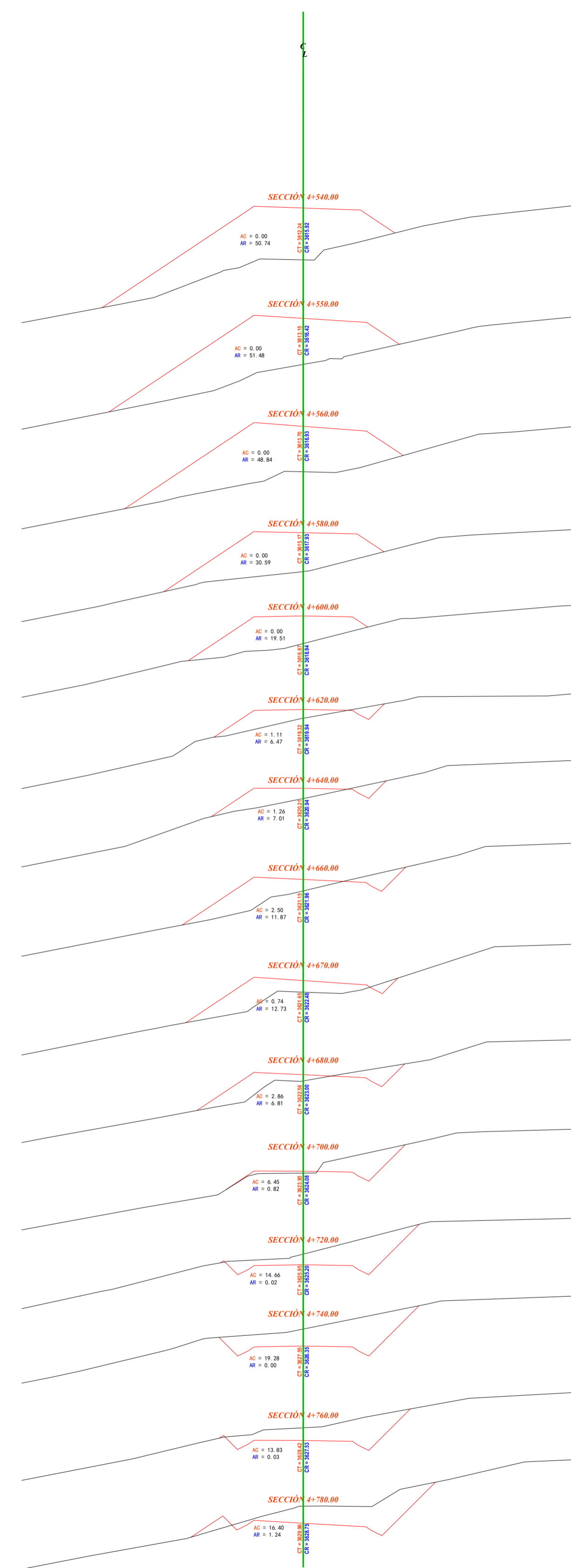
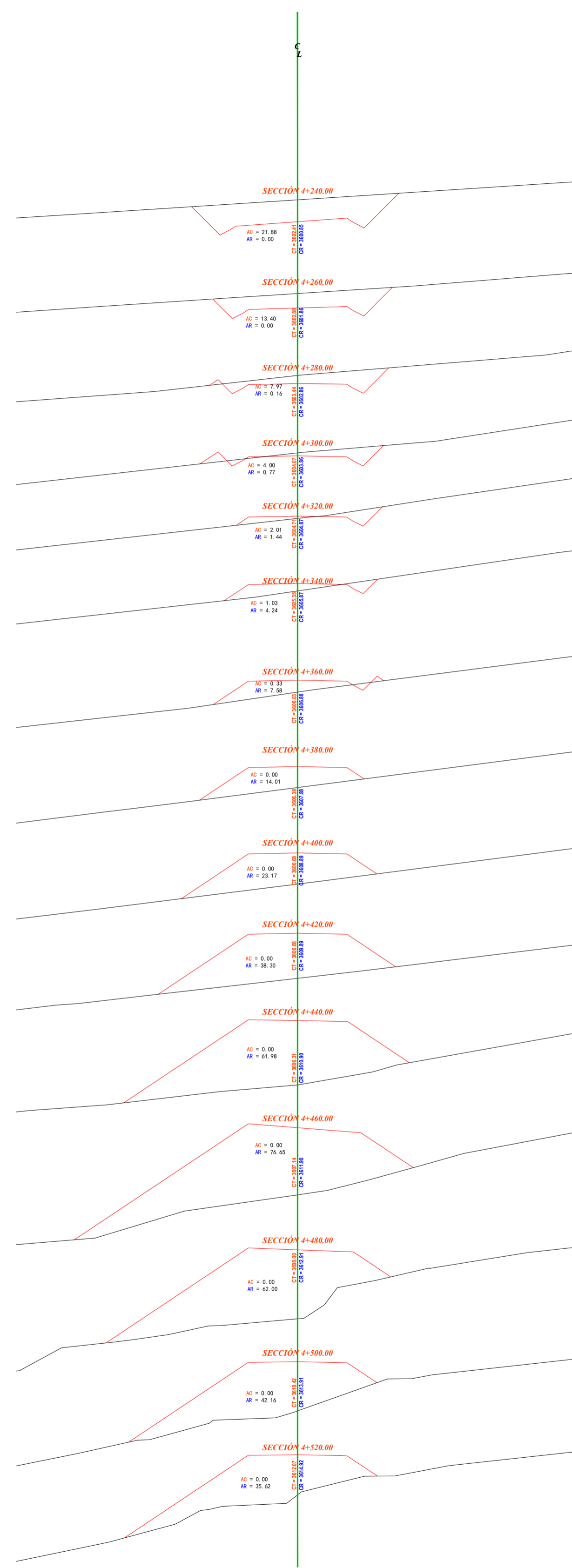


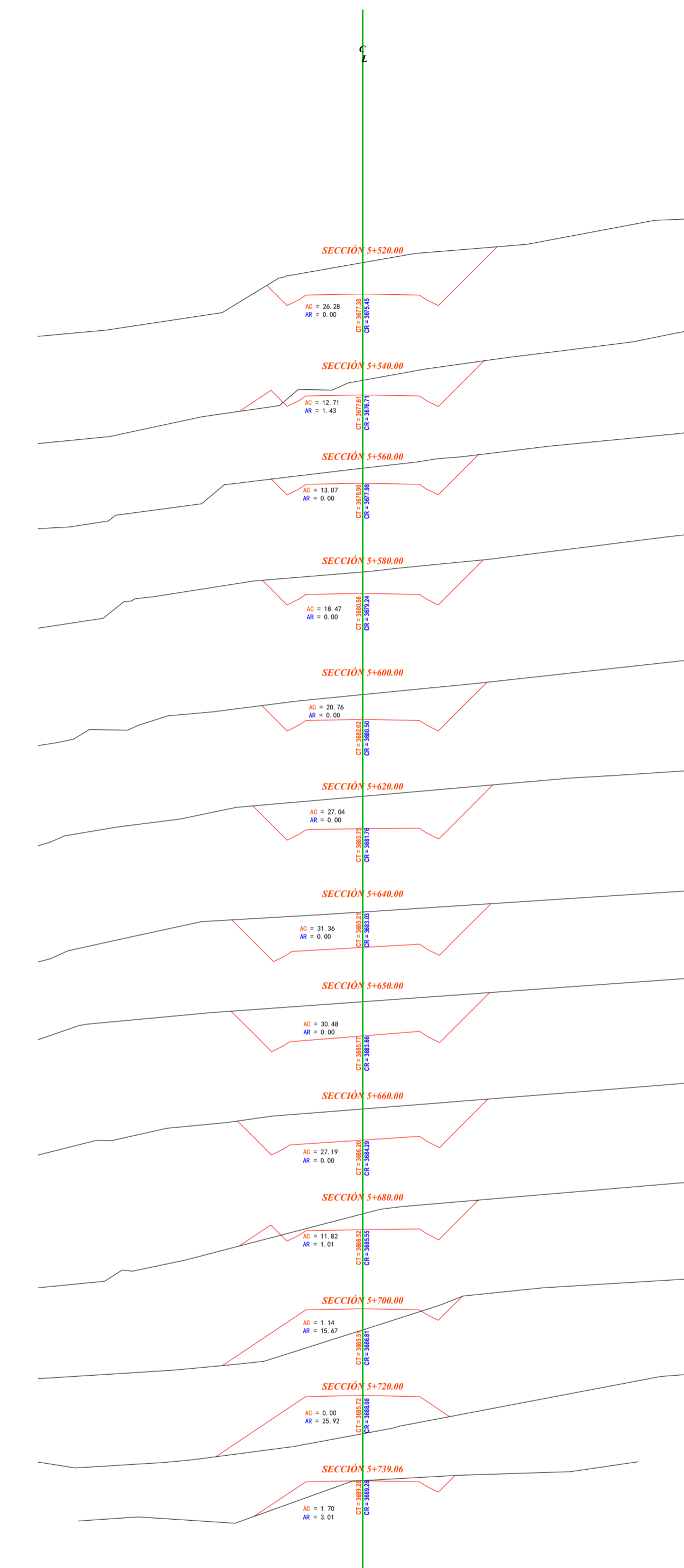
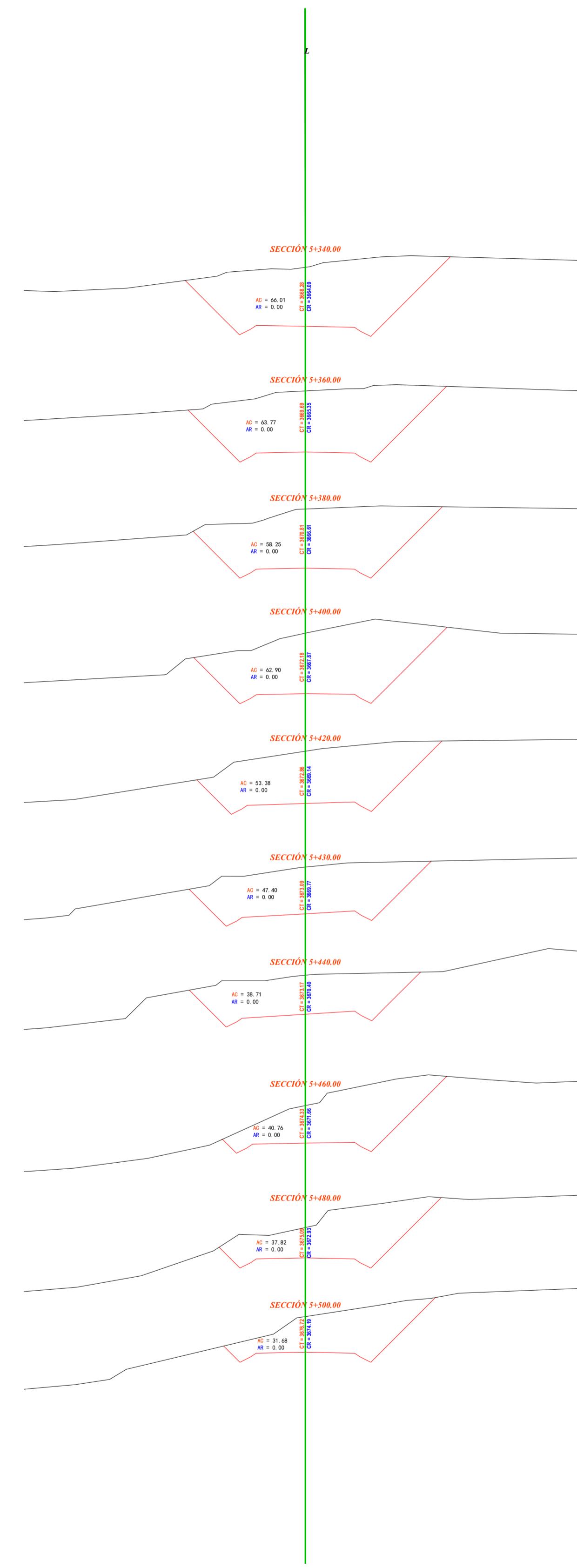
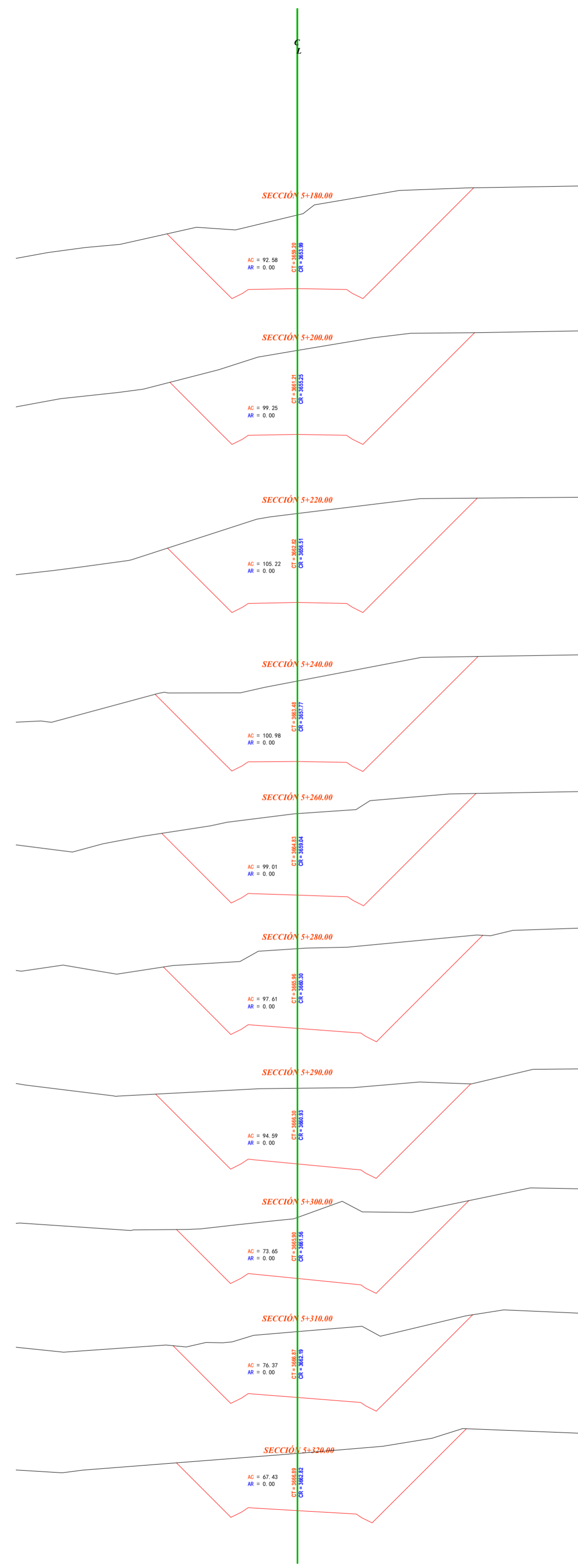
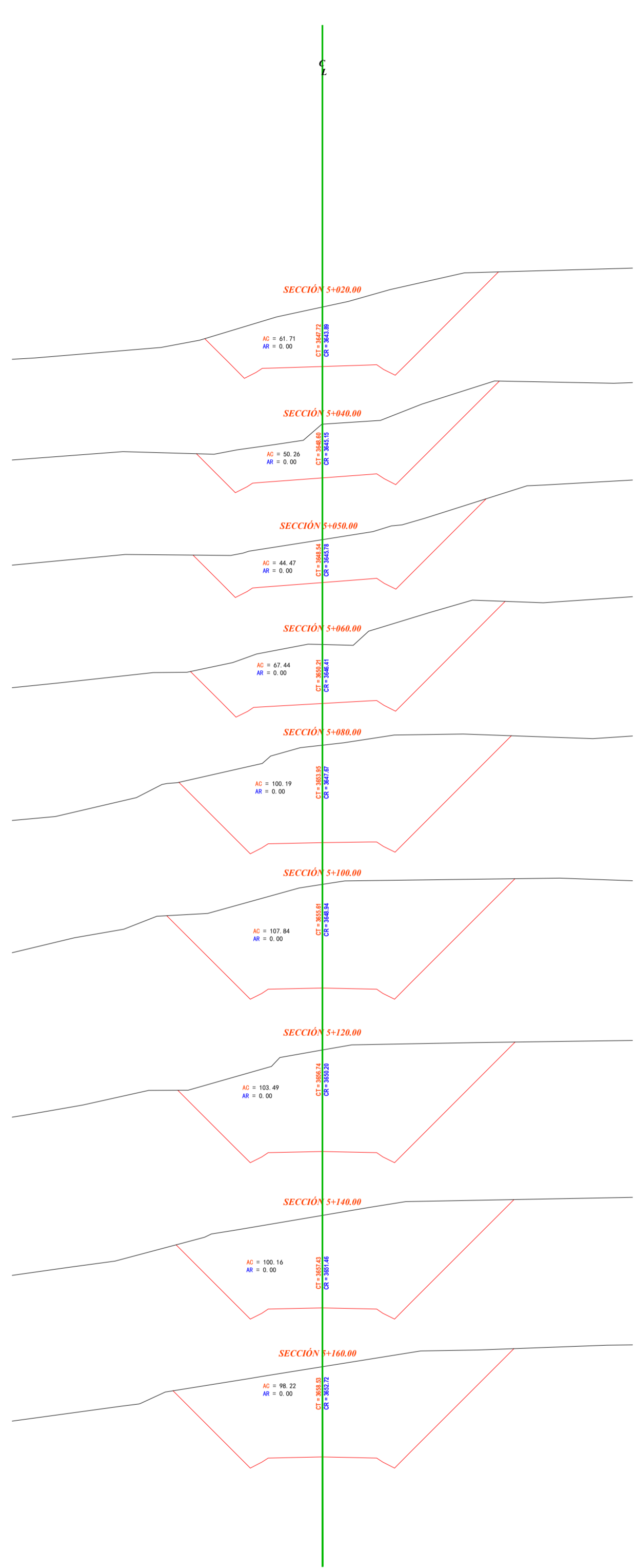


REVISIONES		DESCRIPCIÓN
N°	FECHA	



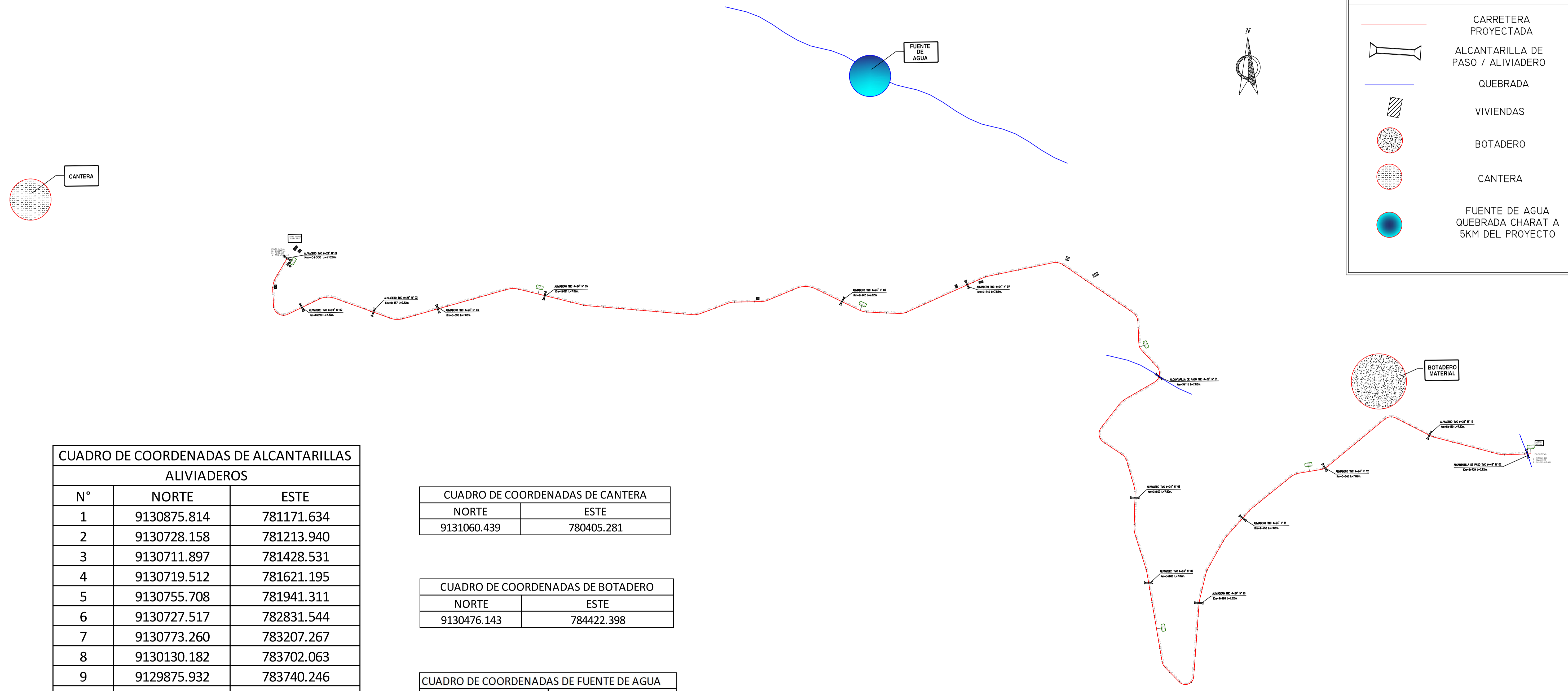
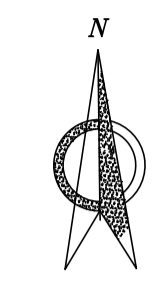
REVISIONES	
Nº	FECHA





REVISIONES	
Nº	FECHA

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRETERA PROYECTADA
	ALCANTARILLA DE PASO / ALIVIADERO
	QUEBRADA
	VIVIENDAS
	BOTADERO
	CANTERA
	FUENTE DE AGUA QUEBRADA CHARAT A 5KM DEL PROYECTO



CUADRO DE COORDENADAS DE ALCANTARILLAS ALIVIADEROS

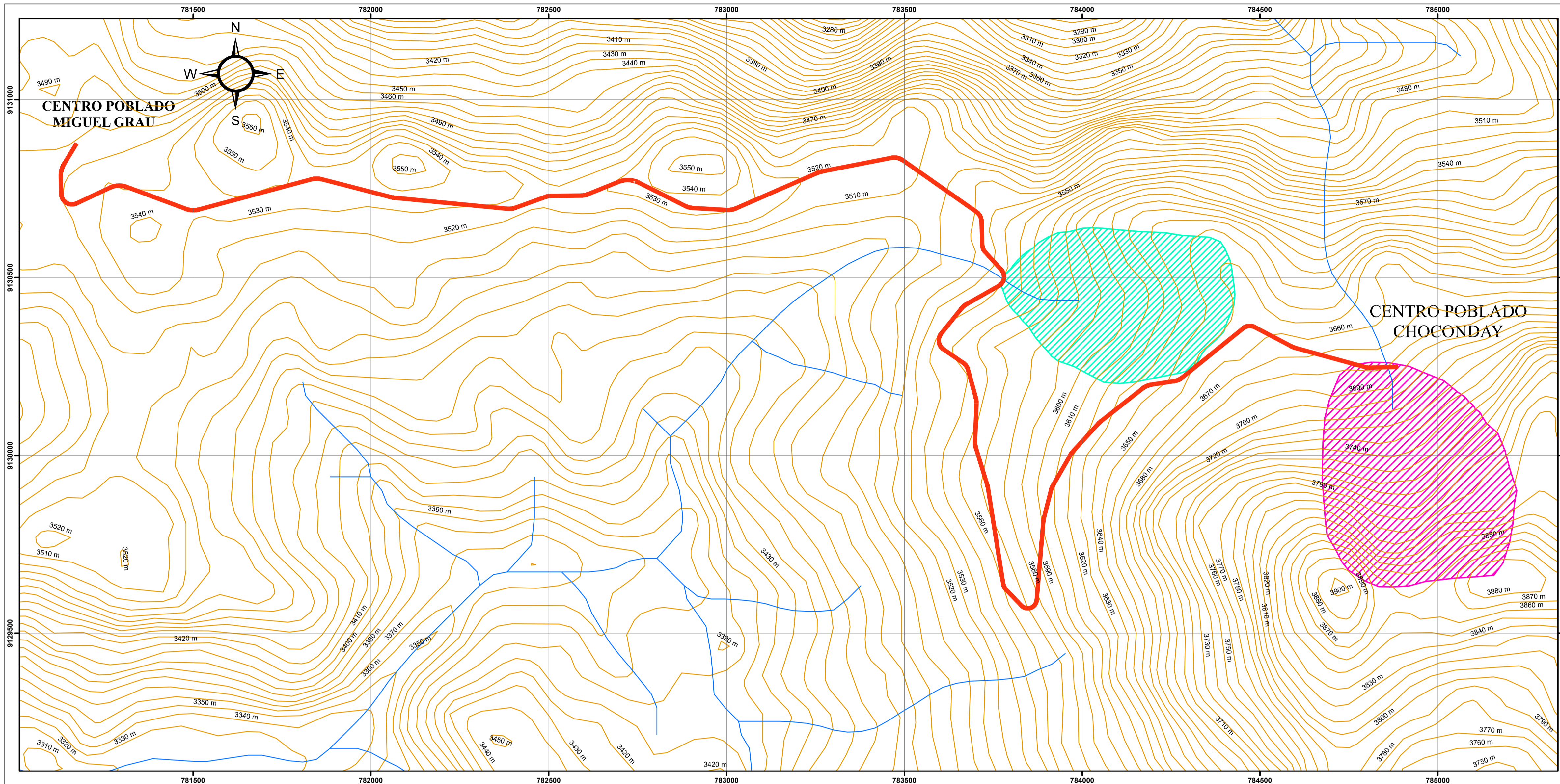
N°	NORTE	ESTE
1	9130875.814	781171.634
2	9130728.158	781213.940
3	9130711.897	781428.531
4	9130719.512	781621.195
5	9130755.708	781941.311
6	9130727.517	782831.544
7	9130773.260	783207.267
8	9130130.182	783702.063
9	9129875.932	783740.246
10	9129813.625	783890.621
11	9130065.943	784024.245
12	9130212.893	784272.227
13	9130307.391	784586.213
ALCANTARILLAS DE PASO		
N°	NORTE	ESTE
1	9130492.730	783778.477
2	9130248.456	784878.981

CUADRO DE COORDENADAS DE CANTERA	
NORTE	ESTE
9131060.439	780405.281

CUADRO DE COORDENADAS DE BOTADERO	
NORTE	ESTE
9130476.143	784422.398

CUADRO DE COORDENADAS DE FUENTE DE AGUA	
NORTE	ESTE
9131401.896	782923.403

PLANO DE CUENCAS



ESCALA: 1/7,000

CUADRO DE CUENCAS

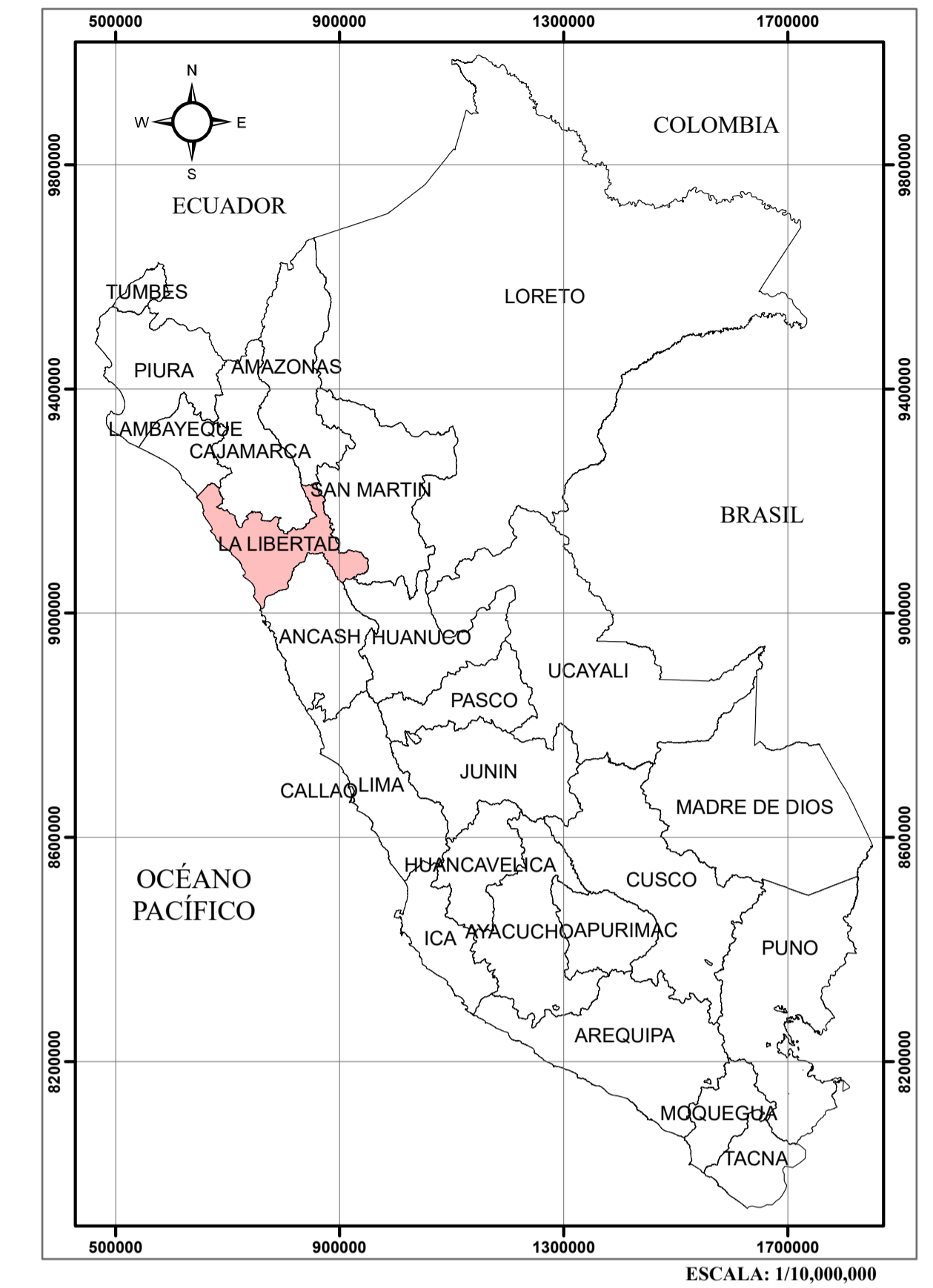
CUENCA	ÁREA (KM2)
1	0.22
2	0.28

LEYENDA

	CURVAS
	EJE DE VÍA
	QUEBRADA PEQUEÑA
	CUENCA 01
	CUENCA 02

UBICACIÓN DEL PROYECTO

MAPA DEL PERÚ



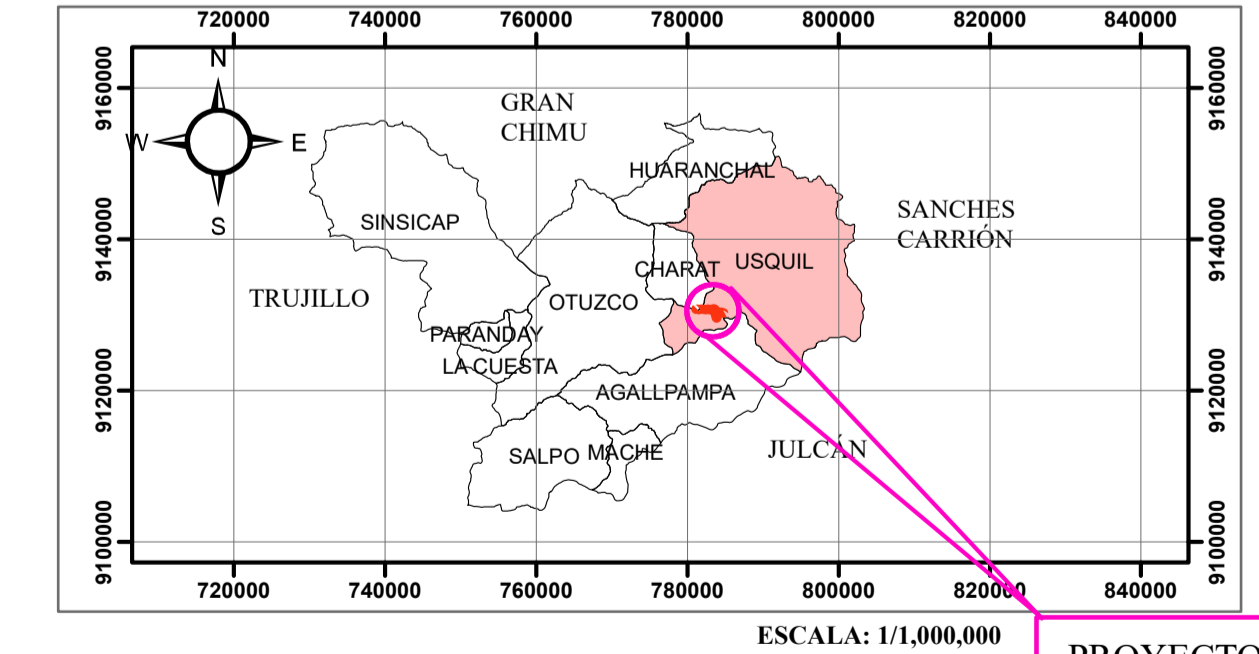
ESCALA: 1/10,000,000

MAPA DEL DEPARTAMENTO LA LIBERTAD



ESCALA: 1/2,500,000

MAPA PROVINCIA DE OTUZCO



ESCALA: 1/1,000,000

PROYECTO



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO
DE LA CARRETERA TRAMO MIGUEL GRAU- CHOCONDAY -
DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO- LA LIBERTAD"

ALUMNO(A):
NORIEGA PEREZ, SANDRA

ASESOR:
ING. CORNEJO RODRIGUEZ, SHEYLA YULIANA

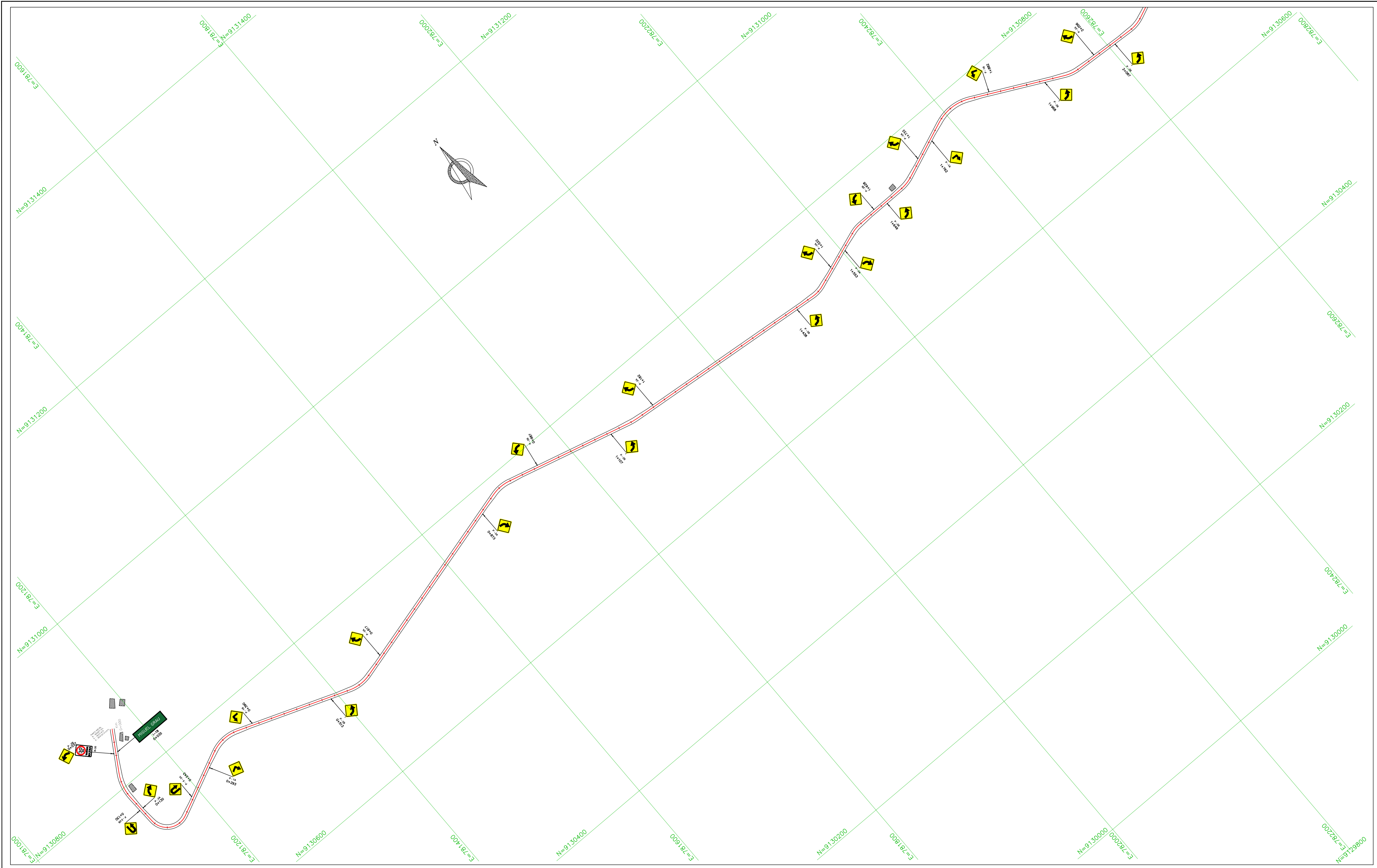
Nº	FECHA	DESCRIPCIÓN

ESCALA:
INDICADA

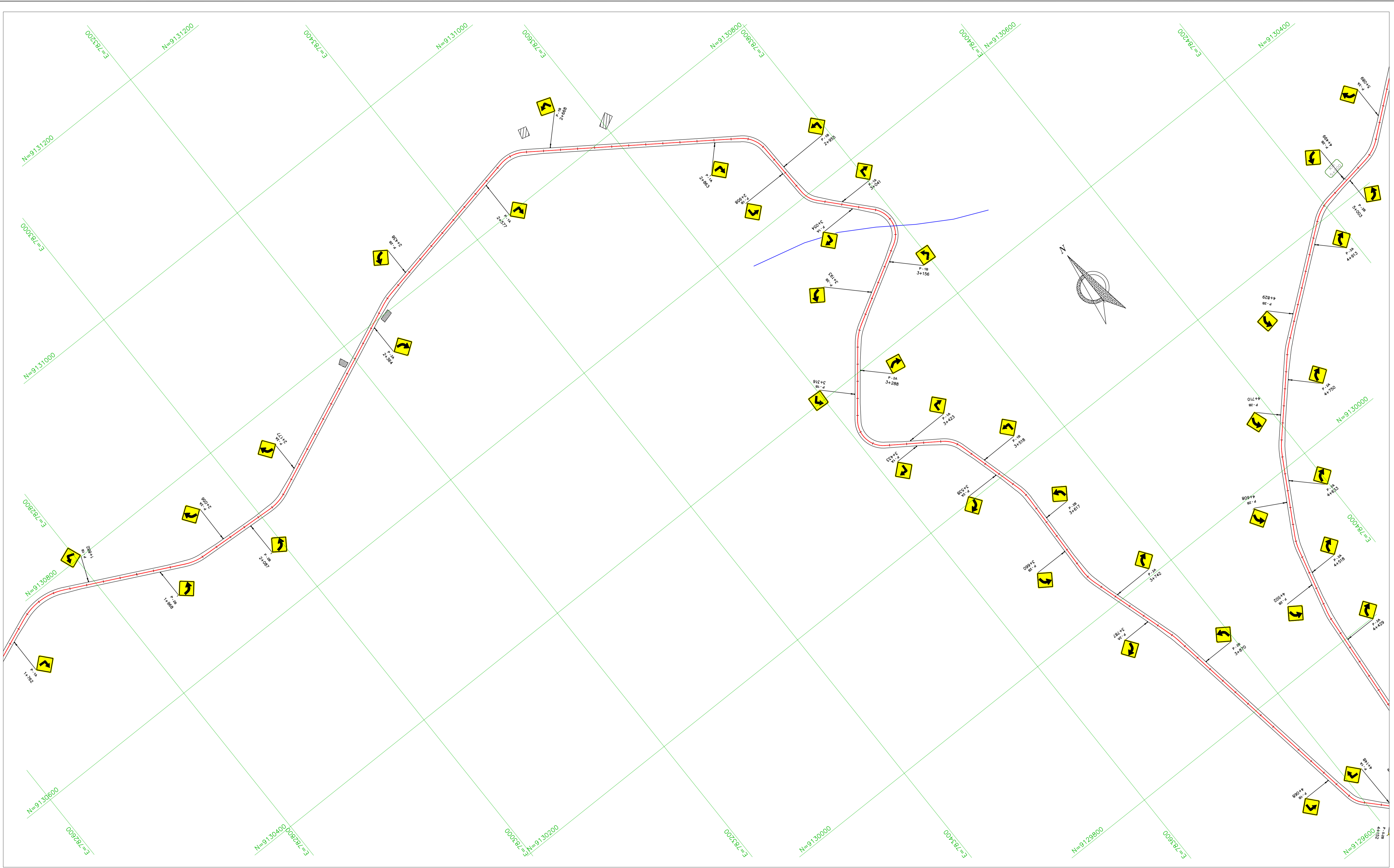
FECHA:
JUNIO - 2018

PLANO:
CUENCAS

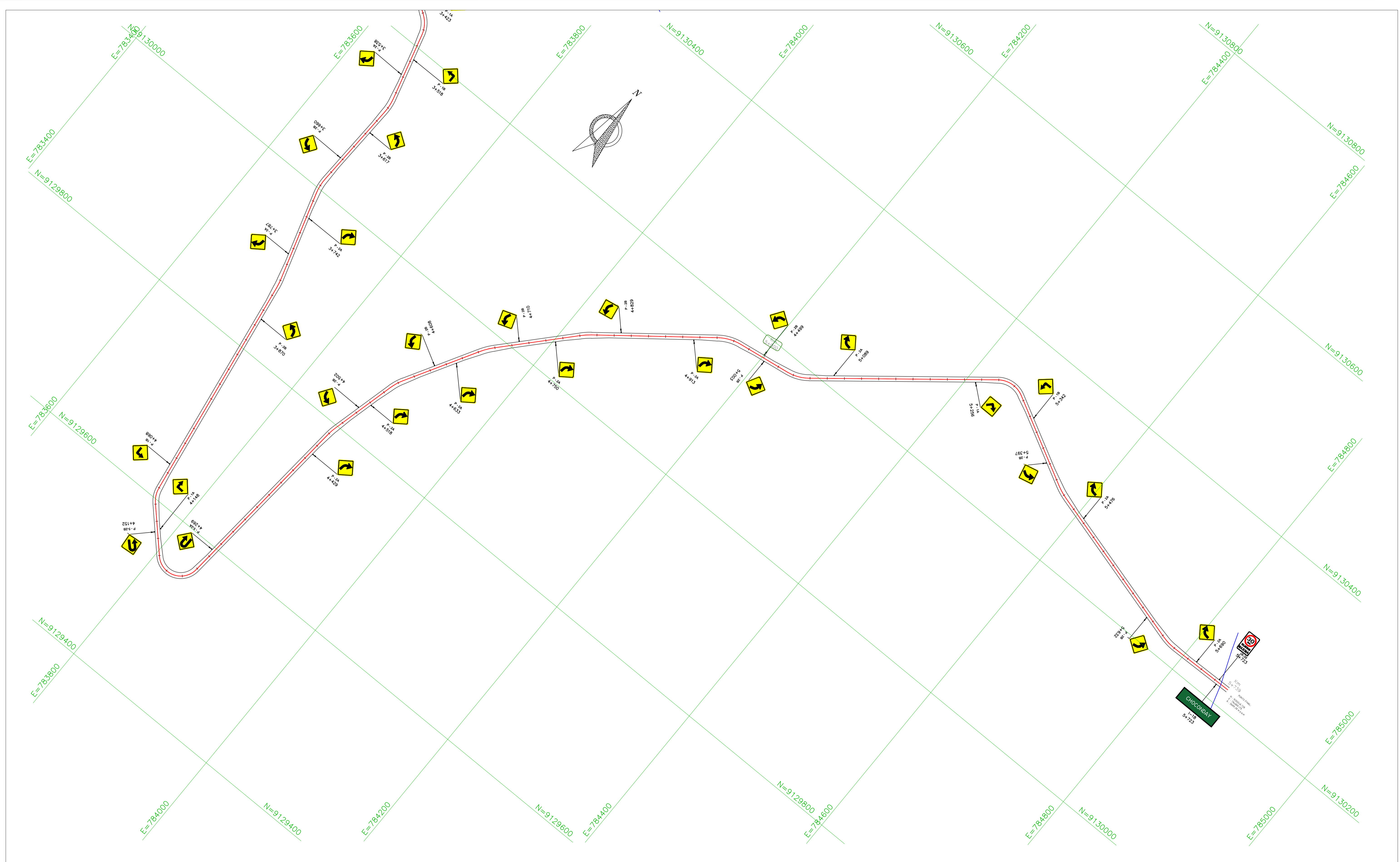
Nº LÁMINA:
PC-01



REVISIONES	
N°	FECHA

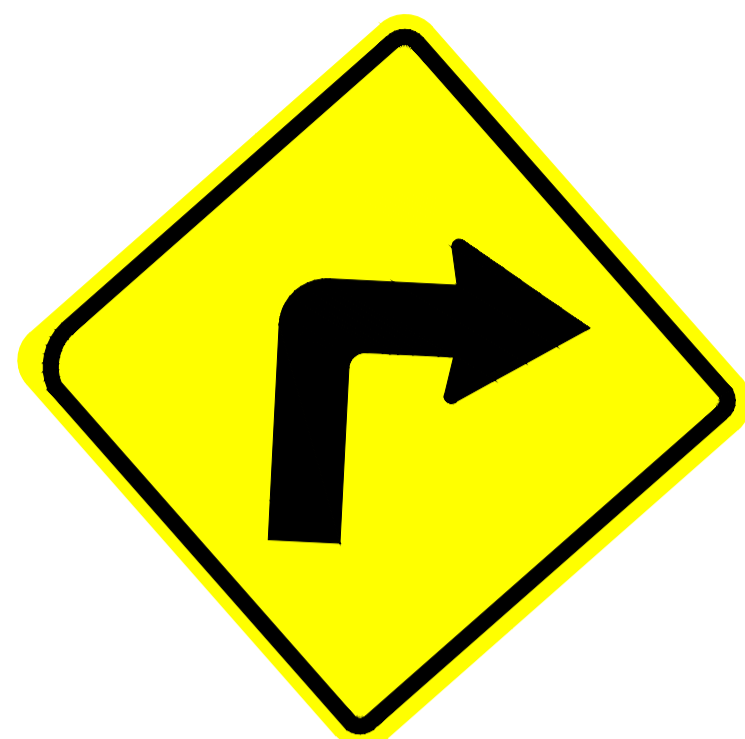


N°	FECHA	REVISIONES DESCRIPCIÓN



REVISIONES	
N°	FECHA

SEÑALES PREVENTIVAS



P - 1A



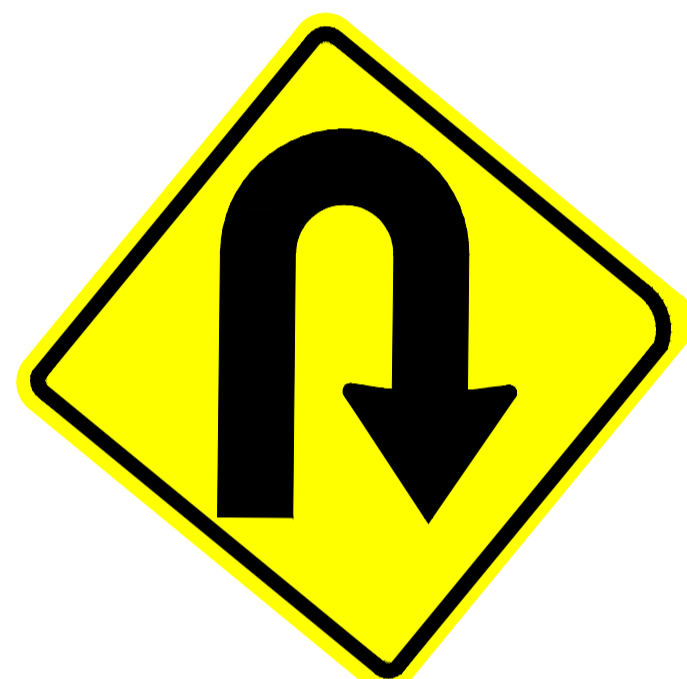
P - 1B



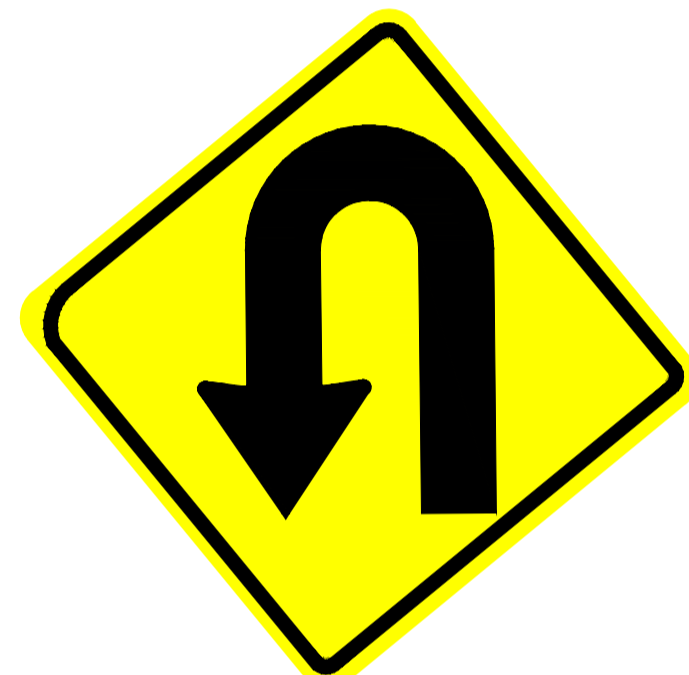
P - 2A



P - 2B



P - 5-2A



P - 5-2B



R-30

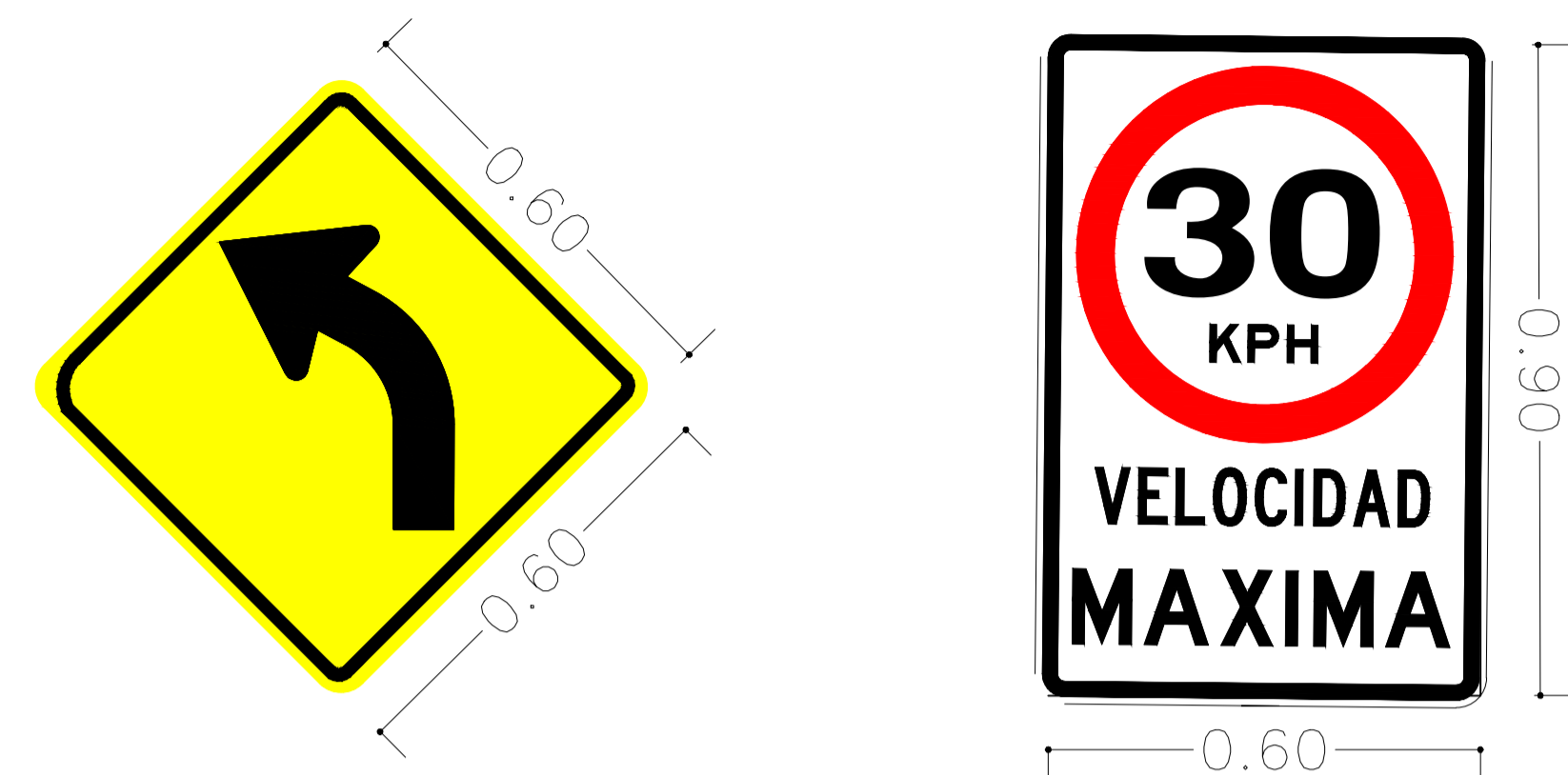
SEÑALES REGULADORAS

SEÑALES INFORMATIVAS

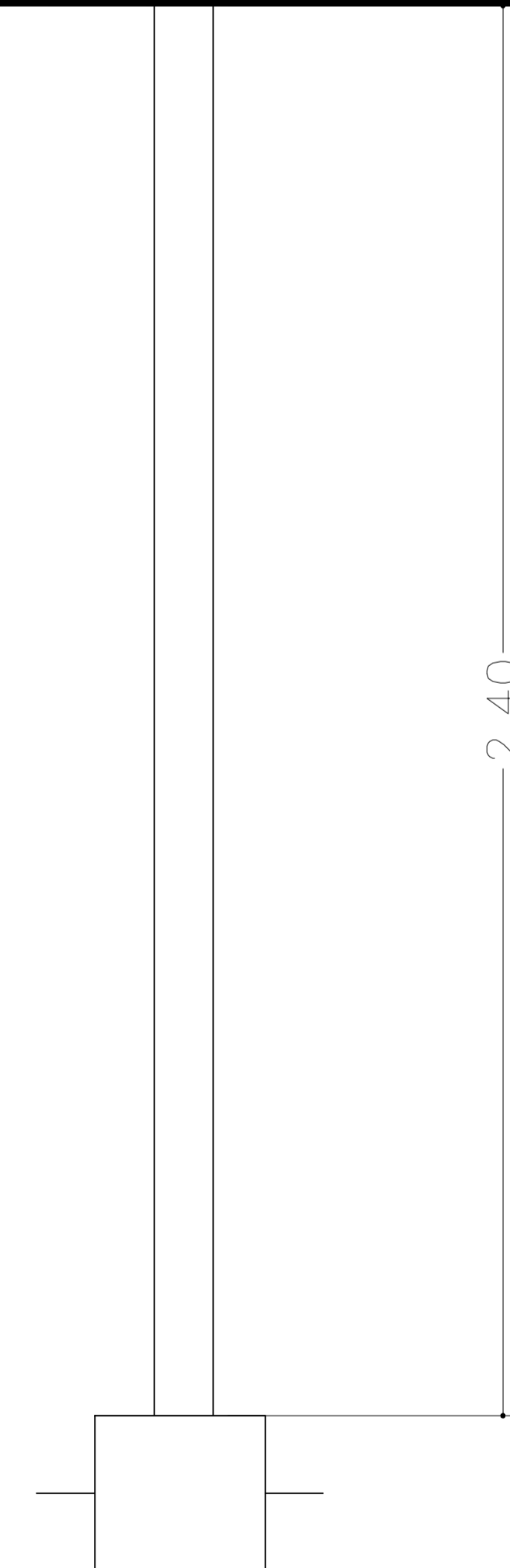


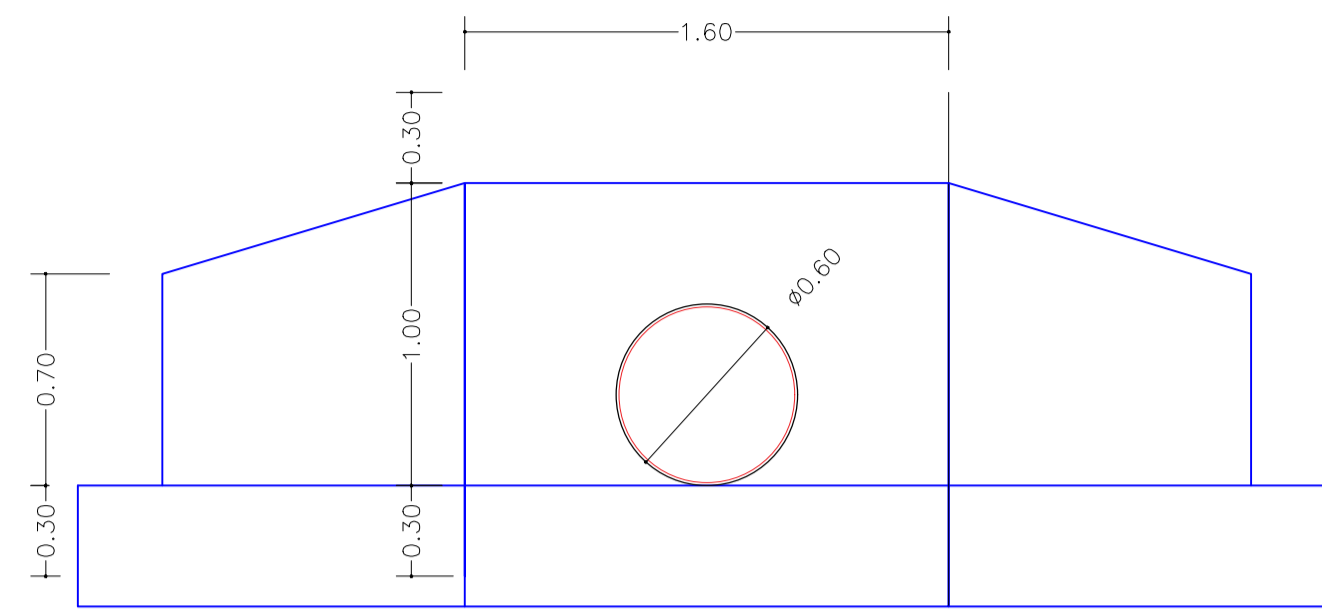
LEYENDA:	
I-18	LOCALIZACIÓN
P-1A	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA.
P-1B	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA.
P-2A	CURVA A LA DERECHA.
P-2B	CURVA A LA IZQUIERDA.
P-5-2A	CURVA EN "U" A LA DERECHA.
P-5-2B	CURVA EN "U" A LA IZQUIERDA.
R-30	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA

DIMENSIONES DE SEÑALES

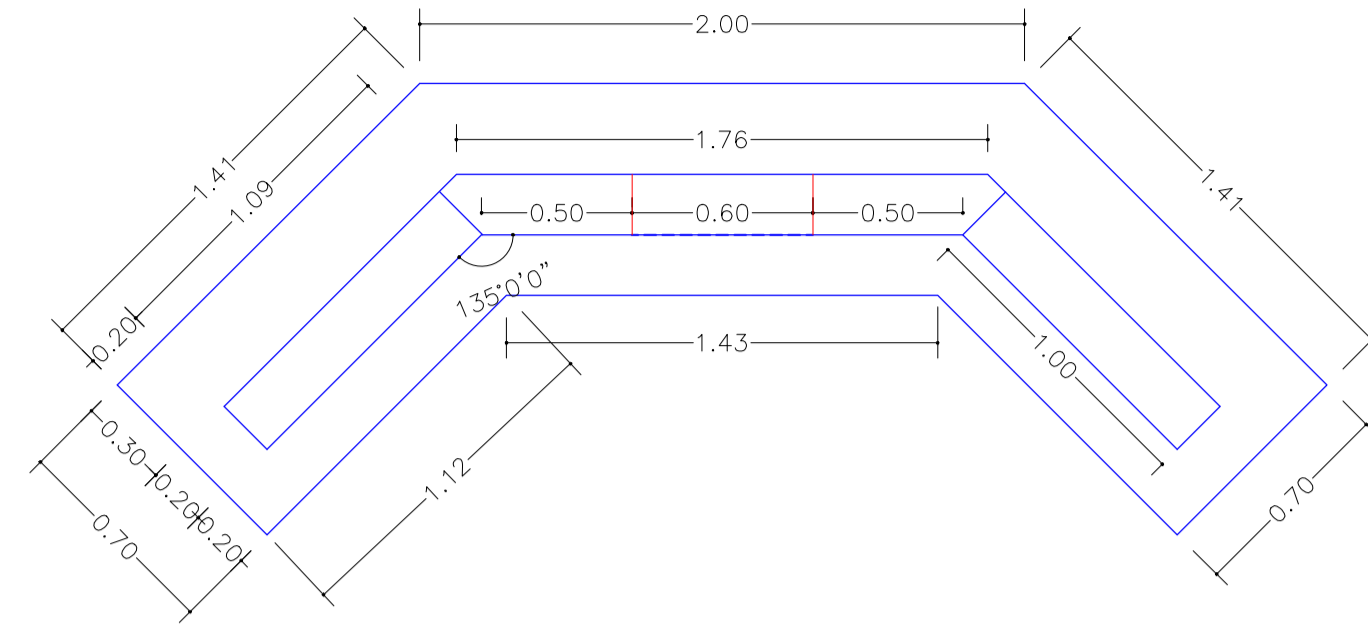


ESCALA: 1/10
*Dimensiones en metros.

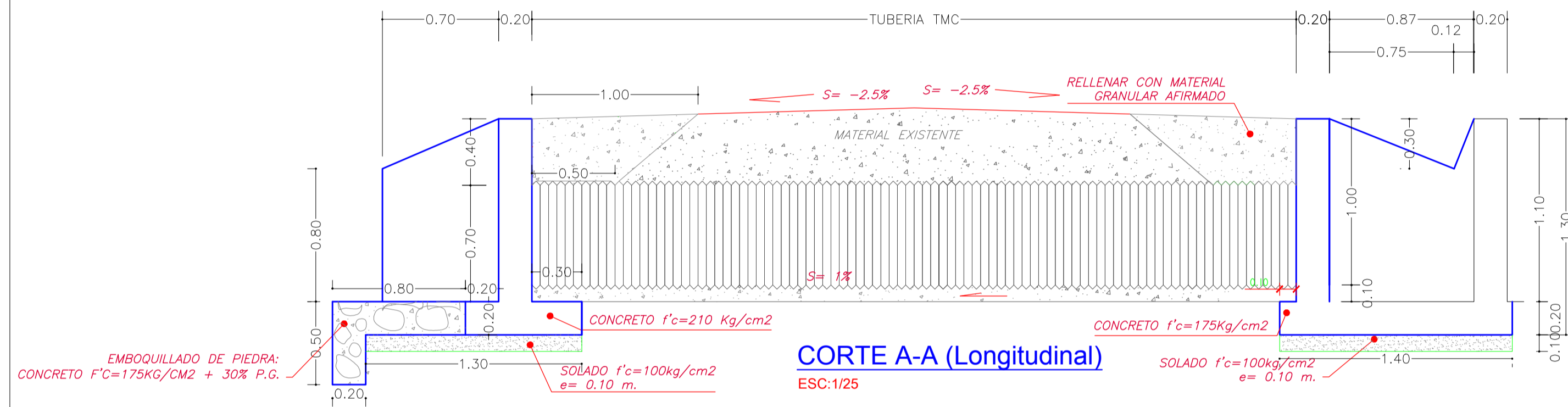




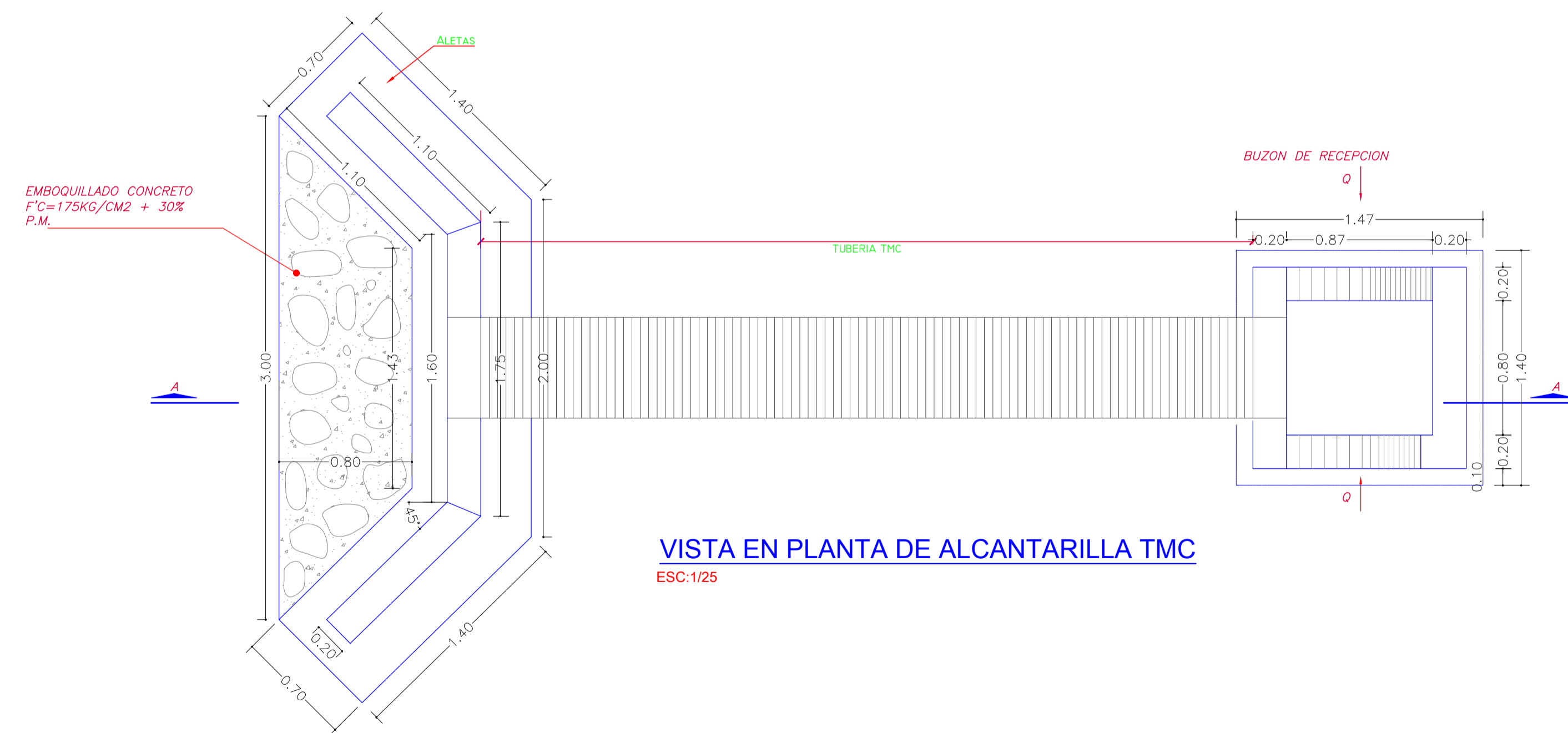
VISTA FRONTAL
ESC:1/25



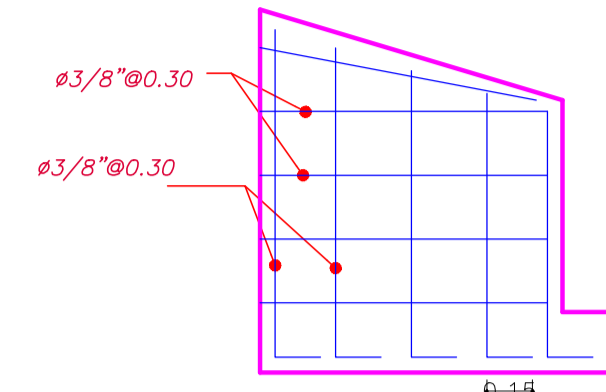
PLANTA DE CIMENTACION DE CABEZAL
ESC:1/25



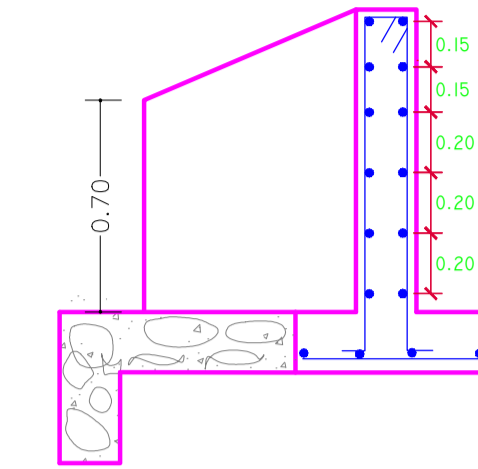
CORTE A-A (Longitudinal)
ESC:1/25



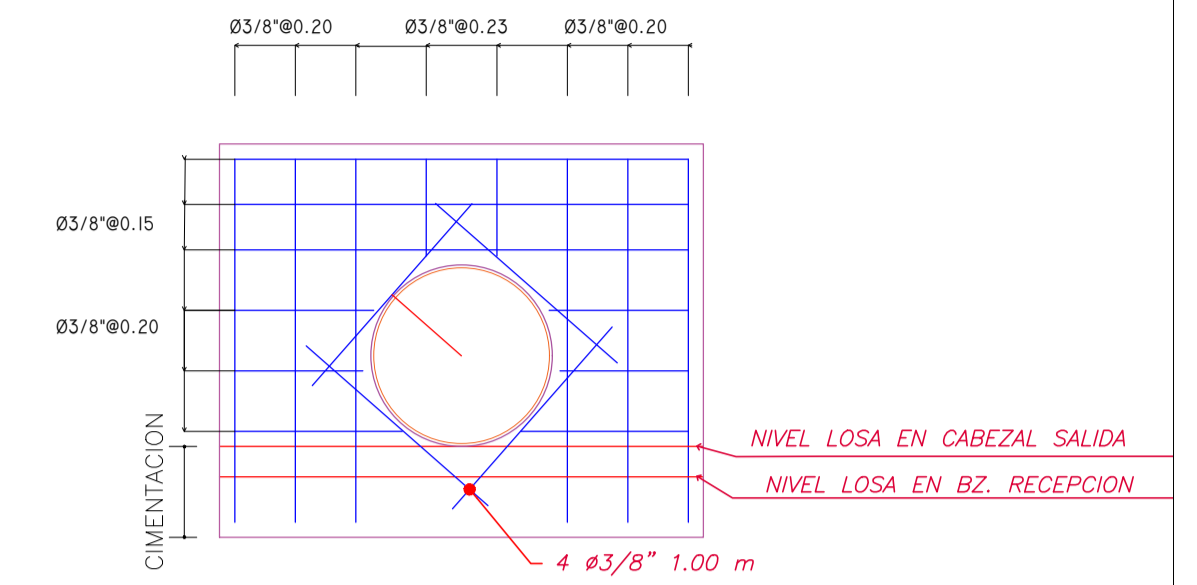
VISTA EN PLANTA DE ALCANTARILLA TMC
ESC:1/25



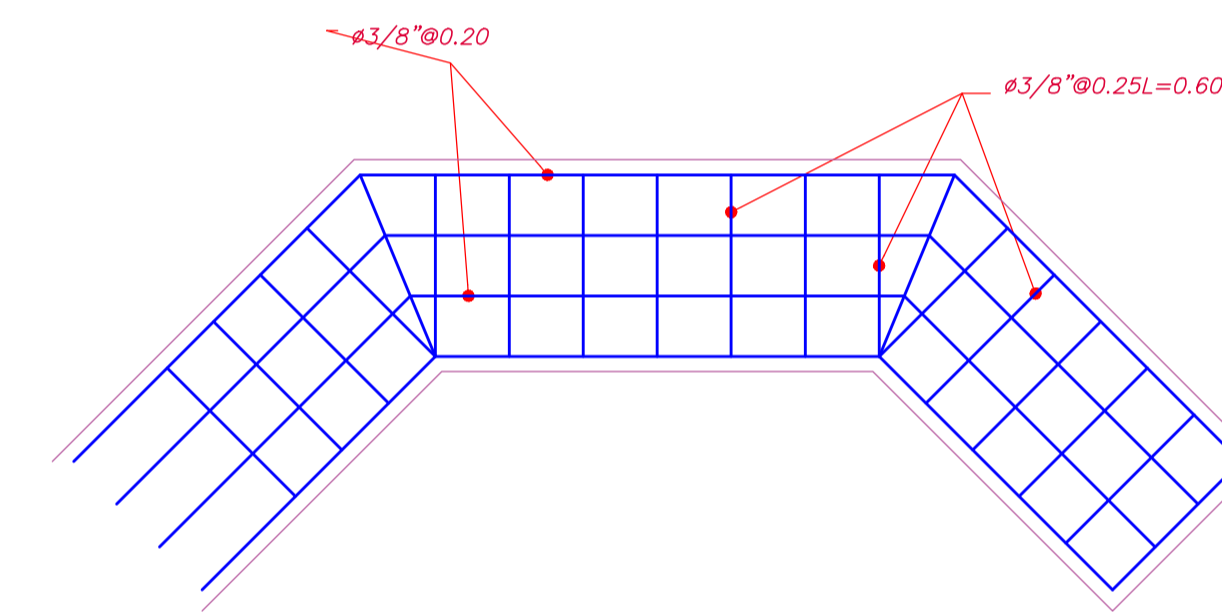
DISTRIBUCION DE ACERO EN ALA DE CABEZAL
ESC:1/25



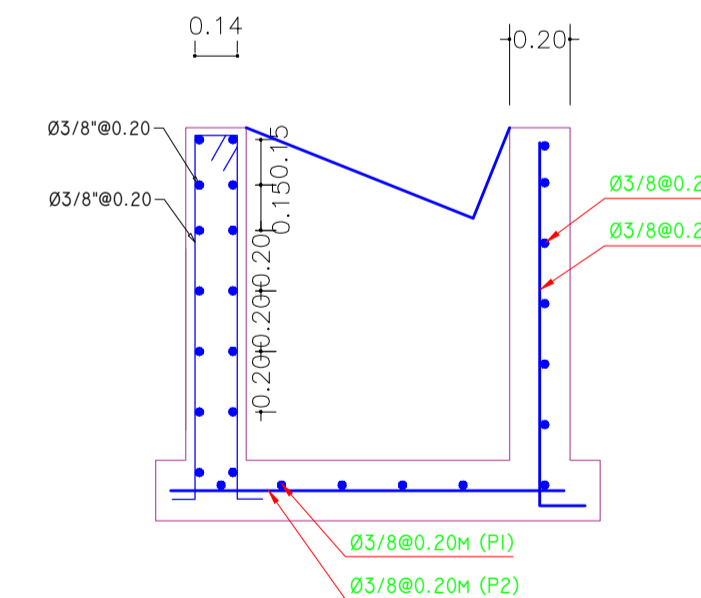
DISTRIBUCION DE ACERO EN CABEZAL DE SALIDA
ESC:1/25



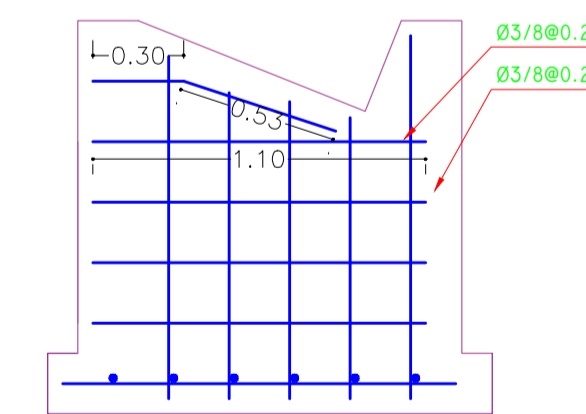
DISTRIBUCION DE ACERO EN MURO DE CABEZAL Y BUZON DE RECEPCION
ESC:1/25



DISTRIBUCION DE ACERO EN CIMENTACION DE CABEZAL
ESC:1/25



DISTRIBUCION DE ACERO EN BUZON DE INGRESO
ESC:1/25

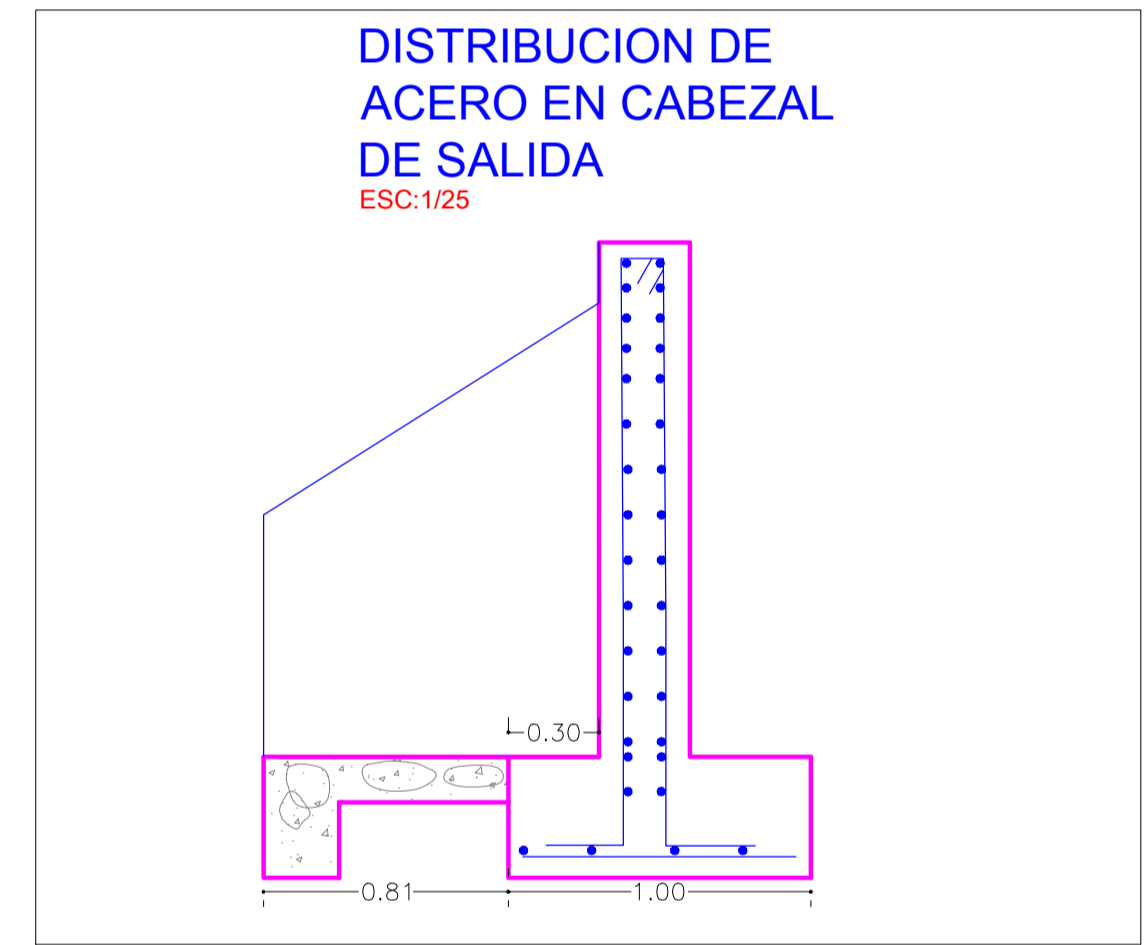
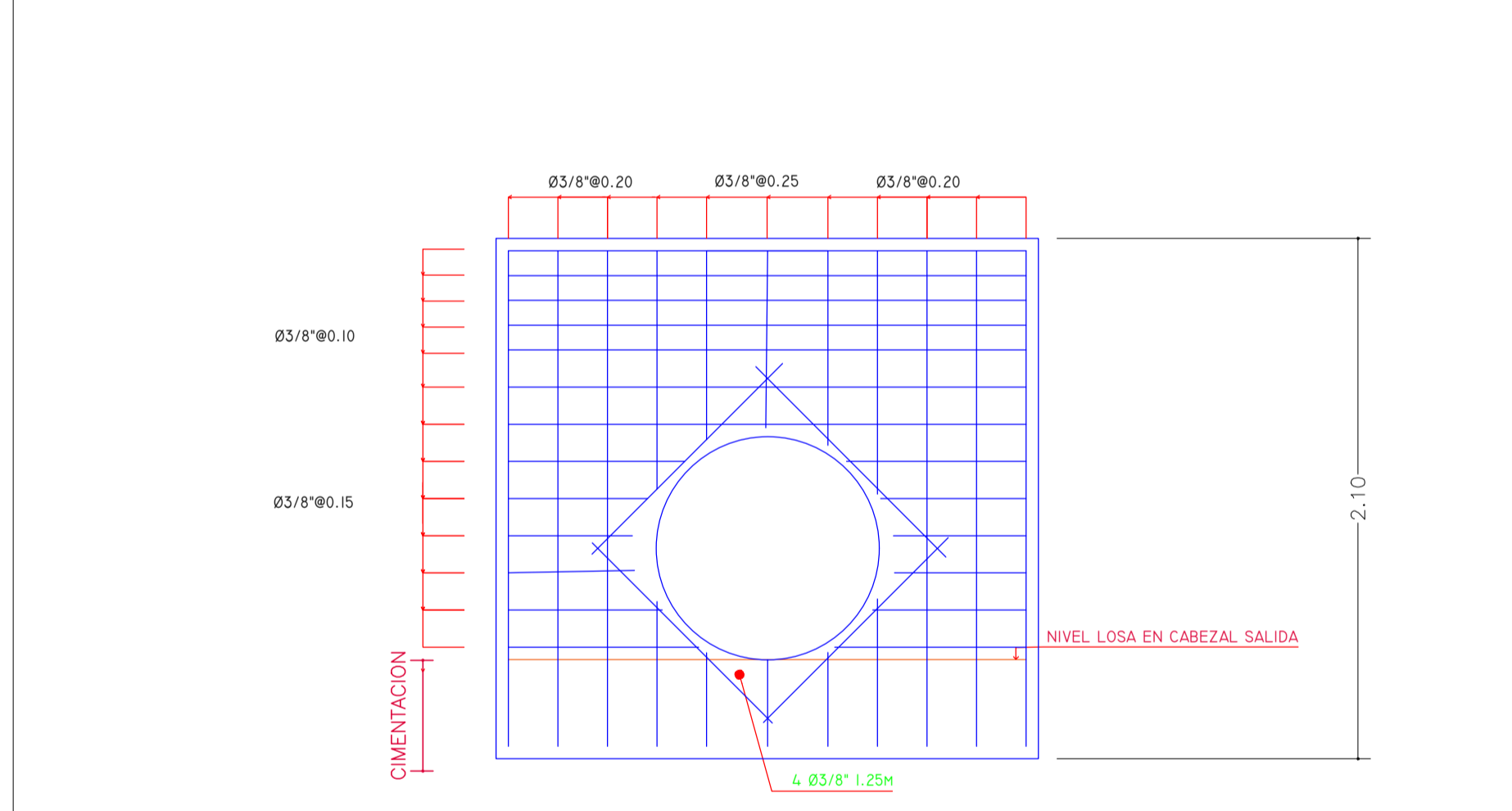
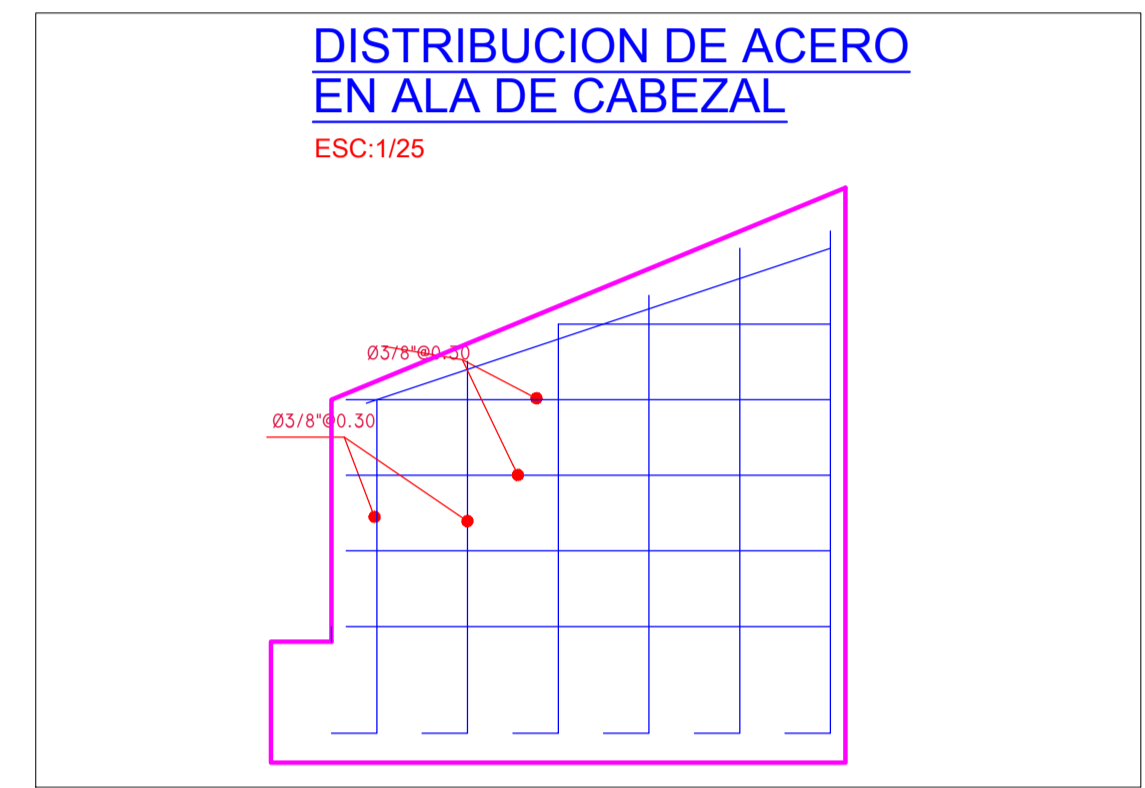
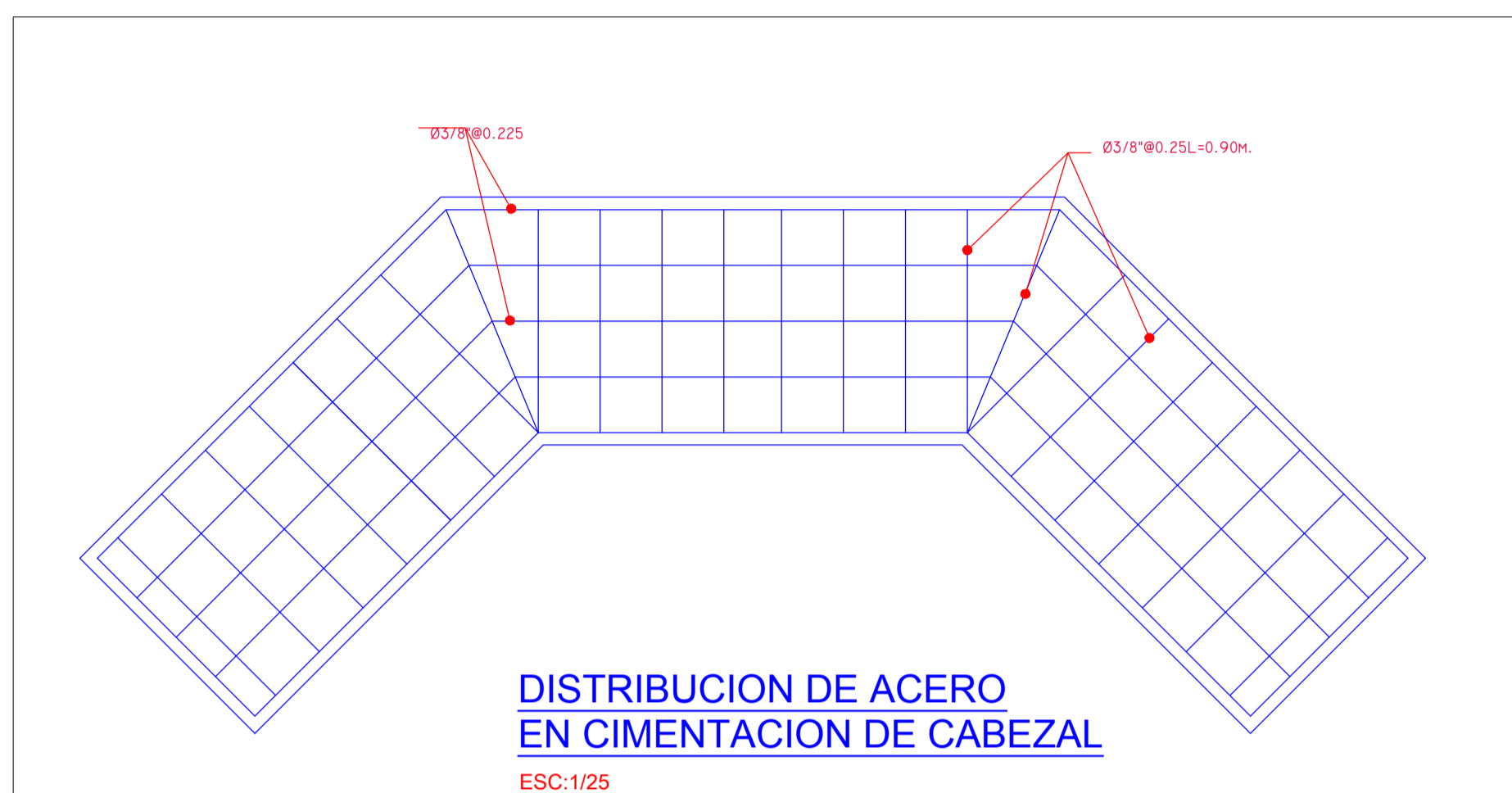
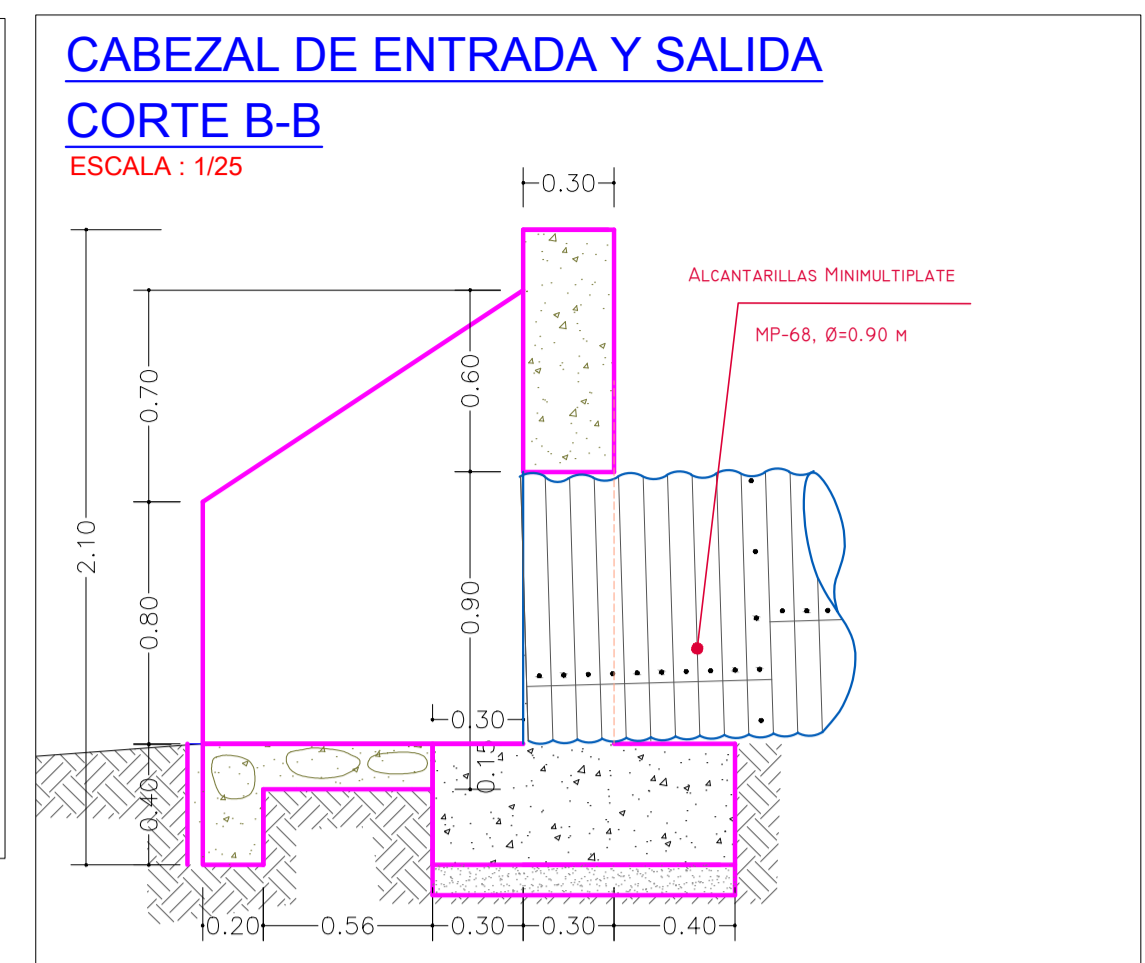
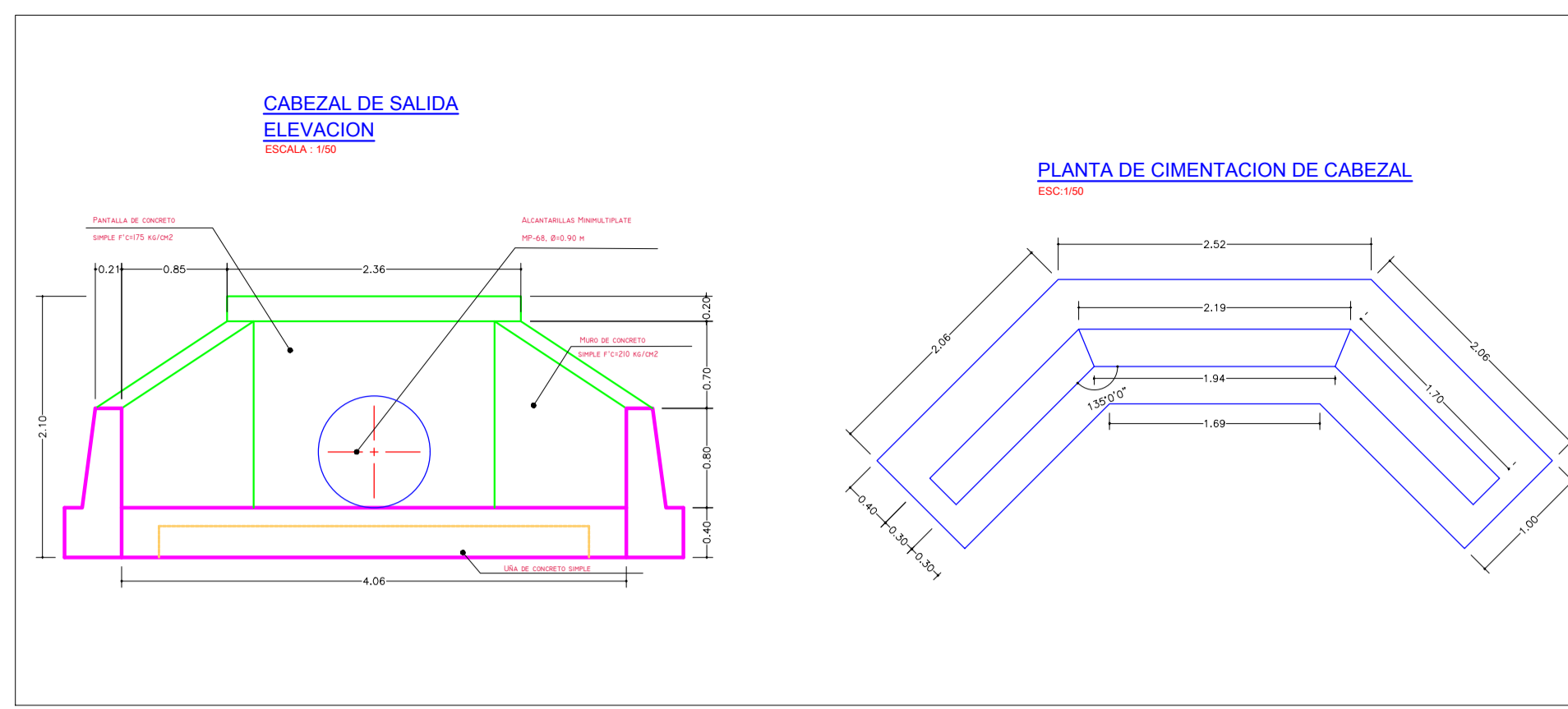
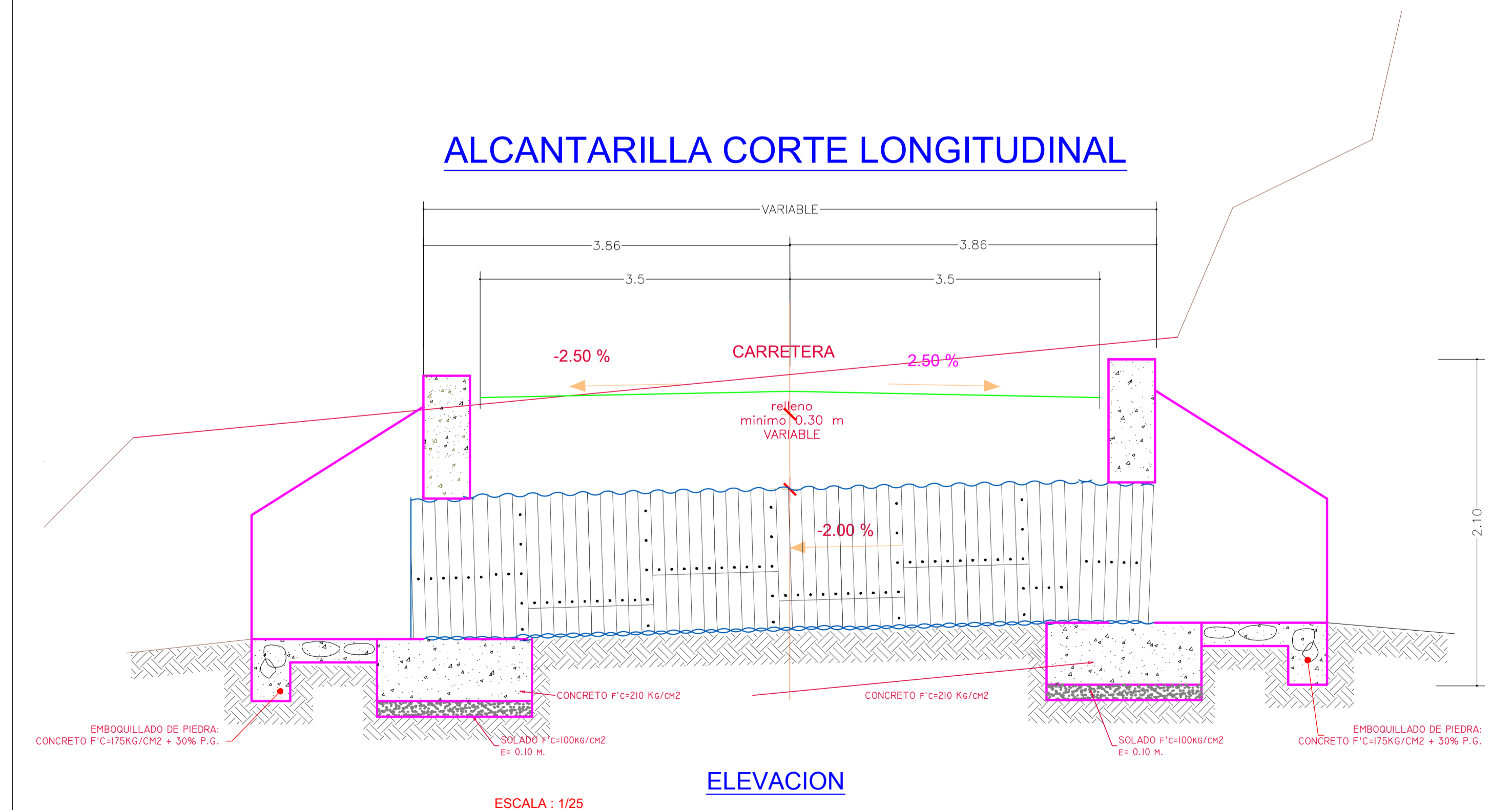
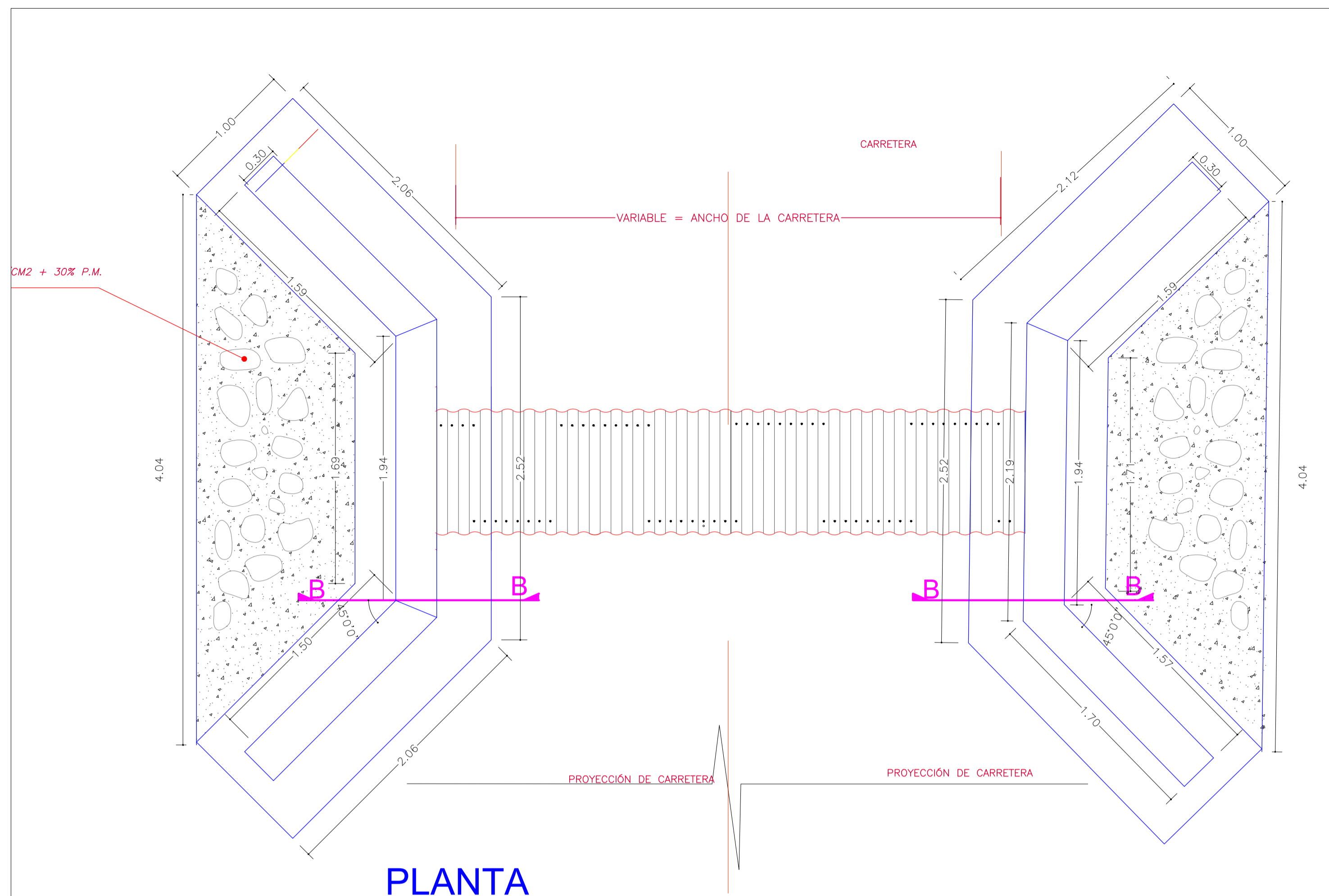


DISTRIBUCION DE BUZON DE INGRESO
ESC:1/25

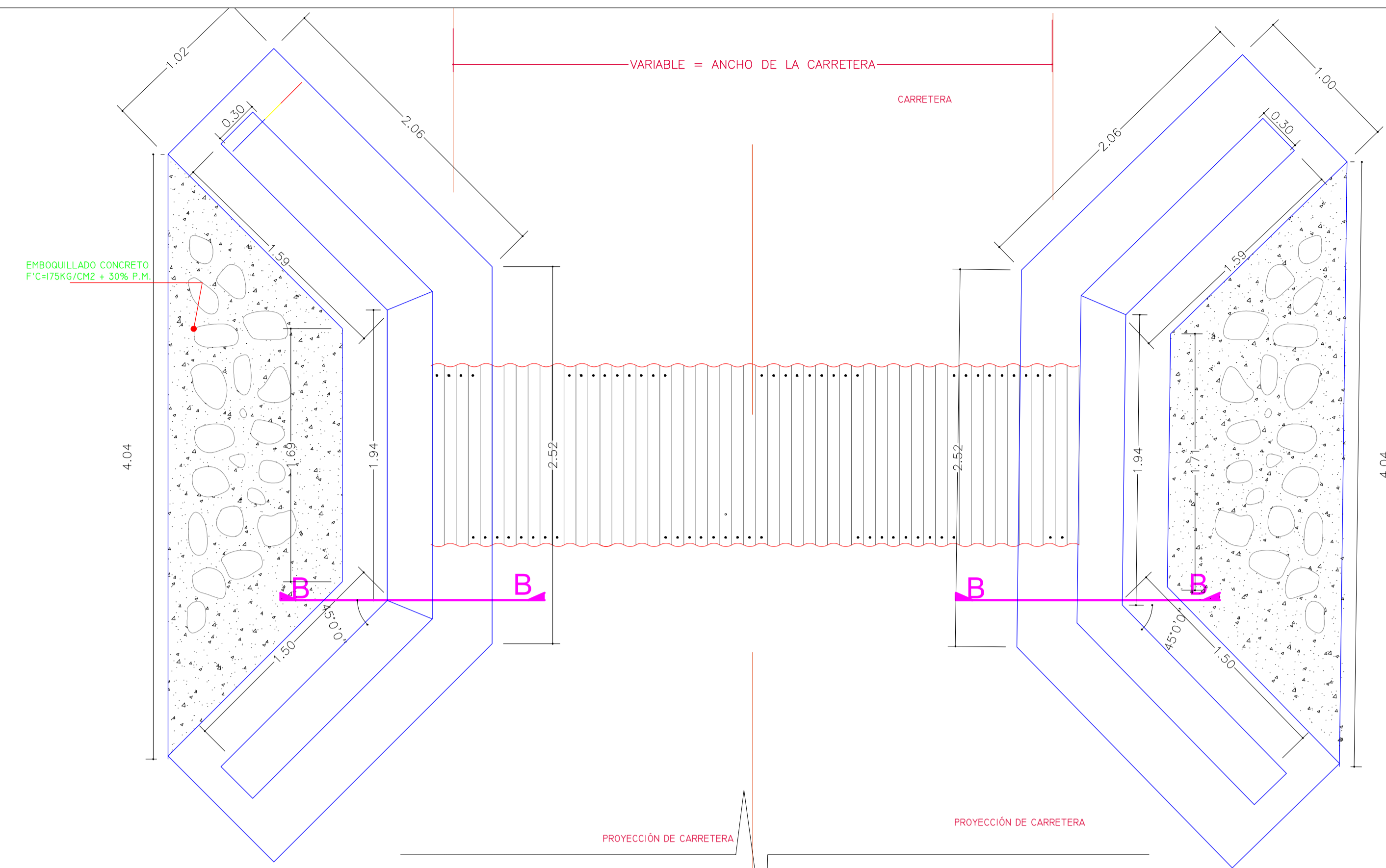
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETO $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Cimentaciones
- Muros
- Losa
- CONCRETO $f'c=100\text{kg/cm}^2$
- Solado
- RECUBRIMIENTO
- Muras : 3cm
- Losa Sup. : 3cm
- Losa Inf. : 5cm
- GANCHOS
- $\phi 3/8"$ 25cm
- ACERO $f'y=4200\text{kg/cm}^2$
- Cimentaciones
- Muros
- Losa

REVISIONES	
N°	FECHA



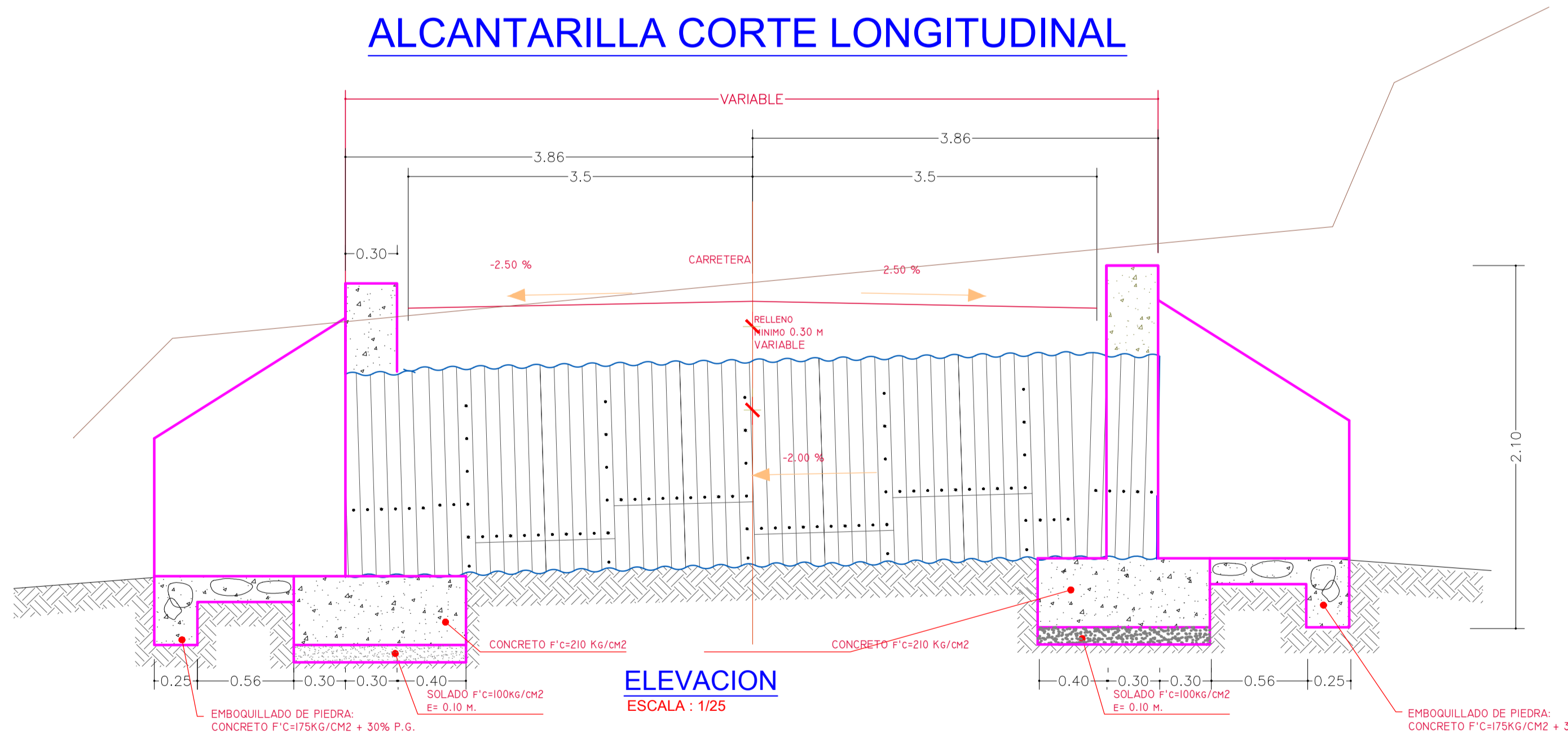
- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- CONCRETO $f'c=210$ kg/cm²
 - Cimentaciones
 - Muros
 - Losas
 - CONCRETO $f'c=100$ kg/cm²
 - Solado
 - RECUBRIMIENTO
 - Muros : 5cm
 - Losas : 5cm
 - GANCHOS
 - $\phi 3/8"$ 25cm
 - ACERO $f'y=4200$ kg/cm²
 - Cimentaciones
 - Muros



PLANTA

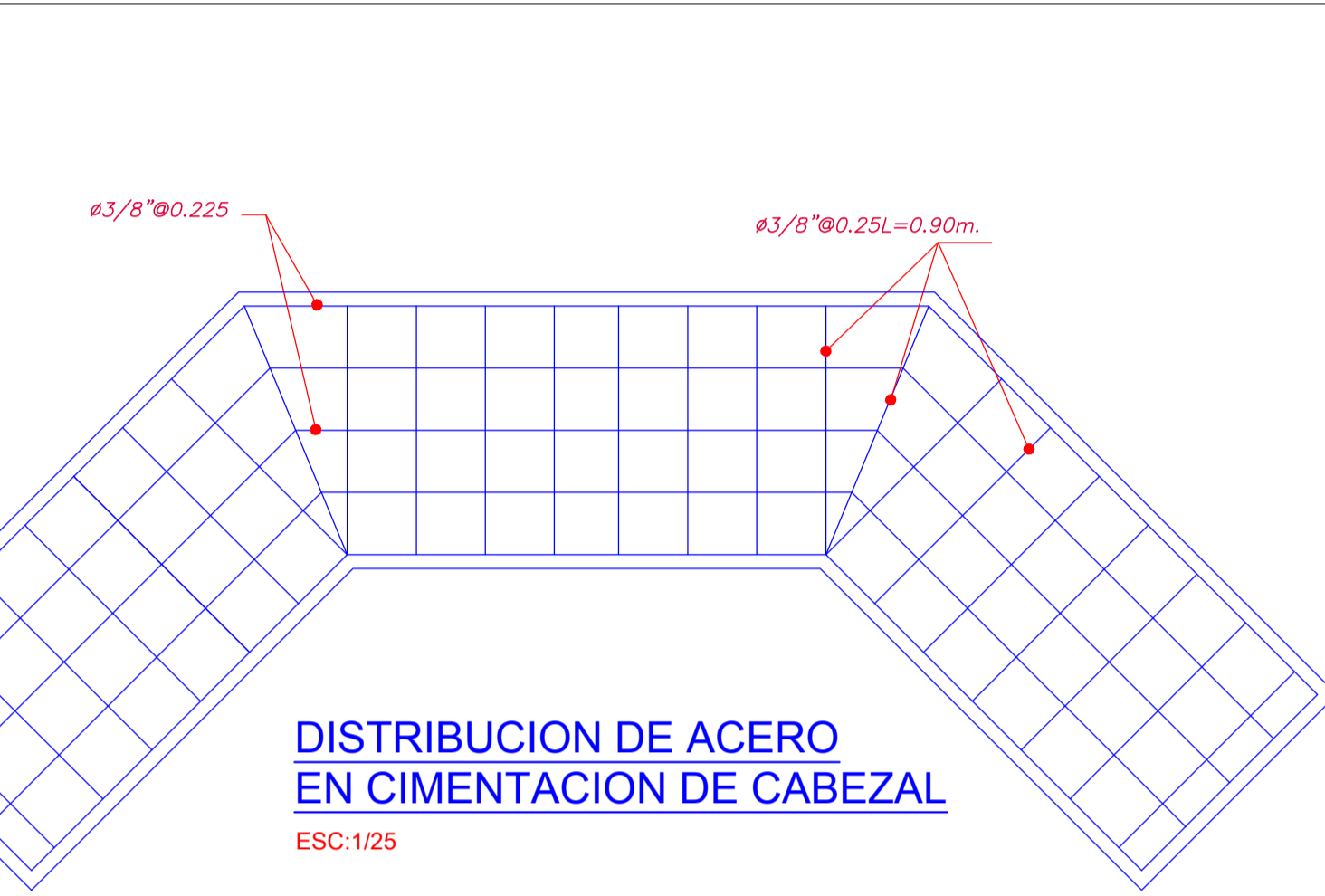
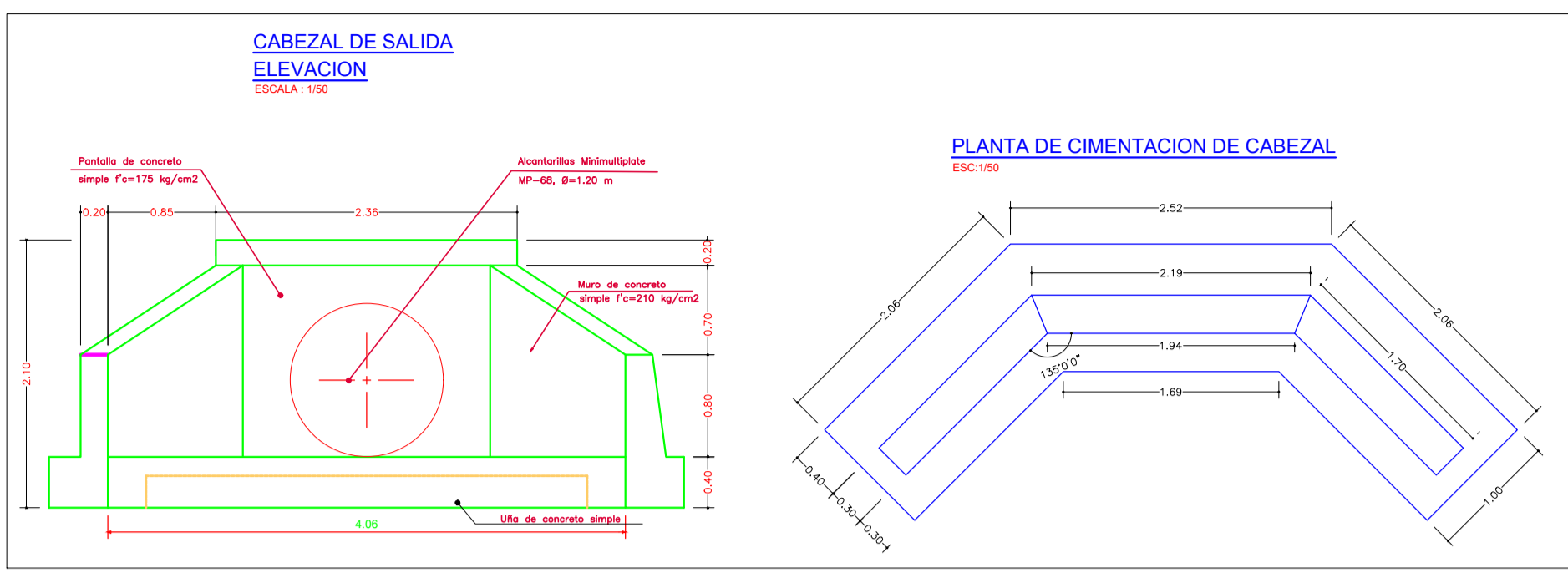
ESCALA : 1/25

ALCANTARILLA CORTE LONGITUDINAL



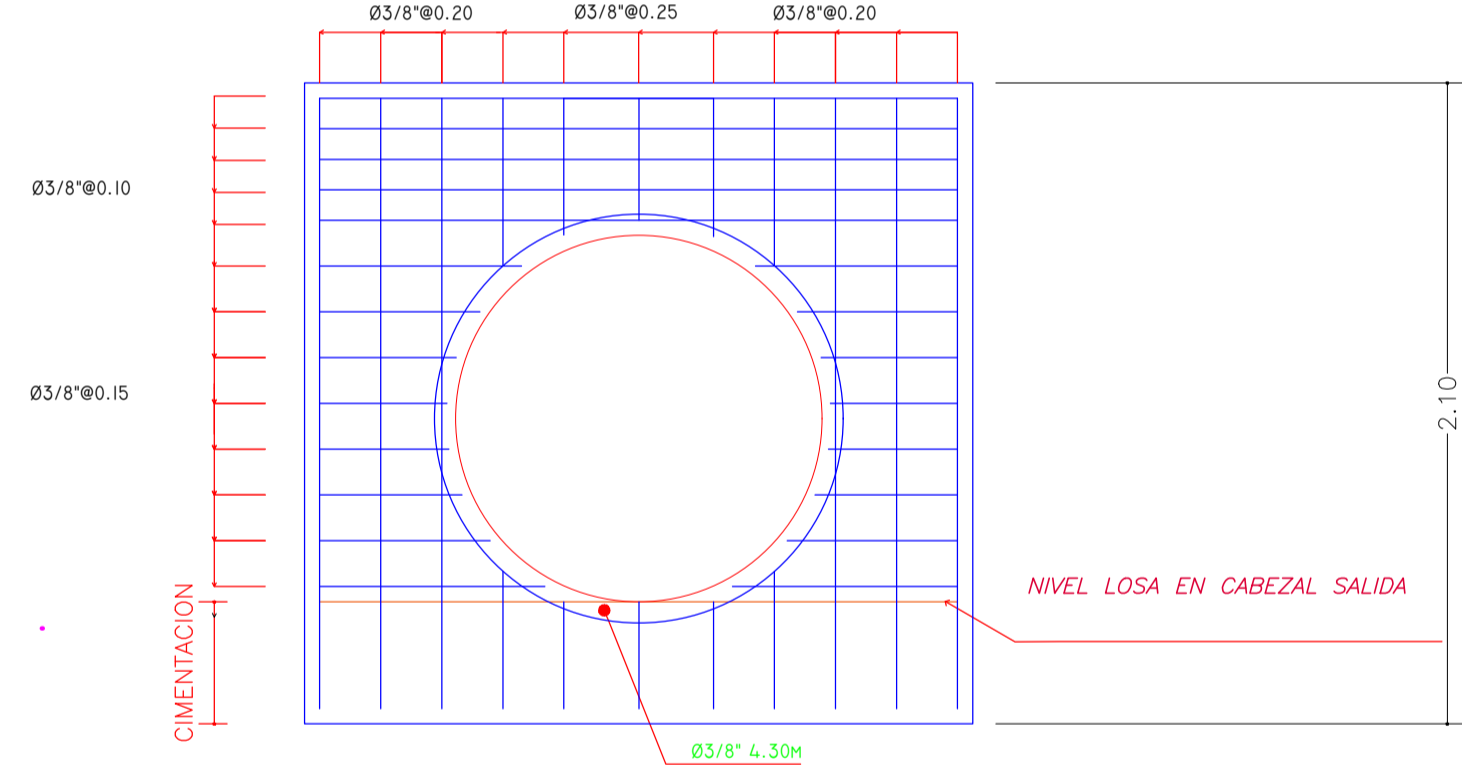
ELEVACION

ESCALA : 1/25



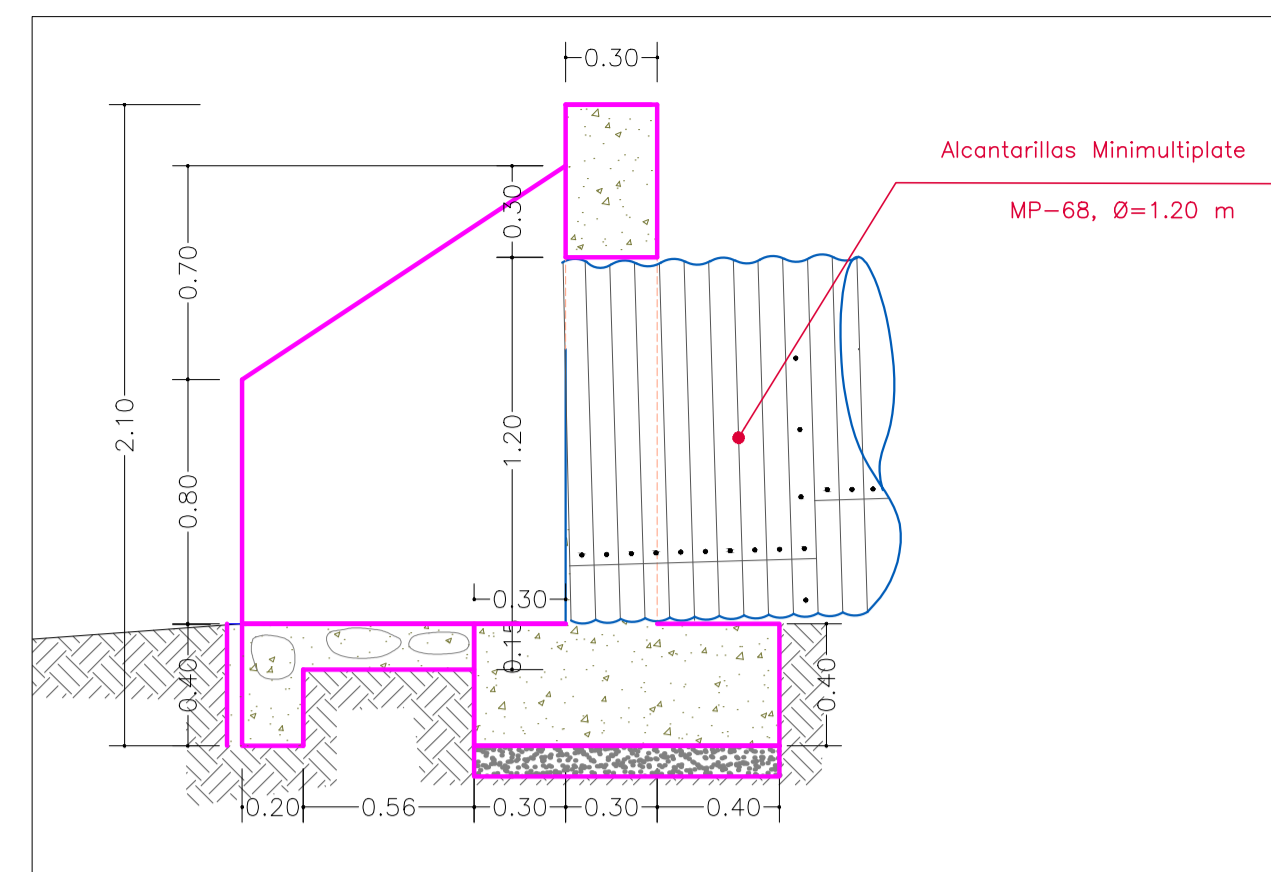
DISTRIBUCION DE ACERO EN CIMENTACION DE CABEZAL

ESC:1/25



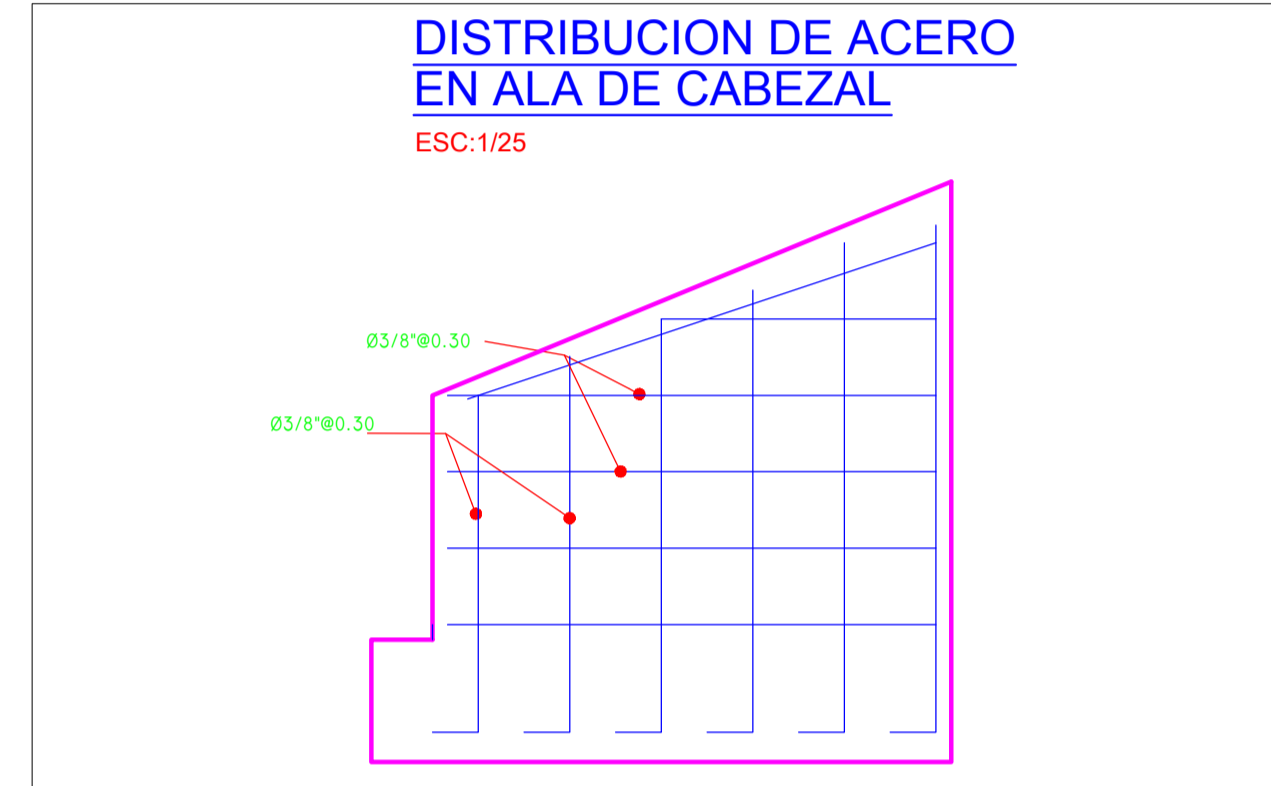
DISTRIBUCION DE ACERO EN MURO DE CABEZAL Y BUZON DE RECEPCION

ESC:1/25



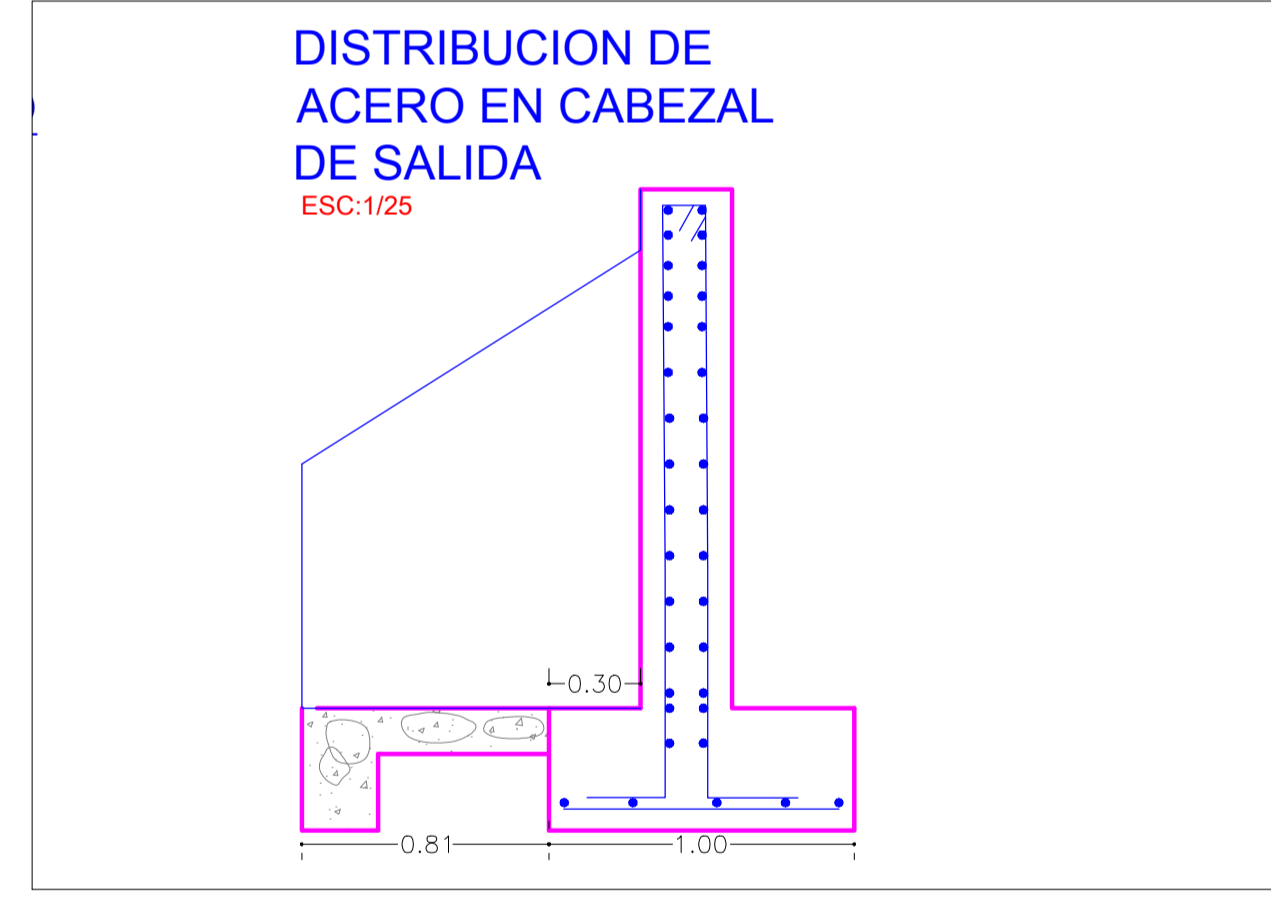
CABEZAL DE ENTRADA Y SALIDA

CORTE B-B
ESCALA : 1/25



DISTRIBUCION DE ACERO EN ALA DE CABEZAL

ESC:1/25



DISTRIBUCION DE ACERO EN CABEZAL DE SALIDA

ESC:1/25

- ### ESPECIFICACIONES TECNICAS
- CONCRETO $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
 - Cimentaciones
 - Muros
 - Losas
 - CONCRETO $f'c=100\text{kg/cm}^2$
 - Solado
 - RECUBRIMIENTO
 - Muros : 3cm
 - Losas : 5cm
 - GANCHOS
 - $\phi 3/8''$ 25cm
 - ACERO $f'y=4200\text{kg/cm}^2$
 - Cimentaciones
 - Muros

REVISIONES	
N°	FECHA