



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme
PE-S3(CU1257) a Empalme PE-S3(CU1193), Provincias Cusco y
Anta, Departamento Cusco 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Moscoso Villalba, Mauricio Martin (orcid.org/0000-0002-1317-1357)

Warthon Grajeda, Luis Fernando (orcid.org/0000-0002-2888-240X)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible.

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Quiero dedicar el presente estudio de investigación a Nuestro Padre por darme la bendición, fuerzas para poder realizarlo y culminar esta etapa.

A mis queridos hijos Yemar y Maximiliano, espero que les sirva de inspiración que nunca es tarde para cumplir sus metas profesionales y personales.

A mi amada familia que con su amor, apoyo y comprensión siempre estuvieron apoyándome en todas las etapas que pasé, y permitieron que no pierda las ganas y fuerzas para culminar.

Mauricio Martin Moscoso Villalba

A mi Poder Superior por todas las bendiciones que me otorga. Este trabajo es para mi familia y en especial para Fabio, con todo el amor de mi corazón.

Luis Fernando Warthon Grajeda

Agradecimiento

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo por habernos permitido desarrollar la presente tesis para optar al Grado Académico de Ingeniero Civil.

Al Ing. CIP Rolando Robles Moscoso titular gerente de la empresa Robles Pérez Asociados EIRL por haber aceptado el convenio para realizar el levantamiento cartográfico para el presente trabajo de investigación con lo cual se emplearon métodos Geo Tecnológicos para trabajos en Diseño de Carreteras.

A las autoridades y equipos técnicos de las Municipalidades Distritales de Poroy y Pucyura por brindarnos las facilidades para poder ejecutar la presente investigación.

A los Ingenieros que nos apoyaron con la orientación en los temas técnicos normativos de las diferentes especialidades que se han desarrollado en la presente tesis (Hidrología, Hidráulica, Diseño Vial, Mecánica de Suelos y Pavimentos).

Índice de Contenido

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Formulación del Problema	2
1.2 Justificación de la Investigación	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Hipótesis	6
1.5 Ubicación del Proyecto	6
1.6 Límites	7
1.7 Condiciones Climáticas.....	7
1.8 Aspecto Demográfico.....	8
1.9 Servicios Públicos Existentes.....	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Marco Conceptual.....	10
2.2 Marco Teórico.....	10
2.3 Repertorio	11
2.4 Terminología.....	14
III.METODOLOGÍA.....	16
3.1 Generalidades.....	16
3.2 Tipo y Diseño de Investigación	17
3.3 Operacionalización	17
3.4 Habitantes y Muestra	18
3.5 Normatividad.....	18
3.6 Autenticidad y Fiabilidad	18
3.7 Procedimiento de la Investigación.....	19
3.8 Diagnóstico de la Situación Actual	19
3.9 Ente Técnico.....	20
3.10 Materiales y Equipos.....	20
3.11 Recursos y Coste.....	21

3.12 Cronograma de Ejecución.....	21
3.13 Presupuesto para concretar el Proyecto	21
IV. RESULTADOS	22
4.1 ESTUDIO CARTOGRÁFICO	22
4.1.1 Generalidades.....	22
4.1.2 Ubicación	25
4.1.3 Reconocimiento del Lugar.....	26
4.1.4 Metodología de trabajo	27
4.1.5 Personal.....	27
4.1.6 Equipos.....	28
4.1.7 Materiales	28
4.1.8 Procedimiento	28
4.1.9 Levantamiento cartográfico en la zona.....	31
4.1.10 Puntos de Georreferenciación.....	33
4.1.11 Obtención de las coordenadas de los Puntos Georreferenciados	34
4.1.12 Procesamiento Fotogramétrico	38
4.2 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	41
4.2.1 Acceso a la Zona de Estudio.....	41
4.2.2 Alcances del Estudio.....	42
4.2.3 Descripción del Estado Superficial de la Carretera	42
4.2.3.1 Condición Actual de la Superficie de Rodadura	42
4.2.3.2 Trabajos de Campo.....	42
4.2.3.3 Registros de Excavación.....	43
4.2.3.4 Ensayos de Laboratorio	43
4.2.3.5 Descripción del Perfil Estratigráfico	44
4.2.3.6 Napa Freática	45
4.2.3.7 Sectores Homogéneos.....	45
4.2.3.8 Mejoramiento de Suelos de Fundación para Vías	46
4.2.3.9 Determinación de Sectores Bajo Análisis.....	46
4.2.3.10 Criterio de Compresibilidad del Suelo	47
4.2.3.11 Índice de Liquidez	48
4.2.3.12 Suelos Expansivos.....	49
4.2.3.13 Capacidad de Soporte CBR	50
4.2.3.14 Módulo Resiliente (Mr)	51

4.2.3.15 Panel Fotográfico	52
4.3 HIDROLOGÍA	55
4.3.1 Generalidades.....	55
4.3.2 Objetivos del estudio hidrológico.....	55
4.3.3 Delimitación de la cuenca	55
4.3.4 Estudio de la cuenca.....	56
4.3.5 Determinación de los parámetros geomorfológicos de la sub cuencas ...	57
4.3.6 Diagnóstico de la problemática	57
4.3.7 Cálculo de intensidades de precipitaciones (IDSEEP - SENAMHI)	58
4.3.8 Hidráulica y drenaje	61
4.3.8.1 Drenaje superficial	61
4.4 DISEÑO DE CUNETAS	62
4.4.1. Generalidades.....	62
4.4.2 Caudal de diseño para obras de drenaje longitudinal - cunetas	63
4.4.2.1 Análisis de velocidad actuante entre progresivas.....	67
4.4.3 Diseño de alcantarillas	70
4.4.4 Resumen de obras de arte.....	73
4.4.4.1 Diseño Geométrico de la Vía	73
4.4.4.2 Generalidades.....	73
4.4.4.3 Normatividad.....	73
4.4.4.4 Clasificación de las Carreteras.....	74
4.4.4.5 Clasificación de acuerdo a su Demanda	74
4.4.4.6 Clasificación por su Orografía	74
4.4.5 Estudio de Tráfico	74
4.4.5.1 Generalidades.....	74
4.4.5.2 Conteo y Clasificación Vehicular	75
4.4.5.3 Determinación de Índice Medio Diario Anual (IMDA).....	77
4.4.5.4 Volumen Horario de Diseño (VHD)	79
4.4.5.5 Crecimiento del Tránsito	79
4.4.5.6 Parámetros Básicos para el diseño	81
4.4.5.7 Velocidad de Diseño	81
4.4.5.8 Distancia de Visibilidad	83
4.5 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	86
4.5.1 Generalidades.....	86

4.5.2 Tramos en Tangente	86
4.5.3 Curvas Circulares	86
4.5.4 Curvas de Transición	88
4.5.5 Curvas de Vuelta	89
4.5.6 Diseño Geométrico en Perfil	89
4.5.6.1 Generalidades.....	89
4.5.6.2 Pendiente.....	90
4.5.6.3 Curvas Verticales	90
4.6 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.....	94
4.6.1 Generalidades.....	94
4.6.2 Calzada.....	94
4.6.3 Bermas	95
4.6.4 Bombeo	96
4.6.5 Peralte	96
4.6.6 Talud.....	97
4.6.7 Cunetas	98
4.6.8 Resumen y Consideraciones de Diseño Geométrico	99
V. DISCUSIÓN.....	100
VI. CONCLUSIONES.....	101
VII. RECOMENDACIONES.....	102
VIII.REFERENCIAS.....	103
IX. ANEXOS	109

Índice de Tablas y Cuadros

Tabla 1: Matriz de consistencia interna	5
Tabla 2: Población referente al área urbana y rural del distrito de Poroy	9
Tabla 3: Operacionalización de variables	18
Tabla 4: Cronograma de Ejecución	21
Tabla 5: Presupuesto	21
Tabla 6: Coordenadas de puntos cartográficos del proyecto (Sistema WGS 84 Zona 17).	38
Tabla 7: Ruta de llegada a la zona de investigación.	41
Tabla 8: Ensayos de laboratorio realizados.....	43
Tabla 9: Conformación de calicata C- 01	44
Tabla 10: Conformación de calicata C-02	44
Tabla 11: Conformación de calicata C-03	45
Tabla 12: Calculo de CBR de Diseño en sectores homogéneos	45
Tabla 13: Cuadro de sectores Homogéneos	46
Tabla 14: Grado de compresibilidad del suelo CC.	47
Tabla 15: Grado de compresibilidad del suelo CC. en las 03 calicatas realizadas en la investigación	48
Tabla 16: Análisis de criterio de colapso en las 03 calicatas realizadas en la investigación.	49
Tabla 17: Criterios de Suelos Expansivos	49
Tabla 18: Criterios de Suelos Expansivos en las 03 calicatas realizadas en la investigación	50
Tabla 19: Capacidad de Soporte en las 03 calicatas realizadas en la investigación	50
Tabla 20: Modulo de Resilencia en las 03 calicatas realizadas en la investigación	51
Tabla 21: Intensidades de Precipitación para diferentes duraciones y periodos de retorno (distrito de Pucyura, provincia de Anta).....	58
Tabla 22: Intensidades de Precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno (distrito de Poroy, provincia de Cusco).....	59
Tabla 23: Curvas Lamina -Duración – Frecuencia (distrito de Pucyura, provincia de Anta).	59

Tabla 24: CURVAS LÁMINA – DURACIÓN – FRECUENCIA (distrito de Poroy, provincia de Cusco).	60
Tabla 25: CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN Y FRECUENCIA – IDF (distrito de Pucyura, provincia de Anta).	60
Tabla 26: : CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN Y FRECUENCIA – IDF (distrito de Poroy, provincia de Cusco)	61
Tabla 27: Periodos de Retorno para el diseño de obras de drenaje.	61
Tabla 28: Velocidad máxima del agua.	62
Tabla 29: Dimensiones mínimas de cuneta triangular.	63
Tabla 30: Coeficientes de Escorrentía método racional.	65
Tabla 31: Cálculo de Caudal de diseño mediante intensidad del MTC.	65
Tabla 32: Máxima velocidad admisible.	67
Tabla 33: Análisis de Velocidad actuante entre Progresivas del Tramo EMP. PE-3S (CU1257) - EMP. PE-3S (CU1193) (Longitud Total 11+639 km).	70
Tabla 34: Capacidad Hidráulica de las Alcantarillas del Tramo EMP. PE-3S (CU1257) - EMP. PE-3S (CU1193) (Longitud Total 11+639 km).	72
Tabla 35: Resumen de cantidad de obras de arte	73
Tabla 36: Formato de Clasificación Vehicular – Estudio de Tráfico para el día sábado 20/05/22.	76
Tabla 37: Formato de Clasificación Vehicular – Estudio de Tráfico para el día sábado 21/05/22.	77
Tabla 38: Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA) del proyecto de investigación.	78
Tabla 39: Cálculo del Volumen Horario de Diseño (VHD) del proyecto de investigación.	79
Tabla 40: Cálculo de Crecimiento de Tráfico al año 2042 para el proyecto de investigación	81
Tabla 41: Rangos de velocidad de diseño en función de la clasificación de la carretera.	82
Tabla 42: Distancia de Visibilidad de parada con pendiente (metros).	84
Tabla 43: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.	85
Tabla 44: Longitudes de tramos en tangente.	86

Tabla 45: Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase.	89
Tabla 46: Pendientes Máximas (%).....	90
Tabla 47: Ancho de bermas	95
Tabla 48: Cuadro de Pendientes Transversales Mínimas de las Bermas.....	96
Tabla 49: Valores de bombeo de la calzada.	96
Tabla 50: Valores de peralte máximo.....	97
Tabla 51: Valores referenciales para taludes en corte (Relación H:V).....	98
Tabla 52: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).	98
Tabla 53: Resumen y consideraciones de Diseño Geométrico de la investigación.	100

Índice de gráficos y figuras

Ilustración 1: Tramo de la Vía Nacional Empalme PE-3S (CU1257) a Empalme PE-3S (CU1193).	7
Ilustración 2: Autorización para realizar Levantamiento Cartográfico “Fotogramétrico” Poroy.	23
Ilustración 3: Autorización para realizar Levantamiento Cartográfico “Fotogramétrico” Pucyura.....	24
Ilustración 4: Reconocimiento de Campo, Vía Nacional Cusco – Abancay por parte de los investigadores	25
Ilustración 5: Punto Inicial Empalme PE-3S (CU1257) a Punto Final Empalme PE-3S (CU1193).	26
Ilustración 6: Se aprecia a los tesisistas realizando operaciones del vuelo con drone	29
Ilustración 7: Se evidencia al equipo técnico de topógrafos realizando el levantamiento topográfico.	30
Ilustración 8: Se evidencia al equipo técnico de topógrafos realizando trabajos de nivelación.	31
Ilustración 9: Se evidencia la excavación y toma de muestras de la Calicata C-01.	52
Ilustración 10: Se evidencia la excavación y toma de muestras de la Calicata C-02.....	52
Ilustración 11: Se evidencia la excavación y toma de muestras de la Calicata C-03.....	53
Ilustración 12: Se evidencia el perfil de suelo en la Calicata C-01.....	53
Ilustración 13: Se evidencia el perfil de suelo en la Calicata C-02.....	54
Ilustración 14: Se evidencia el perfil de suelo en la Calicata C-03.....	54
Ilustración 15: Se observa la delimitación de cuencas y sub cuencas del sistema hídrico del sector.....	56
Ilustración 16: Se observa el sistema de áreas de aporte hidrológico para las sub cuencas de la Vía nacional Cusco – Abancay.....	57
Ilustración 17: Grafico de Sección Cuneta Tipo I (concreto)	66
Ilustración 18: Grafico de sección Cuneta tipo I (concreto)	68
Ilustración 19: Sección de Marco tipo C "A"	71
Ilustración 20: Sección de Alcantarilla Circular Tipo TMC	71

Ilustración 21: Simbología de Curva Circular	87
Ilustración 22:Tipos de Curvas Verticales (convexas y cóncavas).....	91
Ilustración 23: Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018	93
Ilustración 24: Cálculo de Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa.	94

Resumen

Este trabajo de investigación se sustenta en el diagnóstico que realizamos sobre la Vía Nacional Cusco – Abancay (Tramo Poroy – Pucyura). Esta importante vía ubicada dentro de la ciudad del Cusco presenta una compleja problemática vial que se sintetiza en los siguientes puntos: diseño geométrico antiguo y desfasado, evolución del parque automotor a la actualidad, aumento anual progresivo del IMDA y demás inconvenientes analizados en el presente documento. Una vez realizado el diagnóstico planteamos un rediseño geométrico para el segmento de la Vía Nacional Cusco – Abancay Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193) por el que procedimos a realizar el Mapeo Cartográfico de los 11.60 km de vía con la finalidad de analizar los componentes geométricos de la vía; seguidamente se trabajó el análisis de mecánica de suelos con la ejecución de 03 calicatas para obtener las características físico – químicas y mecánicas de la superficie, la composición estratigráfica y el CBR; a continuación se efectuó el Estudio Hidrológico y de Drenaje para obtener eficacia en la implementación y funcionamiento de las obras de arte del proyecto; posteriormente se realizó el Estudio de Tráfico con el que se logró conocer el conteo y aforo vehicular además del cálculo del IMDA.

Palabras Clave: Diseño Geométrico, Sistema Urbano.

Abstract

This research work is based on the diagnosis we made on the Cusco – Abancay National Highway (Poroy – Pucyura section). It is highlighted that this important road located within the city of Cusco presents a complex road problem that is synthesized in the following points: old and outdated geometric design, evolution of the vehicle fleet to the present, progressive annual increase of the IMDA and other inconveniences analyzed in This document. Once the diagnosis was made, we proposed a geometric redesign for the segment of the Cusco – Abancay National Highway Section Junction PE-S3 (CU1257) to Junction PE-S3 (CU1193) for which we proceeded to carry out the Cartographic Mapping of the 11.60 km of road in order to analyze the geometric components of the road; Then, the soil mechanics analysis was carried out with the execution of 03 pits to obtain the physical - chemical and mechanical characteristics of the surface, the stratigraphic composition and the CBR; Next, the Hydrological and Drainage Study was carried out in order to achieve efficiency in the implementation and operation of the works of art of the project; After this action, the Traffic Study was carried out with which it was possible to know the count and vehicle capacity in addition to the calculation of the IMDA. With all these technical procedures, it was possible to develop a geometric redesign proposal for the Cusco – Abancay National Highway with the sole purpose of improving the urban road system in the sector and providing socio-economic improvements to the inhabitants of the sector.

Keywords: Geometric Design, Urban System.

I. INTRODUCCIÓN

La estructuración vial de un espacio resulta parte primordial del eje de desarrollo (Gestión Ordenada y Articula del Territorio y del Medio Ambiente), por ende, se entiende que los sistemas viales como caminos, carreteras y rutas de acceso son elementos que generan dinámica a los procesos económicos de los pueblos ya que es por estas vías por donde por circulan vehículos, personas y mercancías. En tal sentido una ciudad que posea un sistema vial que garantice confort, resguardo y prontitud en el movimiento de los pobladores, cumplirá con uno de los planteamientos más importantes de la Ingeniería Vial; que es el de proporcionar mejoramiento continuo de los niveles de bienestar social y económico.

La ciudad del Cusco se encuentra dentro del grupo de localidades sureñas del Perú con mayor potencial y proyección económico, sin embargo, tiene un sistema vial con múltiples deficiencias y problemas en el orden Urbano – Vial. No escapa a este diagnóstico la Vía Nacional Cusco – Abancay (Tramo Poroy – Pucyura) que es el punto de acceso más importante a esta urbe por el lado norte y que es parte esencial del eje de conexión vial que enlaza a muchas ciudades del país.

En tal sentido es necesario plantear instrumentos de solución para viabilizar la problemática existente en el sector, utilizando mecanismos de la planificación vial se propone la tesis denominada: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme Pe-S3(Cu1257) a Empalme Pe-S3(Cu1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco, investigación que consta de siete capítulos en las cuales se propone el Rediseño Geométrico de la Vía Cusco – Abancay (tramo Poroy Pucyura) con el propósito de reformular el sistema vial urbano del sector.

1.1 Formulación del Problema

La Vía Nacional Cusco – Abancay (Tramo Poroy – Pucyura) presenta una compleja problemática vial que se sintetiza en los siguientes puntos: diseño geométrico antiguo y desfasado, evolución del parque automotor a la actualidad, aumento anual progresivo del IMDA, presencia de solo 02 carriles en la configuración espacial de la vía, ancho de sección vial y plataforma inadecuado.

Todas estas dificultades técnicas se fundamentan en el hecho de que el diseño geométrico original de la Vía Cusco - Abancay fue planteado en la década de los 70 que fueron años donde no existía una Normativa de Gestión de Infraestructura Vial adecuada ya que no se advirtió el estudio y planificación para tiempos venideros y como es comprensible a la actualidad estos parámetros técnicos cambiaron considerablemente deviniendo en complicaciones viales como son la congestión y falta de fluidez vehicular, pérdidas de tiempo en las actividades de transporte y mayor consumo de combustible por parte del parque automotor que transita por esta vía.

Así mismo se indica que en los últimos 20 años los distritos de Poroy y Pucyura de la provincia del Cusco han sufrido un proceso de crecimiento poblacional y asentamiento urbano no planificado en espacios contiguos a la Vía Nacional Cusco – Abancay que ha conllevado a que se desencadene una expansión de las áreas urbanas de manera no proyectada y desordenada; se suma a esto la necesidad de transporte y tránsito terrestre entre los núcleos urbanos de Cusco y Anta que se desarrolla de manera ineficiente e interrumpida a razón de que la infraestructura vial de la Vía Nacional Cusco – Abancay no ofrece las condiciones técnicas normativas necesarias al presente año 2022.

Es así que realizada una evaluación y diagnóstico del Tramo (Poroy - Pucyura) de la Vía Nacional Cusco – Abancay se evidencia la invasión del derecho de vía por parte de los dueños de predios colindantes lo que conlleva a que esta ruta (Tramo Poroy Pucyura) tenga una sección y características técnicas inadecuadas con respecto a su calificación como Vía Nacional.

De lo antes mencionado, se formula las siguientes preguntas:

PREGUNTA GENERAL:

¿Cuál es la propuesta para mejorar el Diseño Geométrico de la Vía Nacional Cusco – Abancay Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS:

¿Cuál será el Estudio Cartográfico del Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193)?

¿Cuál será el Estudio de Suelos del Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193)?

¿Cuál será el Estudio Hidrológico del Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193)?

1.2 Justificación de la Investigación

Se extrae del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 que el objetivo del Diseño Geométrico es plantear un camino que contenga los parámetros adecuados, con longitudes y alineaciones idóneas de tal manera que la propuesta obtenida cubra la necesidad requerida.

Este segmento de la Vía Nacional Cusco – Abancay, fue construido en décadas anteriores sin contar con una Normativa de Gestión de Infraestructura Vial adecuada, por tal motivo esta vía no desempeña las condicionantes de Diseño Geométrico vigentes para las carreteras del Perú.

Tocando el aspecto social se indica que esta vía genera congestión y falta de fluidez vehicular provocando retrasos de tiempo y pérdidas económicas a transeúntes y vehículos de transporte en general.

A esta problemática se suma la necesidad de transporte y tránsito terrestre entre los núcleos urbanos de Cusco y Anta que se desarrolla de manera ineficiente e interrumpida a razón de que la infraestructura vial de la Vía Nacional Cusco – Abancay no ofrece las condiciones técnicas normativas necesarias en la actualidad.

Así mismo se indica que realizado el Diagnóstico Vial del Tramo (Poroy - Pucyura) de la Vía Nacional Cusco – Abancay se demuestra la posesión del derecho vial por parte de los dueños de predios colindantes a la carretera, lo que conlleva a que esta ruta (Tramo Poroy - Pucyura) tenga una sección y condiciones técnicas inadecuadas con respecto a su calificación como Vía Nacional.

En tal sentido es necesario plantear instrumentos de solución para resolver la problemática existente en el sector, utilizando mecanismos de la Planificación Vial se propone la tesis denominada: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco, en búsqueda de mejorar el sistema vial urbano en el sector y dotar con mejoras socio económicas a los habitantes del sector.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el mejoramiento del Diseño Geométrico de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), bajo la Normativa Vial vigente, generando mejoras con respecto al tiempo de recorrido, economía y seguridad vial.

1.3.2 Objetivos Específicos

Desarrollar el Mapeo Cartográfico para analizar las componentes geométricas de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193).

Plantear el Estudio de Suelos de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), con el fin de obtener las propiedades físicas, químicas y mecánicas además de conocer la composición estratigráfica y CBR.

Efectuar el Estudio Hidrológico y de drenaje de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), para un eficiente funcionamiento e implementación de obras de arte.

Matriz de Consistencia Interna

Problema	Objetivos			
General	General	Variables	Muestra	Metodología
¿Cuál es la propuesta de mejoramiento para el Diseño Geométrico para la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3?	Mejorar la propuesta de Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193)	Índice Medio Diario Carga Máxima Velocidad Diseño Sección Diseño Distanc. Visibilidad Radios Min. y Max. Pendientes Max.	Habitantes y transeúntes del Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193) de la Vía Nacional Cusco – Abancay en los distritos de Poroy y Pucyura.	Según su carácter: Aplicado.
Específicos	Específicos	Dependientes		
¿Cómo será el Estudio Cartográfico del Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193)?	Desarrollar el Estudio Cartográfico para analizar los elementos de diseño actuales de la vía.	Trazo Poligonal Perfiles Longitud. Secciones Transv. Pendientes Alineamientos	Habitantes y transeúntes del Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193) de la Vía Nacional Cusco – Abancay en los distritos de Poroy y Pucyura.	Según su finalidad: Descriptiva.
¿Cuál será el Estudio de Suelos del Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193)?	Plantear el Estudio de Suelos del empalme PE-S3 (CU1257) a empalme PE-S3 (CU1193) de la Vía Nacional Cusco – Abancay (Tramo Poroy - Pucyura).	Granulometría Límite de Consist. Cont. Humedad Ensayo CBR Densidad Máxima Proctor Modificado Estudio Cantera	Habitantes y transeúntes del Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193) de la Vía Nacional Cusco – Abancay en los distritos de Poroy y Pucyura.	Según su temporalidad: Transversal.
¿Cuál será el Estudio Hidrológico del Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193)?	Efectuar el Estudio Hidrológico y de drenaje de la vía para un eficiente funcionamiento e implementación de las obras de arte.	Área Sub Cuencas Caudal Máximo Precipitaciones Obras de Arte	Habitantes y transeúntes del Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193) de la Vía Nacional Cusco – Abancay en los distritos de Poroy y Pucyura.	Según su naturaleza: Cuantitativo.

Tabla 1: Matriz de consistencia interna

Fuente: Elaboración Propia

1.4 Hipótesis

General

En el tramo (Poroy - Pucyura) de la Vía Nacional Cusco - Abancay, se ha detectado características técnicas inadecuadas que generan congestión vehicular en horas punta, es así que para que se realice el traslado de personas y vehículos por los casi 12 km de longitud de este segmento de la vía, los transeúntes tienen que esperar un tiempo de 40 a 60 min. Por tal motivo para solucionar la problemática existente realizamos la propuesta de Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), bajo los criterios de diseño geométrico de la normativa vigente en la actualidad.

Específicas:

Para analizar las componentes geométricas de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), se desarrollará el Mapeo Cartográfico.

Para determinar las propiedades físico - químicas y mecánicas además de conocer la composición estratigráfica y CBR, se planteará el Estudio de Suelos de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193).

Para un eficiente funcionamiento e implementación de obras de arte, se efectuará el Estudio Hidrológico y de drenaje de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193).

1.5 Ubicación del Proyecto

La investigación se ubica en la Vía Nacional Cusco – Abancay, entre los distritos: Poroy (Provincia de Cusco) y Pucyura (Provincia de Anta) en el departamento de Cusco.

El segmento de la Vía Nacional Empalme PE-3S (CU1257) a Empalme PE-3S (CU1193), se encuentra ubicados entre las coordenadas zona: 18L N: 8,505,262 a 8'507,808 E: 822,902 a 812,784; presenta una longitud de 11,670 ml, un área de 2'334,000 m² y se ubica a una altura promedio de 3,550 m.s.n.m.

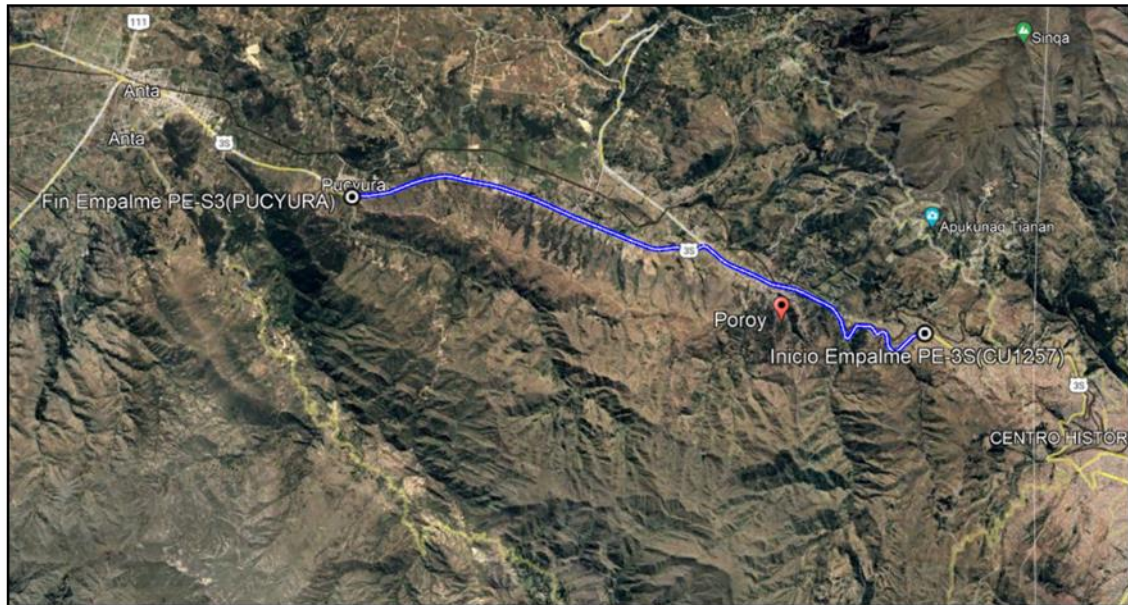


Ilustración 1: Tramo de la Vía Nacional Empalme PE-3S (CU1257) a Empalme PE-3S (CU1193).
Fuente: Google Earth – Elaboración Propia.

1.6 Límites

El proyecto de tesis denominado Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme Pe-S3 (Cu1257) a Empalme Pe-S3 (Cu1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco. 2022. Se ubica en la Vía Nacional Cusco – Abancay entre los distritos de Poroy y Pucyura, siendo sus límites colindantes los siguientes:

Norte: colinda con el distrito de Poroy y con el distrito de Pucyura.

Sur: colinda con el distrito de Poroy y con el distrito de Pucyura.

Este: colinda con el distrito de Poroy.

Oeste: colinda con el distrito de Pucyura.

1.7 Condiciones Climáticas

Temperatura Promedio

La temperatura máxima promedio es de 18 °C. Dentro del calendario anual el mes más frío del año es junio con temperaturas que fluctúan entre los -5 °C y 18 °C.

Nubosidad

Los meses entre abril y setiembre son la temporada de secas, en donde la mayor parte del día se encuentra despejado en un promedio del 70% del tiempo.

Los meses con mayor presencia de nubosidad se dan entre noviembre y marzo, denominado temporada de lluvias donde el cielo esta nublado en promedio el 50% del día.

Precipitación

La época con mayor precipitación dura 4.5 meses, desde la segunda quincena de noviembre hasta concluido el mes de marzo, donde resulta muy probable que pueda llover todos los días por lo menos más de 02 veces.

La temporada denominada secas dura 7.5 meses al año, desde inicios de abril hasta la primera quincena de noviembre. Cabe señalar que los meses con más días secos al año son junio y julio.

Lluvia

La temporada de lluvias en el Cusco dura en promedio 4.5 meses, desde la mitad de noviembre hasta concluido el mes de marzo. Se indica que el mes con más días mojados en Cusco es enero, tiempo en el cual existe por lo menos 1 milímetro de precipitación por día.

1.8 Aspecto Demográfico

La muestra de población para el proyecto de investigación está compuesta por los pobladores de los distritos de Poroy y Pucyura en el departamento del Cusco.

Se realizó una búsqueda de información, obteniéndose los siguientes resultados:

Distrito de Poroy

Del cálculo de población estimada según el INEI, para el año 2022 se determina un total de 13494 pobladores, entre ellos 6960 son varones y 6534 son mujeres.

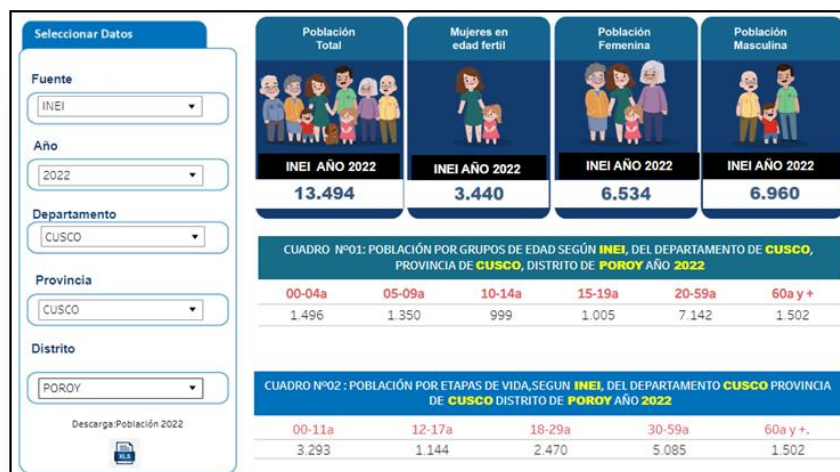


Tabla 2: Población referente al área urbana y rural del distrito de Poroy

Fuente: www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_estimada.as

Distrito de Pucyura

Del cálculo de población estimada según el INEI, para el año 2022 se determina un total de 3131 pobladores, entre ellos 1604 son varones y 1527 son mujeres.

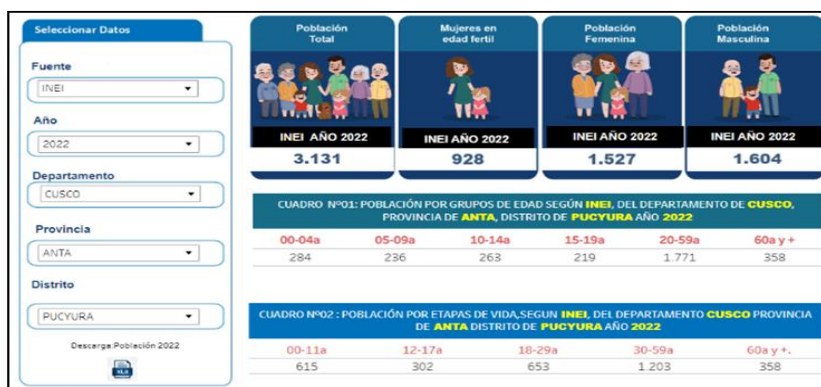


Tabla 3: Población referente al área urbana y rural del distrito de Pucyura

Fuente: www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_estimada.as

1.9 Servicios Públicos Existentes

La zona en estudio ofrece algunos servicios públicos, a continuación, identificamos los siguientes:

Agua Potable: Es conducida por el área de ATM (Área Técnica Municipal) de las Municipalidades Distritales de los distritos de Poroy y Pucyura. Cabe señalar que el servicio que ofrecen no es continuo en cuanto a su abastecimiento para el consumo llegando a niveles deficientes e inadecuados.

Energía Eléctrica: Los servicios de alumbrado público y domiciliario son proporcionados por la empresa Electro Sur Este, en los dos distritos en mención.

Servicio de Alcantarillado: Este sistema evacua las aguas residuales al cauce de las hondonadas de las localidades de Poroy y Pucyura.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

Se tomó el concepto de los siguientes términos:

Según El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018, es un instrumento técnico - reglamentario que estructura y compila la metodología para el diseño de carreteras, vías y caminos en base a su naturaleza y propuesta, y acorde a determinadas condicionantes técnicas. Comprende los referentes adecuados para distintas etapas en la proyección del diseño geométrico de las propuestas, en base a su clasificación y dificultad, en correspondencia con los otros reglamentos relacionados a la infraestructura vial.

El objetivo del Diseño Geométrico es plantear un camino que contenga los parámetros adecuados, con longitudes y alineaciones idóneas de tal manera que la propuesta obtenida cubra la necesidad requerida.

El concepto “Derecho de vía o faja de dominio”, es parte de la sección vial de una carretera con ancho variable según su ubicación en la cual se podrán ejecutar y mejorar obras complementarias y de ensanchamiento, mejoramiento de la oferta de servicios y se podrá plantear zonas de resguardo para los transeúntes.

2.2 Marco Teórico

Para la presente investigación denominada: “Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco. 2022” se toma como referencia para marco teórico el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018, que es un instrumento técnico - reglamentario que estructura y compila la metodología para el diseño de carreteras, vías y caminos en base a su naturaleza y propuesta, y acorde a determinadas condicionantes técnicas. Comprende los referentes adecuados para distintas etapas en la proyección del diseño geométrico de las propuestas, en base a su clasificación y dificultad, en correspondencia con otros reglamentos relacionada a la gestión vial.

En tal sentido la Vía Nacional Cusco – Abancay necesita de una actualización del diseño geométrico que satisfaga las necesidades y demanda social del objeto de estudio.

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, la Vía Nacional Cusco – Abancay, posee una Clasificación por demanda de carretera de Tercera

Clase, así mismo según la Clasificación por orografía es la de un Terreno Ondulado (Tipo 2), finalmente esta vía nacional está también clasificada como Vía Urbana Arterial por el Plan de Desarrollo Urbano del Cusco PDU 2013 - 2023 (Plano PP-12a), siendo parte del sistema vial que se encuentra dentro de esta urbe. La Vía Nacional Cusco – Abancay se ubica en la parte noroccidental a 5 km de la plaza de armas del Cusco resultando ser un eje de ingreso y salida para esta importante ciudad.

2.3 Repertorio

Como evidencia del trabajo de investigación, se han revisado diversas tesis y productos de investigación referidos al Diseño Geométrico de Vías, que nos sirven de Repertorio para el trabajo de investigación denominado: MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3 (CU1257) A EMPALME PE-S3 (CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022. El análisis de estos referentes se da en 02 clasificaciones: nacionales y extranjeros, siendo estos los siguientes:

Según Minchola, R. (2022), en su tesis denominada: “Diseño Geométrico para el Mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache - Otuzco - La Libertad” indica que el estado presente de la trocha carrozable es pésima por ende su investigación propondrá los estudios necesarios en correspondencia al Manual de Diseño Geométrico 2018 y documentos afines. Así mismo menciona que el proyecto investigativo es de carácter aplicativo con enfoque cuantitativo no experimental y descriptivo. Así mismo indica que utiliza la variable independiente “diseño geométrico” y la variable dependiente “mejoramiento a nivel de afirmado”. Respecto a las herramientas de toma de información propone a la visualización y el estudio documental para la toma de muestras de 07 calicatas posicionadas estratégicamente en la longitud de 6.39 km de la vía Mache - Pampas de Cochaya. Finalmente, con respecto a los resultados menciona que esta carretera tiene una categorización por demanda de tercera clase y por su orografía es la de un terreno accidentado, se contabilizó un aforo de 56 veh/día proyectado al 2031, se plantea una velocidad de diseño de 30 km/h, se plantea 02 carriles, superficie

de rodadura de 7.00 m, ancho de carretera de 6.00 m, bermas de 0.50 m, radios mínimos de 35.00 m, pendientes entre 0.50 y 12% y peraltes máximos de 8%.

Según Chávez C. (2021), en su tesis: “Mejoramiento del Diseño Geométrico y Estructural de la carretera Rioja - Yorongos, provincia de Rioja, departamento de San Martín - 2021”, indica cómo realizar el mejoramiento de la propuesta geométrica y estructural de la carretera Rioja – Yorongos, utilizando criterios del manual DG – 2018 así como el procedimiento AASHTO 93. Así mismo se menciona que en este proyecto investigativo se manejó el diseño no experimental, transversal y descriptivo. También indica que se tomó objeto investigativo la carretera de 8.45 km, concluyendo lo siguiente: la clasificación de la vía según su demanda es de tercera clase, cuenta con una velocidad de 40 km/h, ancho de rodadura de 6.60 m, posee un bombeo de 2.5%, el cálculo del IMDA es de 280 veh/día, se calculó un ESAL 1243316.8 EE, en referencia al estudio hidrológico se utilizó data de la estación Soritor – Senamhi para la sistematización de precipitaciones máximas, en lo referente a la mecánica de suelos se excavaron 06 calicatas que arrojaron un CBR menor al 6%, así mismo se indica que en lo referido al diseño estructural de la carretera se calculó un grosor de cambio con un CBR al 10%, finalmente se menciona que dentro de sus recomendaciones está la de proponer un modelo de defensa ribereña para el sector objeto de estudio.

Para Hipólito, K. (2020), en la tesis denominada: “Propuesta de Diseño Geométrico en Planta de la carretera Huayña - Yauyos progresiva km 2+300 a km 3+300 en el centro poblado Yauyos, de la provincia de Yauyos 2020”, manifiesta que esta carretera se ve afectada significativamente por el tránsito pesado llegando a ocasionar un sin número de accidentes de tránsito que trajo pérdidas humanas y económicas todo esto ocasionado por las deficiencias técnicas como el poco radio de las curvaturas que presenta el desarrollo de la carretera. Es así que se plantea el rediseño con una propuesta mejorada que desarrollara curvaturas convenientes con radios adecuados, logrando así una transitabilidad fluida y segura capaz de aumentar las condiciones socio económicas de los habitantes del sector, por todas estas necesidades se replanteó el diseño geométrico en planta del sector mencionado.

Para Fandiño, N. y Porras T. (2020), en su tesis denominada: “Propuesta de un Diseño Geométrico Vial para el mejoramiento de la movilidad de la Comunidad del

Barrio Guamito en el Municipio de Restrepo - Meta”, manifiestan que el perfeccionamiento de la transitabilidad peatonal y vehicular además del ensanchamiento de estos caminos permitirá alcanzar niveles adecuados de bienestar para los pobladores. Para ello se recomienda la ejecución de pavimentos rígidos, que dentro de su diseño presenta una losa de concreto con aditivo hidráulico, que se instalara por encima de un estrato de material tamizado y por encima de la sub rasante, es así que este procedimiento se denomina sub base de pavimento rígido. La carretera del barrio Guamito que lleva a la localidad de Miralindo posee una losa con carpeta asfáltica que se encuentra en pésimas condiciones de mantenimiento generando obstáculos para el desplazamiento de los pobladores de la zona, es por esta problemática que se plantea una propuesta de diseño geométrico en concordancia con la normativa colombiana. En conclusión, se planteó una losa de rodadura de pavimento rígido para las vías terciarias del proyecto.

Para Socha H, Prieto M, Morales A, Zambrano G. (2016), en su tesis denominada: “Propuesta de Diseño Geométrico para el Mejoramiento de la Intersección Carrera 30 con Calle 53b bis. Bogotá, Colombia” se fundamenta como punto inicial la seria problemática sobre movilidad vial que presenta la ciudad de Bogotá. En esta tesis investigativa se explica el método utilizado en la formulación del proyecto que busca obtener un análisis de tránsito en base al conteo de volúmenes históricos de los paraderos contiguos a la intersección vial, así mismo se realizó un cálculo de aforo vehicular de volúmenes y velocidades que se dio en horas pico donde se evidencia la máxima demanda. Posteriormente se trabajó un modelo computarizado con el software Vissim 5.3 que demuestra los patrones y comportamiento vehicular que ocurren en la intersección vial, cabe señalar que la propuesta del trabajo tendrá una proyección de 20 años, finalmente se elaboró la digitalización de los procesos con lo que se generó un renovado modelo digital de planimetría y elevaciones que sumado al análisis de la estructura actual tuvo como resultado el planteamiento de un nuevo diseño geométrico para la intersección vial existente.

Para Palma J. (2003), en su tesis denominada: “Estudio y Diseño de la Ampliación y Mejoramiento del tramo carretero, que une la Aldea Las Victorias y Finca Conchas, de la localidad de Villa Canales - Guatemala”, menciona que

existen diversas localidades que se ubican contiguas al trayecto de la vía que presenta serias deficiencias técnicas como el mal estado de mantenimiento y un deficiente servicio de transporte extra urbano resulta el sustento para proponer una propuesta de ampliación y mejoramiento vial que lograra dar solución a esta compleja problemática. La propuesta contempla un ensanche y aumento de un espesor de 0.25 m de la sub rasante con material balasto, mejoramiento de cunetas y contracunetas, mejoramiento de los drenajes transversales y longitudinales, estabilización de taludes circundantes. Con respecto al diseño geométrico del proyecto la investigación plantea el mejoramiento de las curvaturas horizontales y verticales, mejoramiento de los desniveles superiores e inferiores del área de investigación, todas estas acciones se realizaron en correspondencia con el reglamento vigente por la Dirección General de Caminos para conseguir lograr el aumento de los estándares de nivel social y económico de la población.

2.4 Terminología

Se utilizaron términos relacionados a la infraestructura vial los cuales se conceptualizan a continuación:

Carretera

Vía por la cual se desplaza el transporte motorizado de un mínimo de 02 ejes, esta vía deberá contener parámetros viales como pendiente longitudinal y transversal, secciones transversales definidas, losa de rodadura, todos estos elementos deberán cumplir la normativa actual del MTC.

Derecho de Vía

Retiro de vía con sección variable en la que se ubica el camino o sendero, elementos que conforman la plataforma, actividades de comercio y servicios, superficies programadas para mejoramientos y ampliaciones de vía y superficies de seguridad de los transeúntes.

Estudio de Impacto Vial

Se refiere al estudio generado por el transporte vehicular y peatonal que ocurre en un determinado lugar, esto se da como resultado de la ejecución de una

propuesta vial fuera o dentro del derecho de vía de un camino para así determinar los impactos negativos y proponer acciones de mitigación inmediata.

Plataforma Logística

Superficie en donde se desarrollan múltiples acciones vinculadas a la logística y distribución de mercancías relativas al transporte nacional y extranjero, cabe señalar que estas plataformas poseen lugares de servicio estatal y privado para el funcionamiento económico comercial.

Sección Transversal

Se refiere al ancho de una vía de manera transversal con respecto al alineamiento longitudinal con medidas establecidas, las cuales brindan información específica de tramos o secciones requeridas.

Tramos Homogéneos

Son elementos que el proyectista plantea a lo largo del desarrollo de la vía, estos elementos tienen la característica de tener una misma velocidad de diseño y también son elementos repetitivos en el proyecto.

Velocidad de Operación

También denominada velocidad de diseño de la vía que es la máxima rapidez con la que podría circular un vehículo en un ramo determinado.

III. METODOLOGÍA

El método planteado para esta investigación es de carácter experimental, se utilizó variables cuantitativas que sirven de insumo para la obtención de datos que luego de ser analizados darán la posibilidad de obtener una solución a la problemática propuesta.

Esta investigación plantea un rediseño geométrico para el segmento de la Vía Nacional Cusco – Abancay Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193). Como punto inicial para la investigación se realizaron visitas de campo a la zona de estudio para identificar una calificación de la carretera e identificar los problemas e inconvenientes técnicos que se presentan; acto seguido se procedió a realizar el Mapeo Cartográfico de los 11.60 km de vía con la finalidad de analizar los componentes geométricos de la vía; seguidamente se trabajó la mecánica de Suelos con la ejecución de 03 calicatas para obtener las propiedades físico – químicas y mecánicas de la superficie, la composición estratigráfica del suelo y el CBR; a continuación se efectuó el Estudio Hidrológico y de Drenaje con el objetivo de tener una eficaz implementación y funcionamiento de las obras de arte del proyecto; posterior a esta acción se realizó el Estudio de Tráfico con el que se logró conocer el conteo y aforo vehicular además del cálculo del IMDA. Todos estos trabajos preliminares sirvieron como unidades para la propuesta de rediseño geométrico de la Vía Cusco – Abancay.

3.1 Generalidades

Dentro de la categorización de los proyectos viales, el proyecto de investigación denominado: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme Pe-S3 (Cu1257) a Empalme Pe-S3 (Cu1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco 2022, se categoriza como una propuesta de Mejoramiento de Trazo porque se realizará un nuevo planteamiento del desarrollo de la vía en la totalidad de su longitud planteando una rectificación del eje vial que devendrán en el rediseño integral de los elementos geométricos viales (plataforma de carretera, obras complementarias y obras de arte) obteniendo entregables de planimetría y altimetría de la propuesta de diseño geométrico.

3.2 Tipo y Diseño de Investigación

El proyecto de investigación denominado: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme Pe-S3 (Cu1257) a Empalme Pe-S3 (Cu1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco 2022, posee un carácter “Aplicado” porque tiene el objetivo principal de resolver las deficiencias técnicas de la Vía Cusco - Abancay mediante una nueva propuesta de diseño geométrico. Así mismo se menciona que posee una finalidad “Descriptiva” porque define, clasifica y propone una solución frente a la problemática antes mencionada de la Vía Cusco - Abancay (Tramo Poroy - Pucyura).

3.3 Operacionalización

Variable cualitativa: Diseño Geométrico.

El Diseño Geométrico tiene como finalidad principal plantear un camino que contenga los parámetros adecuados, con longitudes y alineaciones idóneas de tal manera que la propuesta obtenida cubra la necesidad requerida.

Esta variable se operacionalizó en base a los siguientes componentes: Estudio Cartográfico, Estudio de Suelos y Estudio Hidrológico.

Operacionalización de Variables

Variable	Descripción Conceptual	Descripción Operacional	Magnitudes	Indicativos	Unidad
Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco.2022.	Aplicación de la Ingeniería Civil dentro del área de Movilidad y Transporte para lograr el trazado y replanteo de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta	Esta variable se calculó en referencia a las siguientes dimensiones: Estudio Cartográfico, Estudio de Suelos y Estudio Topográfico	Estudio Cartográfico.	Trazo de Poligonal	Ordinal (Km)
				Perfiles Longitudinales	Intervalo (Km)
				Secciones Transversales	Intervalo (Km)
				Pendientes	Intervalo (m/m)
			Estudio de Suelos.	Granulometría	Razón (%)
				Límites de Consistencia	Razón (%)
				Contenido de Humedad	Razón (%)
				Ensayo CBR	Razón (%)
			Área de Sub	Razón	

			Estudio Hidrológico.	Cuenca	(Km2)
				Caudal Máximo	Razón (m3/s)
				Precipitaciones	Intervalo (m/m)
				Obras de Arte	Ordinal (Und.)

Tabla 3: Operacionalización de variables

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Habitantes y Muestra

Los pobladores y muestra del estudio comprenderá la circunscripción de los distritos de Poroy y Pucyura de la provincia del Cusco en el Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193) de la Vía Nacional Cusco – Abancay, además de los transeúntes que circulan por esta vía.

3.5 Normatividad

Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 (RD N° 03-2018-MTC/14).

Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje (RD N° 20-2011 MTC/14).

Manual de Seguridad Vial (RD N° 2017-MTC/14).

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (RD N° 10 - 2014-MTC/14).

Especificaciones Técnicas para Levantamiento Geodésicos Verticales.

Especificaciones Técnicas para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global.

Especificaciones Técnicas para la producción de Mapas Topográficos a Escala de 1:1000.

ANEXO: Orden Circular OC 01/2021 - Recomendaciones para el diseño de carreteras 2+1 y carriles adicionales de adelantamiento.

Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de Dos Carriles. Tercera versión.

3.6 Autenticidad y Fiabilidad

Los equipos topográficos y cartográficos (Receptores GNSS, Nivel de ingeniero) fueron calibrados y certificados.

3.7 Procedimiento de la Investigación

Se elaboraron documentos de gestión mediante solicitudes dirigidas a autoridades locales, alcaldes distritales de las Municipalidades de Poroy y Pucyura; para solicitar la autorización para realizar estudios técnicos con fines académicos en el centro poblado de Poroy y Pucyura respectivamente, así mismo se solicitó información sobre el levantamiento topográfico de la Vía Nacional Cusco – Abancay en el tramo que pasa por estos distritos.

Se efectuó un convenio con la empresa Robles Pérez Asociados E.I.R.L., para solicitar apoyo con el equipo técnico y personal para realizar el levantamiento cartográfico, el cual fue diseñado y supervisado por los investigadores.

Así mismo se utilizarán cédulas de conteo y cálculo de aforo de vehículos que serán evaluadas por los investigadores y se logrará reconocer:

Número de móviles que transitan por la Vía Nacional Cusco – Abancay.

Manipulación de variable. – La variable a manipular será: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta. Para su manipulación se realizarán diferentes estudios y evaluaciones contemplados dentro de las normativas vigentes relacionadas al Diseño Geométrico de Vías.

Digitalización del trabajo de campo: Se usarán múltiples softwares para elaborar esta tesis, dentro de los cuales se tienen los siguientes: AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Microsoft Office 2016, Agisoft Metashape, Excel.

Razones Ético - Morales: La elaboración de la tesis tiene la finalidad de beneficiar a los habitantes del Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193) de la Vía Nacional Cusco – Abancay en los distritos de Poroy y Pucyura.

3.8 Diagnóstico de la Situación Actual

En el presente trabajo de investigación se señala que la ejecución de la Pavimentación de la Vía Nacional Cusco – Abancay (Tramo Poroy – Pucyura) se realizó en la década de los años 1970, cabe señalar que en esos años no existía una Normativa de Gestión de Infraestructura Vial adecuada, ya que no se advirtió el estudio y planificación para los años venideros, es por ello que dentro de su

configuración espacial presenta solamente 02 carriles, uno de ingreso y uno de salida a la ciudad del Cusco con un ancho de plataforma inadecuado. En la actualidad esta importante vía presenta múltiples deficiencias y problemas en el orden Urbano – Vial como son: la congestión y falta de fluidez vehicular, pérdidas de tiempo en las actividades de transporte y mayor consumo de combustible por parte del parque automotor que transita por este sector de la Vía Nacional Cusco – Abancay.

Es así que realizada una evaluación y diagnóstico del Tramo (Poroy - Pucyura) de la Vía Nacional Cusco – Abancay se evidencia la invasión del retiro de carretera por parte de los dueños de predios colindantes lo que conlleva a que esta ruta (Tramo Poroy Pucyura) tenga una sección y características técnicas inadecuadas con respecto a su calificación como Vía Nacional.

En tal sentido es necesario plantear instrumentos de solución para viabilizar la problemática existente en el sector, utilizando mecanismos de la planificación vial se propone la tesis denominada: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme Pe-S3(Cu1257) a Empalme Pe-S3(Cu1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco, en búsqueda de mejorar el sistema vial urbano en el sector y dotar de mayores condiciones socio económicos a los habitantes del sector.

3.9 Ente Técnico

El asesor de la investigación es el Ingeniero Civil Alex Arquímedes Herrera Viloche.

3.10 Materiales y Equipos

Para el levantamiento cartográfico del tramo en estudio se realizará por metodología aerofotogrametría en plataforma aérea no tripulada RPAS (Drone, Receptores GNSS, estación total y nivel de ingeniero).

Se realizará el estudio hidrológico de las áreas de influencia de vías para calcular y realizar el dimensionamiento de las obras de infraestructura hidráulicas que se tienen en el tramo de estudio.

Se realizará el análisis mecánico de suelos (03 calicatas de 1.00 x 1.00 x 1.80 m) en puntos estratégicos de la investigación.

Se descargó información de la página web del Ministerios de Transporte y Comunicación, sobre las redes viales de la ciudad del Cusco.

Para la digitalización del trabajo se necesitó: 02 laptop, cámara fotográfica, información de la ERP CS01, fichas técnicas del punto de nivelación de la Red Vial Nacional.

3.11 Recursos y Coste

Los desembolsos realizados en el desarrollo del presente estudio serán cubiertos por los autores de este proyecto de investigación.

3.12 Cronograma de Ejecución

PROGRAMACION DE ACTIVIDADES PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION																				
ITEM	DESCRIPCION	DURACION	INICIO	TERMINO	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
					SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16
1	PERMISOLOGIA	30	3/1/22	3/31/22																
2	RECOPLACION DE INFORMACION	9	4/1/22	4/10/22																
3	PLANTEAMIENTO DE LOS TRABAJOS A REALIZAR	16	4/1/22	4/17/22																
4	ESTUDIO CARTOGRAFICO	20	4/18/22	5/8/22																
5	ESTUDIO HIDROLOGICO	13	5/9/22	5/22/22																
6	ESTUDIO MECANICA DE SUELOS	6	5/16/22	5/22/22																
7	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLAS	13	5/16/22	5/29/22																
8	DISEÑO GEOMETRICO VIAL	52	4/25/22	6/16/22																
9	INFORME DE INVESTIGACION	121	3/1/22	6/30/22																

Tabla 4: Cronograma de Ejecución

Fuente: Elaboración Propia.

3.13 Presupuesto para concretar el Proyecto

PRESUPUESTOS PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION							
ITEM	TIPO	CATEGORIA	RECURSO	DESCRIPCION	FINANCIAMIENTO	MONTO	
1			EQUIPO	LAPTOP 1	PROPIO	S/	-
2	RECURSOS DISPONIBLES	INFRAESTRUCTURA - EQUIPAMIENTO	EQUIPO	LAPTOP 2	PROPIO	S/	-
			EQUIPO	PROGRAMAS	PROPIO	S/	-
3			AUTOMOVIL	MEDIO TRANSPORTE	PROPIO	S/	-
4			EQUIPO	LEVANTAMIENTO CARTOGRAFICO	PROPIO	S/	16,500.00
5			EQUIPO	NIVELACION	PROPIO	S/	1,000.00
6	RECURSOS NECESARIOS	INVERSION TRABAJOS DE CAMPO	IMPRESIONES	INFORME INVESTIGACION, PLANOS, EMPASTADOS, ETC	PROPIO	S/	750.00
7			COMBUSTIBLE	MEDIO DE TRANSPORTE	PROPIO	S/	500.00
8			DATA IGN	BASE ERP, FICHA ERP CS01, FICHA DE PUNTO NIVELACION	PROPIO	S/	1,000.00
9			GASTOS DIVERSOS	ALIMENTACION, ALOJAMIENTO, ETC	PROPIO	S/	500.00
						TOTAL	S/ 20,250.00

Tabla 5: Presupuesto

Fuente: Elaboración Propia.


IV. RESULTADOS

4.1 ESTUDIO CARTOGRÁFICO

4.1.1 Generalidades

Se programó y ejecutó el Estudio Topográfico mediante Levantamiento Cartográfico del proyecto de investigación denominado: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta. 2022. Para tal fin se solicitó los permisos correspondientes a las Municipalidades Distritales de Poroy y Pucyura dentro de la provincia del Cusco.


A continuación, se evidencia los permisos solicitados a las Municipalidades Distritales en mención para la realización de esta primera parte del proyecto de investigación:



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POROY

CREACIÓN POLITICA 20 DE FEBRERO DE 1941 MEDIANTE LEY N° 9335
CUSCO - PERÚ

Poroy Forjando su Desarrollo



SOLICITANTE: LUIS FERNANDO WARTHON GRAJEDA
MAURICIO MARTIN MOSCOZO VILLALBA

EXPEDIENTE: 00478-2022


AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LEVANTAMIENTO TOPORÁFICO

N° 001-2022-GDUR-MDP


LA SUB GERENCIA DE DESARROLLO URBANO RURAL Y CATASTRO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POROY

NOMBRE SOLICITANTE	: Luis Fernando Warthon Grajeda Mauricio Martín Moscoso Villalba
UBICACIÓN	: Vía Nacional Cusco - Abancay
DISTRITO	: Poroy.
PROVINCIA	: Cusco.
DEPARTAMENTO	: Cusco.

Se otorga la presente Autorización para realizar el Levantamiento Topográfico mediante Vuelo Fotogramétrico de la Vía Nacional Cusco – Abancay que pasa en su desarrollo por el distrito de Poroy, para la realización del Proyecto de Investigación: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco 2022, solicitado por los Estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo.



Poroy, 30 de marzo del 2022



Plaza Domingo Echevaray N° 4 Poroy - Cusco - Perú
✉ munideporoy@gmail.com
🌐 www.munideporoy.gob.pe
📍 Municipalidad Distrital de Poroy

Ilustración 2: Autorización para realizar Levantamiento Cartográfico “Fotogramétrico” Poroy.

Fuente: Autorización de la Municipalidad Distrital de Poroy.

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PUCYURA
Creación Ley N° 9618 del 30 de Setiembre de 1942

Pucyura
NUEVOS TIEMPOS

SOLICITANTE: LUIS FERNANDO WARTHON GRAJEDA
MAURICIO MARTIN MOSCOSO VILLALBA
EXPEDIENTE N°: 00478 - 2022

AUTORIZACION PARA REALIZAR LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO "FOTOGRAMETRICO"

N° 001-2022-UCDUR/SGIOT-M.D.P.

Referencia al Expediente N° 00478 - 2022 - UCDUR / MDP

LA UNIDAD DE CATASTRO Y DESARROLLO URBANO RURAL DE LA SUB GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

DE LOS ESTUDIANTES:


- LUIS FERNANDO WARTHON GRAJEDA (0000-0002-288-240K) DNI Nro. 43116246
- MAURICIO MARTIN MOSCOSO VILLALBA (0000-0002-1317-1357) DNI Nro. 29685693

Ubicación : VIA NACIONAL CUSCO - ABANCAY
Sector : "TRAMO - EMPALME DISTRITO DE PUCYURA"
Distrito/Provincia : Pucyura/Anta.
Departamento : Cusco.
Región : Cusco.

Se otorga la presente autorización para realizar el Levantamiento Topográfico mediante vuelo "FOTOGRAMETRICO" de la Vía Nacional Cusco - Abancay que pasa en su desarrollo por el Distrito de Pucyura, tal Levantamiento Topográfico tiene la finalidad educativa - academica como parte del Proyecto de Investigación; "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMETRICO VIA NACIONAL Tramo **Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE-S3 (CU1193), Provincias Cusco y Anta, Departamento Cusco 2022**" solicitado por los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo.

OBSERVACION:
Se exhorta a los solicitantes que al momento de captar las imágenes con el Drone, se sirvan a tener en cuenta el derecho a la intimidad establecido en la normativa de ley vigente con respecto a los vecinos y/o instituciones colindantes a la Vía Nacional, Tramos - Empalmes mencionados. Por consiguiente la Municipalidad Distrital de Pucyura no se responsabiliza de cualquier vulneración al derecho a la intimidad y/o privacidad de terceros, ya que se expide la presente autorización solo con fines y objetivos académicos.

Pucyura, 01 de Abril del 2022.



MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PUCYURA
ANTA - CUSCO

Arq. Osman Arturo Jara Castro
CAP. 15217
UNIDAD DE CATASTRO Y DESARROLLO URBANO RURAL




Ilustración 3: Autorización para realizar Levantamiento Cartográfico "Fotogramétrico" Pucyura.

Fuente: Autorización de la Municipalidad Distrital de Poroy.

Como resultado se obtuvo el Estudio Topográfico mediante Levantamiento Cartográfico del estado actual de la Vía Nacional que nos brinda la geometría, planimetría y altimetría de la zona de trabajo, características naturales del área de estudio, las alturas de los relieves, las pendientes topográficas, las mismas que serán representadas gráficamente en los planos que se presentarán en este proyecto de investigación.



Ilustración 4: Reconocimiento de Campo, Vía Nacional Cusco – Abancay por parte de los investigadores
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Ubicación

La ubicación de la Investigación denominado: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta. 2022, es la siguiente:

Departamento	:	Cusco
Provincia	:	Anta
Distritos	:	Poroy y Pucyura
Localización	:	Vía Nacional Cusco – Abancay
Longitud	:	11.67 km
Altitud	:	3550 m.s.n.m.
Zona	:	18 L
Norte	:	8'505,262 a 8'507,808
Este	:	822,902 a 812,784

4.1.3 Reconocimiento del Lugar

El objeto de análisis es la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura), se localiza en la parte noroccidental de la ciudad del Cusco, se tomó una longitud de 11.67 km de esta vía como área de estudio, cabe señalar que este camino tiene una plataforma de 9.50 ml, teniendo una calzada con 02 carriles de 6.30 ml, 02 arcenes laterales de 0.80 y 0.70 ml y 02 aceras de 1.00 y 0.70 ml.



Ilustración 5: Punto Inicial Empalme PE-3S (CU1257) a Punto Final Empalme PE-3S (CU1193).

Fuente: Google Earth – Elaboración Propia.

El punto inicial del proyecto de investigación se encuentra en el Inicio del Empalme PE-3S (CU1257) ubicado en el distrito de Poroy con coordenadas E: 822810.476, N: 8505263.797, H: 3616.9195, mientras que el punto de conclusión se encuentra en el Fin de Empalme PE-S3 (CU1193) ubicado en el distrito de Pucyura con coordenadas E: 812799.920, N: 8507810.315, H: 3388.3143.

El sector objeto de estudio presenta una topografía variada y accidentada, de planimetría muy irregular con pendientes longitudinales, altibajos geográficos y una pendiente transversal al eje de la vía variable, debido a las hondonadas y ondulaciones que presenta la propia naturaleza de esta área de trabajo ubicada en los distritos de Poroy y Pucyura dentro de la serranía de la provincia del Cusco.

Se identificaron 55 alcantarillas: Alcantarilla de Sección de Marco de Tipo C°A° y Alcantarilla Circular Tipo TMC, que fueron construidas técnicamente de una manera adecuada ya que luego de realizar el cálculo de Capacidad Hidráulica de Alcantarillas, las mismas cumplen los estándares de velocidad de flujo y caudal, por lo que se planteara un rediseño mínimo de obras de arte.

Se identificó la red de drenaje longitudinal compuesta por una tipología de cunetas que, de acuerdo al desarrollo de tramos específicos, estas presentan deficiencias a falta de trabajos de mantenimiento y restitución. El proyecto de investigación contemplara el rediseño de la red de drenaje pluvial de la Vía Nacional que las aguas discurren adecuadamente por la nueva red de drenaje propuesto.

Cabe señalar que en la evaluación del estado actual de la Vía Nacional Cusco – Abancay (Tramo Poroy - Pucyura) no se encontró la construcción de badenes, es así que el planteamiento de estos elementos de control hidrológico será evaluado por parte del equipo investigador de este proyecto.

4.1.4 Metodología de trabajo

La metodología de trabajo propuesto se orienta en lograr el Mejoramiento de los elementos Geométricos del tramo de la Vía Nacional Cusco – Abancay, para lograr las variantes para obtener elementos de Diseño Geométrico enmarcados dentro del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018.

La vía posee una clasificación de carretera por demanda de tercera clase y según la orografía es un terreno ondulado; para el análisis situacional del Diseño Geométrico se realizó el Levantamiento Cartográfico para obtener los elementos geométricos actuales de la Vía Cusco Abancay, finalmente se indica que se realizó el levantamiento del sistema de drenaje pluvial, alcantarillas y cunetas laterales existentes.

4.1.5 Personal

Para la realización del levantamiento cartográfico para este proyecto de investigación se necesitó el siguiente personal técnico:

02 tesistas.

01 piloto de RPAS.

04 técnicos especialistas.

01 cadistas.

02 conductores.

4.1.6 Equipos

Para el levantamiento Cartográfico para este proyecto de investigación se utilizaron los siguientes recursos:

01 RPAS

03 GNSS Navegadores, marca GARMIN (GPSMAP 76CSx).

03 receptores GNSS, marca South.

01 nivel Electrónico marca South

01 kit de herramientas para corte y excavación (comba, pico, pala, barreta).

01 cinta métrica de 08 m.

01 cinta métrica de 100 m.

02 camionetas 4 x 4.

4.1.7 Materiales

En el levantamiento topográfico para este proyecto de investigación se utilizó los siguientes materiales:

Cemento.

Hormigón.

Yeso.

Pintura Spray color blanco (24 und).

Correctores color blanco: 2 unidades

Estacas de fierro: 250 unidades

Papel bond A-4: 1 ciento

Lapiceros: 3 unidades

Lápiz.

Libreta de notas.

4.1.8 Procedimiento

Los trabajos correspondientes al Estudio Cartográfico de este proyecto de Investigación contemplaron 03 etapas, siendo estas las siguientes:

Plan de trabajo.

Labores de Campo.

Labores de Gabinete.

Se el plan de trabajo diseñando el plan de Vuelo fotogramétrico de la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura), en el Google Earth Pro a una escala adecuada las líneas de vuelo de esta vía y su contexto inmediato, los puntos de captura de las imágenes y los puntos de altimetría del vuelo realizado. Una vez realizada la aerotriangulación del sector se obtuvo la extensión del control terrestre a través de franjas o bloques de fotos.

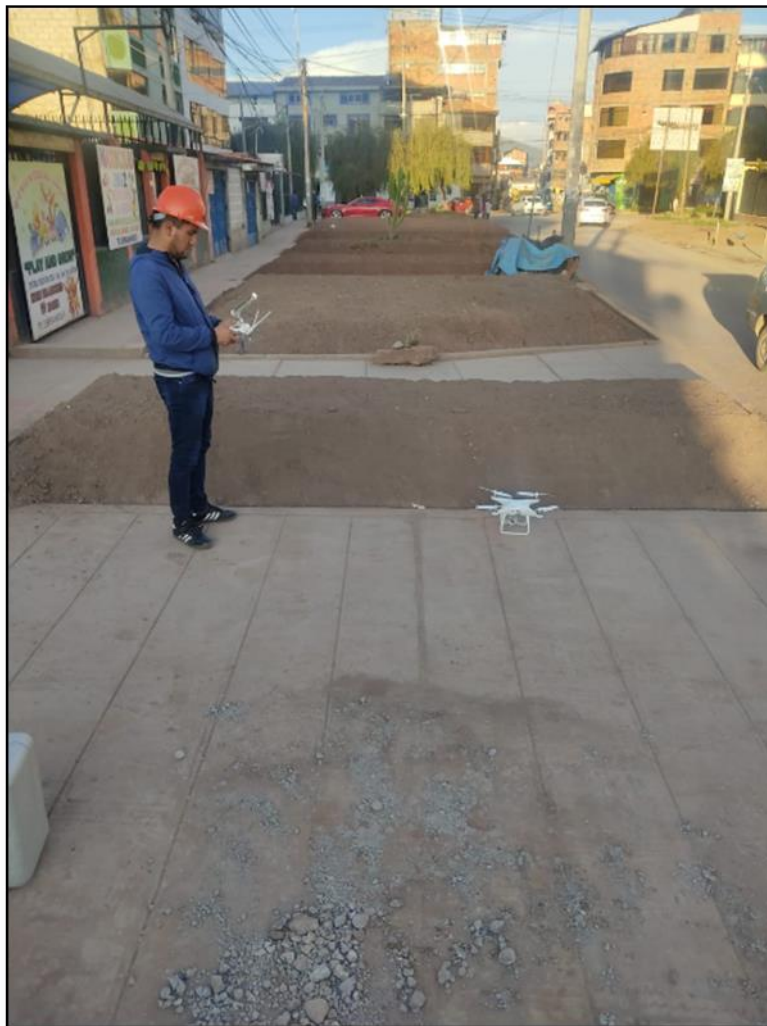


Ilustración 6: Se aprecia a los tesisistas realizando operaciones del vuelo con drone

Fuente: Elaboración Propia.

Monumentación y levantamiento de puntos de control:

Se ubicaron y monumentaron los 07 Puntos de control Horizontal, 07 Puntos de control Vertical y Puntos apoyo fotogramétrico (Puntos Centrales en un número de 60 y Puntos Laterales en un número de 73). de la zona de estudio.



Ilustración 7: Se evidencia al equipo técnico de topógrafos realizando el levantamiento topográfico.

Fuente: Elaboración Propia.

Nivelación Diferencial

El objetivo principal de la Nivelación Diferencial, es el de establecer un sistema de control vertical de precisión y obtener los valores altimétricos de los puntos de la Red Geodésica Básica Local a partir de un punto de cota conocida mediante el uso de equipos de medición apropiados tales como Niveles mecánicos o digitales.

Se desarrolló una Nivelación diferencial cerrada, con el objetivo de obtener la cota con respecto al nivel medio de la Vía Cusco – Abancay de los puntos de control del proyecto que permita realizar el cálculo del Modelo Geoidal Local que dará soporte al levantamiento cartográfico.



Ilustración 8: Se evidencia al equipo técnico de topógrafos realizando trabajos de nivelación.

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.9 Levantamiento cartográfico en la zona

Para el Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta. 2022, se realizó el Levantamiento Cartográfico en la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura), se utilizó distintas herramientas cartográficas y topográficas como: 01 RPAS, 03 GNSS Navegador, 03 GNSS receptores, 01 Nivel Topográfico Electrónico.

Para desarrollar la cartografía del proyecto con las precisiones requerida se realizó el levantamiento Fotogramétrico, con cámaras digitales instaladas en las plataformas no tripuladas (RPAS), apoyando el levantamiento con Puntos de Apoyo Fotogramétrico (PAF) pre marcados con yeso en forma de “Y”, para ubicar espacialmente el vuelo fotogramétrico en las coordenadas (X, Y, Z), y controlar

las precisiones residuales obtenidas en la construcción de los modelos digitales (DEM y DTM), ortofotos, curvas y planimetría.

El plan de vuelo ejecutado, se realizó empleando el software MAP PILOT. Tomando en consideración las dimensiones del proyecto como el tamaño de píxel requerido y la altura absoluta del terreno, el proyecto se ejecutó en dos (02) zonas de operación, la primera corresponde al distrito de Poroy y la segunda al distrito de Pucyura.

El plan de vuelo, calculó la altura AGL requerida para cumplir con el tamaño de píxel de 5cm, tomando en consideración la distancia focal de la cámara empleada se realizó un Traslape Longitudinal de 80% y Lateral de 70%.

Para la realización de los trabajos de Producción Cartográfica se realizaron las siguientes acciones:

- a) Establecimiento de una Base GNSS para los trabajos de campo programados en la zona, enlazado a una (01) Estación de Rastreo Permanente CS01-CUSCO, la cual se amarró con el Punto BM 04.
- b) Amarre de la red de control vertical desde el punto A-228-A al BM-04, mediante enlace con receptores GNSS.
- c) Monumentación y Medición con GNSS receptores diferencial a siete (07) puntos BM.
- d) Medición con GNSS receptores diferencial a sesenta (60) Puntos Centrales de Apoyo Fotogramétricos (PC) temporales.
- e) Medición con GNSS receptores diferencial a setenta y tres (73) Puntos Laterales de Apoyo Láser (PL) temporales.
- f) Nivelación Diferencial Compuesta Cerrada de 3er Orden de todos los puntos de RED.
- g) Generación del modelo geoidal.

Punto de Inicio EMPALME PE-3S (CU1257): Progresiva 00+000:

Coordenada Este: 822810.476
Coordenada Norte: 8505263.797
Altitud: 3616.9195

Punto Final EMPALME PE-S3 (CU1193): Progresiva 11+670:

Coordenada Este: 812799.920
Coordenada Norte: 8507810.315
Altitud: 3388.3143

El tiempo de trabajo respecto del Levantamiento Cartográfico del Proyecto de Investigación es el siguiente:

Establecimiento de una Base GPS: 07 días.
Monumentación y Levantamiento de Puntos Cartográficos: 10 días.
Nivelación Diferencial: 10 días.

El Levantamiento Cartográfico se realizó en un total de 27 días, los datos e información se almacenaron de una manera adecuada en la base de datos del equipo de investigación para el posterior procesamiento en gabinete.

4.1.10 Puntos de Georreferenciación

Como primera acción se realizó la compra de Información de la ficha y data de la Estación GNSS de Rastreo Permanente con Código Nacional CS01, este punto geodésico presenta las siguientes características:

Sistema de Referencia: GRS80 / WGS84
Marco de Referencia: ITRF2000
UTM: 179291.7309 (ESTE); 8502947.3663 (NORTE)

La georreferenciación del Proyecto de Investigación se realizó mediante el amarre entre el Punto CS01 y el punto de control (BM04). Los puntos de control horizontal y vertical fueron amarrados mediante receptores GNSS desde el Punto de control BM-04. La ubicación de los puntos de control está en lugares estratégicos para que no sean dañados durante la ejecución del estudio del mejoramiento del diseño geométrico de la Vía Cusco - Abancay.

4.1.11 Obtención de las coordenadas de los Puntos Georreferenciados

En la siguiente tabla se detallan los Puntos Cartográficos de la zona de estudio con el que se logró obtener 03 tipos de Puntos de Apoyo Fotogramétrico (PAF): Puntos BM en un número de 07, Puntos Centrales en un número de 60 y Puntos Laterales en un número de 73, en el siguiente cuadro se muestran sus características geográficas:

Lista de puntos

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Código de característica	Factor de escala combinada
BM01	822810.476	8505263.797	3616.9195		1.0003132281
BM02	821444.547	8505426.048	3536.6653		1.0003149647
BM03	819673.304	8506409.839	3487.9198		1.0003085893
BM04	817587.271	8506994.977	3443.0062		1.0002992155
BM05	815836.799	8507754.317	3438.2007		1.0002862643
BM06	813899.802	8508040.665	3402.5827		1.0002767851
BM07	812799.920	8507810.315	3388.3143		1.0002705070
C001	822974.976	8505236.272	3622.8602		1.0003136076
C002	822796.424	8505243.625	3615.7167		1.0003133050
C003	822625.150	8505141.610	3606.9167		1.0003133214
C004	822483.664	8505009.230	3598.6449		1.0003134930
C005	822318.555	8504936.383	3589.8746		1.0003135552
C006	822225.545	8505107.464	3582.2439		1.0003140140
C007	822157.079	8505272.256	3577.0576		1.0003142843
C008	822010.862	8505290.200	3572.6958		1.0003138055
C009	821835.408	8505384.108	3564.8851		1.0003136368
C010	821661.401	8505332.395	3556.4554		1.0003135775
C011	821569.672	8505182.311	3545.1009		1.0003146327

C012	821483.074	8505321.594	3540.8992		1.0003144775
C013	821409.142	8505116.995	3532.3991		1.0003153542
C014	821292.547	8505683.327	3523.9790		1.0003157522
C015	821131.396	8505794.266	3518.3417		1.0003153581
C016	820951.557	8505888.029	3515.8371		1.0003143243
C017	820771.862	8505980.318	3513.3458		1.0003132904
C018	820589.397	8506058.745	3507.3495		1.0003127863
C019	820387.546	8506094.040	3494.2132		1.0003132518
C020	820197.654	8506143.485	3491.3267		1.0003122017
C021	820022.095	8506234.728	3489.4957		1.0003111009
C022	819833.813	8506324.984	3488.4084		1.0003097799
C023	819663.162	8506411.509	3487.8414		1.0003095216
C024	819475.261	8506496.307	3491.8654		1.0003064041
C025	819312.436	8506603.706	3497.9250		1.0003041849
C026	819158.111	8506730.273	3497.6010		1.0003029985
C027	818995.290	8506830.746	3499.1458		1.0003030433
C028	818818.212	8506726.794	3476.5468		1.0003036273
C029	818622.762	8506792.095	3486.3547		1.0003036897
C030	818429.462	8506798.481	3497.4208		1.0003035716
C031	818233.288	8506787.589	3448.7209		1.0003033951
C032	818034.620	8506814.690	3445.8101		1.0003022898
C033	817851.932	8506899.058	3443.7034		1.0003011890
C034	817672.836	8506974.050	3442.9491		1.0002998962
C035	817472.293	8507058.131	3437.1561		1.0002992322
C036	817311.038	8507125.712	3431.5144		1.0002988542
C037	817117.021	8507206.972	3429.7297		1.0002976133
C038	816931.156	8507283.947	3430.1356		1.0002960925
C039	816750.490	8507362.305	3431.8412		1.0002944091
C040	816560.490	8507440.705	3433.5019		1.0002928603
C041	816381.684	8507532.547	3432.8200		1.0002913688
C042	816202.706	8507615.356	3432.1321		1.0002900773
C043	816018.053	8507690.662	3435.5154		1.0002881023
C044	815829.441	8507770.326	3437.9346		1.0002862487
C045	815646.444	8507832.166	3437.3699		1.0002849090
C046	815450.970	8507898.416	3436.9463		1.0002834507
C047	815250.838	8507951.316	3435.1138		1.0002821785
C048	815065.226	8507992.836	3427.3448		1.0002819537
C049	814866.413	8508037.278	3423.4663		1.0002810149
C050	814670.837	8508081.753	3427.1514		1.0002799139

C051	814477.188	8508121.883	3424.2883		1.0002778883
C052	814280.999	8508111.027	3414.8714		1.0002778138
C053	814083.310	8508078.138	3408.3581		1.0002776185
C054	813891.051	8508032.892	3402.8933		1.0002787941
C055	813701.396	8507958.042	3398.7199		1.0002798530
C056	813516.339	8507885.273	3398.3190		1.0002747954
C057	813316.911	8507832.374	3394.8981		1.0002735052
C058	813126.463	8507811.141	3393.1536		1.0002722728
C059	812928.342	8507800.877	3391.5051		1.0002709832
C060	812783.023	8507802.240	3388.8775		1.0002704138
L001	822937.827	8505482.273	3614.8944		1.0003145478
L002	823058.945	8505188.291	3624.8505		1.0003139733
L003	822844.305	8505342.985	3590.0039		1.0003181338
L004	822819.509	8505158.995	3637.3318		1.0003100909
L005	822358.318	8505059.995	3876.4537		1.0003159585
L006	822381.811	8504778.582	3673.1948		1.0003007991
L007	822342.432	8505213.589	3558.4880		1.0003188807
L008	822108.840	8504980.027	3680.1407		1.0002978918
L009	822286.828	8505338.825	3558.8295		1.0003184408
L011	822130.990	8505365.936	3845.4302		1.0003190490
L012	821913.388	8505282.152	3614.8324		1.0003085305
L013	822009.282	8505480.814	3533.2893		1.0003189887
L014	821758.841	8505252.438	3614.2507		1.0003052504
L015	821838.039	8505484.795	3524.8587		1.0003184897
L016	821589.388	8505097.383	3843.8742		1.0003151080
L017	821582.838	8505314.051	3538.7829		1.0003158880
L018	821403.599	8505133.938	3608.8809		1.0003032895
L019	821477.242	8505580.188	3518.8704		1.0003180225
L020	821312.421	8505441.723	3609.3002		1.0003024854
L021	821291.888	8505848.428	3511.8203		1.0003177840
L022	821201.854	8505819.956	3585.1480		1.0003085574
L023	821089.517	8505977.887	3517.8488		1.0003150708
L024	820943.288	8505753.858	3571.5448		1.0003055003
L025	820593.281	8508190.899	3494.4579		1.0003148440
L026	820613.445	8505919.243	3558.8422		1.0003048812
L027	820281.173	8508285.983	3488.1735		1.0003133891
L028	820232.492	8508011.378	3499.8581		1.0003112621
L029	820039.388	8508277.054	3482.5885		1.0003123232
L030	819941.541	8508187.500	3494.8389		1.0003098227

L031	818741.818	8506488.018	3483.8172		1.0003088084
L032	818882.848	8506501.413	3488.3515		1.0003082821
L033	818478.858	8506538.528	3477.1368		1.0003087333
L035	819190.048	8506534.458	3497.4738		1.0003032708
L036	819014.114	8506588.068	3502.3833		1.0003011104
L037	818978.972	8506684.258	3492.1831		1.0003024405
L038	818814.948	8506643.144	3481.2132		1.0003028879
L039	818800.578	8506648.444	3487.3098		1.0003049409
L040	818537.738	8506700.133	3475.4381		1.0003015815
L041	818531.578	8506892.938	3453.1135		1.0003050532
L042	818851.782	8506857.504	3451.5843		1.0003015151
L043	818888.893	8506981.283	3439.5313		1.0003035532
L044	817782.741	8506811.132	3448.0108		1.0002988088
L045	817848.048	8507052.283	3435.8943		1.0003024825
L046	817438.344	8506952.801	3445.3271		1.0002978821
L047	817388.095	8507183.023	3428.2529		1.0003002881
L048	818981.089	8507132.788	3440.3588		1.0002948789
L049	817087.804	8507328.383	3420.1983		1.0002987280
L050	818878.871	8507327.243	3443.8599		1.0002911588
L051	818713.811	8507483.357	3428.8325		1.0002949410
L052	818271.528	8507437.101	3454.8888		1.0002870882
L053	818252.302	8507718.914	3420.7718		1.0002922513
L054	815995.874	8507600.378	3443.5845		1.0002888882
L055	818882.514	8507782.087	3428.3811		1.0002895715
L056	818848.918	8507713.234	3473.7878		1.0002792090
L057	815770.812	8507887.898	3433.3887		1.0002885088
L058	815388.885	8507887.885	3471.4888		1.0002775215
L059	815432.588	8508003.742	3434.8031		1.0002838757
L060	814818.841	8507925.042	3488.8848		1.0002738130
L061	814821.893	8508147.178	3413.5371		1.0002822884
L062	814371.578	8508031.988	3430.2188		1.0002781048
L063	814480.498	8508272.835	3438.2338		1.0002753788
L064	814073.538	8507984.547	3458.8915		1.0002891240
L065	813922.492	8508129.351	3392.1253		1.0002788054
L066	813888.111	8507918.858	3434.4884		1.0002718825
L067	813752.875	8508088.881	3390.4382		1.0002775528
L068	813433.017	8507744.885	3438.4578		1.0002878391
L069	813458.717	8507971.813	3385.8908		1.0002759730
L070	813048.488	8507885.787	3424.8872		1.0002887115

L071	813073.234	8507908.680	3382.4325		1.0002735464
L072	812786.823	8507686.826	3394.1402		1.0002694896
L073	812681.334	8507910.233	3380.9028		1.0002707554

Tabla 6: Coordenadas de puntos cartográficos del proyecto (Sistema WGS 84 Zona 17).

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.12 Procesamiento Fotogramétrico

Luego de tener los valores de los PAF (Puntos de apoyo fotogramétrico), se procede a generar el procesamiento en el programa AGISOFT METASHAPE.

Primero se realiza la triangulación de ajuste de la fotografía con los puntos de apoyo fotogramétrico.

Ground Control Points



Fig. 3. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
19	3.71987	2.28724	1.16115	4.3668	4.51854

Table 3. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Luego se procesar el ajuste y se halla el modelo digital de elevación.

Digital Elevation Model

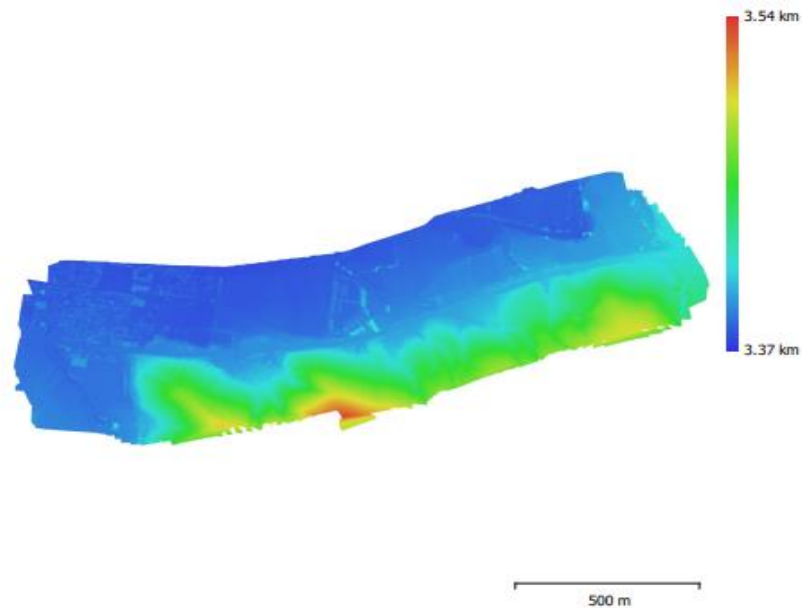


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 17.8 cm/pix
Point density: 31.7 points/m²

Luego se elimina las elevaciones (construcciones, arboles, etc.) y se consiguió el Modelo digital de terreno con este modelo se exporta la nube de puntos para poder realizar los trabajos de la vía.

Survey Data

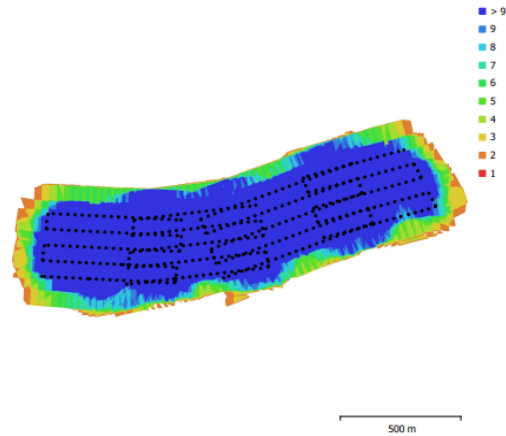


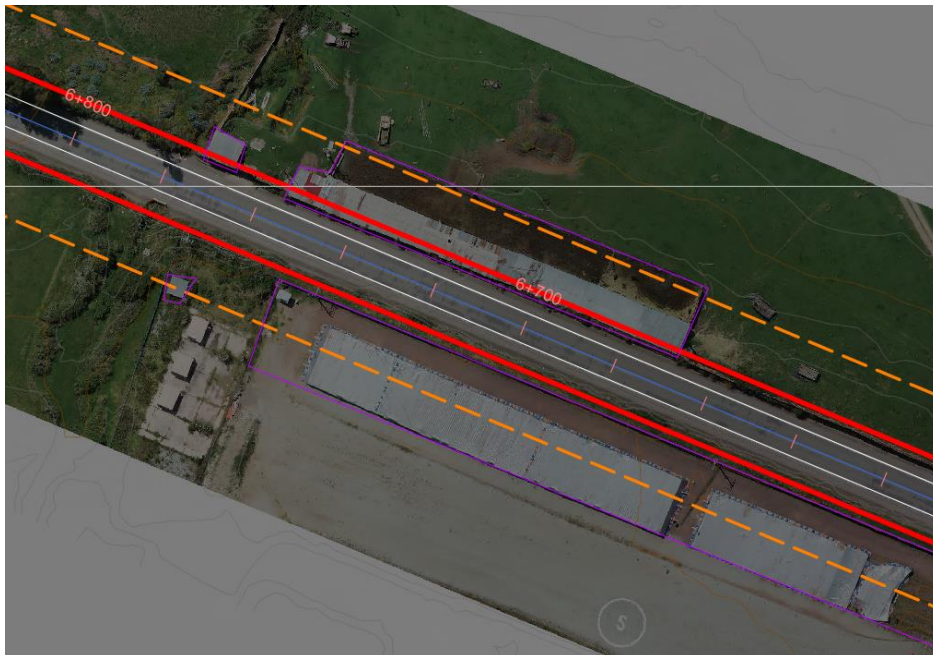
Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	442	Camera stations:	442
Flying altitude:	177 m	Tie points:	758,859
Ground resolution:	4.44 cm/pix	Projections:	2,355,137
Coverage area:	0.92 km ²	Reprojection error:	0.651 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC6310S (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 μ m	Yes

Table 1. Cameras.

Teniendo las fotografías alineadas y georreferenciadas y el MDT se procede a generar la ortofoto con esta información se realiza el análisis de los elementos geométricos de la vía nacional



4.2 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El proyecto de investigación denominado: MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3 (CU1257) A EMPALME PE S3 (CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA. 2022, se encuentra ubicado en la región Cusco, provincias de Cusco y Anta, distritos de Poroy, Cahimayo y Pucyura, en la Unidad Geomorfológica Cordillera Occidental. El inicio de la carretera está a 3616.9195 msnm y el final a 3388.3143 msnm en la Vía Nacional Cusco – Abancay.

El sector de la Vía Nacional Cusco – Abancay correspondiente al Tramo Empalme PE-S3 (CU) 1257 a Empalme PE- S3 (CU) 1193, inicia en la progresiva Km 00+000 ubicada cerca al Arco de Ticatica y termina en la progresiva Km 11+670 ubicada en el distrito de Pucyura provincia de Anta.

El sector de la investigación cuenta con accesibilidad para agregados de cerro para el mejoramiento de vía y para el concreto se tiene planta de concreto premezclado en la ciudad de Cusco, así también se tiene canteras cercanas en el distrito de Zurite.

4.2.1 Acceso a la Zona de Estudio

Para llegar al lugar del proyecto puede realizar por una ruta: Cusco – Poroy – Pucyura.

Nro	Tramo	Acceso	Medio De Transporte	Vía De Acceso	Estado	Tiempo
1	Cusco – Poroy – Cachimayo – Pucyura	Terrestre	Vehículos varios	Vía Asfaltada	Bueno	1.00 horas aprox.

Tabla 7: Ruta de llegada a la zona de investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2 Alcances del Estudio

Para dar inicio a los trabajos correspondientes de Mecánica de Suelos, los investigadores tomamos como referencia la siguiente normativa:

Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000) aprobado mediante R.D. N°1146-2000-MTC/15.17.

Manual de ensayo de materiales para carreteras (EM-2000), aprobado por R.D. N°0285-2001/15.17.

Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, aprobado mediante R.D. N°051-2007-MTC/14.

Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

4.2.3 Descripción del Estado Superficial de la Carretera

4.2.3.1 Condición Actual de la Superficie de Rodadura

La Vía Nacional TRAMO EMPALME PE-S3 (CU1257) A EMPALME PE S3 (CU1193), se encuentra actualmente ejecutado con una carpeta asfáltica. La superficie de rodadura está conformada por un espesor variable promedio de 0.075 m.

Se inicia en el km. 00+000 Arco Ticatica y termina en el km 11+670 ingreso al distrito Pucyura.

Se tiene mantenimiento Rutinario a lo largo plataforma vial por una Concesionaria vial CONCAR.

En el tramo de la vía se cruzan quebradas y un río, en las que existen alcantarillas.

4.2.3.2 Trabajos de Campo

La ejecución de calicatas en la carretera se ha realizado mediante excavaciones a cielo abierto con 1.50 m de profundidad. Se ha realizado una excavación por cada 04 km a lo largo del eje de la carretera. Las calicatas se ejecutaron estratégicamente en el desarrollo de la vía, para registrar los estratos que conforman la plataforma existente.

4.2.3.3 Registros de Excavación

Los datos obtenidos por los trabajos de excavación se compatibilizaron con los resultados obtenidos del laboratorio de suelos, dándole la clasificación con la metodología correspondiente.

4.2.3.4 Ensayos de Laboratorio

Los resultados de los modelos obtenidos en las excavaciones para calicatas realizadas en la carretera, fueron obtenidos en un Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Los ensayos estándares efectuados son los siguientes:

ENSAYO	NORMA ASTM	NORM MTC
Humedad Natural	ASTM D-2216	MTC E-108
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D-422	MTC E-107
Limite Líquido	ASTM D-4318	MTC E-110
Limite Plástico	ASTM D-4318	MTC E-111
Índice de Plasticidad	ASTM D-4318	MTC E-111
Clasificación SUCS	ASTM D-2487	
Clasificación AASHTO	ASTM D-328	
Proctor Modificado ASTM	ASTM C-1557-C	MTC E-115
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D-1883	MTC E-132

Tabla 8: Ensayos de laboratorio realizados

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores de CBR se calcularon al 100% y 95% de la densidad máxima seca del Proctor Modificado.

4.2.3.5 Descripción del Perfil Estratigráfico

CALICATA C-01

La Calicata realizada presenta un estrato de subbase de espesor que varía entre 0.00 m a 0.60 m y el segundo estrato presenta suelo Arena Limosa con grava que varía de 0.6 m a 1.50m. Se identifican en el sistema SUCS como Arena Limosa con grava (SM) y en el sistema de clasificación AASHTO A-1-b fragmentos de roca, grava y arena. Esta capa se encuentra en estado semicompacto a compacto, con humedad baja, plasticidad media a baja.

Los estratos están conformados por:

N°	SUCS	AASHTO	CANTIDAD
1	SM	A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena.	1

Tabla 9: Conformación de calicata C- 01

Fuente: Elaboración Propia.

CALICATA C-02

La Calicata realizada presenta un estrato suelo Arena Limosa que varía de 0.00 m a 1.50 m. Se identifica en el sistema SUCS como Arena Limosa (SM) y en el sistema de clasificación AASHTO A-4 Suelo Limoso. Esta capa se encuentra en estado semicompacto a compacto, con humedad baja, plasticidad media a baja.

Los estratos están conformados por:

N°	SUCS	AASHTO	CANTIDAD
1	SM	A-4 Suelo Limoso	1

Tabla 10: Conformación de calicata C-02

Fuente: Elaboración Propia.

CALICATA C-03

La Calicata realizada presenta un estrato de Suelo de cultivo que varía entre 0.00 m a 0.50 m y el segundo estrato presenta Suelo Limo Baja Plasticidad que varía

de 0.50 m a 1.50 m. Los cuales se identifican en el sistema SUCS como Limo Baja Plasticidad (ML) y en el sistema de clasificación AASHTO A-5 Suelo Limoso, Esta capa se encuentra en estado semicompacto a compacto, con humedad baja, plasticidad media a baja.

Los estratos están conformados por:

N°	SUCS	AASHTO	CANTIDAD
1	ML	A-5 Suelo Limoso	1

Tabla 11: Conformación de calicata C-03

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.6 Napa Freática

A lo largo de la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy Pucyura) se realizó estudios mediante calicatas a cielo abierto no se observaron la presencia de napa freática.

4.2.3.7 Sectores Homogéneos

El tramo en la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura) ha sido dividido en tres (03) Calicatas en función a las características predominantes del suelo y su capacidad soporte.

El CBR de diseño se ha calculado como el promedio de los CBR de las muestras obtenidas en cada sector, de acuerdo al Método de Diseño AASHTO.

En el siguiente cuadro se presentan los valores de CBR obtenidos en el laboratorio, así como los cálculos de los valores promedio de cada sector homogéneo.

Nro	calicata	Ubicación	lado	profundidad	H.N.	limites Consistencia			Clasificación		PROCTOR		CBR		CBR Promedio cbr (0.1")/cbr(0.2")
						L.L	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO	MDS	OCH	0.95	1.00	
1	C-01	18L 822828E 8505268N 3620m.s.n.m.	derecho	0.60-1.50	9.73	30.28	27.11	3.17	SM	A-1-b	1.95	13.50	2.84	4.00	1.11
2	C-02	18L 821224E 8505751N 3515m.s.n.m.	derecho	0.00-1.50	6.43	N.P.	N.P.	N.T.	SM	A-4	2.28	6.14	41.96	49.46	0.75
3	C-03	18L 815030E 8507983N 3443m.s.n.m.	izquierdo	0.50-1.50	20.82	41.63	39.85	1.77	ML	A-5	1.77	17.20	31.86	49.69	0.92

Tabla 12: Calculo de CBR de Diseño en sectores homogéneos

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente cuadro se presenta las progresivas correspondientes a cada una de las calicatas, los sectores homogéneos y los valores de CBR correspondiente.

Nro	calicata	Ubicación	CBR Promedio 95% MDS (%)	Mr (psi)
1	C-01	18L 822828E 8505268N 3620m.s.n.m.	2.84	4.983
2	C-02	18L 821224E 8505751N 3515m.s.n.m.	41.96	27.926
3	C-03	18L 815030E 8507983N 3443m.s.n.m.	31.86	23.414

Tabla 13: Cuadro de sectores Homogéneos

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.8 Mejoramiento de Suelos de Fundación para Vías

De las prospecciones realizadas en campo a lo largo del eje proyectado se encontraron capas de materiales inadecuados de espesor variable identificados como suelos plásticos, de grano fino y grueso, consistencia blanda, material orgánico, etc.

En búsqueda de analizar y definir las actividades necesarias para su tratamiento se ha tomado en cuenta algunos criterios para potenciar y mejorar su desempeño como materiales de cimentación para pavimentos.

4.2.3.9 Determinación de Sectores Bajo Análisis

Típicamente la localización del eje de la vía, así como la rasante para el presente Estudio se desarrolla en zonas de relleno y corte, cuya interpretación sigue a continuación:

Excavación en plataforma existente, aquí se ubican suelos inadecuados que actuarán en muchos casos como subrasante en corte.

Otros de mejor condición técnica podrán servir como capa de subrasante donde alojan la estructura de pavimento.

Corte de taludes adyacentes (ampliación de plataforma). Históricamente se encuentran suelos en estado natural cuyas características serán analizadas bajo

estados inconfiados con escasa o nulo grado de consolidación, dado la posición lateral donde se alojan.

Con los sectores definidos en esta primera etapa, se procede a caracterizar los suelos que lo conforman, mediante propiedades matrices como índice plástico, clasificación del suelo, índice de consistencia, liquidez, expansivos, compresibilidad y capacidad de soporte (Contraste con CBR de Diseño).

4.2.3.10 Criterio de Compresibilidad del Suelo

Aplicable a los suelos blandos, donde la deformación permanente de materiales cohesivos aún bajo cargas relativamente pequeñas, involucra un problema de enorme interés y gravedad, por causar graves deterioros

El investigador Carlos Crespo en su texto “Mecánica de Suelos y Cimentaciones”, enuncia el nivel de compresibilidad de un suelo bajo dependencia del Coeficiente de Compresibilidad (CC).

CC	CALIFICATIVO COMPRESIBILIDAD
0.00 – 0.19	Baja
0.20 – 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

Tabla 14: Grado de compresibilidad del suelo CC.

Fuente: Elaboración Propia.

Además, Terzaghi y Peck, demuestran que el índice de compresibilidad CC de un suelo puede ser expresado en función al límite líquido, según la formulación siguiente (W Lambe – R Withman, Mecánica de Suelos).

$$CC = 0.009 (LL-10)$$

Dónde: LL= Limite Liquido

Con esta expresión podemos calcular inmediatamente la compresibilidad de un suelo, considerándose este como inadecuado, (Compresibilidad alta) cuando el índice de compresibilidad (CC) es mayor a 0.39.

A continuación, presentamos el análisis del índice de Compresibilidad.

Nro	calicata	Ubicación	lado	profundidad	H.N.	límites Consistencia			Clasificación		Compresibilidad	
						L.L	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO	CC	calificativo
1	C-01	18L 822828E 8505268N 3620m.s.n.m.	derecho	0.60-1.50	9.73	30.28	27.11	3.17	SM	A-1-b	0.18	Baja
2	C-02	18L 821224E 8505751N 3515m.s.n.m.	derecho	0.00-1.50	6.43	N.P.	N.P.	N.T.	SM	A-4	N.T.	N.T.
3	C-03	18L 815030E 8507983N 3443m.s.n.m.	izquierdo	0.50-1.50	20.82	41.63	39.85	1.77	ML	A-5	0.28	Media

Tabla 15: Grado de compresibilidad del suelo CC. en las 03 calicatas realizadas en la investigación
Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.11 Índice de Liquidez

Cuando el suelo absorbe grandes cantidades de agua de modo súbito se produce pérdida de resistencia y gran desequilibrio en sus partículas.

Esta variable se calcula bajo la siguiente forma: “Diferencia entre Humedad y Limite Plástico, todo dividido entre el Índice Plástico”, según Reynolds, Henry y Protopodokes P.

$$IL = \frac{\%W - LP}{IP}$$

Donde

IL: Índice de Liquidez

%W: Humedad

LP: Limite Plástico

IP: Índice de Plasticidad

Cuando el valor del índice de Colapso o Liquidez supera la unidad es indicativo que ocurrirá el colapso, presentándose el suelo como masa viscosa.

Pero si el contenido de Humedad no supera el Límite Plástico el valor resultante es negativo, indicativo que la consistencia del suelo es bastante seca sin amasado ni trabajabilidad.

En el siguiente cuadro se muestra el criterio de colapso para el trabajo de investigación.

Nro	calicata	Ubicación	lado	profundidad	H.N.	límites Consistencia			Clasificación		Índice de Liquidez	
						L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO	LL	calificativo
1	C-01	18L 822828E 8505268N 3620m.s.n.m.	derecho	0.60-1.50	9.73	30.28	27.11	3.17	SM	A-1-b	-5.48	colapsable
2	C-02	18L 821224E 8505751N 3515m.s.n.m.	derecho	0.00-1.50	6.43	N.P.	N.P.	N.T.	SM	A-4	N.P.	N.P.
3	C-03	18L 815030E 8507983N 3443m.s.n.m.	izquierdo	0.50-1.50	20.82	41.63	39.85	1.77	ML	A-5	-10.75	colapsable

Tabla 16: Análisis de criterio de colapso en las 03 calicatas realizadas en la investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.12 Suelos Expansivos

Los suelos arcillosos de características altamente plásticas, presentan potenciales expansivos, dignos de sufrir cambios volumétricos cuando absorben agua afectando grandemente su estabilidad mecánica y resistencia al esfuerzo cortante.

De encontrarse suelos con potencial de expansión Alto o Muy alto al momento de ejecución del proyecto, estos deberán ser reemplazados en una profundidad de 0.50 m según indica las Especificaciones Técnicas Generales (EG-2000) del MTC.

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	LÍMITE LÍQUIDO
Muy Alto	> 20.0	> 70.0
Alto	23.0 – 32.0	50.0 – 70.0
Medio	12.0 – 23.0	35.0 – 50.0
Bajo	> 12.0	20.0 – 35.0

Tabla 17: Criterios de Suelos Expansivos

Fuente: Estudio Holtz y Gibbs 1956 (Bureau of Reclamation EUA).

A continuación, se presenta el cuadro con los sectores de suelos expansivos alto y muy alto en la ruta.

Nro	calicata	Ubicación	lado	profundidad	H.N.	límites Consistencia			Clasificación		Expansion
						L.L	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO	
1	C-01	18L 822828E 8505268N 3620m.s.n.m.	derecho	0.60-1.50	9.73	30.28	27.11	3.17	SM	A-1-b	BAJO
2	C-02	18L 821224E 8505751N 3515m.s.n.m.	derecho	0.00-1.50	6.43	N.P.	N.P.	N.T.	SM	A-4	N.P.
3	C-03	18L 815030E 8507983N 3443m.s.n.m.	izquierdo	0.50-1.50	20.82	41.63	39.85	1.77	ML	A-5	BAJO

Tabla 18: Criterios de Suelos Expansivos en las 03 calicatas realizadas en la investigación

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.13 Capacidad de Soporte CBR

La sectorización de los tramos del estudio se ha apoyado en la capacidad de soporte del terreno de cimentación, con resultados mostrados a continuación.

NRO	CALICATA	UBICACIÓN	CBR PROMEDIO 95% MDS (%)
1	C-01	18L 822828E 8505268N 3620 m.s.n.m.	2.84
2	C-02	18L 821224E 8505751N 3515 m.s.n.m.	41.96
3	C-03	18L 815030E 8507983N 3443 m.s.n.m.	31.86

Tabla 19: Capacidad de Soporte en las 03 calicatas realizadas en la investigación

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.14 Módulo Resiliente (Mr)

En este estudio los valores de módulo resiliente fueron calculados de forma indirecta a partir de ensayos CBR (ASTM D-1883), CBR Promedio, empleando expresiones matemáticas, que se indican a continuación:

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Dónde (Mr): Modulo Resiliente del estrato.

En consecuencia, se determinaron los valores de Modulo Resiliente de diseño para los tramos en estudio:

NRO	CALICATA	UBICACIÓN	CBR PROMEDIO 95% MDS (%)	Mr (psi)
1	C-01	18L 822828E 8505268N 3620 m.s.n.m.	2.84	4.983
2	C-02	18L 821224E 8505751N 3515 m.s.n.m.	41.96	27.926
3	C-03	18L 815030E 8507983N 3443 m.s.n.m.	31.86	23.414

Tabla 20: Modulo de Resiliencia en las 03 calicatas realizadas en la investigación

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.15 Panel Fotográfico



Ilustración 9: Se evidencia la excavación y toma de muestras de la Calicata C-01.

Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 10: Se evidencia la excavación y toma de muestras de la Calicata C-02.

Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 11: Se evidencia la excavación y toma de muestras de la Calicata C-03.
Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 12: Se evidencia el perfil de suelo en la Calicata C-01.
Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 13: Se evidencia el perfil de suelo en la Calicata C-02.

Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 14: Se evidencia el perfil de suelo en la Calicata C-03.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 HIDROLOGÍA

4.3.1 Generalidades

Para el estudio hidrológico de la zona de influencia del proyecto de investigación: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3 (CU1257) a Empalme PE S3 (CU1193), provincias Cusco y Anta. 2022, se tiene que considerar la influencia de la cuenca del Hatunmayo (tramo Poroy - Pucyura), para determinar los valores de los parámetros requeridos para los cálculos de los aportes de la cuenca a la vía (tiempo de concentración de agua, duración e intensidad de las lluvias y cálculo de caudales que aportan).

4.3.2 Objetivos del estudio hidrológico

Obtener los valores de aporte hídrica para poder evaluar el sistema de drenaje pluvial existente en la vía y poder realizar una propuesta de mejora de la red de drenaje en el mejoramiento del diseño geométrico de la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy Pucyura).

4.3.3 Delimitación de la cuenca

La delimitación de las sub cuencas se ha realizado sobre el Modelo digital de terreno EGM 08, que se tiene en el programa Google Earth Pro, se realizar una digitalización planimétrica del Divortium Aquarium, que divide las sub cuencas adyacentes y se distribuye el área de escurrimiento originado por la precipitación acumulada que fluye hacia los puntos de desembocadura (alcantarillas) que se tiene en la vía nacional.



Ilustración 15: Se observa la delimitación de cuencas y sub cuencas del sistema hídrico del sector.

Fuente: Elaboración Propia mediante programa informático Google Earth.

4.3.4 Estudio de la cuenca

Las sub cuencas hidrográficas de los distritos de Poroy y Pucyura presentan distintos cursos de agua que discurren transversalmente por la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura). En tal sentido se indica que por tratarse de grupos hidrológicos menores en área no se cuenta con un registro de caudales de manera individual. Las precipitaciones que se dan en la zona de proyecto ocurren durante los meses de noviembre a marzo, el cual arrojará un caudal obtenido del curso de las aguas abajo de las sub cuencas con el que se diseñarán todo el sistema de drenaje pluvial y alcantarillado.

Para el estudio se contó con la siguiente información:

- Perfil Longitudinal de la Vía Nacional Cusco – Abancay.
- Secciones Transversales de la Vía Nacional Cusco – Abancay.
- Inventario de obras de arte existente en la Vía Nacional Cusco – Abancay.
- Registro de precipitaciones en el área de investigación.
- Características de las sub cuencas hidrográficas de los distritos de Poroy y Pucyura.
- Plano cartográfico de la Vía Cusco – Abancay y de su contexto inmediato.
- Estudio de mecánica de suelos del sector.

4.3.7 Cálculo de intensidades de precipitaciones (IDSEEP - SENAMHI)

El valor de Intensidades de precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno (distrito de Poroy, provincia de Anta), se hallaron del modelo IDSEEP – SENAMHI.

Intensidades de precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno. (ANTA)										
Duración	TR2	TR5	TR10	TR30	TR50	TR75	TR100	TR200	TR500	TR1000
1-hr	12.3(11.7-12.9)	14.0(13.3-14.9)	15.5(14.6-16.6)	18.1(17.0-19.7)	19.5(18.2-21.3)	20.7(19.3-22.7)	21.5(20.1-23.7)	23.8(22.1-26.4)	27.1(25.0-30.4)	30.0(27.5-33.8)
2-hr	8.3(7.9-8.7)	9.4(8.9-10.0)	10.4(9.8-11.1)	12.2(11.4-13.2)	13.1(12.2-14.3)	13.9(12.9-15.2)	14.5(13.5-15.9)	16.0(14.8-17.7)	18.2(16.8-20.4)	20.1(18.5-22.7)
3-hr	6.5(6.2-6.9)	7.5(7.1-7.9)	8.2(7.8-8.8)	9.6(9.0-10.5)	10.4(9.7-11.3)	11.0(10.2-12.0)	11.5(10.7-12.6)	12.7(11.7-14.0)	14.4(13.3-16.1)	15.9(14.6-18.0)
4-hr	5.5(5.3-5.8)	6.3(6.0-6.7)	7.0(6.6-7.5)	8.2(7.7-8.9)	8.8(8.2-9.6)	9.3(8.7-10.2)	9.7(9.0-10.7)	10.7(9.9-11.9)	12.2(11.3-13.7)	13.5(12.4-15.2)
5-hr	4.9(4.6-5.1)	5.6(5.3-5.9)	6.1(5.8-6.6)	7.2(6.7-7.8)	7.7(7.2-8.4)	8.2(7.6-9.0)	8.5(7.9-9.4)	9.4(8.7-10.4)	10.8(9.9-12.0)	11.9(10.9-13.4)
6-hr	4.4(4.2-4.6)	5.0(4.7-5.3)	5.5(5.2-5.9)	6.5(6.1-7.0)	7.0(6.5-7.6)	7.4(6.9-8.1)	7.7(7.2-8.5)	8.5(7.9-9.4)	9.7(8.9-10.8)	10.7(9.8-12.1)
7-hr	4.0(3.8-4.2)	4.6(4.3-4.9)	5.1(4.8-5.4)	6.4(6.0-6.4)	6.4(6.0-7.0)	6.8(6.3-7.4)	7.0(6.6-7.7)	7.8(7.2-8.6)	8.9(8.2-9.9)	9.8(9.0-11.0)
8-hr	3.7(3.5-3.9)	4.2(4.0-4.5)	4.7(4.4-5.0)	5.5(5.1-5.9)	5.9(5.5-6.4)	6.3(5.8-6.9)	6.5(6.1-7.2)	7.2(6.7-8.0)	8.2(7.6-9.2)	9.1(8.3-10.2)
9-hr	3.5(3.3-3.7)	4.0(3.8-4.2)	4.4(4.1-4.7)	5.1(4.8-5.6)	5.5(5.2-6.0)	5.8(5.4-6.4)	6.1(5.7-6.7)	6.7(6.2-7.5)	7.7(7.1-8.6)	8.5(7.8-9.6)
10-hr	3.3(3.1-3.4)	3.7(3.5-4.0)	4.1(3.9-4.4)	4.8(4.5-5.2)	5.2(4.9-5.7)	5.5(5.1-6.0)	5.7(5.3-6.3)	6.3(5.9-7.0)	7.2(6.7-8.1)	8.0(7.3-9.0)
11-hr	3.1(3.0-3.3)	3.5(3.3-3.8)	3.9(3.7-4.2)	4.6(4.3-5.0)	4.9(4.6-5.4)	5.2(4.9-5.7)	5.4(5.1-6.0)	6.0(5.6-6.6)	6.8(6.3-7.6)	7.6(6.9-8.5)
12-hr	2.9(2.8-3.1)	3.4(3.2-3.6)	3.7(3.5-4.0)	4.3(4.1-4.7)	4.7(4.4-5.1)	5.0(4.6-5.4)	5.2(4.8-5.7)	5.7(5.3-6.3)	6.5(6.0-7.3)	7.2(6.6-8.1)
13-hr	2.8(2.7-3.0)	3.2(3.0-3.4)	3.5(3.3-3.8)	4.1(3.9-4.5)	4.5(4.2-4.9)	4.7(4.4-5.2)	4.9(4.6-5.4)	5.4(5.0-6.0)	6.2(5.7-6.9)	6.9(6.3-7.7)
14-hr	2.7(2.6-2.8)	3.1(2.9-3.3)	3.4(3.2-3.6)	4.0(3.7-4.3)	4.3(4.0-4.7)	4.5(4.2-5.0)	4.7(4.4-5.2)	5.2(4.8-5.8)	6.0(5.5-6.7)	6.6(6.0-7.4)
15-hr	2.6(2.5-2.7)	3.0(2.8-3.1)	3.3(3.1-3.5)	3.8(3.6-4.1)	4.1(3.8-4.5)	4.4(4.1-4.8)	4.5(4.2-5.0)	5.0(4.6-5.6)	5.7(5.3-6.4)	6.3(5.8-7.1)
16-hr	2.5(2.4-2.6)	2.8(2.7-3.0)	3.1(3.0-3.4)	3.7(3.5-4.0)	4.0(3.7-4.3)	4.2(3.9-4.6)	4.4(4.1-4.8)	4.8(4.5-5.4)	5.5(5.1-6.2)	6.1(5.6-6.9)
17-hr	2.4(2.3-2.5)	2.7(2.6-2.9)	3.0(2.9-3.3)	3.6(3.3-3.9)	3.8(3.6-4.2)	4.1(3.8-4.4)	4.2(3.9-4.6)	4.7(4.3-5.2)	5.3(4.9-6.0)	5.9(5.4-6.6)
18-hr	2.3(2.2-2.5)	2.7(2.5-2.8)	2.9(2.8-3.2)	3.4(3.2-3.7)	3.7(3.5-4.0)	3.9(3.7-4.3)	4.1(3.8-4.5)	4.5(4.2-5.0)	5.2(4.7-5.8)	5.7(5.2-6.4)
19-hr	2.3(2.2-2.4)	2.6(2.4-2.7)	2.8(2.7-3.1)	3.3(3.1-3.6)	3.6(3.4-3.9)	3.8(3.5-4.2)	4.0(3.7-4.4)	4.4(4.1-4.8)	5.0(4.6-5.6)	5.5(5.1-6.2)
20-hr	2.2(2.1-2.3)	2.5(2.4-2.7)	2.8(2.6-3.0)	3.2(3.0-3.5)	3.5(3.3-3.8)	3.7(3.4-4.0)	3.8(3.6-4.2)	4.3(3.9-4.7)	4.8(4.5-5.4)	5.4(4.9-6.0)
21-hr	2.1(2.0-2.2)	2.4(2.3-2.6)	2.7(2.5-2.9)	3.1(3.0-3.4)	3.4(3.2-3.7)	3.6(3.3-3.9)	3.7(3.5-4.1)	4.1(3.8-4.6)	4.7(4.3-5.3)	5.2(4.8-5.9)
22-hr	2.1(2.0-2.2)	2.4(2.2-2.5)	2.6(2.5-2.8)	3.1(2.9-3.3)	3.3(3.1-3.6)	3.5(3.3-3.8)	3.6(3.4-4.0)	4.0(3.7-4.5)	4.6(4.2-5.1)	5.1(4.7-5.7)
23-hr	2.0(1.9-2.1)	2.3(2.2-2.5)	2.6(2.4-2.7)	3.0(2.8-3.2)	3.2(3.0-3.5)	3.4(3.2-3.7)	3.6(3.3-3.9)	3.9(3.6-4.3)	4.5(4.1-5.0)	4.9(4.5-5.6)
24-hr	2.0(1.9-2.1)	2.3(2.1-2.4)	2.5(2.4-2.7)	2.9(2.7-3.2)	3.1(2.9-3.4)	3.3(3.1-3.6)	3.5(3.2-3.8)	3.8(3.5-4.2)	4.4(4.0-4.9)	4.8(4.4-5.4)

Tabla 21: Intensidades de Precipitación para diferentes duraciones y periodos de retorno (distrito de Pucyura, provincia de Anta)

Fuente: Modelo IDSEEP – SENAMHI, Elaboración propia.

Intensidades de precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno. (CUSCO)										
Duración	TR2	TR5	TR10	TR30	TR50	TR75	TR100	TR200	TR500	TR1000
1-hr	12.5(11.8-13.2)	14.2(13.4-15.2)	15.7(14.7-16.9)	18.4(17.1-20.1)	19.8(18.3-21.7)	21.0(19.4-23.1)	21.9(20.2-24.2)	24.1(22.2-26.9)	27.5(25.2-31.1)	30.4(27.7-34.6)
2-hr	8.4(7.9-8.9)	9.5(9.0-10.2)	10.5(9.9-11.4)	12.3(11.5-13.5)	13.3(12.3-14.6)	14.1(13.0-15.5)	14.7(13.5-16.2)	16.2(14.9-18.1)	18.5(16.9-20.9)	20.4(18.6-23.2)
3-hr	6.6(6.3-7.0)	7.6(7.1-8.1)	8.4(7.8-9.0)	9.8(9.1-10.7)	10.5(9.7-11.6)	11.2(10.3-12.3)	11.6(10.7-12.9)	12.8(11.8-14.3)	14.6(13.4-16.5)	16.2(14.7-18.4)
4-hr	5.6(5.3-5.9)	6.4(6.0-6.9)	7.1(6.6-7.6)	8.3(7.7-9.0)	8.9(8.3-9.8)	9.5(8.7-10.4)	9.9(9.1-10.9)	10.9(10.0-12.1)	12.4(11.3-14.0)	13.7(12.5-15.6)
5-hr	4.9(4.7-5.2)	5.6(5.3-6.0)	6.2(5.8-6.7)	7.3(6.8-8.0)	7.8(7.3-8.6)	8.3(7.7-9.2)	8.7(8.0-9.6)	9.6(8.8-10.7)	10.9(10.0-12.3)	12.1(11.0-13.7)
6-hr	4.5(4.2-4.7)	5.1(4.8-5.4)	5.6(5.2-6.0)	6.6(6.1-7.2)	7.1(6.5-7.8)	7.5(6.9-8.3)	7.8(7.2-8.6)	8.6(7.9-9.6)	9.8(9.0-11.1)	10.9(9.9-12.3)
7-hr	4.1(3.8-4.3)	4.6(4.4-5.0)	5.1(4.8-5.5)	6.0(5.6-6.6)	6.5(6.0-7.1)	6.9(6.3-7.6)	7.1(6.6-7.9)	7.9(7.2-8.8)	9.0(8.2-10.1)	9.9(9.0-11.3)
8-hr	3.8(3.6-4.0)	4.3(4.0-4.6)	4.8(4.4-5.1)	5.6(5.2-6.1)	6.0(5.5-6.6)	6.3(5.9-7.0)	6.6(6.1-7.3)	7.3(6.7-8.2)	8.3(7.6-9.4)	9.2(8.4-10.5)
9-hr	3.5(3.3-3.7)	4.0(3.8-4.3)	4.4(4.2-4.8)	5.2(4.8-5.7)	5.6(5.2-6.1)	5.9(5.5-6.5)	6.2(5.7-6.8)	6.8(6.3-7.6)	7.8(7.1-8.8)	8.6(7.8-9.8)
10-hr	3.3(3.1-3.5)	3.8(3.6-4.0)	4.2(3.9-4.5)	4.9(4.5-5.3)	5.3(4.9-5.8)	5.6(5.2-6.2)	5.8(5.4-6.4)	6.4(5.9-7.2)	7.3(6.7-8.3)	8.1(7.4-9.2)
11-hr	3.1(3.0-3.3)	3.6(3.4-3.8)	4.0(3.7-4.3)	4.6(4.3-5.1)	5.0(4.6-5.5)	5.3(4.9-5.8)	5.5(5.1-6.1)	6.1(5.6-6.8)	6.9(6.3-7.8)	7.7(7.0-8.7)
12-hr	3.0(2.8-3.2)	3.4(3.2-3.6)	3.8(3.5-4.1)	4.4(4.1-4.8)	4.7(4.4-5.2)	5.0(4.6-5.5)	5.2(4.8-5.8)	5.8(5.3-6.5)	6.6(6.0-7.4)	7.3(6.6-8.3)
13-hr	2.9(2.7-3.0)	3.3(3.1-3.5)	3.6(3.4-3.9)	4.2(3.9-4.6)	4.5(4.2-5.0)	4.8(4.4-5.3)	5.0(4.6-5.5)	5.5(5.1-6.2)	6.3(5.8-7.1)	7.0(6.3-7.9)
14-hr	2.7(2.6-2.9)	3.1(2.9-3.3)	3.4(3.2-3.7)	4.0(3.7-4.4)	4.3(4.0-4.8)	4.6(4.3-5.1)	4.8(4.4-5.3)	5.3(4.9-5.9)	6.0(5.5-6.8)	6.7(6.1-7.6)
15-hr	2.6(2.5-2.8)	3.0(2.8-3.2)	3.3(3.1-3.6)	3.9(3.6-4.2)	4.2(3.9-4.6)	4.4(4.1-4.9)	4.6(4.3-5.1)	5.1(4.7-5.7)	5.8(5.3-6.5)	6.4(5.8-7.3)
16-hr	2.5(2.4-2.7)	2.9(2.7-3.1)	3.2(3.0-3.4)	3.7(3.5-4.1)	4.0(3.7-4.4)	4.3(3.9-4.7)	4.4(4.1-4.9)	4.9(4.5-5.5)	5.6(5.1-6.3)	6.2(5.6-7.0)
17-hr	2.4(2.3-2.6)	2.8(2.6-3.0)	3.1(2.9-3.3)	3.6(3.4-3.9)	3.9(3.6-4.3)	4.1(3.8-4.5)	4.3(4.0-4.7)	4.7(4.4-5.3)	5.4(4.9-6.1)	6.0(5.4-6.8)
18-hr	2.4(2.2-2.5)	2.7(2.5-2.9)	3.0(2.8-3.2)	3.5(3.2-3.8)	3.8(3.5-4.1)	4.0(3.7-4.4)	4.1(3.8-4.6)	4.6(4.2-5.1)	5.2(4.8-5.9)	5.8(5.3-6.6)
19-hr	2.3(2.2-2.4)	2.6(2.5-2.8)	2.9(2.7-3.1)	3.4(3.1-3.7)	3.6(3.4-4.0)	3.9(3.6-4.3)	4.0(3.7-4.5)	4.4(4.1-5.0)	5.1(4.6-5.7)	5.6(5.1-6.4)
20-hr	2.2(2.1-2.4)	2.5(2.4-2.7)	2.8(2.6-3.0)	3.3(3.1-3.6)	3.5(3.3-3.9)	3.7(3.5-4.1)	3.9(3.6-4.3)	4.3(4.0-4.8)	4.9(4.5-5.5)	5.4(4.9-6.2)
21-hr	2.2(2.0-2.3)	2.5(2.3-2.6)	2.7(2.6-2.9)	3.2(3.0-3.5)	3.4(3.2-3.8)	3.6(3.4-4.0)	3.8(3.5-4.2)	4.2(3.9-4.7)	4.8(4.4-5.4)	5.3(4.8-6.0)
22-hr	2.1(2.0-2.2)	2.4(2.3-2.6)	2.7(2.5-2.9)	3.1(2.9-3.4)	3.3(3.1-3.7)	3.5(3.3-3.9)	3.7(3.4-4.1)	4.1(3.8-4.6)	4.7(4.3-5.3)	5.1(4.7-5.9)
23-hr	2.1(1.9-2.2)	2.3(2.2-2.5)	2.6(2.4-2.8)	3.0(2.8-3.3)	3.3(3.0-3.6)	3.5(3.2-3.8)	3.6(3.3-4.0)	4.0(3.7-4.4)	4.5(4.1-5.1)	5.0(4.6-5.7)
24-hr	2.0(1.9-2.1)	2.3(2.1-2.4)	2.5(2.4-2.7)	3.0(2.8-3.2)	3.2(3.0-3.5)	3.4(3.1-3.7)	3.5(3.2-3.9)	3.9(3.6-4.3)	4.4(4.0-5.0)	4.9(4.5-5.6)

Tabla 22: Intensidades de Precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno (distrito de Poroy, provincia de Cusco)

Fuente: Modelo IDESEP – SENAMHI, Elaboración propia.

a. Curvas Lámina – Duración – Frecuencia

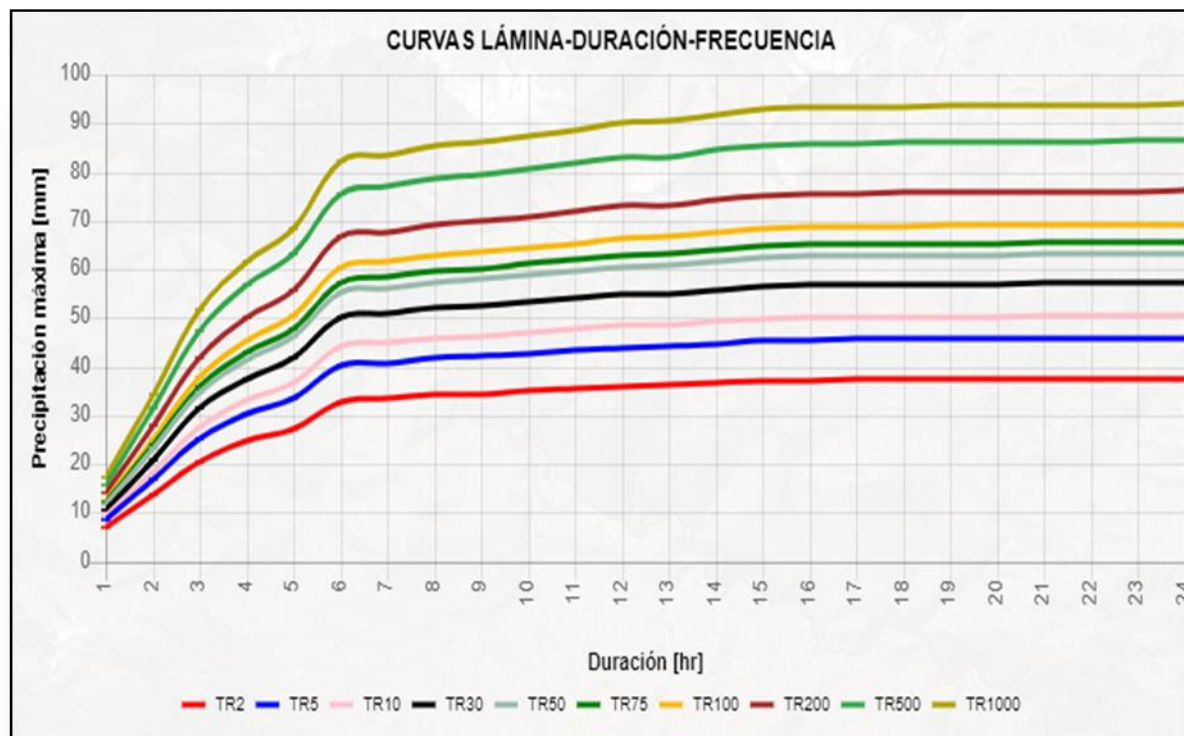


Tabla 23: Curvas Lamina -Duración – Frecuencia (distrito de Pucyura, provincia de Anta).

Fuente: Elaboración propia con datos históricos del Senamhi.

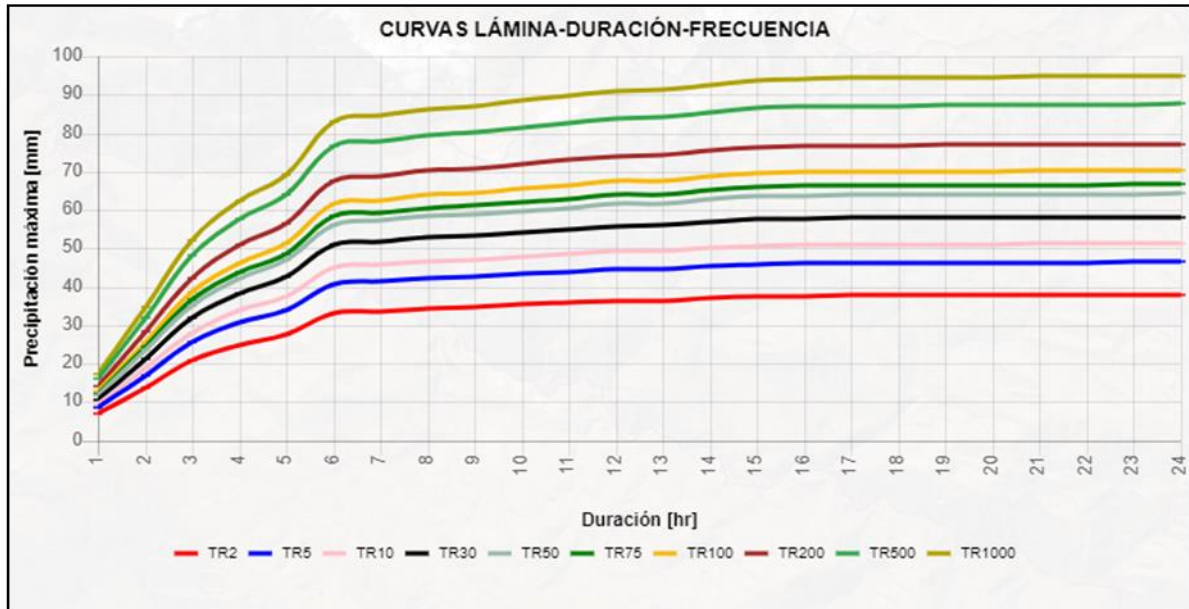


Tabla 24: CURVAS LÁMINA – DURACIÓN – FRECUENCIA (distrito de Poroy, provincia de Cusco).

Fuente: Elaboración propia con datos históricos del Senamhi.

b. Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (Idf)

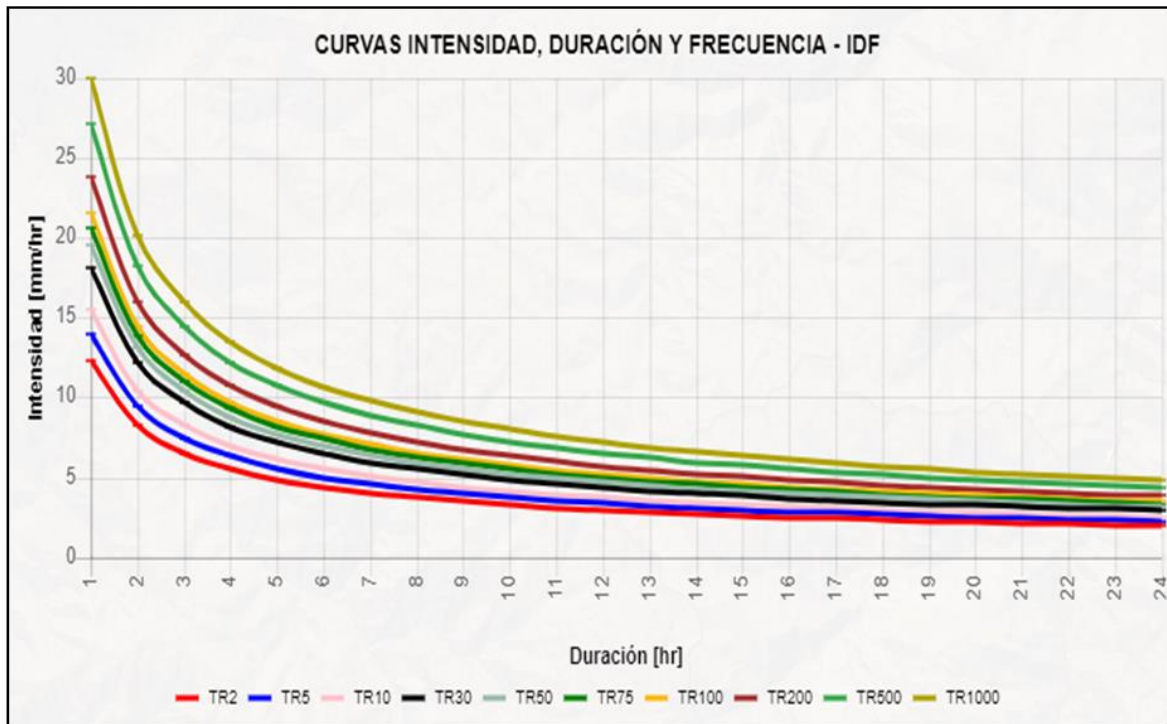


Tabla 25: CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN Y FRECUENCIA – IDF (distrito de Pucyura, provincia de Anta).

Fuente: Elaboración propia con datos históricos del Senamhi.

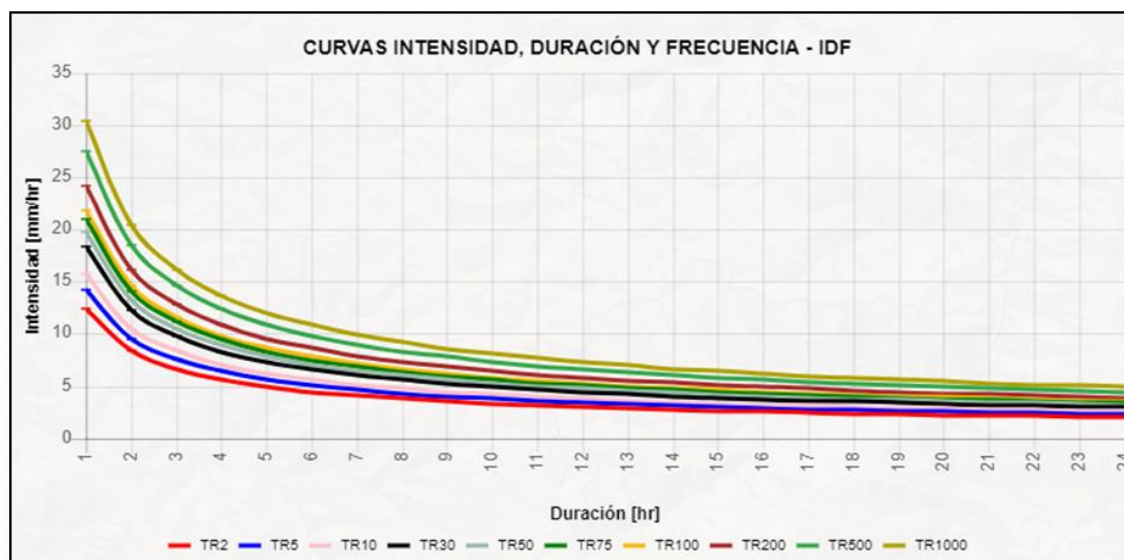


Tabla 26: : CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN Y FRECUENCIA – IDF (distrito de Poroy, provincia de Cusco)

Fuente: Elaboración propia con datos históricos del Senamhi.

4.3.8 Hidráulica y drenaje

4.3.8.1 Drenaje superficial

Finalidad

El sistema de drenaje pluvial de una vía es una herramienta técnica que realiza el control de la influencia negativa del elemento hídrico en caminos y carreteras, permitiendo la evacuación de aguas acumuladas sobre la superficie de la vía o sobre su contexto inmediato. La inexistencia o la falta de operatividad de un sistema de drenaje pluvial en una carretera puede alterar las propiedades de la base y sub-base de la misma, ocasionando su rápida deformación y deterioro.

Para el diseño de obras de drenaje en caminos se aconseja considerar los siguientes periodos de retorno:

Tipo de Obra	Periodo de Retorno en años
Puentes y pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 - 20
Drenaje de la plataforma	10

Tabla 27: Periodos de Retorno para el diseño de obras de drenaje.

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018

El riesgo de obstrucción del sistema de drenaje pluvial de una carretera depende de las características de los cauces y de la topografía circundante pudiendo clasificarse en:

Riesgo Alto: Peligro de que la corriente arrastre árboles o elementos de dimensiones similares.

Riesgo Medio: Peligro de arrastre de cañas, arbustos, ramas y objetos de mediana dimensión en cantidades importantes.

Riesgo Bajo: No es previsible el arrastre de objetos de tamaño menor en cantidad suficiente como para ocasionar la obstrucción del desagüe.

Se debe tener en consideración que la escorrentía puede generar daños de erosión cuando la superficie del cauce o conducto tienen una velocidad media que exceda los parámetros recomendados según la superficie que tenga.

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 cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blancas 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.

Tabla 28: Velocidad máxima del agua.

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014

4.4 DISEÑO DE CUNETAS

4.4.1. Generalidades

Las cunetas cumplen la labor de captación y derivación inmediata de las aguas de cualquier tipo de plataforma, sin originar ningún tipo de riesgo para la transitabilidad vehicular o peatonal según sea el caso. Las cunetas como sistema de drenaje pluvial tienen formas diversas según la naturaleza y clasificación de la

superficie, características de la vía y las condiciones meteorológicas de la zona de trabajo.

Las cunetas de sección triangular planteadas en este proyecto de investigación son recomendables ya que, si alguna unidad vehicular se despistara dentro de ella, este movimiento resultara ser menos riesgosa respecto a otra tipología de cuneta. La forma de cunetas en V planteada en este proyecto permite un mantenimiento más eficiente con las motoniveladoras.

El siguiente cuadro muestra las dimensiones mínimas de una sección típica de cuneta triangular:

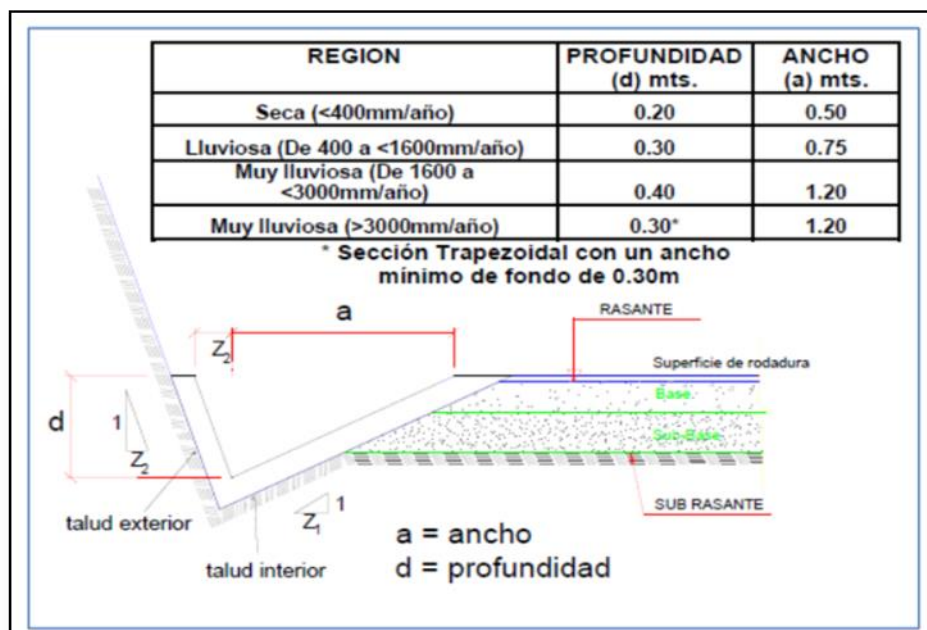


Tabla 29: Dimensiones mínimas de cuneta triangular.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

4.4.2 Caudal de diseño para obras de drenaje longitudinal - cunetas

Para el cálculo aporte de agua pluvial hacia las cunetas se consideraron 05 longitudes de descarga (50 m, 100m, 150m, 200m y 250m) para un ancho de área en todo el tramo que resulta de dividir el área respectiva entre la longitud de carretera abarcada. En este caso el ancho influencia igual al ancho promedio de

las unidades tributarias para el tramo de la cuneta es 300 m a los que se adicionaron los 8.00 m de la mitad del ancho de vía.

Para el cálculo del caudal de diseño para las cunetas se utiliza el método racional, utilizado en diseños de drenaje de carreteras en zonas urbanas y rurales. La metodología relaciona linealmente la intensidad de lluvia y el área de la cuenca con el caudal mediante la expresión:

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

Donde:

Q = Descarga máxima de diseño, expresado en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de precipitación máxima horaria, expresado en mm/hr.

A = Área de la cuenca, expresado en km².

Estos valores se han calculado con las intensidades de precipitación hallados en el modelo IDESEP- SENAMHI para un periodo de retorno de Tr = 30 años para un tiempo de concentración de 1 Hora.

Se usó la Tabla N° 08: Coeficientes de escorrentía del método racional del manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se determinó que el tipo de suelo observado en la inspección de campo son pastos, con vegetación ligera, el tipo de suelo es semipermeable con pendientes promedio superiores a 20%.

TABLA N° 08: Coeficientes de escorrentía método racional						
COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Tabla 30: Coeficientes de Escorrentía método racional.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Por lo tanto, el valor de coeficiente de escorrentía varía entre 0.50.

Caudal de diseño mediante intensidad del MTC

Coeficiente descarga	Intensidad Tr=30años (mm/hr)	Longitud cuneta (km)	Área tributaria (km ²)	Caudal específico (l/s/m)	Caudal total (m ³ /s)
0.50	19.7	0.050	0.018	0.98	0.05
		0.100	0.036	0.98	0.10
		0.150	0.054	0.98	0.15
		0.200	0.072	0.98	0.20
		0.250	0.090	0.98	0.25

Tabla 31: Cálculo de Caudal de diseño mediante intensidad del MTC.

Fuente: Elaboración propia.

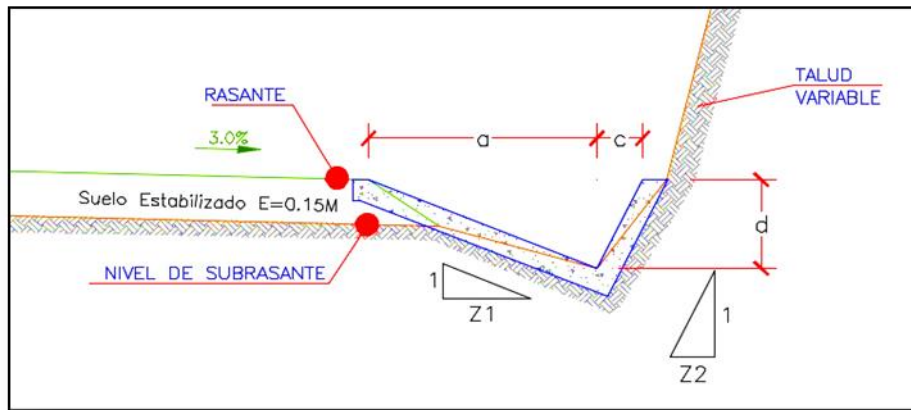


Ilustración 17: Grafico de Sección Cuneta Tipo I (concreto)

Fuente: Elaboración propia.

Realizado el cálculo de caudal de diseño se procedió a cuantificar las medidas de la sección de CUNETA TIPO I de concreto.

Sección CUNETA TIPO I (Concreto)

a =	0.96	m
c =	0.24	m
d =	0.48	m
Z1 =	2.00	
Z2 =	0.50	

Por consiguiente, la red de drenaje longitudinal estará compuesta por un tipo de cuneta de acuerdo a las longitudes entre tramos y la pendiente que se tiene en el diseño geométrico de la vía nacional.

Las Intensidades de Precipitación, para el periodo de retorno de 30 años en el distrito de Pucyura, provincia de Anta, es el siguiente:

Intensidad $T_r = 30$ años	19.7
Ancho promedio de UH para cuneta	0.35
Coefficiente de descarga promedio	0.5

Las Intensidades de Precipitación, para el periodo de retorno de 30 años en el distrito de Poroy, provincia de Cusco, es el siguiente:

Intensidad Tr = 30 años	20.1
Ancho promedio de UH para cuneta	0.35
Coefficiente de descarga promedio	0.5

4.4.2.1 Análisis de velocidad actuante entre progresivas

La pendiente que debe comprender el drenaje pluvial longitudinal de la vía debe realizar la función de autolimpieza y no debe producir velocidad de erosión, es decir:

$$0.5\% < S < 2.0\%$$

La velocidad media del drenaje no debe exceder la velocidad máxima admisible detalladas en la tabla adjunta.

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE
Concreto	4.50 - 6.00 m/s

Tabla 32: Máxima velocidad admisible.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Dimensionamiento de Cunetas: Tramo Emp. PE-3S (CU1257) - Emp. PE-3S (CU1193) (longitud total 11+639km)

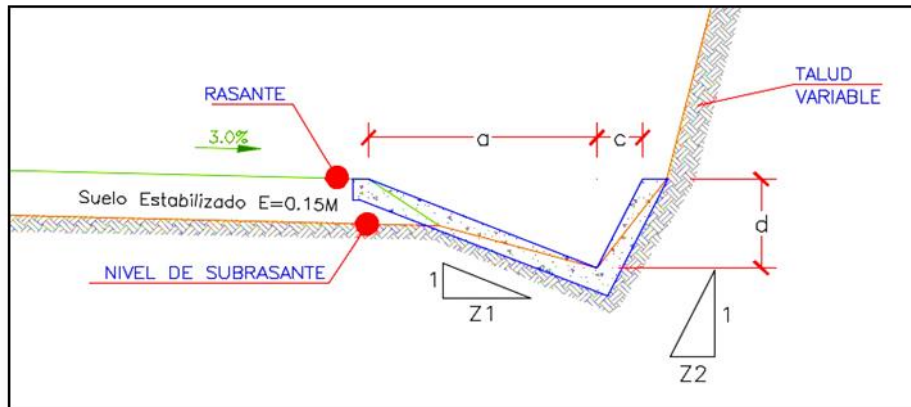


Ilustración 18: Grafico de sección Cuneta tipo I (concreto)

Fuente: Elaboración propia.

Donde :	TIPO	
Talud 1	Z1 =	2.00
Talud 2	Z2 =	0.50
Base (b)	b (m) =	0.00
Tirante	d (m) =	0.48
Ancho (a)	a (m) =	0.96
Ancho (c)	c (m) =	0.24
Rugosidad	n =	0.014
%T		0.900
		Concreto

Qd cuneta (L=50m) =	0.05	m³/s
Qd cuneta (L=100m) =	0.10	m³/s
Qd cuneta (L=150m) =	0.15	m³/s
Qd cuneta (L=200m) =	0.20	m³/s
Qd cuneta (L=250m) =	0.25	m³/s

Prog. Alcantarilla	Progresiva		Long. m.	Caudal ver.	Tipo Cuneta	Tirante cm.	Pendiente %	Área m ²	Perímetro m	Radio Hidráulico	R ^{2/3}	Velocidad m/s	Caudal m ³ /s	Revestimiento
	Inicio	Fin												
0+044.5	-00+118.4	00+042.3	160.7	0.16	I	43.20	-4.73%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.60	1.07	Concreto
	00+046.2	00+138.5	92.4	0.09	I	43.20	-4.73%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.60	1.07	Concreto
0+197.3	00+138.5	00+195.2	56.7	0.06	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
0+396.1	00+201.2	00+390.3	189.1	0.18	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
0+597.9														
0+655.4	00+401.5	00+652.3	250.8	0.25	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
	00+658.6	00+833.6	175.0	0.17	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
0+950.1	00+833.6	00+948.6	115.0	0.11	I	43.20	-2.35%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.24	0.76	Concreto
1+193.2	00+952.1	01+191.0	238.9	0.23	I	43.20	-2.35%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.24	0.76	Concreto
	01+196.8	01+268.2	71.4	0.07	I	43.20	-2.35%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.24	0.76	Concreto
1+414.7	01+268.2	01+412.5	144.2	0.14	I	43.20	-3.79%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.12	0.96	Concreto
1+648.7	01+417.1	01+646.3	229.3	0.22	I	43.20	-3.79%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.12	0.96	Concreto
1+886.4	01+651.8	01+846.7	194.9	0.19	I	43.20	-6.74%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.49	1.28	Concreto
	01+936.5	02+063.3	126.8	0.12	I	43.20	0.09%	0.23	1.45	0.161	0.296	0.63	0.15	Concreto
2+154.4	02+063.3	02+153.2	89.8	0.09	I	43.20	-4.63%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.55	1.06	Concreto
	02+155.9	02+345.2	189.3	0.19	I	43.20	-4.63%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.55	1.06	Concreto
2+433.7	02+345.2	02+428.0	82.8	0.08	I	43.20	-3.48%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.94	0.92	Concreto
	02+436.1	02+635.0	198.9	0.19	I	43.20	-3.48%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.94	0.92	Concreto
2+683.4	02+635.0	02+680.0	45.0	0.04	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
2+875.0	02+686.5	02+873.9	187.5	0.18	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
3+008.3	02+677.2	03+006.2	329.0	0.32	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
3+210.8	03+209.9	03+207.7	2.2	0.00	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
	03+214.0	03+455.5	241.6	0.24	I	43.20	-7.22%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.68	1.33	Concreto
3+461.7	03+455.5	03+459.3	3.8	0.00	I	43.20	-1.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.47	0.58	Concreto
3+745.1	03+673.6	03+730.9	57.3	0.06	I	43.20	-1.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.47	0.58	Concreto
4+014.8	03+753.6	04+012.1	258.6	0.25	I	43.20	-0.56%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.58	0.37	Concreto
4+197.3	04+018.6	04+193.3	174.7	0.17	I	43.20	-0.56%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.58	0.37	Concreto
4+323.6	04+222.8	04+319.4	96.6	0.09	I	43.20	-0.56%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.58	0.37	Concreto
	04+325.5	04+496.3	170.8	0.17	I	43.20	3.12%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.73	0.87	Concreto
4+499.0	04+501.8	04+781.4	279.5	0.27	I	43.20	3.12%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.73	0.87	Concreto
	04+781.4	05+016.5	235.1	0.23	I	43.20	-3.82%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.13	0.96	Concreto
5+149.6	05+016.5	05+145.3	128.8	0.12	I	43.20	-6.21%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.27	1.23	Concreto
	05+151.8	05+329.3	177.5	0.17	I	43.20	-6.21%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.27	1.23	Concreto
5+339.8	05+329.3	05+335.2	5.9	0.01	I	43.20	-4.29%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.38	1.02	Concreto
	05+344.6	05+590.3	245.6	0.24	I	43.20	-4.29%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.38	1.02	Concreto
5+624.2	05+590.3	05+620.8	30.6	0.03	I	43.20	-4.78%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
	05+627.1	05+866.9	239.9	0.23	I	43.20	-4.78%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
5+908.7	05+866.9	05+892.3	25.3	0.02	I	43.20	-1.45%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.55	0.59	Concreto
6+072.7	05+961.1	06+068.4	107.3	0.10	I	43.20	-1.45%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.55	0.59	Concreto
	06+081.7	06+177.1	95.5	0.09	I	43.20	-1.45%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.55	0.59	Concreto
6+210.3	06+177.1	06+205.3	28.1	0.03	I	43.20	-0.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.29	0.30	Concreto
	06+214.8	06+522.4	307.6	0.29	I	43.20	-0.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.29	0.30	Concreto
6+382.7	06+522.4	06+381.2	141.2	0.14	I	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
6+555.1	06+384.2	06+553.5	169.2	0.16	I	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
6+820.8	06+559.0	06+818.6	259.6	0.25	I	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
	06+825.6	06+921.7	96.1	0.09	I	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
6+955.2	06+921.7	06+953.4	31.7	0.03	I	43.20	0.01%	0.23	1.45	0.161	0.296	0.21	0.05	Concreto
	06+961.5	07+156.3	194.8	0.19	I	43.20	0.50%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.49	0.35	Concreto
7+161.7	07+164.1	07+249.7	85.6	0.08	I	43.20	0.08%	0.23	1.45	0.161	0.296	0.60	0.14	Concreto
	07+249.7	07+291.0	41.3	0.04	I	43.20	0.88%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.98	0.46	Concreto
7+293.3	07+268.8	07+567.8	299.0	0.29	I	43.20	0.88%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.98	0.46	Concreto
7+569.6	07+573.0	07+710.1	137.1	0.13	I	43.20	0.88%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.98	0.46	Concreto
	07+710.1	07+805.3	95.2	0.09	I	43.20	-0.60%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.64	0.38	Concreto
7+808.3	07+805.3	08+048.4	243.1	0.23	I	43.20	-0.60%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.64	0.38	Concreto
8+119.1														
8+265.7	08+276.3	08+390.1	113.8	0.11	I	43.20	2.20%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.14	0.73	Concreto
8+470.9	08+390.1	08+465.5	75.4	0.07	I	43.20	-0.27%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.10	0.26	Concreto
8+574.0														
8+876.3	08+634.6	08+796.2	161.7	0.15	I	43.20	-0.27%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.10	0.26	Concreto
9+092.1	08+927.6	09+089.5	162.0	0.16	I	43.20	-0.27%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.10	0.26	Concreto
9+213.6	09+095.5	09+210.1	114.7	0.11	I	43.20	-4.77%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
9+402.1	09+216.5	09+400.7	184.2	0.18	I	43.20	-4.77%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
	09+461.0	09+571.7	110.7	0.11	I	43.20	2.51%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.35	0.78	Concreto
9+574.4	09+577.3	09+767.8	190.5	0.18	I	43.20	2.51%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.35	0.78	Concreto
9+946.7	09+767.8	09+945.3	177.5	0.17	I	43.20	-4.90%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.68	1.09	Concreto
	09+949.0	10+014.3	65.3	0.06	I	43.20	-4.90%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.68	1.09	Concreto
10+125.7	10+014.3	10+123.4	109.0	0.10	I	43.20	-4.46%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.46	1.04	Concreto
10+216.2	10+166.9	10+214.4	47.5	0.05	I	43.20	-4.46%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.46	1.04	Concreto
	10+218.2	10+310.2	92.0	0.09	I	43.20	-4.46%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.46	1.04	Concreto
10+470.4	10+310.2	10+468.6	158.4	0.15	I	43.20	-1.58%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.66	0.62	Concreto
10+720.8	10+472.2	10+717.5	245.3	0.24	I	43.20	-1.58%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.66	0.62	Concreto
	10+753.1	10+793.1	40.0	0.04	I	43.20	1.17%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.29	0.53	Concreto
10+860.6	10+793.1	10+858.9	65.8	0.06	I	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
10+940.5	10+862.9	10+937.6	74.8	0.07	I	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
11+005.8	10+942.6	11+003.5	60.9	0.06	I	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
	11+008.1	11+181.2	173.1	0.17	I	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
	11+181.2	11+289.7	108.5	0.10	I	43.20	-1.05%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.17	0.51	Concreto
11+338.7	11+289.7	11+330.3	40.6	0.04	I	43.20	-1.05%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.17	0.51	Concreto
	11+395.1	11+608.7	213.7	0.20	I	43.20	-2.77%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.52	0.82	Concreto
11+608.9	11+614.6	11+628.2	13.7	0.01	I	43.20	1.00%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.11	0.49	Concreto

Tabla 33: Análisis de Velocidad actuante entre Progresivas del Tramo EMP. PE-3S (CU1257) - EMP. PE-3S (CU1193) (Longitud Total 11+639 km).

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Diseño de alcantarillas

La escorrentía de las cunetas debe desembocar por medio de alcantarillas de alivio (desagüe de la cuneta). Las cuales ayudaran a drenar las aguas de las cunetas, según el distanciamiento propuesto en la investigación.

En el diseño de drenaje se está proyectando colocar cincuenta y cinco (55) alcantarillas a lo largo de la vía nacional para descargar las aguas de las cunetas longitudinales y las quebradas existentes. Las progresivas de cada alcantarilla se muestran en el cuadro.

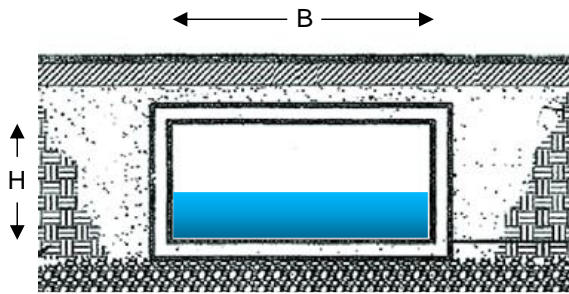
Capacidad hidráulica de las alcantarillas y pontones

Para el diseño de las dimensiones de la sección de las alcantarillase, se debe aplicar la fórmula de Manning para canales abiertos y tuberías. Con esta ecuación se obtiene la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación:

$$Q = \frac{A * R h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

- Q = Caudal en m³/s.
- A = Área de la sección transversal en m².
- R_h = Radio hidráulico en m.
- S = Pendiente de fondo.
- n = Coeficiente de rugosidad.

ALCANTARILLA MARCO TIPO C°A°



Donde :

B: Base del canal cerrado

H: Altura del canal cerrado

Y: tirante de agua.

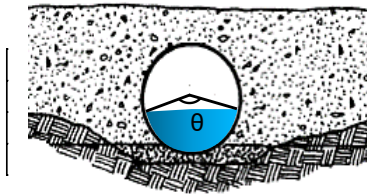
C°A° = concreto armado.

M-1	M-2	M-3
2.40	4.00	2.50
1.20	2.00	2.00
0.96	1.60	1.60

Ilustración 19: Sección de Marco tipo C "A"

Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA CIRCULAR TIPO TMC



Donde :

D: diámetro comercial.

D: diámetro nominal.

θ : ángulo central = $2 * \phi$

Y: tirante de agua.

D-1	D-2	D-3	Und.
36	48	60	pulgadas
0.90	1.20	1.50	metros

Ilustración 20: Sección de Alcantarilla Circular Tipo TMC

Fuente: Elaboración propia.

Prog. m	Coordenadas UTM		Area m2	Area km2	C	I mm/h	Qd Cuneta m³/s	Qd m³/s	Coef. n	Base B	Altura H	Diámetro (Pulg)	Tirante m.	Pendiente %	Ángulo (θ)	Área m²	Perímetro m	Radio Hidráulico	Longitud m	Velocidad m/s	Alcantarilla Cantidad	Cap. HD m³/s	
TRAMO EMP. PE-3S (CU1257) - EMP. PE-3S (CU1193) (LONGITUD TOTAL 11+639KM)																							
0+044.5	822820.84	8505257.57	63774	0.06	0.50	20.10	1.07	0.18	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
0+197.3	822681.93	8505193.76					2.09	0.00	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
0+396.1	822533.77	8505062.04	56588	0.06	0.50	20.10	1.02	0.16	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
0+597.9	822394.04	8504927.68	479303	4.78	0.50	20.10	0.00	13.35	0.014	2.400	1.200		0.96	2.00%	2.30	4.32	0.53	8.10	6.64	1.00	.....Ok!	15.306	
0+655.4	822327.96	8504926.45	134139	0.13	0.50	20.10	1.02	0.37	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
0+950.1	822216.60	8505178.61	11266	0.01	0.50	20.10	1.78	0.03	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.91	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
1+193.2	822051.30	8505237.90	138475	0.14	0.50	20.10	0.76	0.39	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
1+414.7	821698.00	8505376.32	33544	0.03	0.50	20.10	1.72	0.09	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
1+648.7	821672.72	8505359.16					0.96	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
1+886.4	821535.42	8505173.47	15670148	15.67	0.50	20.10	1.43	50.62	0.014	4.000	2.000		1.60	2.00%	6.40	7.20	0.89	8.10	9.34	1.00	.....Ok!	59.768	
2+154.4	821443.73	8505406.55	44982	0.04	0.50	20.10	1.06	0.13	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
2+433.7	821320.36	8505655.27	40292	0.04	0.50	20.10	1.98	0.11	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
2+683.4	821118.83	8505796.66	241940	0.24	0.50	20.10	1.46	0.68	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
2+875.0	820948.32	8505894.89					0.54	0.00	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
3+008.3	820830.17	8505946.00	91932	0.09	0.50	20.10	0.54	0.26	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
3+210.8	820648.73	8506035.60					0.54	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
3+461.7	820404.85	8506094.26	33836	0.03	0.50	20.10	1.90	0.09	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
3+745.1	820136.97	8506179.92	6824860	6.82	0.50	20.10	0.58	19.07	0.014	2.500	2.000		1.60	2.00%	4.00	5.70	0.70	8.10	7.98	1.00	.....Ok!	31.908	
4+014.8	819896.26	8506301.60					0.37	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
4+197.3	819729.76	8506376.74	584424	0.59	0.50	20.10	0.37	1.66	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
4+323.6	819614.83	8506428.60					1.24	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
4+499.0	819454.79	8506500.82	104111	0.10	0.50	19.70	0.87	0.29	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
5+149.6	818929.79	8506788.52	33470	0.03	0.50	19.70	2.19	0.09	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
5+339.8	818758.22	8506744.33	373246	0.37	0.50	19.70	2.25	1.02	0.025			60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	.....Ok!	5.081
5+624.2	818485.87	8506810.16					2.10	0.00	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
5+908.7	818203.20	8506784.33	649971	0.65	0.50	19.70	1.67	1.78	0.025			60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	.....Ok!	5.081
6+072.7	818042.40	8506816.42	676787	0.68	0.50	19.70	0.58	1.85	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
6+210.3	817915.23	8506868.11					0.89	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
6+382.7	817756.27	8506934.68					1.20	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
6+555.1	817597.17	8507001.31	399662	0.40	0.50	19.70	0.90	1.09	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
6+820.8	817352.16	8507103.91	217413	0.22	0.50	19.70	0.90	0.60	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
6+955.2	817228.16	8507155.84	61573	0.06	0.50	19.70	1.30	0.17	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
7+161.7	817037.75	8507235.58	269916	0.27	0.50	19.70	0.60	0.74	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
7+293.3	816916.37	8507286.41	221102	0.22	0.50	19.70	0.46	0.61	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
7+569.6	816663.56	8507397.60	215823	0.22	0.50	19.70	0.46	0.59	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
7+808.3	816446.78	8507497.72	214531	0.21	0.50	19.70	0.76	0.59	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
8+119.1	816164.46	8507628.11	63188	0.06	0.50	19.70	0.00	0.17	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
8+265.7	816031.49	8507689.53	525598	0.53	0.50	19.70	0.73	1.44	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
8+470.9	815839.58	8507762.21	91338	0.09	0.50	19.70	0.26	0.25	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
8+574.0	815742.11	8507795.41					0.00	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
8+876.3	815455.79	8507892.96	121444	0.12	0.50	19.70	0.26	0.33	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
9+092.1	815247.37	8507947.51					0.26	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
9+213.6	815128.74	8507974.29	111215	0.11	0.50	19.70	1.08	0.30	0.025			48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	.....Ok!	2.802
9+402.1	814944.82	8508015.83	434950	0.43	0.50	19.70	1.86	1.19	0.025			60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	.....Ok!	5.081
9+574.4	814776.91	8508053.74	44218	0.04	0.50	19.70	0.78	0.12	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
9+946.7	814411.56	8508120.82					1.09	0.00	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
10+125.7	814234.08	8508098.68	375700	0.38	0.50	19.70	2.13	1.03	0.025			60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	.....Ok!	5.081
10+216.2	814144.75	8508094.36	4864	0.00	0.50	19.70	1.04	0.01	0.025			36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	.....Ok!	1.301
10+470.4	813896.86	8508029.72	69690	0.07	0.50	19.70	1.66																

4.4.4 Resumen de obras de arte

Para el buen funcionamiento y eficacia de la vía nacional, se debe tener un buen desempeño de las obras arte. La mayoría de vías colapsan por un mal diseño de estas obras de arte, además es sabido que cuando se produce un mal funcionamiento de la carretera el flujo vehicular se ve interrumpido y afectado, generando costos de mantenimiento y reparación no programados generando un sobre costo al proyecto. Para el presente trabajo de investigación denominado: MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3 (CU1257) A EMPALME PE S3 (CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA. 2022, se plantea las siguientes obras de arte:

OBRAS DE ARTE	CUNETAS	ALCANTARILLAS	BADENES
CANTIDAD	-	55	-

Tabla 35: Resumen de cantidad de obras de arte

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.1 Diseño Geométrico de la Vía

4.4.4.2 Generalidades

El diseño geométrico de una vía es una herramienta técnica - normativa que proporciona una alternativa a la demanda de una necesidad vial, en tal sentido deberá de cumplir la determinación de los parámetros de diseño de carreteras tales como dimensionamiento y alineamiento, los cuales deberán de guardar correlación entre las características técnicas y físicas de la vía objeto de estudio. Todos estos criterios técnicos y normativos se aplicaron en esta de investigación denominada: MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3 (CU1257) A EMPALME PE S3 (CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA. 2022.

4.4.4.3 Normatividad

El proyecto de investigación denominado: MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3 (CU1257) A EMPALME PE S3 (CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA. 2022, se basa en la aplicación de la normativa peruana vigente en la actualidad establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Decreto Supremo N° 034-2018-MTC, que aprueba el MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018.

Decreto Supremo N° 034-2018-MTC, que aprueba el MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE.

Resolución Directoral N° 10-2014 MTC/14, que aprueba MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

4.4.4.4 Clasificación de las Carreteras

4.4.4.5 Clasificación de acuerdo a su Demanda

Según la sección 101.05 (Clasificación por Demanda) del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018, la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura) se clasifica como una “Carretera de Tercera Clase”, pues las carreteras de este tipo presentan un IMDA menor a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho cada uno como mínimo. Así mismo se indica que estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, soluciones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. Así también refiere que en caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

4.4.4.6 Clasificación por su Orografía

Según el levantamiento topográfico realizado se determinó que se tiene una pendiente longitudinal en promedio de 3.63% y pendientes transversales se encuentran entre el 11 y 50%, por lo tanto, la clasificación es de un Terreno Ondulado Tipo II, lo que demandaría un moderado movimiento de tierras, que permitiría alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayor dificultad ni complejidad en el trazo.

4.4.5 Estudio de Tráfico

4.4.5.1 Generalidades

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que circulan por la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura), su variación histórica, composición vehicular y proyección para el periodo de vida útil de 20 años tal como lo establece el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018.

4.4.5.2 Conteo y Clasificación Vehicular

















El estudio de tráfico se basa en el flujo vehicular que se desarrolló en la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura). Para hacer esta actividad se procedió con realizar un conteo de aforo vehicular en un puesto ubicado en la Municipalidad Distrital de Poroy (cámara de vigilancia ubicado en el punto 18L N: 8,506,141 E: 820,236). Los datos se registraron en el formato de Clasificación Vehicular elaborado para los días viernes 20/05/22 y el sábado 20/05/22. Los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	CAMIONETA	PANEL	MINIBAN		RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00-01	E	27			1		1	10	1	1	1			4	1			1				
	S	21			1		1	3		2	1			1				1				
01-02	E	17		2				3		3	3	2	1	1	2			4				
	S	9	1	1	5			6		2		1			1	1	1	1		1		
02-03	E	11	4		1	1	2	1	1	7	2			2	1			2				
	S	16	4	1			1	2		5	2				1			1				
03-04	E	19	2	3			1	3	2	8	3	2	1			2	1	1				1
	S	36	2	11	3		2	10		10	7	1			4		4					
04-05	E	41	23	1	2	5	1	2	2	16	7	4			2	2		1				
	S	72	26	3	3	18	3	1		14	12	4				2						
05-06	E	62	52	11	1	4	4	19	5	9	12	2	1		1	5						
	S	100	52	8	2	25	34	10	1	22	11				4	4						
06-07	E	177	69	21		25	15	22	6	24	5					11	4	1				
	S	144	93	45		35	33	20	3	44	5				1	7						
07-08	E	250	62	20	1	31	10	25	1	19	6	2	1			9						
	S	299	114	61	1	49	77	33		27	13			4		5						
08-09	E	214	181	57		49	23	22	1	19	4			1		2						
	S	261	145	44		37	38	37	1	23	5				3							
09-10	E	173	32	35	59	10	20	8	14	11	2	26	7			1		1				1
	S	181	31	33	69	15	55	13	9	12	5	31	3		2	2						3
10-11	E	164	36	27	51	2	36	4	13	12	2	27	9				1	7				
	S	175	38	48	68	14	58	12	11	14	1	35	3		3	2	3	1				1
11-12	E	138	24	41	55	6	12	7	15	4	1	24	4	1			1	12				
	S	187	35	41	75	10	60	10	11	16	4	32	7		5	3	2					
12-13	E	151	26	29	56	6	15	5	11	13	1	31	6				1	8				2
	S	176	27	52	77	11	61	7	15	13	4	30	5		1		3	2				
13-14	E	144	21	36	71	16	22	10	12	12	4	26	3		1		1	6	1			1
	S	182	38	41	85	9	48	4	14	13	3	29	4		4							
14-15	E	151	27	35	61	8	22	23	15	11	2	33	8					3				2
	S	195	41	35	81	12	50	9	11	15	2	27	5		2	2	1	2				
15-16	E	172	28	33	65	10	17	28	8	11	1	23	13	1			1	6	2			
	S	160	29	49	75	10	56	5	12	16	1	35	2		3		1	1				
16-17	E	172	24	39	64	8	24	23	9	12	2	31	13	1		1		8				1
	S	186	53	47	69	8	49	12	12	11	1	39	5		2	4	3	2				
17-18	E	230	29	26	68	7	28	30	9	13	5	28	10	1			1	7				
	S	221	70	51	63	9	68	5	15	17	3	40	8		3	5	4					
18-19	E	182	24	15	60		20	15	10	13	2	20	7				1					
	S	179	59	37	55	3	71	9	8	12	2	35	5			5	3	2				
19-20	E	191	21	9	71	2	24	8	15	14	6	15	7	1			1	6	1			1
	S	167	50	20	29	8	37	8	5	13		25	6		3	3	1					
20-21	E	172	20	6	59		18		12	13	5	15	10	5		1		6				1
	S	113	37	9	10	2	12	4	4	6	1	18										
21-22	E	111	15		40		11		5	13	1	5	3	1				3				1
	S	75	11		2		10			2												
22-23	E	60	1		15		5			10												1
	S	45										5										
23-24	E	25	2		1		5			3								1				1
	S	23										1										1
PARCIAL:		6277	1679	1083	1575	465	1160	488	299	580	168	698	162	19	43	86	35	105	4	1	14	1

ENCUESTADOR : Moscoso Villalba, Mauricio M JEFE DE BRIGADA : Warthon Grajeda, ING.RESPONS: Alex Arquimedes, Herrera Viloche

Tabla 36: Formato de Clasificación Vehicular – Estudio de Tráfico para el día sábado 20/05/22.

Fuente: Elaboración propia.

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS					MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				PICK UP	CAMIONETA	PANEL	MINIBAN	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
00-01	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

programación de trabajos periódicos de mantenimiento. Es sí que se realiza el cálculo de índices medio anuales vehicular, mediante las siguientes fórmulas:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMDa = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional (Dato de unidades de peaje)

TRAFICO 2022

TRAMO	PUNTO POROY	%
AUTOS	7956	53.2%
CAMIONETAS	3123	20.9%
CAMIONETAS RURALES	1648	11.0%
MICROS	299	2.0%
BUS	748	5.0%
CAMIONES 2 EJES	698	4.7%
CAMIONES 2 EJES	162	1.1%
CAMIONES 3 EJES	19	0.1%
SEMI TRAILERS TRAILERS	289	1.9%
IMDA	14942	100.0%

LIGEROS	13026	87.2%
BUS	748	5.0%
CAMIONES UNITARIOS	879	5.9%
SEMI Y TRAILERS	289	1.9%
IMDA	14942	100.0%

Tabla 38: Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA) del proyecto de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.4 Volumen Horario de Diseño (VHD)

El Volumen Horario de Diseño (VHD) y no el IMDA, son los parámetros que determinan las características que se deben de otorgar al proyecto para evitar problemas de congestión y determinar condiciones de servicio aceptables. En tal sentido se debe de determinar cuál volumen de tránsito por hora debe de aplicarse y ser utilizado como base del diseño.

El volumen horario del proyecto VHD corresponde a un porcentaje entre el 12% y el 18% del IMDA estimado para el año horizonte del proyecto de investigación.

VOLUMEN HORARIO DE DISEÑO

VHDAño = 0.12 a 0.18 IMDAño

TRAMO	PUNTO POROY	%	RELACION 0.18	VHDAño
AUTOS	7956	53.2%	1,432	9,388
CAMIONETAS	3123	20.9%	562	3,685
CAMIONETAS RURALES	1648	11.0%	297	1,945
MICROS	299	2.0%	54	353
BUS	748	5.0%	135	883
CAMIONES 2 EJES	698	4.7%	126	824
CAMIONES 2 EJES	162	1.1%	29	191
CAMIONES 3 EJES	19	0.1%	3	22
SEMI TRAILERS TRAILERS	289	1.9%	52	341
IMDA	14942	100.0%	2,690	17,632

LIGEROS	13026	87.2%	2345	15371
BUS	748	5.0%	135	883
CAMIONES UNITARIOS	879	117.5%	158	1037
SEMI Y TRAILERS	289	38.6%	52	341
IMDA	14942	248.3%	2690	17632

Tabla 39: Cálculo del Volumen Horario de Diseño (VHD) del proyecto de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.5 Crecimiento del Tránsito

Como los volúmenes de tráfico varían cada mes debido a las estaciones del año, ocasionadas por las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, festividades, etc. Es necesario efectuar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo, por un factor de corrección que lleve a éstos al promedio diario

anual. Para este estudio se usó los Factores de Corrección Estacionales referenciales, siguientes:

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.964773519497527

F.C.E. Vehículos Pesados: 1.04273360561761

CRECIMIENTO DEL TRAFICO

$$Pf = Po (1 + Tc) ^ n$$

Donde:

Pf = Tránsito final

Po = Tránsito inicial

Tc = Tasa de crecimiento anual por tipo de vehiculo

n = año a estimarse

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geometrico 2018. (205.03 Crecimiento del tránsito)

Proyección de transito final para vehiculos de pasajeros

Po = 16253

Tc = 0.02

n = 20

$$Pf = Po (1 + Tc) ^ n$$

Pf = 24152

Proyección de transito final para vehiculos de carga

Po = 1378

Tc = 0.03

n = 20

$$Pf = Po (1 + Tc) ^ n$$

Pf = 2489.3

PROYECCION DE CRECIMIENTO DE TRANSITO

TRAMO	AÑO 2022	%	AÑO 2042	AUMENTO	%
AUTOS	9,388	53.2%	13,950	4,562	48.6%
CAMIONETAS	3,685	20.9%	5,476	1,791	48.6%
CAMIONETAS RURALES	1,945	11.0%	2,890	945	48.6%
MICROS	353	2.0%	524	171	48.6%
BUS	883	5.0%	1,312	429	48.6%
CAMIONES 2 EJES	824	4.7%	1,488	664	80.6%
CAMIONES 2 EJES	191	1.1%	345	154	80.6%
CAMIONES 3 EJES	22	0.1%	40	18	80.6%
SEMI TRAILERS TRAILERS	341	1.9%	616	275	80.6%
IMDA	17,632	100.0%	26,641	9,009	51.1%

PROYECCION DE CRECIMIENTO DE TRANSITO

TRAMO	AÑO 2022	%	AÑO 2042	AUMENTO	%
AUTOS	9,388	53.2%	13,950	4,562	48.6%
CAMIONETAS	3,685	20.9%	5,476	1,791	48.6%
CAMIONETAS RURALES	1,945	11.0%	2,890	945	48.6%
MICROS	353	2.0%	524	171	48.6%
BUS	883	5.0%	1,312	429	48.6%
CAMIONES 2 EJES	824	4.7%	1,488	664	80.6%
CAMIONES 2 EJES	191	1.1%	345	154	80.6%
CAMIONES 3 EJES	22	0.1%	40	18	80.6%
SEMI TRAILERS TRAILERS	341	1.9%	616	275	80.6%
IMDA	17,632	100.0%	26,641	9,009	51.1%

LIGEROS	15,371	87.2%	22,840	7,469	48.6%
BUS	883	5.0%	1,312	429	48.6%
CAMIONES UNITARIOS	1,037	5.9%	1,873	836	80.6%
SEMI Y TRAILERS	341	1.9%	616	275	80.6%
IMDA	17,632	100.0%	26,641	9,009	51.1%

Tabla 40: Cálculo de Crecimiento de Tráfico al año 2042 para el proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.6 Parámetros Básicos para el diseño

a. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

El IMDA del proyecto de investigación denominado MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3 (CU1257) A EMPALME PE S3 (CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA. 2022, se proyectó de la siguiente manera:

IMDA (Año 2022): 14942 veh/día.

VHD (Año 2042): 17632 veh/día.

4.4.5.7 Velocidad de Diseño

En el presente proyecto de investigación se determinó que la velocidad de diseño sería la máxima alternativa que se podría mantener con seguridad y confort sobre la Vía Nacional Cusco – Abancay (tramo Poroy - Pucyura).

La carretera es de Tercera Clase y según su orografía se clasifico como un terreno Ondulado Tipo II. La determinación de la velocidad directriz o de diseño del proyecto se dio dentro del rango establecido en el siguiente cuadro:

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

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO 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											

Tabla 41: Rangos de velocidad de diseño en función de la clasificación de la carretera.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

De acuerdo al cuadro de Velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera: La Vía Nacional Cusco – Abancay se cataloga como una Carretera de Tercera Clase con una orografía ondulada, por ende, se puede escoger entre velocidades de diseño de 40 km/h a 90 km/h. Para este caso teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas (relación velocidad de diseño y costo de la carretera) se trabajará con la velocidad directriz mínima de 60 km/h. (Manual de Diseño para Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito).

4.4.5.8 Distancia de Visibilidad

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran tres distancias:

Distancia de visibilidad de parada.

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.

Distancia de visibilidad de cruce con otra.

Distancia de Visibilidad de Parada

Es la distancia mínima requerida con la cual el conductor puede prevenir algún tipo de incidente o accidente, pues a esa distancia puede visualizar al objeto y puede realizar maniobras adecuadas según se den las circunstancias en el momento.

Se calcula mediante la fórmula:

$$Dp = \frac{V * tp}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Donde:

Dp: Distancia de parada

V: Velocidad de diseño

Tp: Tiempo de percepción + reacción (s)

f: Coeficiente de fricción, pavimento húmedo

i: Pendiente longitudinal (tanto por uno)

+i: Subidas respecto al sentido de circulación

-i: Bajadas respecto al sentido de circulación

Para hallar la distancia de parada (D_p) depende de la Velocidad de Diseño y la pendiente longitudinal y se muestra en el siguiente cuadro:

Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

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

Tabla 42: Distancia de Visibilidad de parada con pendiente (metros).

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En nuestro caso:

Para las pendientes en bajada de 3%, 6%, 9% la distancia máxima es de 97 m.

Para las pendientes en subida de 3%, 6%, 9% la distancia máxima es de 75 m.

Distancia de Visibilidad de Paso o de Adelantamiento

Es la distancia necesaria a fin de facultar al conductor del vehículo adelante a otro que viaja a velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Las distancias mínimas se presentan en el siguiente cuadro:

Mínima 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 (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D_A (m)	
			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

Tabla 43: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Se considera la lectura de análisis que para una velocidad directriz de 60 km/h, la velocidad del vehículo adelantado es de 51 km/h y del vehículo que adelanta es de 66 km/h con una distancia mínima de visibilidad de adelantamiento redondeada de 410 m.

Distancia de Visibilidad de Cruce con Obra

Distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia. Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

4.5 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

4.5.1 Generalidades

La norma nos menciona que el alineamiento horizontal debe permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño (60 Km/h) en la mayor longitud de carretera que sea posible. El alineamiento de la carretera, se hizo adecuándose a las condiciones del relieve. El trazado del Diseño geométrico en planta de un tramo de la vía, está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (Tramos en Tangente), curvas circulares y curvas de transición. Se usó curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

4.5.2 Tramos en Tangente

La siguiente tabla muestra las longitudes de los tramos en tangente mínimas admisibles y máximas deseables para las diversas configuraciones de curvas.

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

Tabla 44: Longitudes de tramos en tangente.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.5.3 Curvas Circulares

Las curvas circulares se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos alineamientos rectos de una vía (tangentes).

Los elementos de una curva circular son los siguientes:

P.C. = Punto de Inicio de la Curva

P.I. = Punto de Intersección

P.T. = Punto de Tangencia

E = Distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco o distancia a Externa (m)

M = Distancia desde el punto medio de la curva hasta el punto medio de la cuerda larga (m)

R = Longitud del Radio de la Curva (m)

T = Longitud de la Sub tangente (P.C a P.I a P.T) (m)

L = Longitud de la Curva (m)

L.C.= Línea recta que une al punto de tangencia donde comienza la curva PC y al punto de tangencia donde termina PT (m)

Δ = Ángulo de Deflexión

Simbología de la curva circular

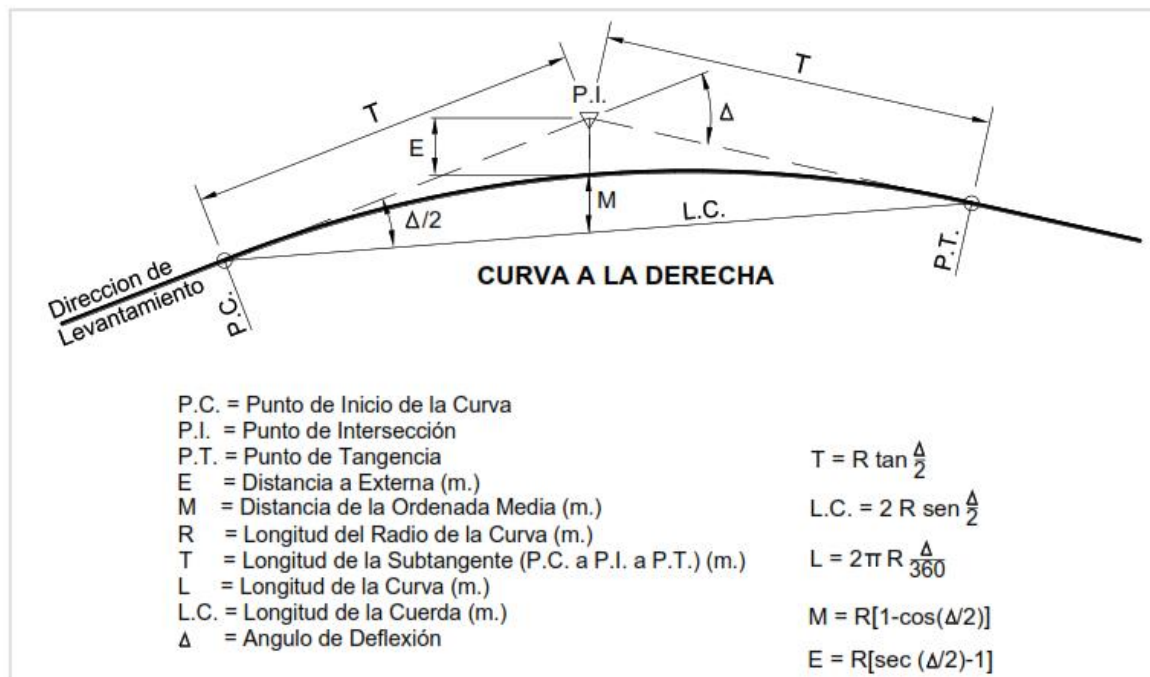


Ilustración 21: Simbología de Curva Circular

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

El radio mínimo que pueden recorrer con la velocidad de diseño, según la tabla 302.02 del Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018, refiere que, para

una carretera en un área urbana, para una Velocidad de diseño de 60 km/h, el radio redondeado será de 150m.

Así mismo según la Tabla 302.04, Valores del radio mínimo para velocidades específicas del Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018, refiere que, para una carretera en un área urbana, para una Velocidad Específica de 60 km/h, el peralte máximo será de 4.0% y el radio mínimo será de 150m.

4.5.4 Curvas de Transición

Esta curva no es circular, pero sirve de transición o unión entre la tangente y la curva circular. Las curvas de transición surgen debido a la necesidad de interponer un elemento que garantice una continuidad entre los anteriores tipos de alineaciones.

Aparte de servir como enlace de otros tipos de alineamientos, la curva de transición se constituye como una alineación más, pudiendo existir tramos de vía compuestos exclusivamente por este tipo de curvas. Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en la tabla, se usarán curvas de transición. Para usarse las curvas de transición, se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

Radios que permiten prescindir de la Curva de Transición

En la carretera en estudio, se usarán curvas de transición solo para las curvas de volteo ya que presentan radios menores a los mostrados en el siguiente cuadro:

Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase

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

Tabla 45: Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.5.5 Curvas de Vuelta

Las curvas de vuelta son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternativos. (DG 2018, pág. 150)

En el caso del presente proyecto casi no ha sido necesario el empleo de estas curvas, debido a la topografía no es muy accidentada y se proyectó trazos alternativos. El diseño de las pocas curvas de vuelta que se ha realizado se tomó en consideración el vehículo de diseño y la maniobra de cruce de curva establecida por el manual DG 2018.

4.5.6 Diseño Geométrico en Perfil

4.5.6.1 Generalidades

El perfil longitudinal es el alineamiento vertical de una vía, y está formado por la rasante constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. Por tanto, el diseño del alineamiento vertical incluye la selección de pendientes adecuadas, para las tangentes y el diseño de las curvas verticales (Diseño Geométrico DG – 2018).

El diseño geométrico en perfil resulta sumamente importante para el proyecto puesto que el trazado en sección es determinante, ya que si las pendientes son deficientes se tendrá que realizar estudios de variantes para obtener alargamientos o extensiones de pendientes lo que generaría retrasos y sobrecostos durante la ejecución del proyecto.

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, existen algunas condicionantes determinantes para el trazado del Perfil Longitudinal, siendo estas las siguientes: topografía, alineamiento horizontal, distancias de visibilidad, velocidad del proyecto, seguridad, costos de construcción, categoría de la vía y drenaje.

4.5.6.2 Pendiente

Para la velocidad de diseño de 60 km/h, se tuvo en cuenta no sobrepasar la pendiente máxima de 8.00%, así mismo se indica que en ciertos tramos luego de analizar la topografía se empleará pendientes superiores a 10% que no excedan los 180.00 m de longitud, finalmente se indica que el peralte mínimo que garantiza el correcto funcionamiento del drenaje de la propuesta será del 0.5%.

Pendiente Máxima:

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																				10.00	10.00			
40 km/h																				9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h												7.00	7.00							8.00	9.00	8.00	8.00	8.00
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00			
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00					7.00	7.00			
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00									7.00	7.00			
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00										6.00	6.00			
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00															
110 km/h	4.00	4.00			4.00																			
120 km/h	4.00	4.00			4.00																			
130 km/h	3.50																							

Tabla 46: Pendientes Máximas (%).

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.5.6.3 Curvas Verticales

Es aquella en la que el elemento del diseño en perfil posibilita la conexión de dos tangentes verticales consecutivas denominadas rasantes, tal que a lo largo del desarrollo se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la salida, para que así garantice una operación vehicular óptima.

La clasificación de curvas verticales se da de la siguiente manera:

Por su forma: Cóncavas y Convexas

Por la proporción: Simétricas y Asimétricas.

Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

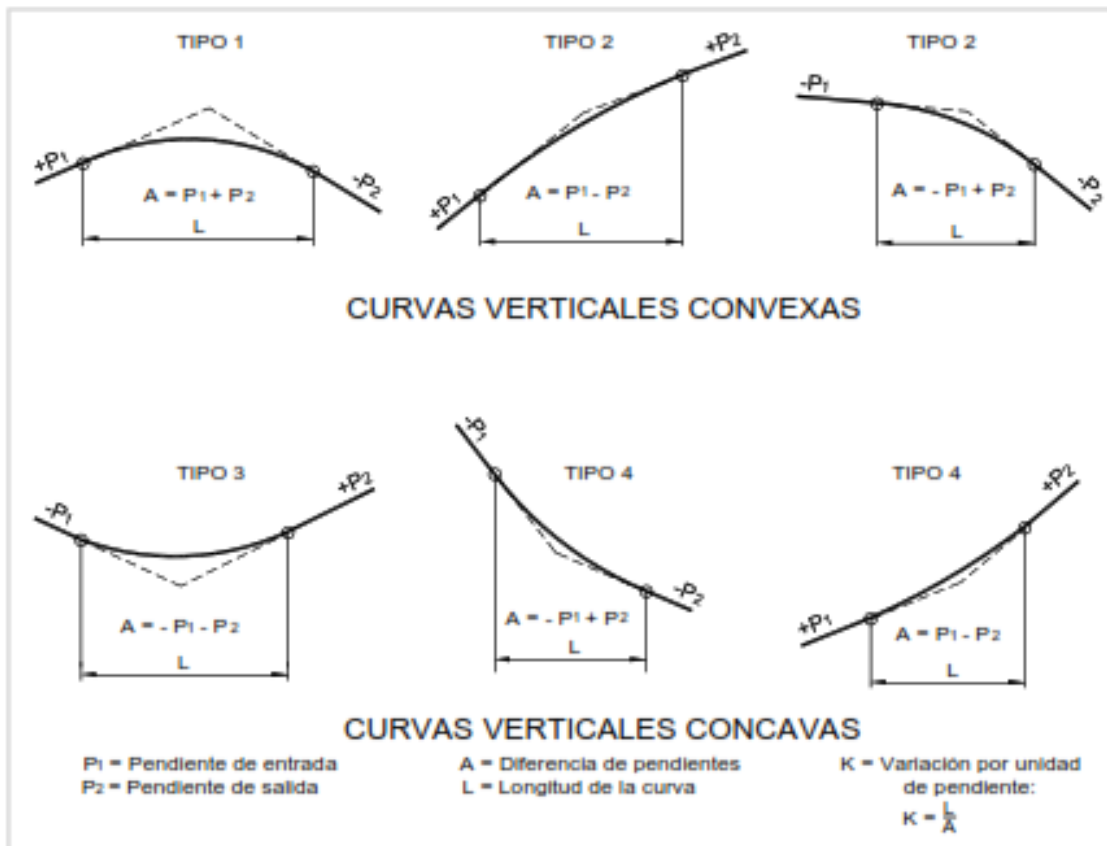


Ilustración 22:Tipos de Curvas Verticales (convexas y cóncavas).

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas

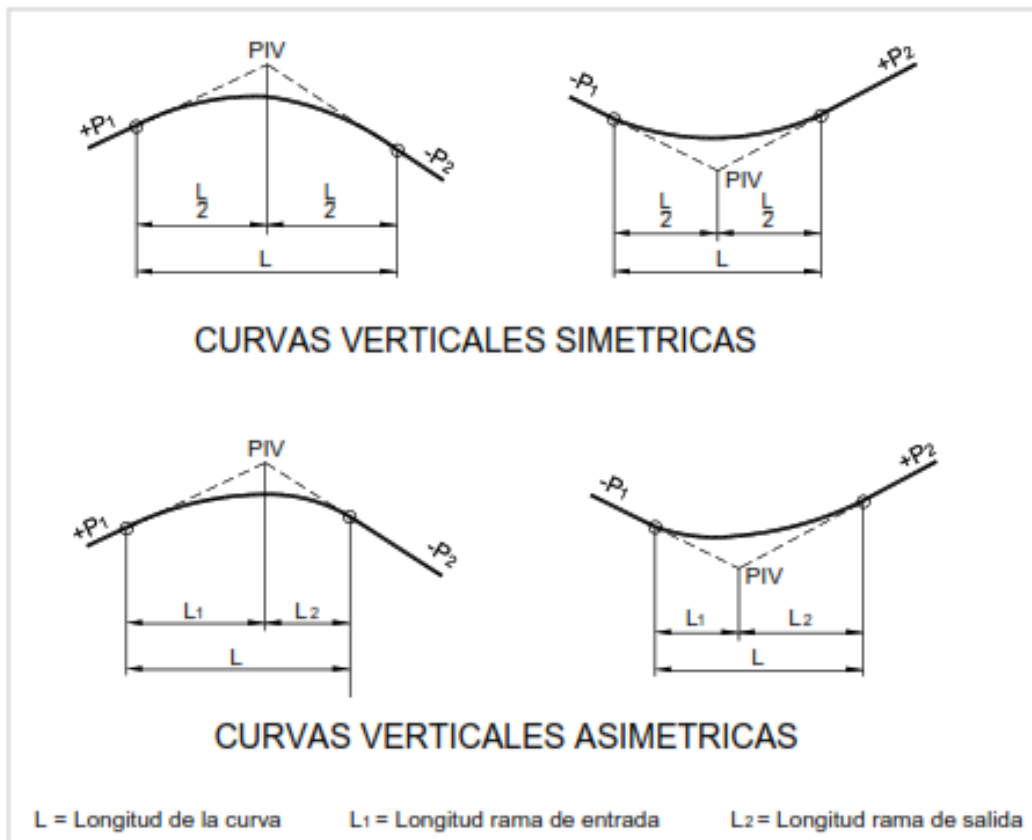


Ilustración 23: Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Longitud De Curvas Convexas

A) Visibilidad de Parada

Cuando $D_p < L$

$$L = \frac{A D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Cuando $D_p > L$

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Dónde, para todos los casos:

L: Longitud de la curva vertical (m)

- Dp: Distancia de visibilidad de parada (m)
- A: Diferencia algebraica de pendientes (%)
- h1: Altura del ojo sobre la rasante (m)
- h2: Altura del objeto sobre la rasante (m)

Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada

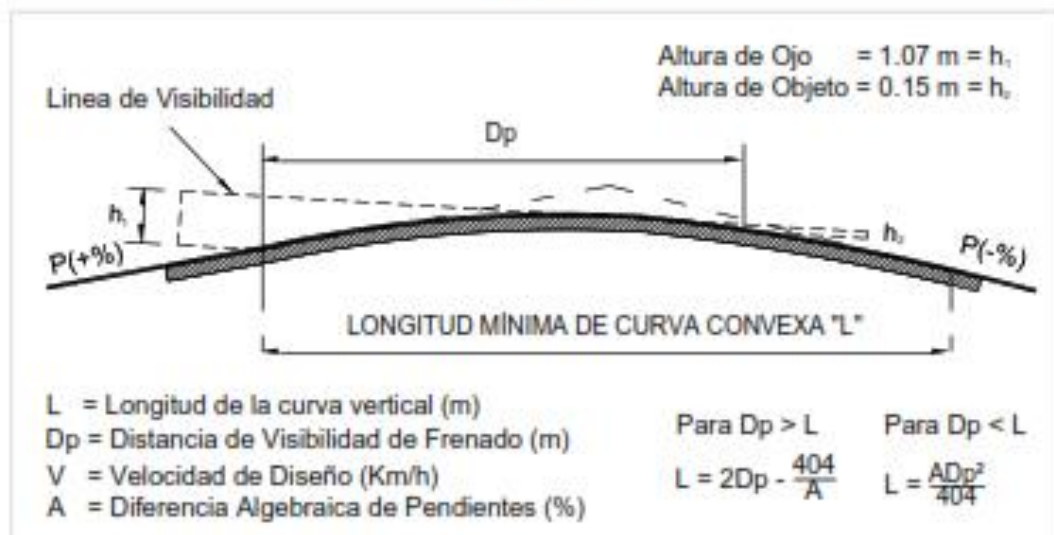


Ilustración 23: Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Fuente: Elaboración propia

B) Visibilidad de Adelantamiento o Paso (Da).

Cuando Da < L

$$L = \frac{A D_a^2}{946}$$

Cuando Da > L

$$L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

Dónde:

Da: Distancia de visibilidad de adelantamiento o Paso (m)

L y A: Idem (a)

Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso

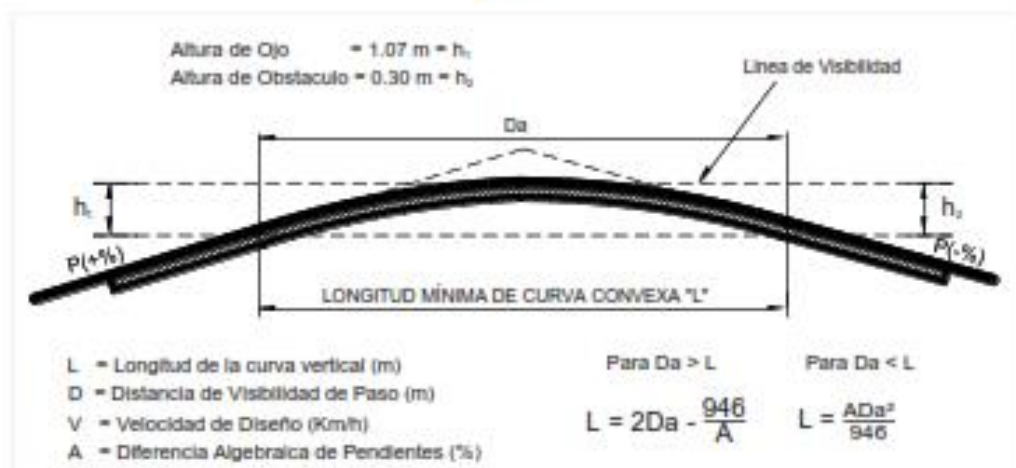


Ilustración 24: Cálculo de Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.6 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

4.6.1 Generalidades

Definido como el corte vertical que se le hace al alineamiento horizontal, en la cual se describen elementos que determinarán la seguridad, operatividad y el costo de la carretera en estudio.

De todos los elementos que tiene la sección transversal, la norma vigente resalta el más influyente con la siguiente expresión: El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.

4.6.2 Calzada

La calzada es la parte de la Vía Nacional Cusco – Abancay que está destinada a la circulación de vehículos motorizados y compuesta por 03 carriles de circulación. El carril es una banda longitudinal de ancho necesario para la circulación de unidades vehiculares. Como se mencionó en lo concerniente de anchos mínimos de calzada en tangente, el ancho mínimo de calzada en tangente

según el cuadro para la carretera del proyecto debe ser 9.90 metros con 03 carriles de propuesta.

4.6.3 Bermas

Según el Manual de Carreteras: DG – 2018, se define a las bermas como una franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera que sirve de elemento de confinamiento de la calzada y que eventualmente se podría utilizar como estacionamiento en caso de alguna eventualidad.

Se establece el ancho de berma en base a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía, es así que en este proyecto de investigación se utilizara un ancho de 1.20m.

Ancho de bermas

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tráfico vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
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																			0.50	0.50
40 km/h																1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h										2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90		
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Tabla 47: Ancho de bermas

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Respecto a la inclinación de las bermas se indica que, en los planos en tangentes, se tendrá una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma tal cual indica el siguiente cuadro:

Superficie de las Bermas	PENDIENTE TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	PENDIENTE NORMAL (PN)	PENDIENTE ESPECIAL
Pav. o Tratamiento	4%	0% (2)
Grava o Afirmado	4% - 6% (1)	
Césped	8%	

Tabla 48: Cuadro de Pendientes Transversales Mínimas de las Bermas.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.6.4 Bombeo

El bombeo de la calzada cumple la función de evacuar las aguas superficiales y está determinada por el tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación en la zona. Según el cuadro adjunto nos da como resultado un bombeo de 2.0%.

Valores del bombeo de la calzada

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

Tabla 49: Valores de bombeo de la calzada.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.6.5 Peralte

Definido como la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de la calzada de una vía, con el fin de compensar con una componente de su propio peso, la inercia del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga paralela al plano horizontal, actuando de fuerza centrípeta dirigida en todo momento hacia el centro de la curva. También tiene la función de evacuar

aguas de la calzada, en el caso de las carreteras, exigiendo una inclinación mínima del 0,5%. Es así que analizado el cuadro de valores de peralte máximo el proyecto de investigación realiza un atravesamiento de zonas urbanas con un Peralte Máximo (p) Normal de 4.0%.

Valores de peralte máximo

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

Tabla 50: Valores de peralte máximo.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.6.6 Talud

Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la vía en áreas de corte y terraplenes. Cabe señalar que las secciones en corte, variarán de acuerdo a las características geomecánicas del terreno; altura, inclinación y otros detalles de diseño. Se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos, estudio geológico, condiciones de drenaje superficial y subterráneo con el objetivo de determinar las condiciones de estabilidad del terreno.

En base a los siguientes cuadros se indicará los valores de inclinación de los taludes en corte y relleno:

**Valores referenciales para taludes en corte
(Relación H: V)**

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				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	*	*	*

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Tabla 51: Valores referenciales para taludes en corte (Relación H:V).

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

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

Tabla 52: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.6.7 Cunetas

No se planteó en el presente proyecto de investigación el replanteo de cunetas.

4.6.8 Resumen y Consideraciones de Diseño Geométrico

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	KM 0+000 – KM 11+670
Clasificación según el Servicio	Carretera de Tercera Clase
Características	Carretera de 02 carriles + carril de circulación lenta
Orografía	Tipo II (ondulado)
Índice Medio Diario	200 Veh./h
Velocidad de Diseño	60 km/h
Visibilidad de parada	Pendiente en Bajada: de 0% - 7% = 92m Pendiente en Subida: de 0% - 3% = 80m
Visibilidad de Adelantamiento	410m
Long. Min. de tramos de tangente	167m
Long. Max. de tramos de tangente	1002m
Superficie de Rodadura	Pavimento Flexible
Ancho de Calzada	10.50m
Berma	0.50m
Bombeo de Berma	4%
Radio Mínimo (m)	60 kph = 150m 40 kph = 60m
Bombeo Transversal (%)	2.0%
Talud de Corte (H:V)	0.5:1
Talud de Relleno (V:H)	1:0.1
Cuneta Triangular (b x h)	1.20m x 0.48m
Talud de Cuneta (V:H)	1:0.5
Pendiente Máxima	7%
Pendiente Mínima	0.10%
Vehículo Tipo	T2S1/B4
Peralte Máximo (%)	4%
N° de curvas	27

Tabla 53: Resumen y consideraciones de Diseño Geométrico de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

El objetivo principal de nuestra investigación es el de mejorar el Diseño Geométrico de la Vía Nacional Cusco – Abancay bajo los estándares de la Normativa Vial vigente, generando progresos con respecto al tiempo de recorrido, aspectos económicos y seguridad vial. Nuestra tesis resulta congruente con Minchola, R. (2022), quien en su tesis denominada: “Diseño Geométrico para el Mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache - Otuzco - La Libertad” manifiesta que la situación actual de la trocha carrozable es pésima por ende su investigación propondrá los estudios necesarios conforme lo establece el Manual de Diseño Geométrico 2018 y documentos afines, en tal sentido estamos de acuerdo en que se aplique esta metodología de trabajo basados en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 para trabajos investigativos similares.

El tipo de investigación que empleamos posee un carácter “Aplicado” porque tiene el objetivo principal de resolver las deficiencias técnicas de la Vía Cusco - Abancay mediante una nueva propuesta de diseño geométrico. Así mismo se menciona que posee una finalidad “Descriptiva” porque define, clasifica y propone una solución frente a la problemática antes mencionada de la Vía Cusco - Abancay (Tramo Poroy - Pucyura) resultando ser compatible en cuanto a línea investigativa con Chávez C. (2021), quien en su tesis: “Mejoramiento del Diseño Geométrico y Estructural de la carretera Rioja - Yorongos, provincia de Rioja, departamento de San Martín – 2021”, quien manifiesta que en su investigación se utilizó el diseño no experimental, transversal y descriptivo

VI. CONCLUSIONES

Se realizó el mejoramiento del diseño geométrico de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193) mediante el trabajo de investigación, bajo la Normativa Vial vigente, logrando progresos con respecto al tiempo de recorrido, economía y seguridad vial con la finalidad de dotar de mayores condiciones de calidad de vida a los pobladores.

Se desarrolló el Estudio Cartográfico para analizar los elementos topográficos de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), donde se obtuvo 03 tipos de Puntos de Apoyo Fotogramétrico (PAF): Puntos BM en un número de 07, Puntos Centrales en un número de 60 y Puntos Laterales en un número de 73.

Se planteó el Estudio de Suelos de la Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), para determinar las características físico – químico y mecánicas del suelo mediante la ejecución de 03 calicatas (C01, C02 y C03), obteniéndose los siguientes resultados: C01 Se identificó en el sistema SUCS como Arena Limosa con grava (SM) y en el sistema de clasificación AASHTO A-1-b fragmentos de roca, grava y arena, obteniendo un CBR PROMEDIO 95% de 2.84. C02 Se identifica en el sistema SUCS como Arena Limosa (SM) y en el sistema de clasificación AASHTO A-4 Suelo Limoso, obteniendo un CBR PROMEDIO 95% de 41.96. C03 Se identifican en el sistema SUCS como Limo Baja Plasticidad (ML) y en el sistema de clasificación AASHTO A-5 Suelo Limoso, obteniendo un CBR PROMEDIO 95% de 31.86.

Se efectuó el Estudio Hidrológico y de drenaje pluvial de la Vía Nacional Cusco - Abancay Tramo Empalme PE-S3(Cu1257) a Empalme PE-S3(Cu1193), donde se identificó y recalculó 55 Alcantarillas de Sección de Marco de Tipo C°A° y Alcantarilla Circular Tipo TMC, que fueron construidas técnicamente de una manera adecuada ya que luego de realizar el cálculo de Capacidad Hidráulica de Alcantarillas, las mismas cumplen los estándares de velocidad de flujo y caudal, por lo que se planteara un rediseño mínimo de obras de arte.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que el presente trabajo de investigación denominado: Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme Pe-S3(Cu1257) a Empalme Pe-S3(Cu1193), provincias Cusco y Anta, departamento Cusco.2022. sirva de referente para trabajos de rediseño y reevaluación en el orden del Planeamiento Urbano Vial, puesto que, realizando un mínimo gasto de inversión por parte del gobierno nacional o la empresa privada para la evaluación de sistemas viales existentes; se podrían plantear propuestas ejecutables de mejoramientos viales y como resultado satisfactorio se lograría extender la vida útil de vías pavimentadas ya ejecutadas como es el caso de la Vía Nacional Cusco – Abancay.

Se recomienda también el uso y utilización de Geo tecnologías para futuros levantamientos topográficos de infraestructura vial mediante la aplicación de sistemas de aeronavegación pilotadas por control remoto (RPAS), que permitirán la optimización de recursos en costo y tiempo de ejecución.

VIII. REFERENCIAS

01. Agudelo, John. Diseño geométrico de vías. Tesis (Especialista en Vías y Transporte). Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de minas. 2002. 531 pp.

02. Alvarado Peralta, W. E. y Martinez Cárdenas, L. S. (2017) Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wiyash según criterios de seguridad y economía. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Recuperado de:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622668/Martinez_CL.pdf?sequence=5

03. ANEXO: Orden Circular OC 01/2021 - Recomendaciones para el diseño de carreteras 2+1 y carriles adicionales de adelantamiento.

04. Arias Meza, J. I. y Remolina Tirado, I. C. (2018) Análisis de consistencia del diseño geométrico en una carretera de dos carriles en terreno llano desde km (12+938) vía La Fortuna hasta el km (19+473) vía La Lizama en ambos sentidos en el departamento de Santander (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga.

Recuperado de:

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5622/digital_37579.pdf?sequence=1

05. Bautista Paico, J. O. (2021). Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura.

Recuperado de:

<https://hdl.handle.net/11042/5083>.

06. Carbajal, Isaura y LOPEZ, Arnold. Evaluación de la estructura del pavimento flexible de la Carretera. Recuperado de:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31658> ISSN: 0141-7787

07. Carreras Valdés, A. J. (2010) La consistencia del diseño geométrico en vías de interés nacional de dos carriles (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Recuperado de:
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/5230/Tesis%20Alfonso%20J.%20Carreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 08.. Centurión, Estefany y VARGAS, Yuri. Propuesta de diseño geométrico y señalización de la Ruta 107 Tramo: Bocapán - Suárez - Bocana de la red vial departamental Empalme PE-1N. Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 128pp
09. Chávez Correa, R. G. y Rojas Rodríguez, G. S. (2021) Mejoramiento del diseño geométrico y estructural de la carretera Rioja- Yorongos, provincia de Rioja, departamento de San Martín - 2021 (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71110>
10. Condorena Paredes, D. P. (2021) Propuesta de mejora del diseño geométrico de la carretera vecinal morales – San Pedro de Cumbaza año 2018 (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Científica del Sur. Recuperado de:
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1348/CONDORENA%20PAREDES%20DORIAN%20PRISCILIANO%20-20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Crispín Quispe, D., De la Cruz Cueva, D. y Sáenz Paulino, I. S. (2021) Propuesta de diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada - Paucará (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad San Ignacio de Loyola. Recuperado de:
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6883dcc3-0df0-4fe1-9837-3307eb38120b/content>
12. Delzo Cuyubamba, F. D. (2018) Propuesta de diseño geométrico y señalización del tramo 5 de la red vial vecinal empalme ruta AN-111 –

Tingo Chico, provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, departamento de Huánuco. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de:

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12616/DELZO_CUYUBAMBA_PROPUUESTA_DISE%c3%91O_GEOMETRICO_TESIS.pdf?sequence=6&isAllowed=y

13. Dirección de Estudios Especiales. 2014. Ministerio de transporte y comunicaciones, Manual de hidrología, hidráulica y drenaje 2014. (En línea). Perú, 2014. Recuperado de:

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

14. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Ministerio de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (en línea). Perú, 2013. Recuperado de:

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

15. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (en línea). Perú, 2018. Recuperado de:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

16. Dirección general de transportes y tránsito terrestre. Ministerio de transporte y comunicaciones, Reglamento Nacional de Vehículos (en línea). Perú, 2003. Recuperado de:

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_70.pdf

17. Especificaciones Técnicas para Levantamiento Geodésicos Verticales. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú 2018.

18. Especificaciones Técnicas para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú 2018

19. Especificaciones Técnicas para la Producción de Mapas Topográficos a Escala de 1:1000. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú 2018.

20. Fandiño Sánchez, N. J. y Porras Acosta Y. T. (2020) Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad de la comunidad del barrio Guamito en el Municipio de Restrepo – Meta (Villavicencio Colombia

2020), (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado de:

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/20291/1/2020_propuesta_dise%C3%B1o_geom%C3%A9trico.pdf

21. Hipólito Guerrero, K. F. (2020) Propuesta de diseño geométrico en planta de la carretera Huayña - Yauyos progresiva km 2+300 a km 3+300 en el Centro Poblado Yauyos, de la provincia de Yauyos 2020." (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59728>

22. Huacho Torres, V. y Mallma Garzon, A. R. (2020) Evaluación de parámetros de diseño en la carretera Lircay - Secclla - Angaraes – Huancavelica. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado de:

http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3410/TESIS-2020_ING.%20CIVILHUACHO%20TORRES%20Y%20MALMA%20GARZON.pdf?sequence=1&isAllowed=y

23. Llorca García, Carlos (2015) Análisis del adelantamiento en carreteras convencionales y propuesta de modelos para la mejora del diseño y de la señalización de las mismas. (Tesis Doctoral para optar el título de Doctor en Ingeniero Civil). Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/handle/10251/49616>

24. Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de Dos Carriles. Tercera versión.

25. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 (RD N° 03-2018-MTC/14), (pg. 8 MC DG-2018).

26. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (RD N° 10 - 2014-MTC/14).

27. Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje (RD N° 20-2011 MTC/14).

28. Manual de Seguridad Vial (RD N° 2017-MTC/14).

29. Minchola Arteaga, R. N. (2022) Diseño geométrico para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache

– Otuzco - La Libertad (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil).

Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80192>

30. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de diseño geométrico de carreteras. DG-2018, of. 18. Lima. 2018. 284 p.
31. Moreno Chou, A. T. (2015) Análisis de la funcionalidad del tráfico en carreteras convencionales en función de la distribución y características de sus zonas de adelantamiento (Tesis Doctoral para optar el título de Doctor en Ingeniero Civil). Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/49618>
32. Palma Hernández, J. E. (2003) Estudio y diseño de la ampliación y mejoramiento del tramo carretero, que une la aldea Las Victorias y Finca Conchas, del municipio de Villa Canales " (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2309_C.pdf
33. Parrado Méndez, A. F. y García Home, A. M. (2017) Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Colombia. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15217/1/PROPUESTA%20DE%20UN%20DISE%20GEOMETRICO%20VIAL%20.docx.pdf>
34. Plan de Desarrollo Urbano de la provincia del Cusco del 2013 al 2023. Ordenanza municipal N°032-2013- MPC
35. QUINTERO, Julián. Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. Ambiente y Desarrollo.

Recuperado de:

<https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm> ISSN: 0121-7607

36. Rodríguez Armas, J. F. (2015) Estudio y diseño del sistema vial de la comuna San Vicente de Cucupuro de la parroquia rural de El Quinche del distrito

metropolitano de Quito, provincia de Pichincha (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Internacional del Ecuador. Recuperado de: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2156/1/T-UIDE-1233.pdf>

37. Rojas Mallqui, N. J. (2021) Análisis del diseño geométrico y seguridad vial en ingresos a zonas rurales de Lima provincias” (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado de:

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4498/ROJAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

38. Sánchez Ordoñez, J. F. (2011) Metodología para la evaluación de la consistencia del trazado de carreteras interurbanas de dos carriles. (Tesis Doctoral para optar el título de Doctor en Ingeniero Civil). Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de:

https://oa.upm.es/11371/1/JOSE_FERNANDO_SANCHEZ_ORDO%C3%91EZ.pdf

39. Sandoval Velásquez, R. F. (2006) Ingeniería de perfil camino industrial en alta montaña Peldehue – Los bronces – Sur” (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Austral de Chile. Recuperado de:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfscis218i/doc/bmfscis218i.pdf>

40. Socha Castro, A. H., Prieto Mora, M. O., Morales Rodríguez, A. C., Zambrano López G. D. (2016) Propuesta de diseño geométrico para el mejoramiento de la intersección Carrera 30 con Calle 53b bis. Bogotá, Colombia. (Tesis para optar el título de Especialización en diseño de vías urbanas, tránsito y transporte). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3274>

IX. ANEXOS





















1. Tránsito
2. Hidrología
3. Drenaje Hidráulico
4. Mecánica de Suelos
5. Diseño Geométrico
6. Planos

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Descripción del Trabajo: Cálculo del aforo vehicular para el estudio de tráfico

TRAMO DE LA CARRETERA				MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022.			
SENTIDO		CUSCO		E ←	PUCYURA		S →
UBICACIÓN		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POROY					
DIA		1					

ESTACION		POROY		
CODIGO DE LA ESTACION		POROY		
DIA Y FECHA	VIERNES	20	5	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS					MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	CAMIONETA	PANEL	MINIBAN	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																						
00-01	E S	27 21			1 1		1 1	10 3	1	1 2	1 1		4 1	1 1			1 1					
01-02	E S	17 9	1	2 1		5		3 6		3 2	3 1	2	1 1	2		1 1	4 1		1			
02-03	E S	11 16	4 4		1	1	2 1	1 2	1	7 5	2 2		2 1	1 1			2 1					
03-04	E S	19 36	2 2	3 11		3	1 2	3 10	2	8 10	3 7	2 1				2 4	1 4	1 4			1	
04-05	E S	41 72	23 26	1 3	2 3	5 18	1 3	2 1	2	16 14	7 12	4 4			2	2		1				
05-06	E S	62 100	52 52	11 8	1 2	4 25	4 34	19 10	5 1	9 22	12 11	2	1		1 4	5 4						
06-07	E S	177 144	69 93	21 45		25 35	15 33	22 20	6 3	24 44	5 5			1	11 7	4	1					
07-08	E S	250 299	62 114	20 61	1 1	31 49	10 77	25 33	1	19 27	6 13	2	1 4		9 5							
08-09	E S	214 261	181 145	57 44		49 37	23 38	22 37	1 1	19 23	4 5		1		2 3							
09-10	E S	173 181	32 31	35 33		59 69	10 15	20 55	8 13	14 9	11 5	26 31	7 3		1 2		1 3				1	
10-11	E S	164 175	36 38	27 48		51 68	2 14	36 58	4 12	13 11	12 14	2 1	27 35	9 3		3 2	1 3	7 1			1	
11-12	E S	138 187	24 35	41 41		55 75	6 10	12 60	7 10	15 11	4 16	1 4	24 32	4 7	1		5 3	12				

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

Código: VIA 001
 Revisión: 0
 Página: 01 de 05
 Especialidad: VIAS
Tesistas:
 Warthon Grajeda, Luis Fernando
 Moscoso Villalba, Mauricio Martin
 Fecha: Junio 2022

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Descripción del Trabajo: Cálculo del aforo vehicular para el estudio de tráfico

12-13	E	151	26	29	56	6	15	5	11	13	1	31	6				1	8			2	
	S	176	27	52	77	11	61	7	15	13	4	30	5		1		3	2				
13-14	E	144	21	36	71	16	22	10	12	12	4	26	3		1		1	6	1		1	
	S	182	38	41	85	9	48	4	14	13	3	29	4		4							
14-15	E	151	27	35	61	8	22	23	15	11	2	33	8					3			2	
	S	195	41	35	81	12	50	9	11	15	2	27	5		2	2	1	2				
15-16	E	172	28	33	65	10	17	28	8	11	1	23	13	1			1	6	2			
	S	160	29	49	75	10	56	5	12	16	1	35	2		3		1	1				
16-17	E	172	24	39	64	8	24	23	9	12	2	31	13	1			1	8			1	
	S	186	53	47	69	8	49	12	12	11	1	39	5		2	4	3	2				
17-18	E	230	29	26	68	7	28	30	9	13	5	28	10	1			1	7				
	S	221	70	51	63	9	68	5	15	17	3	40	8		3	5	4					
18-19	E	182	24	15	60		20	15	10	13	2	20	7				1					
	S	179	59	37	55	3	71	9	8	12	2	35	5			5	3	2				
19-20	E	191	21	9	71	2	24	8	15	14	6	15	7	1			1	6	1		1	
	S	167	50	20	29	8	37	8	5	13		25	6		3	3	1					
20-21	E	172	20	6	59		18		12	13	5	15	10	5			1	6			1	
	S	113	37	9	10	2	12	4	4	6	1	18										
21-22	E	111	15		40		11		5	13	1	5	3	1				3			1	
	S	75	11		2		10			2												
22-23	E	60	1		15		5			10											1	
	S	45									5											
23-24	E	25	2		1		5			3											1	
	S	23									1										1	
PARCIAL:		6277	1679	1083	1575	465	1160	488	299	580	168	698	162	19	43	86	35	105	4	1	14	1

ENCUESTADOR : Moscoso Villalba, Mauricio Martin

JEFE DE BRIGADA :Warthon Grajeda, Luis Fernando

ING.RESPONS: Alex Arquímedes, Herrera Víloche






















Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
 Iván Torres Grajeda, Luis
 Fernando Villalba, Mauricio
 Martín
 Fecha: Junio 2022

Descripción del Trabajo: Cálculo del aforo vehicular para el estudio de tráfico

TRAMO DE LA CARRETERA	MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022.		
SENTIDO	CUSCO	E ←	PUCYURA → S →
UBICACIÓN	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POROY		
DIA	2		

ESTACION	POROY		
CODIGO DE LA ESTACION	POROY		
DIA Y FECHA	SABADO	20	5 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS					MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	CAMIONETA	PANEL	MINIBAN	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	E S																						
		21 24			3					1		3						1					
01-02	E S	15 25			1						1 1	1				1		1					
02-03	E S	21 41			5						1 3	1						1					
03-04	E S	37 43	10 3		1		5			3 2	1 1	3						1					
04-05	E S	42 81	12 10		12 12	1 5	8 10	15 5	8	1 5	1 5	10 25			3								
05-06	E S	143 136	25 15	15 32	25 25	2 7	18 25	21 14	12 11	13 12	1 4	15 31	6 4		3	2	1	1	1				
06-07	E S	189 182	40 23	35 45	50 52	1 4	17 37	20 9	15 13	13 13	2 3	20 33	4 5			1	1	1					
07-08	E S	165 195	50 29	32 41	42 63	4 3	19 45	25 7	13 12	14 12	2 3	30 27	5 5		2		2	2					
08-09	E S	165 166	45 35	30 37	72 68	3 10	15 53	20 9	14 9	12 11	1 4	22 28	6 6			2	2	3				2	
09-10	E S	188 171	40 26	30 35	62 71	5 15	17 57	23 11	17 7	12 11	2 4	25 29	9 4	1 3		1	1	2 3					
10-11	E S	187 185	49 41	29 50	76 73	5 14	11 55	24 13	13 10	16 15	3 2	23 31	4 4		2	1	3	4 1					
11-12	E S	156 197	39 33	21 42	83 84	4 10	13 61	23 9	12 14	11 15	2 3	31 37	7 6	1 4		2	1	5					
12-13	E S	190 183	39 25	30 55	71 77	4 11	14 64	20 5	14 14	14 14	3 5	27 35	8 6					3 3					



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martín

Descripción del Trabajo: Cálculo del IMDA

Fecha: Junio 2022

CALCULO DE TRAFICO 2022

VEHICULOS	PUNTO POROY	%
AUTOS	7956	53.2%
CAMIONETAS	3123	20.9%
CAMIONETAS RURALES	1648	11.0%
MICROS	299	2.0%
BUS	748	5.0%
CAMIONES 2 EJES	698	4.7%
CAMIONES 3 EJES	162	1.1%
CAMIONES 4 EJES	19	0.1%
SEMI TRAILERS TRAILERS	289	1.9%
IMDA	14942	100.0%

TRAMO PUCYURA A CUSCO	PUNTO POROY	%
AUTOS	4023	26.9%
CAMIONETAS	1484	9.9%
CAMIONETAS RURALES	641	4.3%
MICROS	173	1.2%
BUS	377	2.5%
CAMIONES 2 EJES	316	2.1%
CAMIONES 3 EJES	104	0.7%
CAMIONES 4 EJES	19	0.1%
SEMI TRAILERS TRAILERS	172	1.2%
IMDA	7309	48.9%

TRAMO CUSCO A PUCYURA	PUNTO POROY	%
AUTOS	3933	26.3%
CAMIONETAS	1639	11.0%
CAMIONETAS RURALES	1007	6.7%
MICROS	126	0.8%
BUS	371	2.5%
CAMIONES 2 EJES	382	2.6%
CAMIONES 3 EJES	58	0.4%
CAMIONES 4 EJES	0	0.0%
SEMI TRAILERS TRAILERS	117	0.8%
IMDA	7633	51.1%

VEHICULOS	PUNTO POROY	%
LIGEROS	13026	87.2%
BUS	748	5.0%
CAMIONES UNITARIOS	879	5.9%
SEMI Y TRAILERS	289	1.9%
IMDA	14942	100.0%

TRAMO PUCYURA A CUSCO	PUNTO POROY	%
LIGEROS	6321	42.3%
BUS	377	2.5%
CAMIONES UNITARIOS	439	2.9%
SEMI Y TRAILERS	172	1.2%
IMDA	7309	48.9%

TRAMO CUSCO A PUCYURA	PUNTO POROY	%
LIGEROS	6705	44.9%
BUS	371	2.5%
CAMIONES UNITARIOS	440	2.9%
SEMI Y TRAILERS	117	0.8%
IMDA	7633	51.1%



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martín

Descripción del Trabajo: Cálculo del volumen diario de diseño

Fecha: Junio 2022

VOLUMEN HORARIO DE DISEÑO

VHDaño =0.12 a 0.18 IMDAaño

TRAMO	PUNTO POROY	%	VHDaño COEF 0.18	%
AUTOS	7,956	53.2%	1,432	53.2%
CAMIONETAS	3,123	20.9%	562	20.9%
CAMIONETAS RURALES	1,648	11.0%	297	11.0%
MICROS	299	2.0%	54	2.0%
BUS	748	5.0%	135	5.0%
CAMIONES 2 EJES	698	4.7%	126	4.7%
CAMIONES 3 EJES	162	1.1%	29	1.1%
CAMIONES 3 EJES	19	0.1%	3	0.1%
SEMI TRAILERS TRAILERS	289	1.9%	52	1.9%
IMDA	14,942	100.0%	2,690	100.0%


LIGEROS	13,026	87.2%	2,345	87.2%
BUS	748	5.0%	135	5.0%
CAMIONES UNITARIOS	879	117.5%	158	5.9%
SEMI Y TRAILERS	289	38.6%	52	1.9%
IMDA	14,942	248.3%	2,690	100.0%

TRAMO PUCYURA A CUSCO	PUNTO POROY	%	VHDaño COEF 0.18	%
AUTOS	4,023	55.0%	724	55.0%
CAMIONETAS	1,484	20.3%	267	20.3%
CAMIONETAS RURALES	641	8.8%	115	8.8%
MICROS	173	2.4%	31	2.4%
BUS	377	5.2%	68	5.2%
CAMIONES 2 EJES	316	4.3%	57	4.3%
CAMIONES 3 EJES	104	1.4%	19	1.4%
CAMIONES 4 EJES	19	0.3%	3	0.3%
SEMI TRAILERS TRAILERS	172	2.4%	31	2.4%
IMDA	7,309	100.0%	1,316	100.0%

LIGEROS	6,321	86.5%	1,138	86.5%
BUS	377	5.2%	68	5.2%
CAMIONES UNITARIOS	439	6.0%	79	6.0%
SEMI Y TRAILERS	172	2.4%	31	2.4%
IMDA	7,309	100.0%	1,316	100.0%

TRAMO CUSCO A PUCYURA	PUNTO POROY	%	VHDaño COEF 0.18	%
AUTOS	3,933	51.5%	708	51.5%
CAMIONETAS	1,639	21.5%	295	21.5%
CAMIONETAS RURALES	1,007	13.2%	181	13.2%
MICROS	126	1.7%	23	1.7%
BUS	371	4.9%	67	4.9%
CAMIONES 2 EJES	382	5.0%	69	5.0%
CAMIONES 3 EJES	58	0.8%	10	0.8%
CAMIONES 4 EJES	0	0.0%	0	0.0%
SEMI TRAILERS TRAILERS	117	1.5%	21	1.5%
IMDA	7,633	100.0%	1,374	100.0%

LIGEROS	6,705	87.8%	1,207	87.8%
BUS	371	4.9%	67	4.9%
CAMIONES UNITARIOS	440	5.8%	79	5.8%
SEMI Y TRAILERS	117	1.5%	21	1.5%
IMDA	7,633	100.0%	1,374	100.0%

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	HOJA DE CÁLCULO DISEÑO DE TRANSITO	Código: VIA 004
		Revisión: 0
		Página: 05 de 05
		Especialidad: VIAS
Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."		Tesistas: Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martin
Descripción del Trabajo: Cálculo del diseño de tránsito		Fecha: Junio 2022

CRECIMIENTO DEL TRAFICO

$$Pf = Po (1 + Tc) ^ n$$

Donde:

Pf	=	Tránsito final
Po	=	Tránsito inicial
Tc	=	Tasa de crecimiento anual por tipo de vehiculo
n	=	año a estimarse

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geometrico 2018. (205.03 Crecimiento del tránsito)

Proyección de tránsito final para vehiculos de pasajeros

Po	=	13774
Tc	=	0.02
n	=	20
Pf	=	Po (1 + Tc) ^ n

Pf = 20467

Proyección de tránsito final para vehiculos de carga

Po	=	1168
Tc	=	0.03
n	=	20
Pf	=	Po (1 + Tc) ^ n

Pf = 2109.5

PROYECCION DE CRECIMIENTO DE TRANSITO

TRAMO	AÑO 2022	%	AÑO 2042	AUMENTO	%
AUTOS	7,956	53.2%	11,822	3,866	48.6%
CAMIONETAS	3,123	20.9%	4,641	1,518	48.6%
CAMIONETAS RURALES	1,648	11.0%	2,449	801	48.6%
MICROS	299	2.0%	444	145	48.6%
BUS	748	5.0%	1,111	363	48.6%
CAMIONES 2 EJES	698	4.7%	1,261	563	80.6%
CAMIONES 2 EJES	162	1.1%	293	131	80.6%
CAMIONES 3 EJES	19	0.1%	34	15	80.6%
SEMI TRAILERS TRAILERS	289	1.9%	522	233	80.6%
IMDA	14,942	100.0%	22,577	7,635	51.1%

LIGEROS	13,026	87.2%	19,356	6,330	48.6%
BUS	748	5.0%	1,111	363	48.6%
CAMIONES UNITARIOS	879	5.9%	1,588	709	80.6%
SEMI Y TRAILERS	289	1.9%	522	233	80.6%
IMDA	14,942	100.0%	22,577	7,635	51.1%



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Cálculo del diseño de tránsito


Fecha: Junio 2022

TRAMO PUCYURA A CUSCO	AÑO 2022	%	AÑO 2042	AUMENTO	%
AUTOS	4,023	55.0%	5,978	1,955	48.6%
CAMIONETAS	1,484	20.3%	2,205	721	48.6%
CAMIONETAS RURALES	641	8.8%	952	311	48.6%
MICROS	173	2.4%	257	84	48.6%
BUS	377	5.2%	560	183	48.6%
CAMIONES 2 EJES	316	4.3%	571	255	80.6%
CAMIONES 2 EJES	104	1.4%	188	84	80.6%
CAMIONES 3 EJES	19	0.3%	34	15	80.6%
SEMI TRAILERS TRAILERS	172	2.4%	311	139	80.6%
IMDA	7,309	100.0%	11,056	3,747	51.3%

LIGEROS	6,321	86.5%	9,393	3,072	48.6%
BUS	377	5.2%	560	183	48.6%
CAMIONES UNITARIOS	439	6.0%	793	354	80.6%
SEMI Y TRAILERS	172	2.4%	311	139	80.6%
IMDA	7,309	100.0%	11,056	3,747	51.3%

TRAMO CUSCO A PUCYURA	AÑO 2022	%	AÑO 2042	AUMENTO	%
AUTOS	3,933	51.5%	5,844	1,911	48.6%
CAMIONETAS	1,639	21.5%	2,435	796	48.6%
CAMIONETAS RURALES	1,007	13.2%	1,496	489	48.6%
MICROS	126	1.7%	187	61	48.6%
BUS	371	4.9%	551	180	48.6%
CAMIONES 2 EJES	382	5.0%	690	308	80.6%
CAMIONES 2 EJES	58	0.8%	105	47	80.6%
CAMIONES 3 EJES	-	0.0%	-	-	0.0%
SEMI TRAILERS TRAILERS	117	1.5%	211	94	80.6%
IMDA	7,633	100.0%	11,521	3,888	50.9%

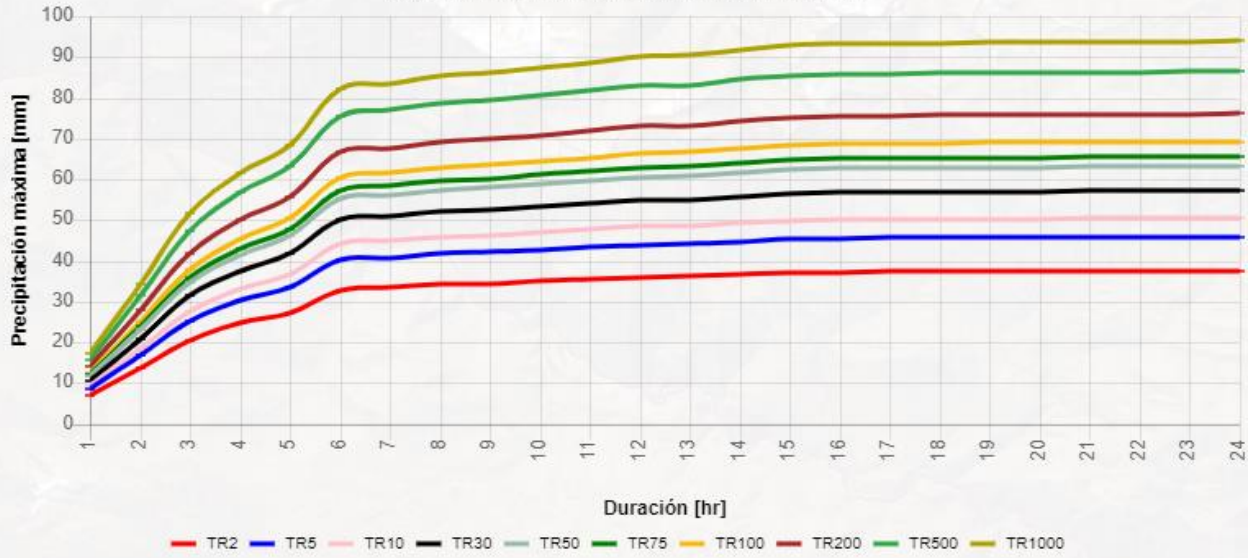
LIGEROS	6,705	87.8%	9,963	3,258	48.6%
BUS	371	4.9%	551	180	48.6%
CAMIONES UNITARIOS	440	5.8%	795	355	80.6%
SEMI Y TRAILERS	117	1.5%	211	94	80.6%
IMDA	7,633	100.0%	11,521	3,888	50.9%

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA	Código: HID 001
		Revisión: 0
		Página: 01 de 02
		Especialidad: HIDROLOGIA
Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."		Tesistas: Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villaba, Mauricio Martín
Descripción del Trabajo: Curvas intensidad, duración y frecuencia - IDF (Anta)		Fecha: Junio 2022

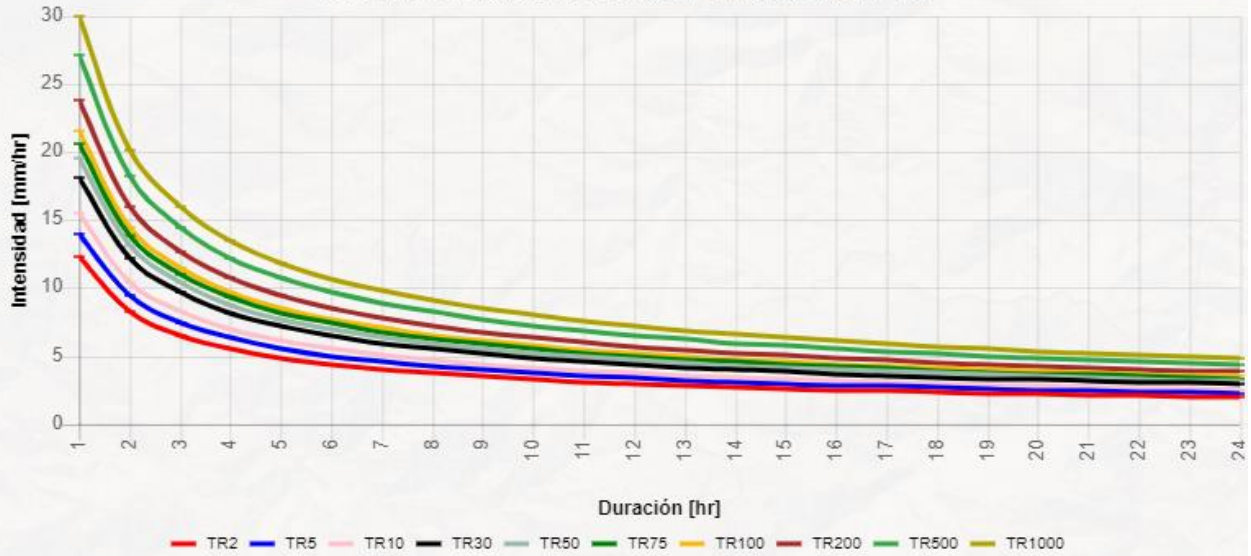
Intensidades de precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno. (ANTA)

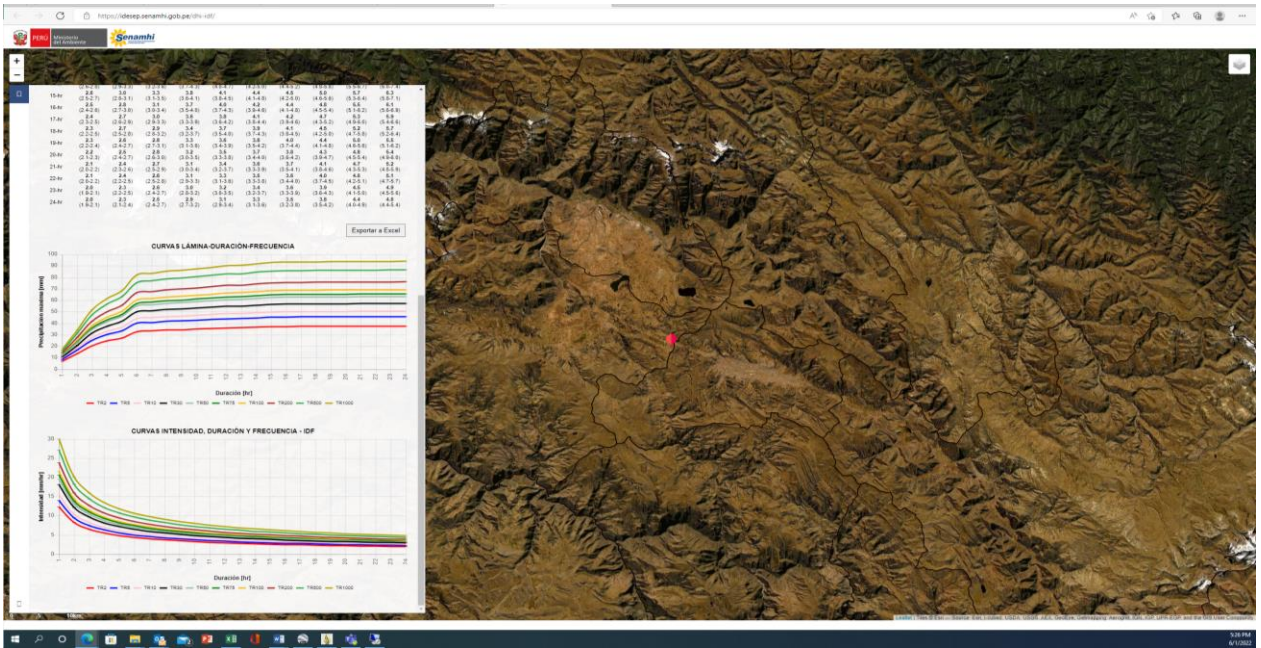
Duración	TR2	TR5	TR10	TR30	TR50	TR75	TR100	TR200	TR500	TR1000
1-hr	12.3(11.7-12.9)	14.0(13.3-14.9)	15.5(14.6-16.6)	18.1(17.0-19.7)	19.5(18.2-21.3)	20.7(19.3-22.7)	21.5(20.1-23.7)	23.8(22.1-26.4)	27.1(25.0-30.4)	30.0(27.5-33.8)
2-hr	8.3(7.9-8.7)	9.4(8.9-10.0)	10.4(9.8-11.1)	12.2(11.4-13.2)	13.1(12.2-14.3)	13.9(12.9-15.2)	14.5(13.5-15.9)	16.0(14.8-17.7)	18.2(16.8-20.4)	20.1(18.5-22.7)
3-hr	6.5(6.2-6.9)	7.5(7.1-7.9)	8.2(7.8-8.8)	9.6(9.0-10.5)	10.4(9.7-11.3)	11.0(10.2-12.0)	11.5(10.7-12.6)	12.7(11.7-14.0)	14.4(13.3-16.1)	15.9(14.6-18.0)
4-hr	5.5(5.3-5.8)	6.3(6.0-6.7)	7.0(6.6-7.5)	8.2(7.7-8.9)	8.8(8.2-9.6)	9.3(8.7-10.2)	9.7(9.0-10.7)	10.7(9.9-11.9)	12.2(11.3-13.7)	13.5(12.4-15.2)
5-hr	4.9(4.6-5.1)	5.6(5.3-5.9)	6.1(5.8-6.6)	7.2(6.7-7.8)	7.7(7.2-8.4)	8.2(7.6-9.0)	8.5(7.9-9.4)	9.4(8.7-10.4)	10.8(9.9-12.0)	11.9(10.9-13.4)
6-hr	4.4(4.2-4.6)	5.0(4.7-5.3)	5.5(5.2-5.9)	6.5(6.1-7.0)	7.0(6.5-7.6)	7.4(6.9-8.1)	7.7(7.2-8.5)	8.5(7.9-9.4)	9.7(8.9-10.8)	10.7(9.8-12.1)
7-hr	4.0(3.8-4.2)	4.6(4.3-4.9)	5.1(4.8-5.4)	5.9(5.6-6.4)	6.4(6.0-7.0)	6.8(6.3-7.4)	7.0(6.6-7.7)	7.8(7.2-8.6)	8.9(8.2-9.9)	9.8(9.0-11.0)
8-hr	3.7(3.5-3.9)	4.2(4.0-4.5)	4.7(4.4-5.0)	5.5(5.1-5.9)	5.9(5.5-6.4)	6.3(5.8-6.9)	6.5(6.1-7.2)	7.2(6.7-8.0)	8.2(7.6-9.2)	9.1(8.3-10.2)
9-hr	3.5(3.3-3.7)	4.0(3.8-4.2)	4.4(4.1-4.7)	5.1(4.8-5.6)	5.5(5.2-6.0)	5.8(5.4-6.4)	6.1(5.7-6.7)	6.7(6.2-7.5)	7.7(7.1-8.6)	8.5(7.8-9.6)
10-hr	3.3(3.1-3.4)	3.7(3.5-4.0)	4.1(3.9-4.4)	4.8(4.5-5.2)	5.2(4.9-5.7)	5.5(5.1-6.0)	5.7(5.3-6.3)	6.3(5.9-7.0)	7.2(6.7-8.1)	8.0(7.3-9.0)
11-hr	3.1(3.0-3.3)	3.5(3.3-3.8)	3.9(3.7-4.2)	4.6(4.3-5.0)	4.9(4.6-5.4)	5.2(4.9-5.7)	5.4(5.1-6.0)	6.0(5.6-6.6)	6.8(6.3-7.6)	7.6(6.9-8.5)
12-hr	2.9(2.8-3.1)	3.4(3.2-3.6)	3.7(3.5-4.0)	4.3(4.1-4.7)	4.7(4.4-5.1)	5.0(4.6-5.4)	5.2(4.8-5.7)	5.7(5.3-6.3)	6.5(6.0-7.3)	7.2(6.6-8.1)
13-hr	2.8(2.7-3.0)	3.2(3.0-3.4)	3.5(3.3-3.8)	4.1(3.9-4.5)	4.5(4.2-4.9)	4.7(4.4-5.2)	4.9(4.6-5.4)	5.4(5.0-6.0)	6.2(5.7-6.9)	6.9(6.3-7.7)
14-hr	2.7(2.6-2.8)	3.1(2.9-3.3)	3.4(3.2-3.6)	4.0(3.7-4.3)	4.3(4.0-4.7)	4.5(4.2-5.0)	4.7(4.4-5.2)	5.2(4.8-5.8)	6.0(5.5-6.7)	6.6(6.0-7.4)
15-hr	2.6(2.5-2.7)	3.0(2.8-3.1)	3.3(3.1-3.5)	3.8(3.6-4.1)	4.1(3.8-4.5)	4.4(4.1-4.8)	4.5(4.2-5.0)	5.0(4.6-5.6)	5.7(5.3-6.4)	6.3(5.8-7.1)
16-hr	2.5(2.4-2.6)	2.8(2.7-3.0)	3.1(3.0-3.4)	3.7(3.5-4.0)	4.0(3.7-4.3)	4.2(3.9-4.6)	4.4(4.1-4.8)	4.8(4.5-5.4)	5.5(5.1-6.2)	6.1(5.6-6.9)
17-hr	2.4(2.3-2.5)	2.7(2.6-2.9)	3.0(2.9-3.3)	3.6(3.3-3.9)	3.8(3.6-4.2)	4.1(3.8-4.4)	4.2(3.9-4.6)	4.7(4.3-5.2)	5.3(4.9-6.0)	5.9(5.4-6.6)
18-hr	2.3(2.2-2.5)	2.7(2.5-2.8)	2.9(2.8-3.2)	3.4(3.2-3.7)	3.7(3.5-4.0)	3.9(3.7-4.3)	4.1(3.8-4.5)	4.5(4.2-5.0)	5.2(4.7-5.8)	5.7(5.2-6.4)
19-hr	2.3(2.2-2.4)	2.6(2.4-2.7)	2.8(2.7-3.1)	3.3(3.1-3.6)	3.6(3.4-3.9)	3.8(3.5-4.2)	4.0(3.7-4.4)	4.4(4.1-4.8)	5.0(4.6-5.6)	5.5(5.1-6.2)
20-hr	2.2(2.1-2.3)	2.5(2.4-2.7)	2.8(2.6-3.0)	3.2(3.0-3.5)	3.5(3.3-3.8)	3.7(3.4-4.0)	3.8(3.6-4.2)	4.3(3.9-4.7)	4.8(4.5-5.4)	5.4(4.9-6.0)
21-hr	2.1(2.0-2.2)	2.4(2.3-2.6)	2.7(2.5-2.9)	3.1(3.0-3.4)	3.4(3.2-3.7)	3.6(3.3-3.9)	3.7(3.5-4.1)	4.1(3.8-4.6)	4.7(4.3-5.3)	5.2(4.8-5.9)
22-hr	2.1(2.0-2.2)	2.4(2.2-2.5)	2.6(2.5-2.8)	3.1(2.9-3.3)	3.3(3.1-3.6)	3.5(3.3-3.8)	3.6(3.4-4.0)	4.0(3.7-4.5)	4.6(4.2-5.1)	5.1(4.7-5.7)
23-hr	2.0(1.9-2.1)	2.3(2.2-2.5)	2.6(2.4-2.7)	3.0(2.8-3.2)	3.2(3.0-3.5)	3.4(3.2-3.7)	3.6(3.3-3.9)	3.9(3.6-4.3)	4.5(4.1-5.0)	4.9(4.5-5.6)
24-hr	2.0(1.9-2.1)	2.3(2.1-2.4)	2.5(2.4-2.7)	2.9(2.7-3.2)	3.1(2.9-3.4)	3.3(3.1-3.6)	3.5(3.2-3.8)	3.8(3.5-4.2)	4.4(4.0-4.9)	4.8(4.4-5.4)


CURVAS LÁMINA-DURACIÓN-FRECUENCIA



CURVAS INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA - IDF

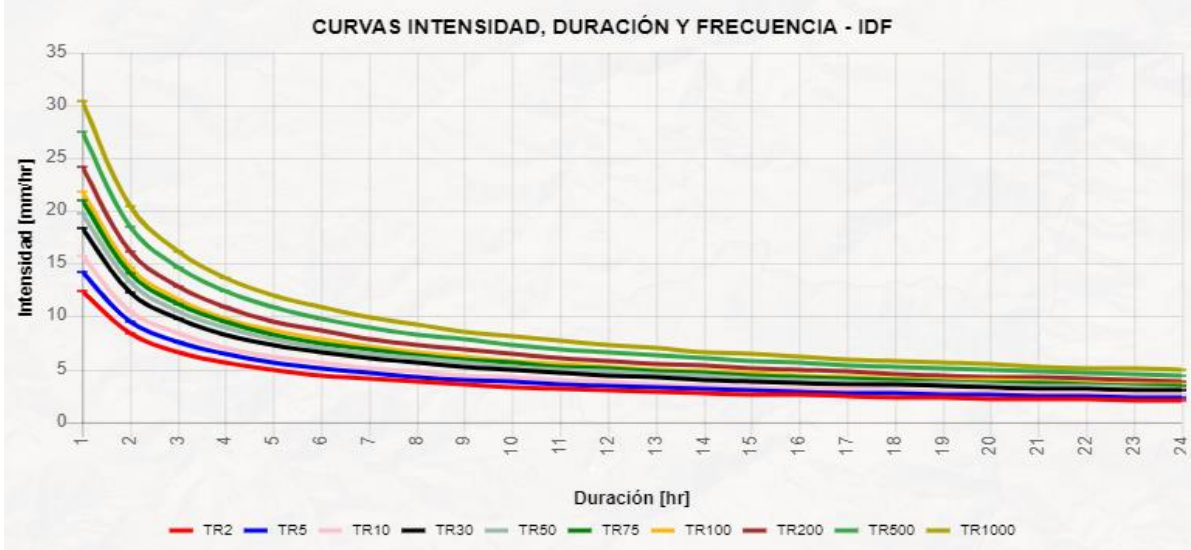
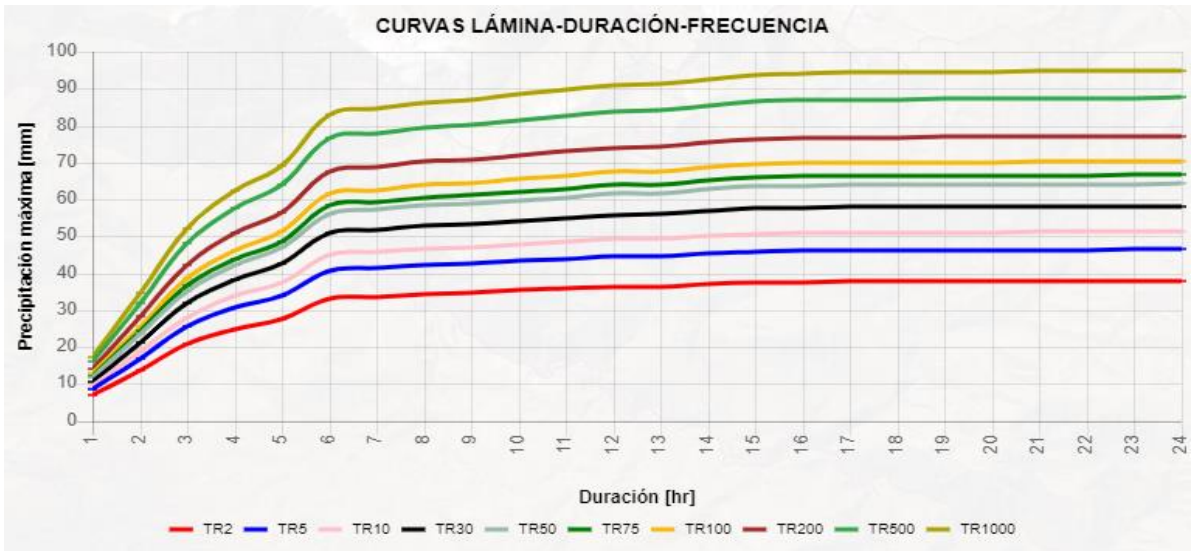


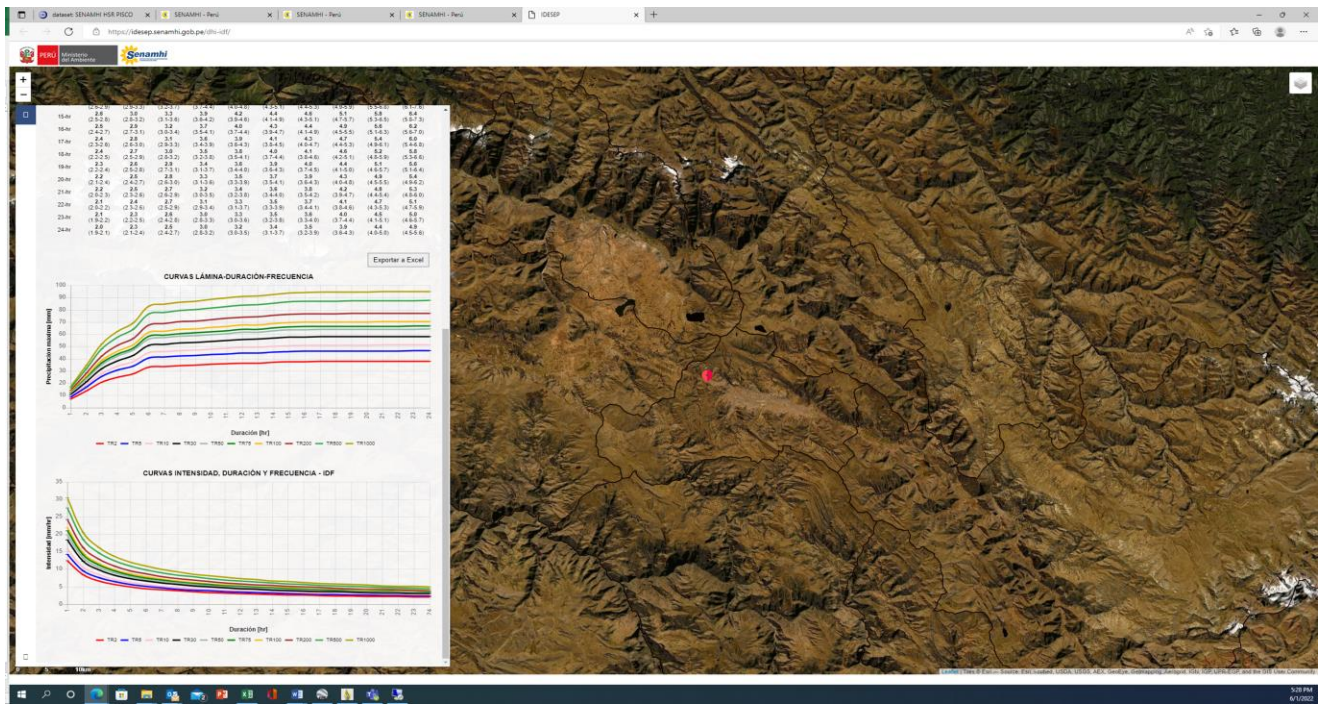


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA	Código: HID 001
		Revisión: 0
		Página: 02 de 02
		Especialidad: HIDROLOGIA
Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."	Tesistas: Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martín	Fecha: Junio 2022
Descripción del Trabajo: Curvas intensidad, duración y frecuencia - IDF (CUSCO)		

Intensidades de precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno. (CUSCO)

Duración	TR2	TR5	TR10	TR30	TR50	TR75	TR100	TR200	TR500	TR1000
1-hr	12.5(11.8-13.2)	14.2(13.4-15.2)	15.7(14.7-16.9)	18.4(17.1-20.1)	19.8(18.3-21.7)	21.0(19.4-23.1)	21.9(20.2-24.2)	24.1(22.2-26.9)	27.5(25.2-31.1)	30.4(27.7-34.6)
2-hr	8.4(7.9-8.9)	9.5(9.0-10.2)	10.5(9.9-11.4)	12.3(11.5-13.5)	13.3(12.3-14.6)	14.1(13.0-15.5)	14.7(13.5-16.2)	16.2(14.9-18.1)	18.5(16.9-20.9)	20.4(18.6-23.2)
3-hr	6.6(6.3-7.0)	7.6(7.1-8.1)	8.4(7.8-9.0)	9.8(9.1-10.7)	10.5(9.7-11.6)	11.2(10.3-12.3)	11.6(10.7-12.9)	12.8(11.8-14.3)	14.6(13.4-16.5)	16.2(14.7-18.4)
4-hr	5.6(5.3-5.9)	6.4(6.0-6.9)	7.1(6.6-7.6)	8.3(7.7-9.0)	8.9(8.3-9.8)	9.5(8.7-10.4)	9.9(9.1-10.9)	10.9(10.0-12.1)	12.4(11.3-14.0)	13.7(12.5-15.6)
5-hr	4.9(4.7-5.2)	5.6(5.3-6.0)	6.2(5.8-6.7)	7.3(6.8-8.0)	7.8(7.3-8.6)	8.3(7.7-9.2)	8.7(8.0-9.6)	9.6(8.8-10.7)	10.9(10.0-12.3)	12.1(11.0-13.7)
6-hr	4.5(4.2-4.7)	5.1(4.8-5.4)	5.6(5.2-6.0)	6.6(6.1-7.2)	7.1(6.5-7.8)	7.5(6.9-8.3)	7.8(7.2-8.6)	8.6(7.9-9.6)	9.8(9.0-11.1)	10.9(9.9-12.3)
7-hr	4.1(3.8-4.3)	4.6(4.4-5.0)	5.1(4.8-5.5)	6.0(5.6-6.6)	6.5(6.0-7.1)	6.9(6.3-7.6)	7.1(6.6-7.9)	7.9(7.2-8.8)	9.0(8.2-10.1)	9.9(9.0-11.3)
8-hr	3.8(3.6-4.0)	4.3(4.0-4.6)	4.8(4.4-5.1)	5.6(5.2-6.1)	6.0(5.5-6.6)	6.3(5.9-7.0)	6.6(6.1-7.3)	7.3(6.7-8.2)	8.3(7.6-9.4)	9.2(8.4-10.5)
9-hr	3.5(3.3-3.7)	4.0(3.8-4.3)	4.4(4.2-4.8)	5.2(4.8-5.7)	5.6(5.2-6.1)	5.9(5.5-6.5)	6.2(5.7-6.8)	6.8(6.3-7.6)	7.8(7.1-8.8)	8.6(7.8-9.8)
10-hr	3.3(3.1-3.5)	3.8(3.6-4.0)	4.2(3.9-4.5)	4.9(4.5-5.3)	5.3(4.9-5.8)	5.6(5.2-6.2)	5.8(5.4-6.4)	6.4(5.9-7.2)	7.3(6.7-8.3)	8.1(7.4-9.2)
11-hr	3.1(3.0-3.3)	3.6(3.4-3.8)	4.0(3.7-4.3)	4.6(4.3-5.1)	5.0(4.6-5.5)	5.3(4.9-5.8)	5.5(5.1-6.1)	6.1(5.6-6.8)	6.9(6.3-7.8)	7.7(7.0-8.7)
12-hr	3.0(2.8-3.2)	3.4(3.2-3.6)	3.8(3.5-4.1)	4.4(4.1-4.8)	4.7(4.4-5.2)	5.0(4.6-5.5)	5.2(4.8-5.8)	5.8(5.3-6.5)	6.6(6.0-7.4)	7.3(6.6-8.3)
13-hr	2.9(2.7-3.0)	3.3(3.1-3.5)	3.6(3.4-3.9)	4.2(3.9-4.6)	4.5(4.2-5.0)	4.8(4.4-5.3)	5.0(4.6-5.5)	5.5(5.1-6.2)	6.3(5.8-7.1)	7.0(6.3-7.9)
14-hr	2.7(2.6-2.9)	3.1(2.9-3.3)	3.4(3.2-3.7)	4.0(3.7-4.4)	4.3(4.0-4.8)	4.6(4.3-5.1)	4.8(4.4-5.3)	5.3(4.9-5.9)	6.0(5.5-6.8)	6.7(6.1-7.6)
15-hr	2.6(2.5-2.8)	3.0(2.8-3.2)	3.3(3.1-3.6)	3.9(3.6-4.2)	4.2(3.9-4.6)	4.4(4.1-4.9)	4.6(4.3-5.1)	5.1(4.7-5.7)	5.8(5.3-6.5)	6.4(5.8-7.3)
16-hr	2.5(2.4-2.7)	2.9(2.7-3.1)	3.2(3.0-3.4)	3.7(3.5-4.1)	4.0(3.7-4.4)	4.3(3.9-4.7)	4.4(4.1-4.9)	4.9(4.5-5.5)	5.6(5.1-6.3)	6.2(5.6-7.0)
17-hr	2.4(2.3-2.6)	2.8(2.6-3.0)	3.1(2.9-3.3)	3.6(3.4-3.9)	3.9(3.6-4.3)	4.1(3.8-4.5)	4.3(4.0-4.7)	4.7(4.4-5.3)	5.4(4.9-6.1)	6.0(5.4-6.8)
18-hr	2.4(2.2-2.5)	2.7(2.5-2.9)	3.0(2.8-3.2)	3.5(3.2-3.8)	3.8(3.5-4.1)	4.0(3.7-4.4)	4.1(3.8-4.6)	4.6(4.2-5.1)	5.2(4.8-5.9)	5.8(5.3-6.6)
19-hr	2.3(2.2-2.4)	2.6(2.5-2.8)	2.9(2.7-3.1)	3.4(3.1-3.7)	3.6(3.4-4.0)	3.9(3.6-4.3)	4.0(3.7-4.5)	4.4(4.1-5.0)	5.1(4.6-5.7)	5.6(5.1-6.4)
20-hr	2.2(2.1-2.4)	2.5(2.4-2.7)	2.8(2.6-3.0)	3.3(3.1-3.6)	3.5(3.3-3.9)	3.7(3.5-4.1)	3.9(3.6-4.3)	4.3(4.0-4.8)	4.9(4.5-5.5)	5.4(4.9-6.2)
21-hr	2.2(2.0-2.3)	2.5(2.3-2.6)	2.7(2.6-2.9)	3.2(3.0-3.5)	3.4(3.2-3.8)	3.6(3.4-4.0)	3.8(3.5-4.2)	4.2(3.9-4.7)	4.8(4.4-5.4)	5.3(4.8-6.0)
22-hr	2.1(2.0-2.2)	2.4(2.3-2.6)	2.7(2.5-2.9)	3.1(2.9-3.4)	3.3(3.1-3.7)	3.5(3.3-3.9)	3.7(3.4-4.1)	4.1(3.8-4.6)	4.7(4.3-5.3)	5.1(4.7-5.9)
23-hr	2.1(1.9-2.2)	2.3(2.2-2.5)	2.6(2.4-2.8)	3.0(2.8-3.3)	3.3(3.0-3.6)	3.5(3.2-3.8)	3.6(3.3-4.0)	4.0(3.7-4.4)	4.5(4.1-5.1)	5.0(4.6-5.7)
24-hr	2.0(1.9-2.1)	2.3(2.1-2.4)	2.5(2.4-2.7)	3.0(2.8-3.2)	3.2(3.0-3.5)	3.4(3.1-3.7)	3.5(3.2-3.9)	3.9(3.6-4.3)	4.4(4.0-5.0)	4.9(4.5-5.6)





Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando

Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Caudal de diseño para obras de drenaje longitudinal - Cunetas.

Fecha: Junio 2022

MÉTODO RACIONAL:

Para el cálculo del área de aporte hacia las cunetas se analizaron 5 casos según su longitud de descarga, contemplándose las longitudes de descarga de 50 m, 100 m, 150 m, 200 m y 250 m para un ancho de hidrográficas en todo el tramo que resulta de dividir el área respectiva entre la longitud de carretera abarcada. En este caso el ancho influencia igual al ancho promedio de las unidades tributario para el tramo de la cuneta es 300 m a los que se adicionaron los 8.00 m de la mitad del ancho de vía.

Para determinar los caudales de diseño para cunetas se utiliza el método racional, ampliamente utilizado en diseños de drenaje de carreteras en zonas urbanas y rurales. Esta metodología relaciona linealmente la intensidad de lluvia y el área de la cuenca con el caudal mediante la expresión:

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

Donde:

Q = Descarga máxima de diseño, expresado en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de precipitación máxima horaria, expresado en mm/hr.

A = Área de la cuenca, expresado en km².

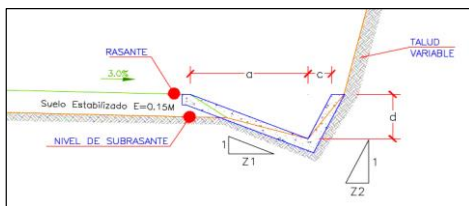
Estos valores se han calculado con las intensidades de la estación correspondiente para un periodo de retorno de Tr = 30 años para un tiempo de concentración de 10 minutos.

El coeficiente de escorrentía se determinó en base a la *Tabla N° 08: Coeficientes de escorrentía del método racional* del manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. De acuerdo a la visita de campo realizada se consideró que la cobertura predominante en el área de estudio son Pastos, vegetación ligera. Asimismo, se consideró que el tipo de suelo es semipermeable con pendientes promedio superiores a 20%.

Por lo tanto el valor de coeficiente de escorrentía varía entre 0.50.

Caudal de diseño mediante intensidad del MTC

Coeficiente descarga	Intensidad Tr=30años (mm/hr)	Longitud cuneta (km)	Área tributaria (km ²)	Caudal específico (l/s/m)	Caudal total (m ³ /s)
0.50	19.7	0.050	0.018	0.98	0.05
		0.100	0.036	0.98	0.10
		0.150	0.054	0.98	0.15
		0.200	0.072	0.98	0.20
		0.250	0.090	0.98	0.25


Sección CUNETA TIPO I (Concreto)

a =	0.96	m
c =	0.24	m
d =	0.48	m
Z1 =	2.00	
Z2 =	0.50	

Por consiguiente, la red de drenaje longitudinal estará compuesta por un tipo de cuneta que de acuerdo a las longitudes entre tramos y la pendiente que le corresponda según el diseño geométrico del camino vecinal.

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
 Warthon Grajeda, Luis Fernando
 Moscoso Villalba, Mauricio Martín

Descripción del Trabajo: Caudal de diseño para obras de drenaje longitudinal - Cunetas.

Fecha: Junio 2022

MÉTODO RACIONAL:

Para el cálculo del área de aporte hacia las cunetas se analizaron 5 casos según su longitud de descarga, contemplándose las longitudes de descarga de 50 m, 100 m, 150 m, 200 m y 250 m para un ancho de hidrográficas en todo el tramo que resulta de dividir el área respectiva entre la longitud de carretera abarcada. En este caso el ancho influencia igual al ancho promedio de las unidades tributario para el tramo de la cuneta es 300 m a los que se adicionaron los 8.00 m de la mitad del ancho de vía.

Para determinar los caudales de diseño para cunetas se utiliza el método racional, ampliamente utilizado en diseños de drenaje de carreteras en zonas urbanas y rurales. Esta metodología relaciona linealmente la intensidad de lluvia y el área de la cuenca con el caudal mediante la expresión:

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

Donde:

- Q = Descarga máxima de diseño, expresado en m³/seg.
- C = Coeficiente de escorrentía.
- I = Intensidad de precipitación máxima horaria, expresado en mm/hr.
- A = Área de la cuenca, expresado en km².

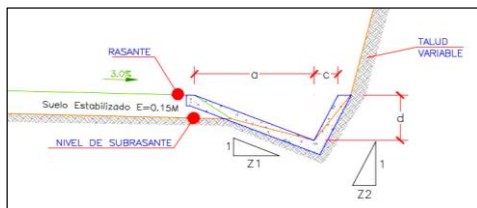
Estos valores se han calculado con las intensidades de la estación correspondiente para un periodo de retorno de Tr = 30 años para un tiempo de concentración de 1 hora.

El coeficiente de escorrentía se determinó en base a la *Tabla N° 08: Coeficientes de escorrentía del método racional* del manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. De acuerdo a la visita de campo realizada se consideró que la cobertura predominante en el área de estudio son Pastos, vegetación ligera. Asimismo, se consideró que el tipo de suelo es semipermeable con pendientes promedio superiores a 20%.

Por lo tanto el valor de coeficiente de escorrentía varía entre 0.50.

Caudal de diseño mediante intensidad del MTC

Coeficiente descarga	Intensidad Tr=30años (mm/hr)	Longitud cuneta (km)	Área tributaria (km ²)	Caudal específico (l/s/m)	Caudal total (m ³ /s)
0.50	20.1	0.050	0.018	1.00	0.05
		0.100	0.036	1.00	0.10
		0.150	0.054	1.00	0.15
		0.200	0.072	1.00	0.20
		0.250	0.090	1.00	0.25



Sección CUNETAS TIPO I (Concreto)

- a = 0.96 m
- c = 0.24 m
- d = 0.48 m
- Z1 = 2.00
- Z2 = 0.50

Por consiguiente, la red de drenaje longitudinal estará compuesta por un tipo de cuneta que de acuerdo a las longitudes entre tramos y la pendiente que le corresponda según el diseño geométrico del camino vecinal.

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."

Testistas:
 Warthon Grajeda, Luis Fernando
 Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Análisis de velocidad actuante entre Progresivas

Fecha: Junio 2022

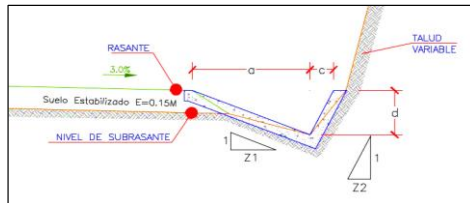
CUNETETA:

El drenaje longitudinal de una vía debe considerar una pendiente que debe estar comprendida entre la condición de autolimpieza y la que produciría velocidades erosivas, es decir:

$$0,5\% < S < 2,0\%$$

La corriente no debe producir daños importantes por erosión en la superficie del cauce o conducto. Por lo tanto, la velocidad media debe exceder las máximas velocidades admisibles detalladas en la tabla adjunta.

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE
Concreto	4.50 - 6.00 m/s

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.


Donde:

	TIPO
Talud 1	Z1 = 2.00
Talud 2	Z2 = 0.50
Base (b)	b (m) = 0.00
Tirante	d (m) = 0.48
Ancho (a)	a (m) = 0.96
Ancho (c)	c (m) = 0.24
Rugosidad	n = 0.014
%T	0.900
	Concreto

$$Qd \text{ cuneta } (L=50m) = 0.05 \text{ m}^3/s$$

$$Qd \text{ cuneta } (L=100m) = 0.10 \text{ m}^3/s$$

$$Qd \text{ cuneta } (L=150m) = 0.15 \text{ m}^3/s$$

$$Qd \text{ cuneta } (L=200m) = 0.20 \text{ m}^3/s$$

$$Qd \text{ cuneta } (L=250m) = 0.25 \text{ m}^3/s$$

TRAMO EMP. PE-3S (CU1257) - EMP. PE-3S (CU1193) (LONGITUD TOTAL 11+639KM)

Prog. Acanthar III	Progresiva		Long. m.	Caudal ver.	Tipo Cuneta	Tirante cm.	Pendiente %	Área m ²	Perímetro m	Radio Hidráulico	R ^{2/3}	Velocidad m/s	Caudal m ³ /s	Revestimiento
	Inicio	Fin												
0+044.5	00+118.4	00+042.3	160.7	0.16	I	43.20	-4.73%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.60	1.07	Concreto
	00+046.2	00+138.5	92.4	0.09	I	43.20	-4.73%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.60	1.07	Concreto
0+197.3	00+138.5	00+195.2	56.7	0.06	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
0+396.1	00+201.2	00+390.3	189.1	0.18	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
0+597.9														
0+655.4	00+401.5	00+652.3	250.8	0.25	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
	00+658.6	00+833.6	175.0	0.17	I	43.20	-4.28%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.37	1.02	Concreto
0+950.1	00+833.6	00+948.6	115.0	0.11	I	43.20	-2.35%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.24	0.76	Concreto
1+193.2	00+952.1	01+191.0	238.9	0.23	I	43.20	-2.35%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.24	0.76	Concreto
	01+196.8	01+268.2	71.4	0.07	I	43.20	-2.35%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.24	0.76	Concreto
1+414.7	01+268.2	01+412.5	144.2	0.14	I	43.20	-3.79%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.12	0.96	Concreto
1+648.7	01+417.1	01+646.3	229.3	0.22	I	43.20	-3.79%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.12	0.96	Concreto
1+886.4	01+651.8	01+846.7	194.9	0.19	I	43.20	-6.74%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.49	1.28	Concreto
	01+936.5	02+063.3	126.8	0.12	I	43.20	0.09%	0.23	1.45	0.161	0.296	0.63	0.15	Concreto
2+154.4	02+063.3	02+153.2	89.8	0.09	I	43.20	-4.63%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.55	1.06	Concreto
	02+155.9	02+345.2	189.3	0.19	I	43.20	-4.63%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.55	1.06	Concreto
2+433.7	02+345.2	02+428.0	82.8	0.08	I	43.20	-3.48%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.94	0.92	Concreto
	02+436.1	02+635.0	198.9	0.19	I	43.20	-3.48%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.94	0.92	Concreto
2+683.4	02+635.0	02+880.0	245.0	0.04	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
2+875.0	02+886.5	02+873.9	187.5	0.18	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
3+008.3	02+877.2	03+006.2	329.0	0.32	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
3+210.8	03+209.9	03+207.7	2.2	0.00	I	43.20	-1.18%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.30	0.54	Concreto
	03+214.0	03+455.5	241.6	0.24	I	43.20	-7.22%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.68	1.33	Concreto
3+461.7	03+455.5	03+459.3	3.8	0.00	I	43.20	-1.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.47	0.58	Concreto
3+745.1	03+673.6	03+730.9	57.3	0.06	I	43.20	-1.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.47	0.58	Concreto
4+014.8	03+753.6	04+012.1	258.6	0.25	I	43.20	-0.56%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.58	0.37	Concreto
4+197.3	04+018.6	04+193.3	174.7	0.17	I	43.20	-0.56%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.58	0.37	Concreto
4+323.6	04+222.8	04+319.4	96.6	0.09	I	43.20	-0.56%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.58	0.37	Concreto
	04+325.5	04+496.3	170.8	0.17	I	43.20	3.12%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.73	0.87	Concreto
4+499.0	04+501.8	04+781.4	279.5	0.27	I	43.20	3.12%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.73	0.87	Concreto



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."

Tesisistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Análisis de velocidad actuante entre Progresivas

Fecha: Junio 2022

	04+781.4	05+016.5	235.1	0.23	|	43.20	-3.82%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.13	0.96	Concreto
5+149.6	05+016.5	05+145.3	128.8	0.12	|	43.20	-6.21%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.27	1.23	Concreto
	05+151.8	05+329.3	177.5	0.17	|	43.20	-6.21%	0.23	1.45	0.161	0.296	5.27	1.23	Concreto
5+339.8	05+329.3	05+335.2	5.9	0.01	|	43.20	-4.29%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.38	1.02	Concreto
	05+344.6	05+590.3	245.6	0.24	|	43.20	-4.29%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.38	1.02	Concreto
5+624.2	05+590.3	05+620.8	30.6	0.03	|	43.20	-4.78%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
	05+627.1	05+866.9	239.9	0.23	|	43.20	-4.78%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
5+908.7	05+866.9	05+892.3	25.3	0.02	|	43.20	-1.45%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.55	0.59	Concreto
6+072.7	05+961.1	06+068.4	107.3	0.10	|	43.20	-1.45%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.55	0.59	Concreto
	06+081.7	06+177.1	95.5	0.09	|	43.20	-1.45%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.55	0.59	Concreto
6+210.3	06+177.1	06+205.3	28.1	0.03	|	43.20	-0.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.29	0.30	Concreto
	06+214.8	06+522.4	307.6	0.29	|	43.20	-0.37%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.29	0.30	Concreto
6+382.7	06+522.4	06+381.2	141.2	0.14	|	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
6+555.1	06+384.2	06+553.5	169.2	0.16	|	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
6+820.8	06+559.0	06+818.6	259.6	0.25	|	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
	06+825.6	06+921.7	96.1	0.09	|	43.20	-3.33%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.86	0.90	Concreto
6+955.2	06+921.7	06+953.4	31.7	0.03	|	43.20	0.01%	0.23	1.45	0.161	0.296	0.21	0.05	Concreto
	06+961.5	07+156.3	194.8	0.19	|	43.20	0.50%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.49	0.35	Concreto
7+161.7	07+164.1	07+249.7	85.6	0.08	|	43.20	0.08%	0.23	1.45	0.161	0.296	0.60	0.14	Concreto
	07+249.7	07+291.0	41.3	0.04	|	43.20	0.88%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.98	0.46	Concreto
7+293.3	07+268.8	07+567.8	299.0	0.29	|	43.20	0.88%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.98	0.46	Concreto
7+569.6	07+573.0	07+710.1	137.1	0.13	|	43.20	0.88%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.98	0.46	Concreto
	07+710.1	07+805.3	95.2	0.09	|	43.20	-0.60%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.64	0.38	Concreto
7+808.3	07+805.3	08+048.4	243.1	0.23	|	43.20	-0.60%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.64	0.38	Concreto
8+119.1														
8+265.7	08+276.3	08+390.1	113.8	0.11	|	43.20	2.20%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.14	0.73	Concreto
8+470.9	08+390.1	08+465.5	75.4	0.07	|	43.20	-0.27%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.10	0.26	Concreto
8+574.0														
8+876.3	08+634.6	08+796.2	161.7	0.15	|	43.20	-0.27%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.10	0.26	Concreto
9+092.1	08+927.6	09+089.5	162.0	0.16	|	43.20	-0.27%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.10	0.26	Concreto
9+213.6	09+095.5	09+210.1	114.7	0.11	|	43.20	-4.77%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
9+402.1	09+216.5	09+400.7	184.2	0.18	|	43.20	-4.77%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.62	1.08	Concreto
	09+461.0	09+571.7	110.7	0.11	|	43.20	2.51%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.35	0.78	Concreto
9+574.4	09+577.3	09+767.8	190.5	0.18	|	43.20	2.51%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.35	0.78	Concreto
9+946.7	09+767.8	09+945.3	177.5	0.17	|	43.20	-4.90%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.68	1.09	Concreto
	09+949.0	10+014.3	65.3	0.06	|	43.20	-4.90%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.68	1.09	Concreto
10+125.7	10+014.3	10+123.4	109.0	0.10	|	43.20	-4.46%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.46	1.04	Concreto
10+216.2	10+166.9	10+214.4	47.5	0.05	|	43.20	-4.46%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.46	1.04	Concreto
	10+218.2	10+310.2	92.0	0.09	|	43.20	-4.46%	0.23	1.45	0.161	0.296	4.46	1.04	Concreto
10+470.4	10+310.2	10+468.6	158.4	0.15	|	43.20	-1.58%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.66	0.62	Concreto
10+720.8	10+472.2	10+717.5	245.3	0.24	|	43.20	-1.58%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.66	0.62	Concreto
	10+753.1	10+793.1	40.0	0.04	|	43.20	1.17%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.29	0.53	Concreto
10+860.6	10+793.1	10+858.9	65.8	0.06	|	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
10+940.5	10+862.9	10+937.6	74.8	0.07	|	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
11+005.8	10+942.6	11+003.5	60.9	0.06	|	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
	11+008.1	11+181.2	173.1	0.17	|	43.20	-0.72%	0.23	1.45	0.161	0.296	1.79	0.42	Concreto
	11+181.2	11+289.7	108.5	0.10	|	43.20	-1.05%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.17	0.51	Concreto
11+338.7	11+289.7	11+330.3	40.6	0.04	|	43.20	-1.05%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.17	0.51	Concreto
	11+395.1	11+608.7	213.7	0.20	|	43.20	-2.77%	0.23	1.45	0.161	0.296	3.52	0.82	Concreto
11+608.9	11+614.6	11+628.2	13.7	0.01	|	43.20	1.00%	0.23	1.45	0.161	0.296	2.11	0.49	Concreto

**HOJA DE CÁLCULO
ALCANTARILLA - PONTON**

Código:	HID 003
Revisión:	0
Página:	04 de 04
Especialidad:	DRENAJE
Tesistas:	Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martín
Fecha:	Junio 2021

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

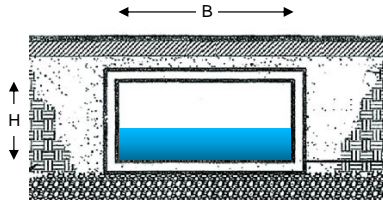
Descripción del Trabajo: Capacidad hidráulica de las alcantarillas y ponton

Para establecer las dimensiones mínimas de la sección de las alcantarillas a proyectarse, se establece aplicar la fórmula de Manning para canales abiertos y tuberías. Esta ecuación permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación:

$$Q = \frac{A * R_h^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

- Q = Caudal en m³/s.
- A = Área de la sección transversal en m².
- R_h = Radio hidráulico en m.
- S = Pendiente de fondo.
- n = Coeficiente de rugosidad.

SECCIÓN DE MARCO TIPO C°A°:



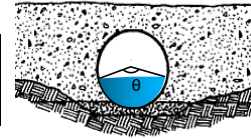
Donde:

- B: Base del canal cerrado
- H: Altura del canal cerrado
- Y: tirante de agua.

C°A° = concreto armado.

M-1	M-2	M-3
2.40	4.00	2.50
1.20	2.00	2.00
0.96	1.60	1.60

ALCANTARILLA CIRCULAR TIPO TMC:



Donde:

- D: diámetro comercial.
- D: diámetro nominal.
- θ: ángulo central = 2*φ
- Y: tirante de agua.

D-1	D-2	D-3	
36	48	60	pulgadas
0.90	1.20	1.50	metros

Prog. m	Coordenadas UTM		Area m2	Area km2	C	I mm/h	Qd Cuneta m ³ /s	Coef. n	Base B	Altura H	Diámetro (Pulg)	Tirante m.	Pendiente %	Ángulo (θ)	Área m ²	Perímetro m	Radio Hidráulico	Longitud m	Velocidad m/s	Alcantarilla Cantidad	Cap. HD m ³ /s
	Este	Norte																			
TRAMO EMP. PE-3S (CU1257) - EMP. PE-3S (CU1193) (LONGITUD TOTAL 11+639KM)																					
1	0+044.5	822820.84	8505257.57	63774	0.06	0.50	20.10	1.07	0.18		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
2	0+197.3	822681.93	8505193.76					2.09	0.00	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
3	0+396.1	822533.77	8505062.04	56588	0.06	0.50	20.10	1.02	0.16	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
4	0+597.9	822384.04	8504927.68	4779033	4.78	0.50	20.10	0.00	13.35	0.014	2.400	1.200	0.96	2.00%	2.30	4.32	0.53	8.10	6.64	1.00	15.306
5	0+655.4	822327.96	8504926.45	134139	0.13	0.50	20.10	1.02	0.37	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
6	0+950.1	822216.60	8505178.61	11266	0.01	0.50	20.10	1.78	0.03	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.91	2.89	1.00	2.802
7	1+193.2	822051.30	8505237.90	138475	0.14	0.50	20.10	0.76	0.39	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
8	1+414.7	821898.00	8505376.32	33544	0.03	0.50	20.10	1.72	0.09	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
9	1+648.7	821672.72	8505359.16					0.96	0.00	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
10	1+886.4	821535.42	8505173.47	15670148	15.67	0.50	20.10	1.43	50.62	0.014	4.000	2.000	1.60	2.00%	6.40	7.20	0.89	8.10	9.34	1.00	59.768
11	2+154.4	821443.73	8505406.55	44982	0.04	0.50	20.10	1.06	0.13	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
12	2+433.7	821320.36	8505655.27	40292	0.04	0.50	20.10	1.98	0.11	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
13	2+683.4	821118.83	8505796.66	241940	0.24	0.50	20.10	1.46	0.68	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
14	2+875.0	820948.32	8505884.89					0.54	0.00	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
15	3+008.3	820830.17	8505946.00	91932	0.09	0.50	20.10	0.54	0.26	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
16	3+210.8	820648.73	8506035.60					0.54	0.00	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
17	3+461.7	820404.85	8506094.26	33836	0.03	0.50	20.10	1.90	0.09	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
18	3+745.1	820136.97	8506179.92	6824860	6.82	0.50	20.10	0.58	19.07	0.014	2.500	2.000	1.60	2.00%	4.00	5.70	0.70	8.10	7.98	1.00	31.908
19	4+014.8	819896.26	8506301.60					0.37	0.00	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
20	4+197.3	819729.76	8506376.74	594424	0.59	0.50	20.10	0.37	1.66	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
21	4+323.6	819614.83	8506428.60					1.24	0.00	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
22	4+499.0	819454.79	8506500.82	104111	0.10	0.50	19.70	0.87	0.29	0.025	36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
23	5+149.6	818929.79	8506788.52	33470	0.03	0.50	19.70	2.19	0.09	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
24	5+339.8	818758.22	8506744.33	373246	0.37	0.50	19.70	2.25	1.02	0.025	60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	5.081
25	5+624.2	818485.87	8506810.16					2.10	0.00	0.025	48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802

**HOJA DE CÁLCULO
ALCANTARILLA - PONTON**

Código: HID 003
 Revisión: 0
 Página: 04 de 04
 Especialidad: DRENAJE

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
 Warthon Grajeda, Luis Fernando
 Moscoso Villalba, Mauricio Martín

Descripción del Trabajo: Capacidad hidráulica de las alcantarillas y ponton Fecha: Junio 2021

26	5+908.7	818203.20	8506784.33	649971	0.65	0.50	19.70	1.67	1.78	0.025		60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	5.081
27	6+072.7	818042.40	8506816.42	676787	0.68	0.50	19.70	0.59	1.85	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
28	6+210.3	817915.23	8506868.11					0.89	0.00	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
29	6+382.7	817756.27	8506934.68					1.20	0.00	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
30	6+555.1	817597.17	8507001.31	399662	0.40	0.50	19.70	0.90	1.09	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
31	6+820.8	817352.16	8507103.91	217413	0.22	0.50	19.70	0.90	0.60	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
32	6+955.2	817228.16	8507155.84	61573	0.06	0.50	19.70	1.30	0.17	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
33	7+161.7	817037.75	8507235.58	269916	0.27	0.50	19.70	0.60	0.74	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
34	7+293.3	816916.37	8507286.41	221102	0.22	0.50	19.70	0.46	0.61	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
35	7+569.6	816663.56	8507397.60	215823	0.22	0.50	19.70	0.46	0.59	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
36	7+808.3	816446.78	8507497.72	214531	0.21	0.50	19.70	0.76	0.59	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
37	8+119.1	816164.46	8507628.11	63188	0.06	0.50	19.70	0.00	0.17	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
38	8+265.7	816031.49	8507689.53	525598	0.53	0.50	19.70	0.73	1.44	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
39	8+470.9	815839.58	8507762.21	91338	0.09	0.50	19.70	0.26	0.25	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
40	8+574.0	815742.11	8507795.41					0.00	0.00	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
41	8+876.3	815455.79	8507892.96	121444	0.12	0.50	19.70	0.26	0.33	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
42	9+092.1	815247.37	8507947.51					0.26	0.00	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
43	9+213.6	815128.74	8507974.29	111215	0.11	0.50	19.70	1.08	0.30	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
44	9+402.1	814944.82	8508015.83	434950	0.43	0.50	19.70	1.86	1.19	0.025		60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	5.081
45	9+574.4	814776.91	8508053.74	44218	0.04	0.50	19.70	0.78	0.12	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
46	9+946.7	814411.56	8508120.82					1.09	0.00	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
47	10+125.7	814234.08	8508098.68	375700	0.38	0.50	19.70	2.13	1.03	0.025		60	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	8.10	3.35	1.00	5.081
48	10+216.2	814144.75	8508084.36	4864	0.00	0.50	19.70	1.04	0.01	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
49	10+470.4	813896.86	8508029.72	69690	0.07	0.50	19.70	1.66	0.19	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
50	10+720.8	813663.73	8507938.98	119174	0.12	0.50	19.70	0.62	0.33	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
51	10+860.6	813533.46	8507887.67	45971	0.05	0.50	19.70	0.95	0.13	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
52	10+940.5	813459.17	8507858.42	65625	0.07	0.50	19.70	0.42	0.18	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
53	11+005.8	813396.79	8507839.22	19472	0.02	0.50	19.70	0.42	0.05	0.025		36	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	8.10	2.39	1.00	1.301
54	11+338.7	813066.71	8507798.67	127957	0.13	0.50	19.70	1.43	0.35	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802
55	11+608.9	812797.20	8507805.13	80137	0.08	0.50	19.70	1.31	0.22	0.025		48	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	8.10	2.89	1.00	2.802

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando

Moscoso Villalba, Mauricio Martín

Descripción del Trabajo: Detreminacion de humedad natural MTC E 108, ASTM D 2216 (Calicata 01)

Fecha: Junio 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD				
Nº de muestra		7	5	2
Cápsula	g	28.73	20.99	20.82
Cápsula + suelo húmedo	g	112.75	116.44	100.71
Cápsula + suelo seco	g	104.8	108.44	93.72
Contenido de humedad	%	10.45	9.15	9.59
Promedio	%	9.73		



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martín

Descripción del Trabajo: Descripción e identificación NTP 339.150 (Calicata 01)

Fecha: Junio 2022

PERFIL CALICATAS					Descripción	FOTOGRAFIA
Prof. (m)	de	A	Est	litología		
0.1					GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. (MATERIAL SUB BASE)	
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7					SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo de color pardo oscuro ; sus características físico mecánicas son: Humedad Natural: 9.73% LL : 30.28% LP : 27.11% IP : 3.17 % SUSC : Arena Limosa con Grava (SM) ASSHSTO : A-1-a fragmento de roca, grava y arena.	
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Detección de humedad natural MTC E 108, ASTM D 2216 (Calicata 02)

Fecha: Junio 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD				
Nº de muestra		1	2	3
Cápsula	g	19.98	20.82	22.15
Cápsula + suelo húmedo	g	128.88	128.11	134.47
Cápsula + suelo seco	g	121.42	121.74	128.48
Contenido de humedad	%	7.35	6.31	5.63
Promedio	%	6.43		



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martín
Fecha: Junio 2022

Descripción del Trabajo: Descripción e identificación NTP 339.150 (Calicata 02)

PERFIL CALICATAS					FOTOGRAFIA	
Prof. (m)	de	A	Est	litología		Descripción
0.1					<p>Arenas limosas, mezclas de arena y limo de color gris pardo oscuro; sus características físico mecánicas son: Humedad Natural: 6.43% LL : N.P. LP : N.P. IP : N.P. SUSC : Arena Limosa (SM) ASSHSTO : A-4 Suelo limoso.</p>	
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Descripción del Trabajo: Detreminacion de humedad natural MTC E 108, ASTM D 2216 (Calicata 03)

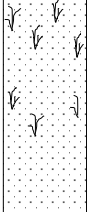

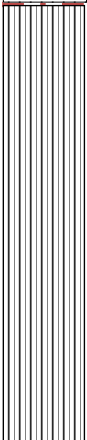
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Nº de muestra		6	4	7
Cápsula	g	21.26	21.13	20.73
Cápsula + suelo húmedo	g	100.41	90	92.85
Cápsula + suelo seco	g	86.55	78.11	80.65
Contenido de humedad	%	21.23	20.87	20.36
Promedio	%	20.82		

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."

Testistas:
Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoco Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Descripción e identificación NTP 339.150 (Calicata 03)

Fecha: Junio 2022

PERFIL CALICATAS					Descripción	FOTOGRAFIA
Prof. (m)	de	A	Est	litología		
0.1					OH Cobertura Vegetal, Material suelo de cultivo con presencia de raíces	
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6					ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad de color anaranjado; sus características físico mecánicas son: Humedad Natural: 20.82% LL : 41.63% LP : 39.85% IP : 1.77 % SUSC : Limo Baja Plasticidad con Grava (ML) ASSHSTO : A-5 Suelo Limoso.	
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						



Código:	GLM 001
Revisión:	0
Página:	01 de 06
Especialidad:	MECANICA DE SUELOS
Tesistas:	Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martin
Fecha:	Junio 2022

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Descripción del Trabajo: Límites de consistencia (Calicata 01)

Granulometría (NTP 339.127)

Datos de ensayo

Peso Total	:	1865.0	Grava	24.9 %
Peso de muestra lavada:		1510.0	Arena	55.9 %
Perdida por lavado		355.0	Finos	19.1 %

Datos de Clasificación

Límite Líquido NTP 339.128

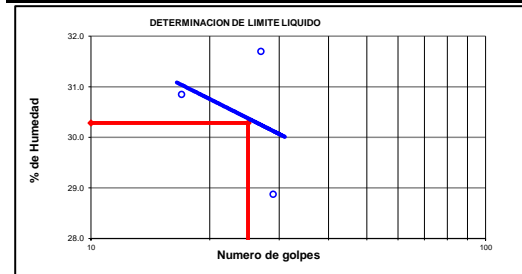
Ensayo	1	2	3
Nº golpes	27	17	29
Recipiente N°	1	2	3
R + Suelo Hum.	40.22	39.13	35.92
R+Suelo seco	36.10	34.80	32.60
Peso Recip.	23.10	20.76	21.10
Peso Agua	17.12	18.37	14.82
Peso S. Seco	13.00	14.04	11.50
% de Humedad	31.69	30.84	28.87

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	Especifi-
Tamiz	mm.	Parcial	Acum.	Pasa	caciones
3"	76.200			100.00	
2 1/2"	63.500	0.000	0.00	100.00	
2"	50.600	0.000	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	100.00	
1"	25.400	99.500	5.30	94.70	
3/4"	19.050	61.520	3.30	8.60	91.40
1/2"	12.700	50.550	2.70	11.30	88.70
3/8"	9.525	99.120	5.30	16.60	83.40
1/4"	6.350	103.080	5.50	22.10	77.90
No4	4.760	52.960	2.80	24.90	75.10
10	2.000	302.170	16.20	41.10	58.90
16	1.190	165.240	8.90	50.00	50.00
20	0.850	77.180	4.10	54.10	45.90
30	0.600	166.920	9.00	63.10	36.90
40	0.420	111.550	6.00	69.10	30.90
50	0.300	65.980	3.50	72.60	27.40
80	0.180	92.710	5.00	77.60	22.40
200	0.074	60.300	3.20	80.80	19.20
< 200		356.220	19.10	99.90	0.10
		1865.000		100.00	

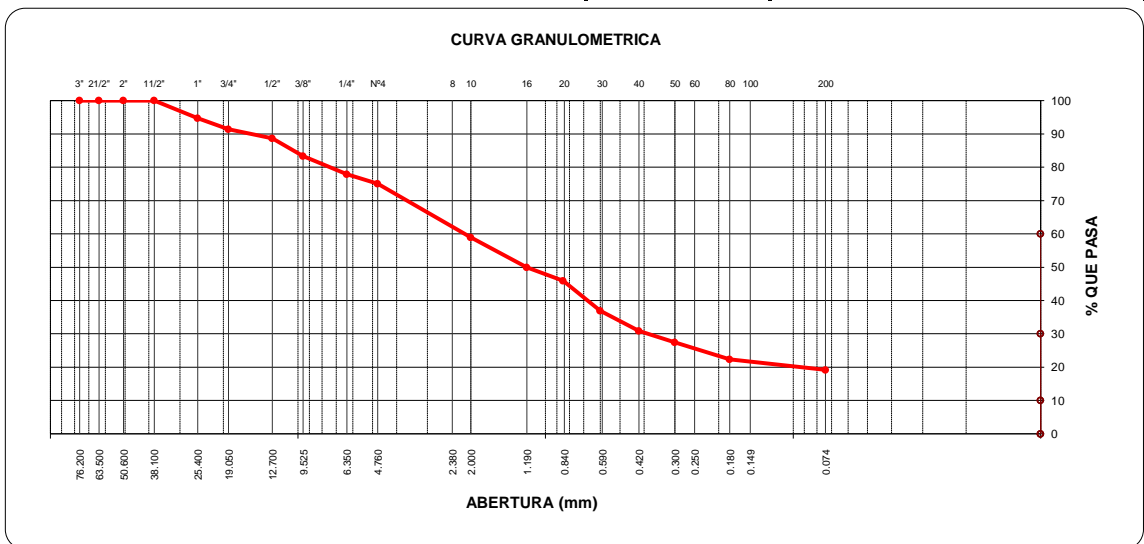
Límite plástico NTP 339.128

	1	2	3
Recipiente N°	10	11	
R + Suelo Hum.	32.92	31.74	
R+Suelo seco	29.66	30.34	
Peso Recip.	17.65	25.17	
Peso Agua	3.26	1.40	
Peso S. Seco	12.01	5.17	
% de Humedad	27.14	27.08	

Clasificación SUCS **Arena limosa con grava SM**
 Clasificación AASHTO **A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena**



LL: **30.28%**
 LP: **27.11%** **Plasticidad: 3.17%**





Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martín
Fecha: Junio 2022

Descripción del Trabajo: Límites de consistencia (Calicata 01)

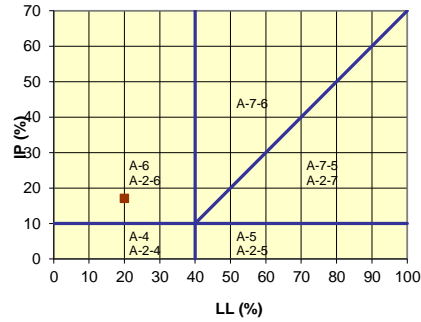
Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	100.00	100.00	0.00	0.00
63	100.00	100.00	0.00	0.00
50	100.00	100.00	0.00	0.00
40	100.00	100.00	0.00	0.00
25	94.70	94.70	5.30	5.30
20	91.40	91.40	8.60	3.30
12.5	88.70	88.70	11.30	2.70
10	83.40	83.40	16.60	5.30
6.3	77.90	77.90	22.10	5.50
5	75.10	75.10	24.90	2.80
2	58.90	58.90	41.10	16.20
1.25	50.00	50.00	50.00	8.90
0.4	30.90	30.90	69.10	19.10
0.160	22.40	22.40	77.60	8.50
0.080	19.20	19.20	80.80	3.20

Límite líquido LL: 30.28%
 Límite plástico LP: 27.11%
 Índice plasticidad IP: 3.17%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm): 75.10 %
 Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm): 19.20 %
 D₆₀: 2.20 mm
 D₃₀: 0.37 mm
 D₁₀ (diámetro efectivo): mm
 Coeficiente de uniformidad (Cu):
 Grado de curvatura (Cc):

Clasificación AASTO

Clasificación fracción limoso-arcillosa (AASTO)

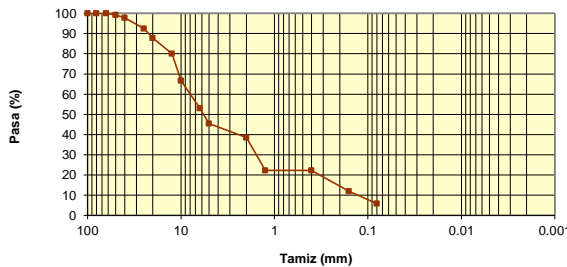


Material granular

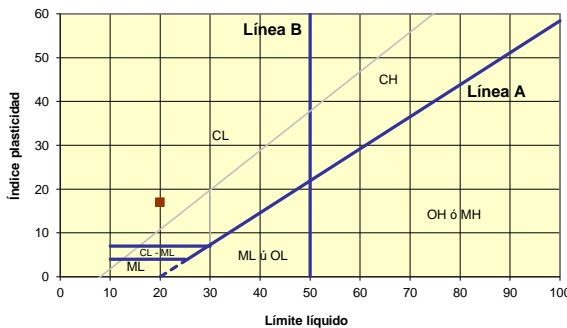
Excelente a bueno como subgrado
A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG): 0

Granulometría



Ábaco de Casagrande



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Suelo de partículas gruesas con finos (su) Arena limosa con grava SM



Código:	GLM 001
Revisión:	0
Página:	03 de 06
Especialidad:	MECANICA DE SUELOS
Tesistas:	Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martin
Fecha:	Junio 2022

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Descripción del Trabajo: Límites de consistencia (Calicata 02)

Granulometría (NTP 339.127)

Datos de Clasificación

Límite Líquido NTP 339.128

Datos de ensayo

Peso Total :	1881.0	Grava	12.8 %
Peso de muestra lavada:	954.0	Arena	37.3 %
Perdida por lavado	927.0	Finos	50.0 %

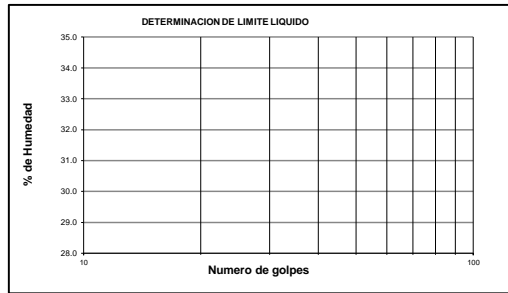
Ensayo	1	2	3
Nº golpes			
Recipiente N°			
R + Suelo Hum.			
R + Suelo seco			
Peso Recip.			
Peso Agua			
Peso S. Seco			
% de Humedad			

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	Especifi-
Tamiz	mm.	Parcial	Acum.	Pasa	caciones
3"	76.200			100.00	
2 1/2"	63.500	0.000	0.00	100.00	
2"	50.600	0.000	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	100.00	
1"	25.400	0.000	0.00	100.00	
3/4"	19.050	15.000	0.80	99.20	
1/2"	12.700	45.150	2.40	96.80	
3/8"	9.525	71.760	3.80	93.00	
1/4"	6.350	70.510	3.70	89.30	
No4	4.760	39.520	2.10	87.20	
10	2.000	208.550	11.10	76.10	
16	1.190	88.010	4.70	71.40	
20	0.850	34.550	1.80	69.60	
30	0.600	70.550	3.80	65.80	
40	0.420	51.830	2.80	63.00	
50	0.300	38.760	2.10	60.90	
80	0.180	76.460	4.10	56.80	
200	0.074	130.080	6.90	49.90	
<200		940.270	50.00	100.10	-0.10
		1881.000	100.00		

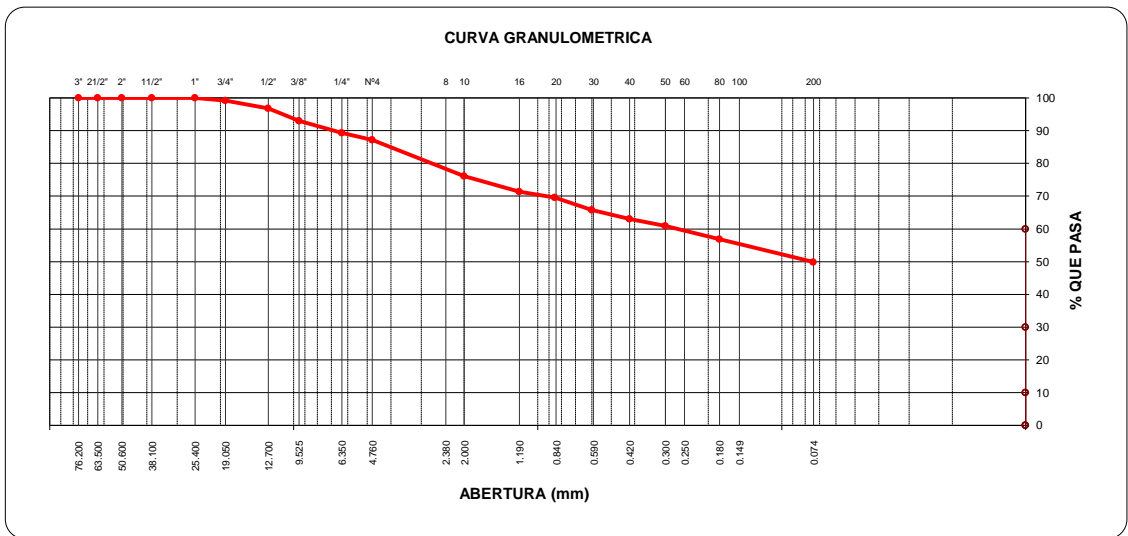
Límite plástico NTP 339.128

	1	2	3
Recipiente N°			
R + Suelo Hum.			
R + Suelo seco			
Peso Recip.			
Peso Agua			
Peso S. Seco			
% de Humedad			

Clasificación SUCS	Arena limosa SM
Clasificación AASHTO	A-4 Suelo limoso



LL:	N.P.	Plasticidad: N.P.
LP:	N.P.	





Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin
Fecha: Junio 2022

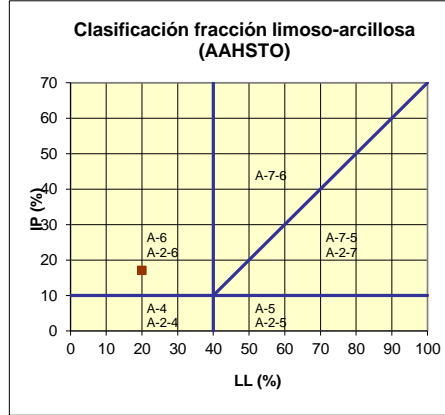
Descripción del Trabajo: Granulometría/límites de consistencia. Calicata 02

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	100.00	100.00	0.00	0.00
63	100.00	100.00	0.00	0.00
50	100.00	100.00	0.00	0.00
40	100.00	100.00	0.00	0.00
25	100.00	100.00	0.00	0.00
20	99.20	99.20	0.80	0.80
12.5	96.80	96.80	3.20	2.40
10	93.00	93.00	7.00	3.80
6.3	89.30	89.30	10.70	3.70
5	87.20	87.20	12.80	2.10
2	76.10	76.10	23.90	11.10
1.25	71.40	71.40	28.60	4.70
0.4	63.00	63.00	37.00	8.40
0.160	56.80	56.80	43.20	6.20
0.080	49.90	49.90	50.10	6.90

Límite líquido LL	0.00%
Límite plástico LP	0.00%
Índice plasticidad IP	0.00%

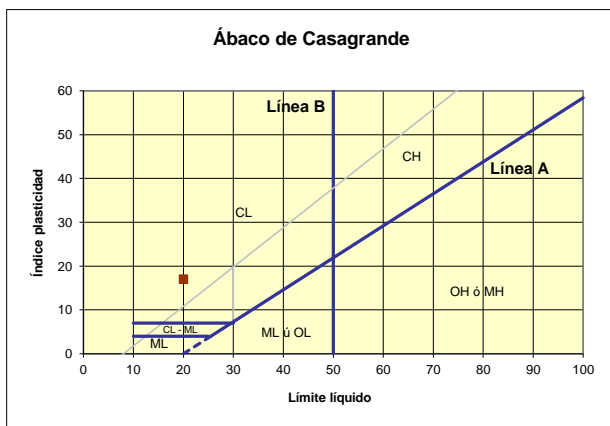
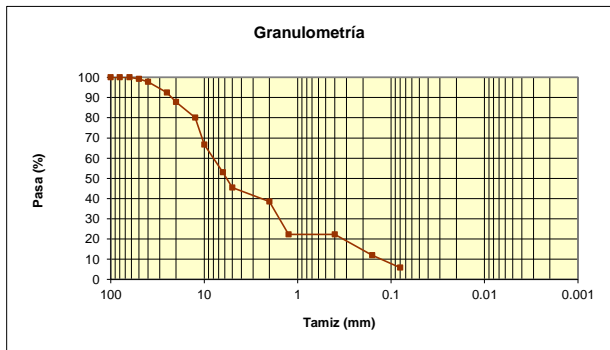
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	87.20 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	49.90 %
D ₆₀ :	0.28 mm
D ₃₀ :	mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Clasificación AAHSTO



Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Suelo de partículas gruesas con finos (su
Arena limosa SM

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Descripción del Trabajo: Límites de consistencia (Calicata 03)

Granulometría (NTP 339.127)

Datos de Clasificación

Límite Líquido NTP 339.128

Datos de ensayo

Peso Total : 1044.00 Grava 15.1 %
 Peso de muestra lavada: 309.27 Arena 13.8 %
 Perdida por lavado 734.73 Finos 71.0 %

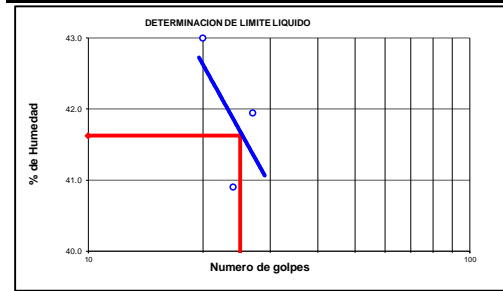
Ensayo	1	2	3
Nº golpes	27	24	20
Recipiente Nº	6	4	20
R + Suelo Hum.	38.80	37.08	46.71
R + Suelo seco	33.62	32.45	40.02
Peso Recip.	21.27	21.13	24.46
Peso Agua	17.53	15.95	22.25
Peso S. Seco	12.35	11.32	15.56
% de Humedad	41.94	40.90	42.99

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	Especifi-
Tamiz	mm.	Parcial	Acum.	Pasa	caciones
3"	76.200			100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	20.320	1.90	1.90	98.10
1/2"	12.700	42.560	4.10	6.00	94.00
3/8"	9.525	41.860	4.00	10.00	90.00
1/4"	6.350	38.590	3.70	13.70	86.30
No4	4.760	14.980	1.40	15.10	84.90
10	2.000	56.170	5.40	20.50	79.50
16	1.190	18.900	1.80	22.30	77.70
20	0.850	6.770	0.60	22.90	77.10
30	0.600	15.020	1.40	24.30	75.70
40	0.420	10.300	1.00	25.30	74.70
50	0.300	6.900	0.70	26.00	74.00
80	0.180	12.500	1.20	27.20	72.80
200	0.074	17.750	1.70	28.90	71.10
< 200		741.380	71.00	99.90	0.10
		1044.000	100.00		

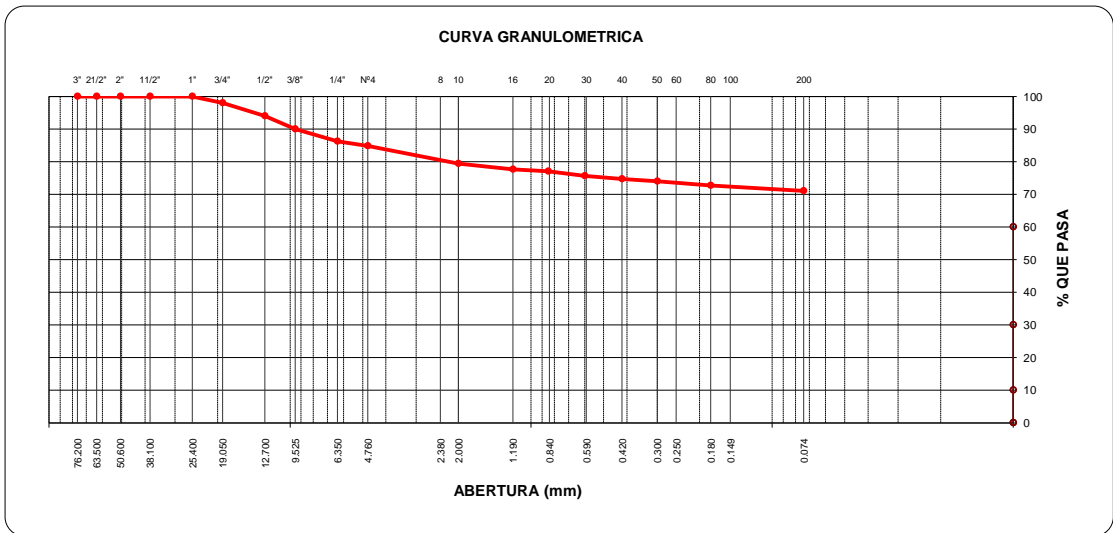
Límite plástico NTP 339.128

	1	2	3
Recipiente Nº	T1	3	
R + Suelo Hum.	33.22	30.13	
R + Suelo seco	29.49	27.02	
Peso Recip.	20.15	19.20	
Peso Agua	3.73	3.11	
Peso S. Seco	9.34	7.82	
% de Humedad	39.94	39.77	

Clasificación SUCS **Limo baja plasticidad con grava ML**
 Clasificación AASHTO **A-5 Suelo limoso**



LL: **41.63%**
 LP: **39.85%** Plasticidad: **1.77%**





Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martín
Fecha: Junio 2022

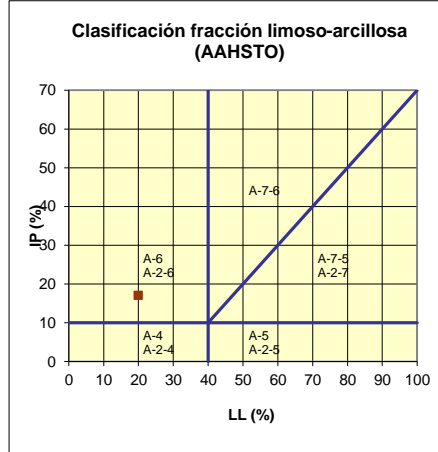
Descripción del Trabajo: Granulometría/limites de consistencia. Calicata 03

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
63	100.00	100.00	0.00	0.00
50	100.00	100.00	0.00	0.00
40	100.00	100.00	0.00	0.00
25	100.00	100.00	0.00	0.00
20	98.10	98.10	1.90	1.90
12.5	94.00	94.00	6.00	4.10
10	90.00	90.00	10.00	4.00
6.3	86.30	86.30	13.70	3.70
5	84.90	84.90	15.10	1.40
2	79.50	79.50	20.50	5.40
1.25	77.70	77.70	22.30	1.80
0.4	74.70	74.70	25.30	3.00
0.160	72.80	72.80	27.20	1.90
0.080	71.10	71.10	28.90	1.70

Límite líquido LL	41.63 %
Límite plástico LP	39.85 %
Índice plasticidad IP	1.77 %

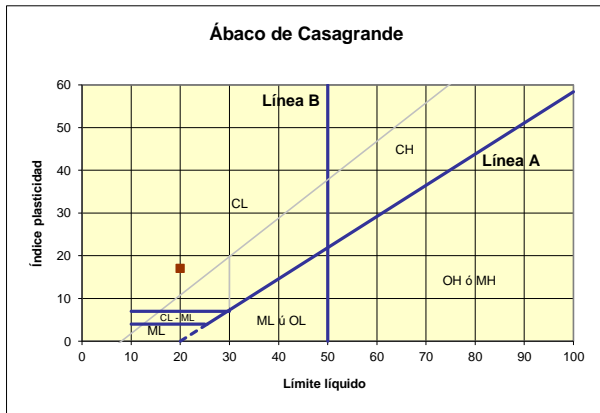
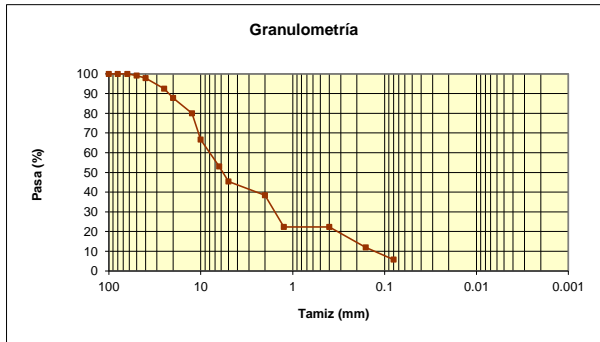
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	84.90 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	71.10 %
D ₆₀ :	mm
D ₃₀ :	mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Clasificación AASHTO



Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-5 Suelo limoso

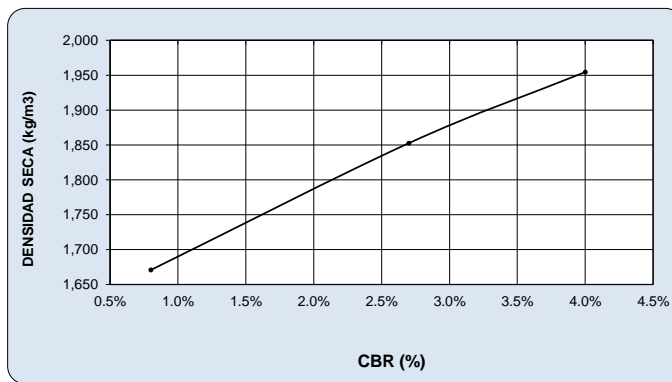
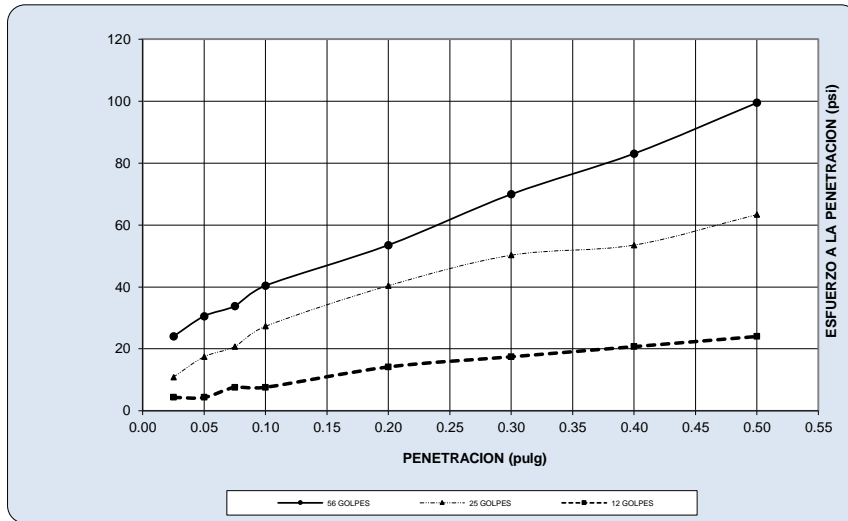
Valor del índice de grupo (IG): 3



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad con grava ML

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
 Warthon Grajeda, Luis Fernando
 Moscoso Villalba, Mauricio Martin
 Fecha: Junio 2022

Descripción del Trabajo: Grafico CBR. (Calicata 01)

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m ³)	1.95	CBR AL 95% DE MDS =	2.84%
HUMEDAD OPTIMA (%)	13.50	CBR AL 100% DE MDS =	4.00%
Nro. DE GOLFES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.11
56 GOLFES	7.00%	5.26%	OBSERVACION:
25 GOLFES	9.00%	5.55%	
12 GOLFES	12.00%	10.13%	



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villaiba, Mauricio Martín

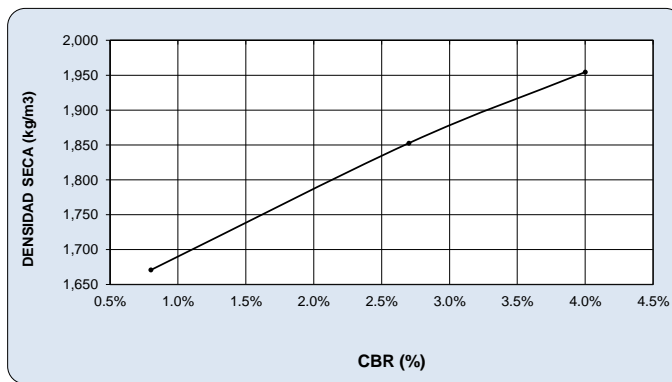
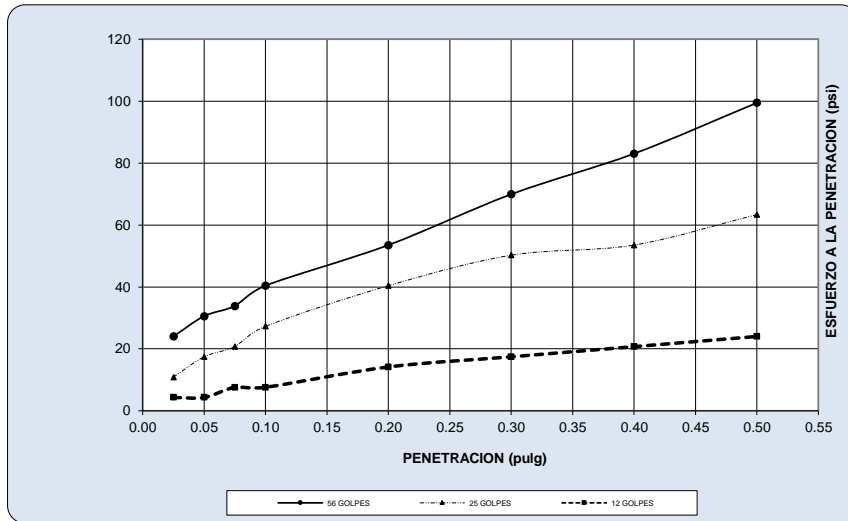
Descripción del Trabajo: Ensayo de valor soporte de lo suelos (CBR) MTC E 132. (Calicata 01)

Fecha: Junio 2022

DATOS GENERALES														
Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)			1.946			Peso del martillo			10 lbs			Clas. Suelos:		
Humedad Optima			13.5%			Altura del martillo			18 pulg			AASHTO:		
Humedad Natural						Número de Capas			5 capas			SUCS :		
DATOS DEL MOLDE (cm.)														
			1			2			3					
Nro. De Golpes			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
Altura			11.40			11.42			11.41					
Diámetro			15.20			15.20			15.20					
Volumen			2068.6			2072.3			2070.4					
			MOLDE N° 20			MOLDE N° 21			MOLDE N° 22					
DATOS DE COMPACTACION														
			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			11,503			11,409			11,202					
Peso del Molde (gr)			6,978			7,028			7,233					
Peso de la Muestra Compacta (gr)			4,525			4,381			3,969					
Densidad Humeda (gr/cm3)			2.19			2.11			1.92					
Densidad Seca (gr/cm3)			1.95			1.85			1.67					
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD														
			1		2		3		4		5		6	
Peso del Tarro (gr)			20.83		18.49		20.83		20.10		16.16		34.20	
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)			104.73		117.27		100.90		107.10		108.16		112.71	
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)			96.09		106.40		94.16		93.18		97.10		101.99	
Peso del Agua (gr)			8.64		10.87		6.74		13.92		11.06		10.72	
Peso del Suelo Seco (gr)			75.26		87.91		73.33		73.08		80.94		67.79	
Contenido de Humedad			11.48%		12.36%		9.19%		19.05%		13.66%		15.81%	
Contenido de Humedad Promedio			11.92%		14.12%		14.74%							
DATOS DE ABSORCION														
			1			2			3					
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)			11,741			11,652			11,604					
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			11,503			11,409			11,202					
Porcentaje de Absorción			5.26%			5.55%			10.13%					
ENSAYO DE EXPANSION														
			1			2			3					
CTE. DIAL EXPANSION			0.001											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
15/02/2021	13.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
16/02/2021	13.00	24 horas	5	0.001	5.00%	7	0.001	7.00%	10	0.001	10.00%	10	0.001	10.00%
17/02/2021	13.00	48 horas	5	0.001	5.00%	7	0.001	7.00%	10	0.001	10.00%	10	0.001	10.00%
18/02/2021	13.00	72 horas	6	0.001	6.00%	8	0.001	8.00%	11	0.001	11.00%	11	0.001	11.00%
19/02/2021	13.00	96 horas	7	0.001	7.00%	9	0.001	9.00%	12	0.001	12.00%	12	0.001	12.00%
ENSAYO DE PENETRACION														
CTE. ANILLO= 9.3230*DIAL + 25.72			1			2			3					
AREA PISTON	3.0	Pulg. Cuadradas	56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
	(mm)	(pulg)	mm	Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI
0.5 min	0.64	0.025	7	72	24	3	33	11	1	13	4	1	13	4
1.0 min	1.27	0.050	9	92	31	5	52	17	1	13	4	1	13	4
1.5 min	1.91	0.075	10	102	34	6	62	21	2	23	8	2	23	8
2.0 min	2.54	0.100	12	121	40	8	82	27	2	23	8	2	23	8
4.0 min	5.08	0.200	16	161	54	12	121	40	4	42	14	4	42	14
6.0 min	7.62	0.300	21	210	70	15	151	50	5	52	17	5	52	17
8.0 min	10.16	0.400	25	249	83	16	161	54	6	62	21	6	62	21
10.0 min	12.70	0.500	30	298	99	19	190	63	7	72	24	7	72	24

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
 Warthon Grajeda, Luis Fernando
 Moscoso Villalba, Mauricio Martin
 Fecha: Junio 2022

Descripción del Trabajo: Grafico CBR. (Calicata 01)

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m ³)	1.95	CBR AL 95% DE MDS =	2.84%
HUMEDAD OPTIMA (%)	13.50	CBR AL 100% DE MDS =	4.00%
Nro. DE GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.11
56 GOLPES	7.00%	5.26%	OBSERVACION:
25 GOLPES	9.00%	5.55%	
12 GOLPES	12.00%	10.13%	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FORMATO
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

Código: PM 001

Revisión: 0

Página: 01 de 03

Especialidad: MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin

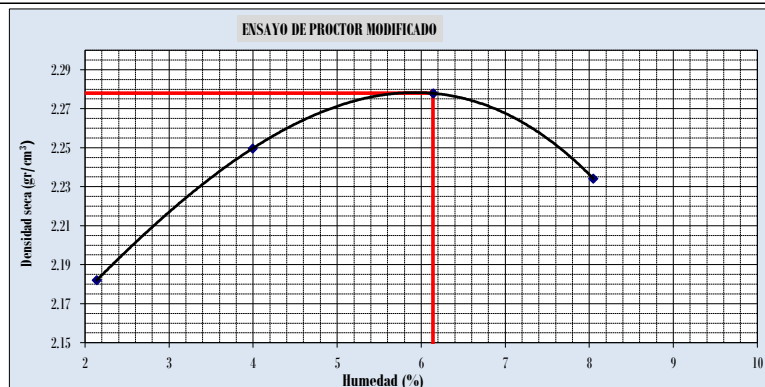
Descripción del Trabajo: Proctor modificado MTC E115. (Calicata 02)

Fecha: Junio 2022

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	11042	11277	11443	11435
Peso molde (gr.)	6316	6316	6316	6316
Peso suelo compactado (gr.)	4726	4961	5127	5119
Volumen del molde (cm ³)	2120.52	2120.52	2120.52	2120.52
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.229	2.340	2.418	2.414

Humedad (%)								
Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de tara (gr.)	18.85	19.17	20.16	21.14	20.48	21.28	20.43	19.21
Tara + suelo húmedo (gr.)	146.97	160.03	155.81	151.94	174.43	161.43	162.38	150.81
Tara + suelo seco (gr.)	144.47	156.88	150.72	146.80	165.59	153.26	151.88	140.94
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	128.12	140.86	135.65	130.80	153.95	140.15	141.95	131.60
Peso del Suelo Seco (gr.)	125.62	137.71	130.56	125.66	145.11	131.98	131.45	121.73
Peso de agua (gr.)	2.50	3.15	5.09	5.14	8.84	8.17	10.50	9.87
Humedad (%)	1.99	2.29	3.90	4.09	6.09	6.19	7.99	8.11
Promedio	2.14		3.99		6.14		8.05	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.182		2.250		2.278		2.234	

k. Densidad Seca (gr/cm ³)	2.28	Contenido Humedad Optima (%)	6.14
--	-------------	------------------------------	-------------



Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."

Tesistas:
 Warthon Grajeda, Luis Fernando
 Moscoso Villalba, Mauricio Martín
 Fecha: Junio 2022

Descripción del Trabajo: Ensayo de valor soporte de lo suelos (CBR) MTC E 132. (Calicata 02)

DATOS GENERALES												
Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.278			Peso del martillo	10 lbs			Clas. Suelos:				
Humedad Óptima	6.1%			Altura del martillo	18 pulg			AASHTO:				
Humedad Natural				Número de Capas	5 capas			SUCS :				
DATOS DEL MOLDE (cm.)												
	1			2			3					
Nro. De Golpes	56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
Altura	12.70			12.70			12.70					
Diámetro	15.20			15.20			15.20					
Volumen	2304.5			2304.5			2304.5					
	MOLDE N° 20			MOLDE N° 21			MOLDE N° 22					
DATOS DE COMPACTACION												
	56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,771			9,609			9,311					
Peso del Molde (gr)	4,199			4,142			4,092					
Peso de la Muestra Compacta (gr)	5,572			5,467			5,219					
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.42			2.37			2.26					
Densidad Seca (gr/cm3)	2.28			2.24			2.14					
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD												
	1		2		3		4		5		6	
Peso del Tarro (gr)	21.49		21.34		20.94		20.33		20.47		20.12	
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	167.75		169.08		180.69		165.66		195.28		184.12	
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	159.62		161.05		171.75		157.74		186.09		174.96	
Peso del Agua (gr)	8.13		8.03		8.94		7.92		9.19		9.16	
Peso del Suelo Seco (gr)	138.13		139.71		150.81		137.41		165.62		154.84	
Contenido de Humedad	5.89%		5.75%		5.93%		5.76%		5.55%		5.92%	
Contenido de Humedad Promedio	5.82%		5.85%		5.73%							
DATOS DE ABSORCION												
	1			2			3					
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,778			9,745			9,511					
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,771			9,609			9,311					
Porcentaje de Absorción	0.13%			2.49%			3.83%					
ENSAYO DE EXPANSION												
CTE. DIAL EXPANSION			1			2			3			
0.001												
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	
15/02/2021	13.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	
16/02/2021	13.00	24 horas	2	0.011	0.24%	9	0.015	0.33%	12	0.020	0.43%	
17/02/2021	13.00	48 horas	2	0.019	0.41%	10	0.028	0.61%	14	0.045	0.98%	
18/02/2021	13.00	72 horas	2	0.020	0.43%	11	0.033	0.72%	14	0.056	1.21%	
19/02/2021	13.00	96 horas	2	0.022	0.48%	11	0.033	0.72%	14	0.066	1.43%	
ENSAYO DE PENETRACION												
CTE. ANILLO= 9.8423*DIAL + 3.1048			1			2			3			
AREA PISTON	3.0 Pulg. Cuadradas		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES			
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	
	(mm)	(pulg)	mm	Lb	PSI							
0.5 min	0.64	0.025	56	554	185	35	348	116	26	259	86	
1.0 min	1.27	0.050	110	1086	362	72	712	237	54	535	178	
1.5 min	1.91	0.075	156	1539	513	109	1076	359	78	771	257	
2.0 min	2.54	0.100	210	2070	690	148	1460	487	117	1155	385	
4.0 min	5.08	0.200	420	4137	1379	296	2916	972	234	2306	769	
6.0 min	7.62	0.300	630	6204	2068	444	4373	1458	351	3458	1153	
8.0 min	10.16	0.400	840	8271	2757	592	5830	1943	468	4609	1536	
10.0 min	12.70	0.500	1050	10338	3446	740	7286	2429	585	5761	1920	



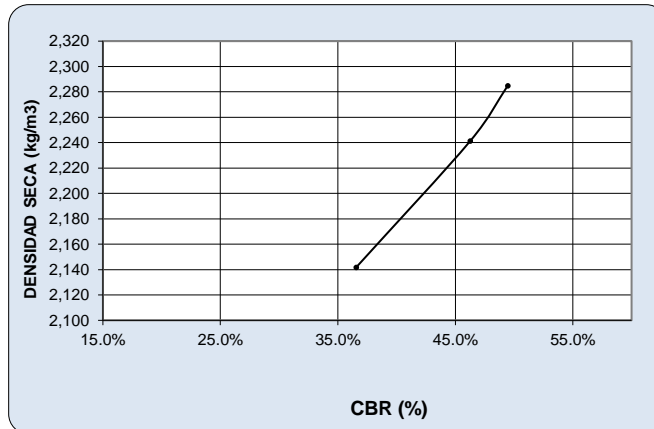
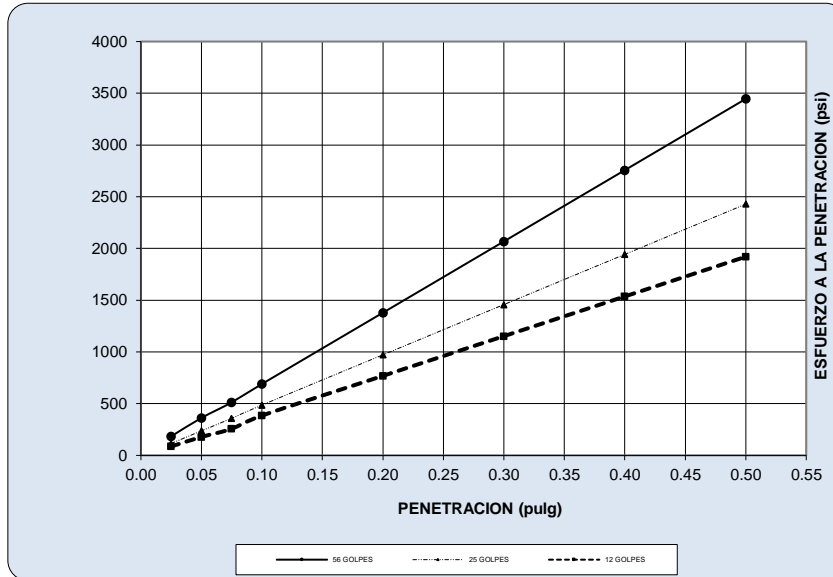
Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Grafico CBR. (Calicata 02)

Fecha: Junio 2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	2.28	CBR AL 95% DE MDS =	41.96%
HUMEDAD OPTIMA (%)	6.14	CBR AL 100% DE MDS =	49.46%
Nro. DE GOLPES	(%) EXPANSION	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.75	
56 GOLPES	0.48%	OBSERVACION	
25 GOLPES	0.72%		
12 GOLPES	1.43%		

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Proctor modificado MTC E115. (Calicata 03)

Fecha: Junio 2022

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	9961	10074	10408	10531
Peso molde (gr.)	6267	6268	6267	6268
Peso suelo compactado (gr.)	3694	3806	4141	4263
Volumen del molde (cm ³)	2087.86	2087.86	2087.86	2087.86
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.769	1.823	1.983	2.042

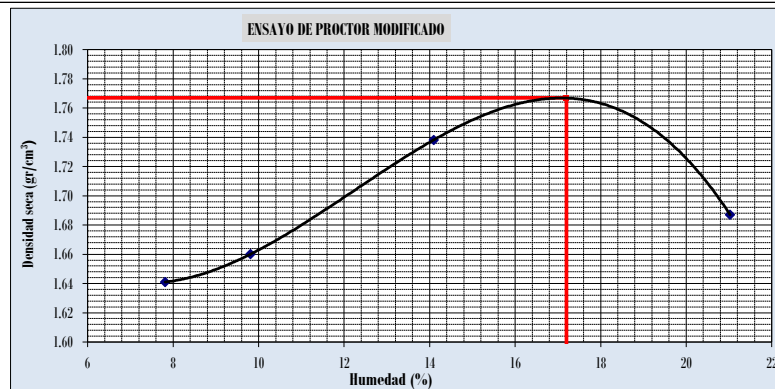
Humedad (%)								
Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de tara (gr.)	45.59	25.78	45.19	30.18	45.53	28.56	45.25	28.74
Tara + suelo húmedo (gr.)	365.41	125.76	488.39	120.77	579.67	115.54	545.24	119.72
Tara + suelo seco (gr.)	341.19	118.84	447.52	112.94	505.61	106.15	457.14	104.14
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	319.82	99.98	443.20	90.59	534.14	86.98	499.99	90.98
Peso del Suelo Seco (gr.)	295.60	93.06	402.33	82.76	460.08	77.59	411.89	75.40
Peso de agua (gr.)	24.22	6.92	40.87	7.83	74.06	9.39	88.10	15.58
Humedad (%)	8.19	7.44	10.16	9.46	16.10	12.10	21.39	20.66
Promedio	7.81	9.81	14.10	21.03				
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.641	1.660	1.738	1.687				

x. Densidad Seca (gr/cm³)

1.77

Contenido Humedad
Óptima (%)

17.20





Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:

Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martín

Descripción del Trabajo: Ensayo de valor soporte de lo suelos (CBR) MTC E 132. (Calicata 03)

Fecha: Junio 2022

DATOS GENERALES														
Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)			1.767			Peso del martillo			10 lbs			Clas. Suelos:		
Humedad Optima			17.2%			Altura del martillo			18 pulg			AASHTO:		
Humedad Natural						Número de Capas			5 capas			SUCS :		
DATOS DEL MOLDE (cm.)			1			2			3					
Nro. De Golpes			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
Altura			11.40			11.42			11.41					
Diámetro			15.20			15.20			15.20					
Volumen			2068.6			2072.3			2070.4					
			MOLDE N° 20			MOLDE N° 21			MOLDE N° 22					
DATOS DE COMPACTACION			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			11,273			11,439			10,293					
Peso del Molde (gr)			6,998			7,507			6,566					
Peso de la Muestra Compacta (gr)			4,275			3,932			3,727					
Densidad Humeda (gr/cm3)			2.07			1.90			1.80					
Densidad Seca (gr/cm3)			1.77			1.64			1.56					
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD			1		2		3		4		5		6	
Peso del Tarro (gr)			21.73		21.21		24.49		22.16		21.73		34.20	
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)			105.80		106.11		113.37		127.33		556.24		132.04	
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)			93.38		94.17		100.51		113.60		487.21		118.20	
Peso del Agua (gr)			12.42		11.95		12.86		13.73		69.03		13.84	
Peso del Suelo Seco (gr)			71.65		72.96		76.02		91.44		465.48		84.00	
Contenido de Humedad			17.33%		16.37%		16.92%		15.02%		14.83%		16.48%	
Contenido de Humedad Promedio			16.85%		15.97%		15.65%							
DATOS DE ABSORCION			1			2			3					
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)			11,612			11,677			10,502					
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			11,273			11,439			10,293					
Porcentaje de Absorción			7.93%			6.05%			5.61%					
ENSAYO DE EXPANSION			1			2			3					
CTE. DIAL EXPANSION			0.001											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.			
15/02/2021	13.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%			
16/02/2021	13.00	24 horas	13	0.001	13.0%	11	0.001	11.00%	4	0.000	4.00%			
17/02/2021	13.00	48 horas	14	0.001	14.00%	11	0.001	11.00%	8	0.001	8.00%			
18/02/2021	13.00	72 horas	15	0.002	15.00%	12	0.001	12.00%	8	0.001	8.00%			
19/02/2021	13.00	96 horas	18	0.002	18.00%	13	0.001	13.00%	10	0.001	10.00%			
ENSAYO DE PENETRACION			1			2			3					
CTE. ANILLO= 9.3230*DIAL + 25.72														
AREA PISTON	3.0	Pulg. Cuadradas	56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.			
	(mm)	(pulg)	mm	Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI			
0.5 min	0.64	0.025	8	82	27	8	82	27	4	42	14			
1.0 min	1.27	0.050	53	525	175	22	220	73	10	102	34			
1.5 min	1.91	0.075	114	1125	375	44	436	145	17	170	57			
2.0 min	2.54	0.100	159	1568	523	58	574	191	21	210	70			
4.0 min	5.08	0.200	259	2552	851	88	869	290	34	338	113			
6.0 min	7.62	0.300	310	3054	1018	107	1056	352	44	436	145			
8.0 min	10.16	0.400	339	3340	1113	122	1204	401	51	505	168			
10.0 min	12.70	0.500	369	3635	1212	131	1292	431	58	574	191			

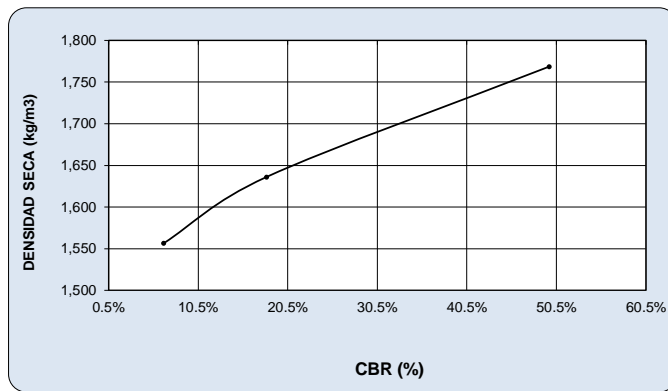
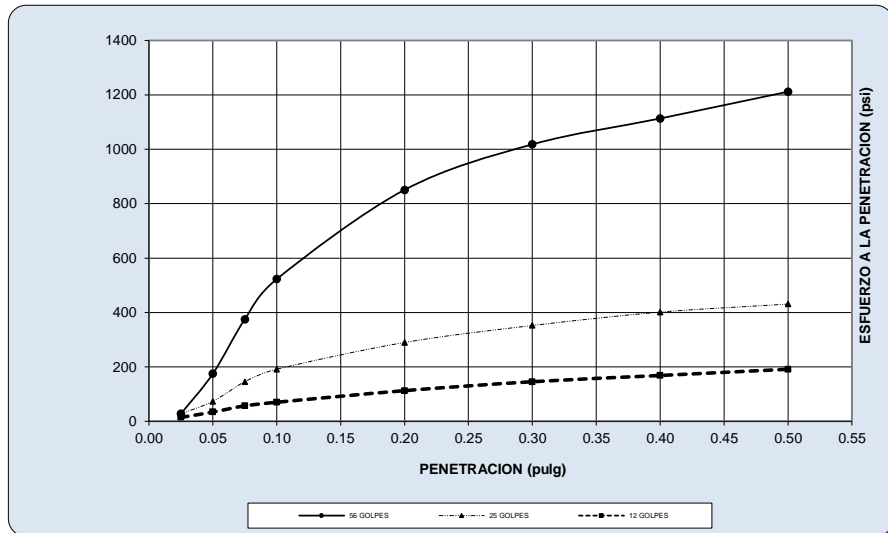


Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."

Tesistas:
Warthon Grajeda, Luis Fernando
Moscoso Villalba, Mauricio Martin

Descripción del Trabajo: Grafico CBR. (Calicata 03)

Fecha: Junio 2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.77	CBR AL 95% DE MDS = 31.86%
HUMEDAD OPTIMA (%)	17.20	CBR AL 100% DE MDS = 49.69%
Nro. DE GOLFES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	18.00%	7.93%
25 GOLFES	13.00%	6.05%
12 GOLFES	10.00%	5.61%
VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.92		
OBSERVACION:		

ANGULOS DE DEFLEXIÓN PEQUEÑOS
 * La longitud mínima de curva obedece

Categoría red nacional	L (m)
Autopista de primera y segunda clase	6 V
Primera, segunda y tercera clase	3 V

V = Velocidad de diseño (km/h)

LONGITUDES MÍNIMAS EN TRAMOS EN TANGENTE

V (km/h)	L mín.a (m)	L mín.b (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

RADIOS MÍNIMOS

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

CURVAS EN CONTRAPERALTE

$$R_{límite\ contraperalte} = \frac{V^2}{127 \left(\frac{P_{máx}}{2} - 0.025 \right)}$$

COORDINACIÓN ENTRE CURVAS

* Las curvas circulares con tangentes menores a 200m

LONGITUD CURVA DE TRANSICIÓN

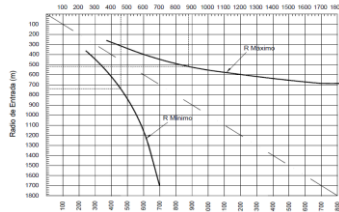
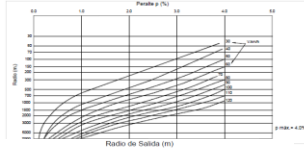
$$L_{mín} = \frac{V^2}{46.656} \left[\frac{V^2}{R} - 1.27p \right] \quad J_s = 0.5$$

PRESCINDIR DE CURVA DE TRANSICIÓN

- Por Condición de desarrollo del peralte.
- Para curvas circulares diseñadas de acuerdo al criterio de las normas, el límite para prescindir de curva de transición puede también expresarse en función del peralte de la curva:
- Si R requiere p>3%. Se debe usar curva de transición.
- Si R requiere p<3%. Se puede prescindir de la curva de transición para V<100km/h.

Utilización de la vía	Velocidad de diseño (km/h)	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio subnormalizado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
80	4.00	0.14	280.0	280	


Figura 302.02
Peralte en curvas de áreas urbanas



Radios circulares límites que permiten prescindir de la curva de transición


V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R (m)	60	120	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800

CURVA	DELTA	VD (km/h)	f máx	p máx	Rmín (m)	R (m)	COMPROBAR	R. Contra	Admite Contra	p min	Radio sin curva trans.	Curv. Trans.	Amin	Lmin (m)	Lmin (m) Propuesta	CURVA
PI-1	61°09'55" 202.18'	60	0.15	0.04	150.00	190	CUMPLE RADIO	567	NO	4.0%	325	SI	82.32	35.67	36	PI-1
PI-2	17°24'18" 106.19'	50	0.16	0.04	100.00	230	CUMPLE RADIO	358	NO	3.0%	225	NO	58.99	0.00	0	PI-2
PI-3	86°35'56" 72.31'	40	0.17	0.04	60.00	75	CUMPLE RADIO	210	NO	4.0%	150	SI	45.72	27.87	30	PI-3
PI-4	42°36'52" 104.82'	40	0.17	0.04	60.00	150	CUMPLE RADIO	210	NO	4.0%	150	NO	37.91	0.00	0	PI-4
PI-5	123°16'02" 71.07'	40	0.17	0.04	60.00	82	CUMPLE RADIO	210	NO	4.0%	150	SI	48.94	35.54	36	PI-5
PI-6	96°59'00" 33.25'	40	0.17	0.04	60.00	60	CUMPLE RADIO	210	NO	4.0%	150	SI	47.13	37.01	37	PI-6
PI-7	56°51'55" 68.83'	40	0.17	0.04	60.00	70	CUMPLE RADIO	210	NO	4.0%	150	SI	46.19	30.48	30	PI-7
PI-8	62°21'40" 85.81'	40	0.17	0.04	60.00	65	CUMPLE RADIO	210	NO	4.0%	150	SI	46.66	33.50	33	PI-8
PI-9	143°54'03" 49.52'	40	0.17	0.04	60.00	60	CUMPLE RADIO	210	NO	4.0%	150	SI	47.13	37.01	37	PI-9
PI-10	12°16'43" 221.40'	60	0.15	0.04	150.00	0	NO CUMPLE	567	NO	4.0%	325	SI	#(DIV)/0	#(DIV)/0	#(DIV)/0	PI-10
PI-11	15°28'43" 315.26'	60	0.15	0.04	150.00	315	CUMPLE RADIO	567	NO	3.5%	325	SI	75.22	17.96	30	PI-11
PI-12	31°28'47" 262.37'	60	0.15	0.04	150.00	260	CUMPLE RADIO	567	NO	3.5%	325	SI	79.29	24.18	30	PI-12
PI-13	15°13'21" 550.67'	60	0.15	0.04	150.00	550	CUMPLE RADIO	567	NO	2.5%	325	NO	69.05	0.00	0	PI-13
PI-14	15°18'57" 326.43'	60	0.15	0.04	150.00	240	CUMPLE RADIO	567	NO	3.5%	325	SI	80.72	27.15	30	PI-14
PI-15	3°09'12" 1063.43'	60	0.15	0.04	150.00	1060	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	127.22	0.00	0	PI-15
PI-16	17°42'21" 578.21'	60	0.15	0.04	150.00	570	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	113.94	0.00	0	PI-16
PI-17	79°56'34" 105.28'	50	0.16	0.04	100.00	110	CUMPLE RADIO	358	NO	4.0%	225	SI	64.50	37.82	38	PI-17
PI-18	59°04'42" 123.68'	50	0.16	0.04	100.00	120	CUMPLE RADIO	358	NO	4.0%	225	SI	63.65	33.76	34	PI-18
PI-19	28°52'27" 355.11'	60	0.15	0.04	150.00	250	CUMPLE RADIO	567	NO	3.5%	325	SI	80.01	25.60	30	PI-19
PI-20	30°28'06" 624.51'	60	0.15	0.04	150.00	620	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	115.37	0.00	0	PI-20
PI-21	2°04'04" 4442.64'	60	0.15	0.04	150.00	4440	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	195.62	0.00	0	PI-21
PI-22	5°58'37" 1439.19'	60	0.15	0.04	150.00	1440	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	136.63	0.00	0	PI-22
PI-23	6°05'20" 1834.41'	60	0.15	0.04	150.00	1800	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	144.98	0.00	0	PI-23
PI-24	21°50'07" 562.15'	60	0.15	0.04	150.00	560	CUMPLE RADIO	567	NO	3.0%	325	NO	61.41	0.00	0	PI-24
PI-25	12°23'14" 1002.64'	60	0.15	0.04	150.00	1000	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	125.47	0.00	0	PI-25
PI-26	17°55'34" 462.29'	60	0.15	0.04	150.00	570	CUMPLE RADIO	567	SI	3.0%	325	NO	60.61	0.00	0	PI-26
PI-27	4°57'50" 527.16'	60	0.15	0.04	150.00	570	CUMPLE RADIO	567	SI	2.5%	325	NO	67.86	0.00	0	PI-27
PI-28	12°19'17" 606.10'	60	0.15	0.04	150.00	600	CUMPLE RADIO	567	SI	-2.0%	325	NO	114.80	0.00	0	PI-28

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DISEÑO GEOMÉTRICO 03 CARRILES	Código: VIAS 001
		Revisión: 0
		Página: 03 de 05
		Especialidad: VIAS
Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO. 2022."		Tesistas: Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martín
Descripción del Trabajo: Cálculo transición del peralte		Fecha: Junio 2022

TRANSICION DEL PERALTE

CURVA	VCH	PI	PF	Pf (adoptado)	B	ipmax	Lmin del p	Curv. Trans.	
PI:1	60	-2%	4%	4%	7	1.2	35.00	SI	---
PI:2	50	-2%	3%	3%	7	1.3	26.92	NO	70% al inicio de la curva
PI:3	40	-2%	4%	4%	7	1.4	30.00	SI	---
PI:4	40	-2%	4%	4%	7	1.4	30.00	NO	70% al inicio de la curva
PI:5	40	-2%	4%	4%	7	1.4	30.00	SI	---
PI:6	40	-2%	4%	4%	7	1.4	30.00	SI	---
PI:7	40	-2%	4%	4%	7	1.4	30.00	SI	---
PI:8	40	-2%	4%	4%	7	1.4	30.00	SI	---
PI:9	40	-2%	4%	4%	7	1.4	30.00	SI	---
PI:10	60	-2%	4%	4%	7	1.2	35.00	SI	---
PI:11	60	-2%	4%	4%	7	1.2	32.08	SI	---
PI:12	60	-2%	4%	4%	7	1.2	32.08	SI	---
PI:13	60	-2%	3%	3%	7	1.2	26.25	NO	70% al inicio de la curva
PI:14	60	-2%	4%	4%	7	1.2	32.08	SI	---
PI:15	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva
PI:16	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva
PI:17	50	-2%	4%	4%	7	1.3	32.31	SI	---
PI:18	50	-2%	4%	4%	7	1.3	32.31	SI	---
PI:19	60	-2%	4%	4%	7	1.2	32.08	SI	---
PI:20	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva
PI:21	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva
PI:22	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva
PI:23	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva
PI:24	60	-2%	3%	3%	7	1.2	29.17	NO	70% al inicio de la curva
PI:25	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva
PI:26	60	-2%	3%	3%	7	1.2	29.17	NO	70% al inicio de la curva
PI:27	60	-2%	3%	3%	7	1.2	26.25	NO	70% al inicio de la curva
PI:28	60	-2%	-2%	0%	7	1.2	11.67	NO	70% al inicio de la curva

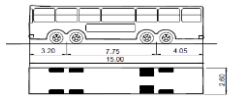
	FORMATO DISEÑO GEOMETRICO 03 CARRILES	Código: VIAS 001 Revisión: 01 Fecha: 02 de 05 Especialidad: VIAS
	Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-83(CU1257) A EMPALME PE-83(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."	Resistas: Wilfrido Orjeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martín
Descripción del Trabajo: Diseño de curvas horizontales		Fecha: Año 2022

Dimensiones T2-S1					n			
A	L1	L2	L3	u	n	VD	C	At
1.2	6	0	12.5	2.5	2	60	0.85	7

Dimensiones B4-1	
t	10.95


n	
t	1

CURVA	VCH (km/h)	RADIO	Z (m)	SOBRESANCHO CARRILES T2-S1					SOBRESANCHO CARRIL B4-1					Stotal	Long (m)	CURVA	Carril Subida	Carril Bajada
				FA	u	Ac	S	GEOMETRICA	EMPIRICO	Sa	NUM1	NUM2	NUM3						NUM4
PI-1	60	190	0.06	0.04	3.50	8.80	1.80	0.32	0.44	0.75	2.55	35.00	PI-1	9.55	6.05			
PI-2	50	230	0.05	0.03	3.35	8.47	1.47	0.26	0.33	0.59	2.06	26.92	PI-2	9.06	5.56			
PI-3	40	75	0.07	0.11	4.82	11.71	4.71	0.80	0.46	1.27	5.98	30.00	PI-3	12.88	9.48			
PI-4	40	150	0.05	0.05	3.75	9.39	2.29	0.40	0.33	0.73	3.02	30.00	PI-4	10.02	6.52			
PI-5	40	62	0.08	0.13	5.42	12.76	5.76	0.97	0.51	1.48	7.24	30.00	PI-5	14.24	10.74			
PI-6	40	60	0.08	0.13	5.52	12.96	5.96	1.01	0.52	1.52	7.48	30.00	PI-6	14.48	10.98			
PI-7	40	70	0.08	0.11	5.09	12.07	5.07	0.88	0.48	1.34	6.41	30.00	PI-7	13.41	9.91			
PI-8	40	65	0.08	0.12	5.29	12.48	5.48	0.93	0.50	1.43	6.90	30.00	PI-8	13.90	10.40			
PI-9	40	60	0.08	0.13	5.52	12.96	5.96	1.01	0.52	1.52	7.48	30.00	PI-9	14.48	10.98			
PI-10	60	0	0	0	3.58	8.90	1.86	0.19	0.34	0.53	1.58	32.08	PI-10	8.58	5.08			
PI-11	60	315	0.04	0.03	3.14	8.06	1.06	0.23	0.37	0.60	1.90	32.08	PI-11	8.30	5.80			
PI-12	60	260	0.05	0.03	3.26	8.30	1.30	0.23	0.37	0.60	1.90	32.08	PI-12	8.30	5.80			
PI-13	60	550	0.03	0.04	2.91	7.57	0.57	0.11	0.26	0.36	0.93	26.25	PI-13	7.53	4.43			
PI-14	60	240	0.05	0.03	3.31	8.41	1.41	0.25	0.39	0.64	2.05	32.08	PI-14	8.05	5.55			
PI-15	60	1068	0.02	0.01	2.76	7.25	0.25	0.06	0.18	0.24	0.50	11.67	PI-15	7.50	4.00			
PI-16	60	570	0.03	0.01	2.90	7.55	0.55	0.11	0.25	0.36	0.90	11.67	PI-16	7.50	4.40			
PI-17	50	110	0.07	0.07	4.17	10.17	3.17	0.55	0.48	1.02	4.20	32.31	PI-17	11.20	7.70			
PI-18	50	120	0.06	0.07	4.03	9.90	2.90	0.50	0.46	0.96	3.86	32.31	PI-18	10.86	7.36			
PI-19	60	250	0.05	0.03	3.29	8.35	1.35	0.24	0.38	0.62	1.97	32.08	PI-19	8.27	5.47			
PI-20	60	620	0.03	0.01	2.88	7.50	0.50	0.10	0.24	0.34	0.83	11.67	PI-20	7.83	4.33			
PI-21	60	4440	0.01	0.00	2.64	6.99	-0.01	0.01	0.09	0.10	0.09	11.67	PI-21	7.09	3.59			
PI-22	60	1440	0.02	0.01	2.72	7.16	0.16	0.04	0.16	0.20	0.36	11.67	PI-22	7.36	3.86			
PI-23	60	1800	0.02	0.00	2.70	7.11	0.11	0.03	0.14	0.17	0.29	11.67	PI-23	7.29	3.79			
PI-24	60	560	0.03	0.01	2.91	7.56	0.56	0.11	0.25	0.36	0.92	29.17	PI-24	7.92	4.42			
PI-25	60	1000	0.02	0.01	2.77	7.27	0.27	0.06	0.19	0.25	0.52	11.67	PI-25	7.52	4.02			
PI-26	60	570	0.03	0.01	2.90	7.55	0.55	0.11	0.25	0.36	0.90	29.17	PI-26	7.90	4.40			
PI-27	60	570	0.03	0.01	2.90	7.55	0.55	0.11	0.25	0.36	0.90	26.25	PI-27	7.50	4.40			
PI-28	60	600	0.03	0.01	2.89	7.52	0.52	0.10	0.24	0.34	0.86	11.67	PI-28	7.86	4.36			



$$Sa = \frac{V^2}{10R} \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right)$$

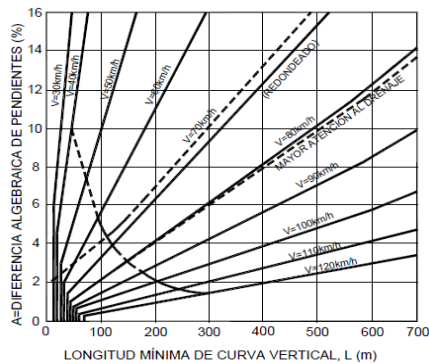
- Dónde:
- Sa : Sobresancho (m)
 - N : Número de carriles
 - R : Radio (m)
 - L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)
 - V : Velocidad de diseño (km/h)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DISEÑO GEOMETRICO 03 CARRILES	Código: VIAS 001
		Revisión: 0
		Página: 05 de 05
		Especialidad: VIAS
Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VÍA NACIONAL TRAMO EMPALME PE-S3(CU1257) A EMPALME PE-S3(CU1193), PROVINCIAS CUSCO Y ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO, 2022."	Testistas: Warthon Grajeda, Luis Fernando Moscoso Villalba, Mauricio Martin	
Descripción del Trabajo: Diseño de curvas verticales	Fecha: Junio 2022	

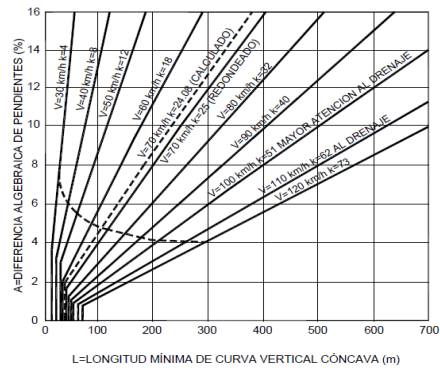
De no ser más de 1% la diferencia de pendientes entre tangentes... se puede omitir la curva vertical

CURVA VERT.	Pend. Entrad.	EST. PIV	Pend. Salida	Dif. Pendient	NECESITA CV	TIPO CURVA	Lmin (aprox)	L adoptada	
PIV:1	-4.42%	0+809.1	-2.22%	2.20%	SI	CONCAVA	80	361	CUMPLE
PIV:2	-2.22%	1+219.05	-3.70%	-1.48%	SI	CONVEXA	50	210	CUMPLE
PIV:3	-3.70%	1+636.05	-6.78%	-3.08%	SI	CONVEXA	60	140	CUMPLE
PIV:4	-6.78%	1+894.95	-0.05%	6.73%	SI	CONCAVA	150	151	CUMPLE
PIV:5	-0.05%	2+038.95	-4.44%	-4.39%	SI	CONVEXA	80	98	CUMPLE
PIV:6	-4.44%	2+333.30	-3.46%	0.98%	NO	CONCAVA	N/A	N/A	NO CUMPLE
PIV:7	-3.46%	2+617.61	-1.21%	2.25%	SI	CONCAVA	80	120	CUMPLE
PIV:8	-1.21%	3+190.18	-7.12%	-5.91%	SI	CONVEXA	80	145	CUMPLE
PIV:9	-7.12%	3+436.08	-1.38%	5.74%	SI	CONCAVA	100	116	CUMPLE
PIV:10	-1.38%	3+726.96	-0.50%	0.88%	NO	CONCAVA	N/A	96	NO CUMPLE
PIV:11	-0.50%	4+303.33	3.08%	3.58%	SI	CONCAVA	100	248	CUMPLE
PIV:12	3.08%	4+814.92	-6.09%	-9.17%	SI	CONVEXA	180	392	CUMPLE
PIV:13	-6.09%	5+320.89	-4.13%	1.96%	SI	CONCAVA	50	107	CUMPLE
PIV:14	-4.13%	5+535.23	-4.85%	-0.72%	NO	CONVEXA	N/A	N/A	NO CUMPLE
PIV:15	-4.85%	5+912.20	-0.40%	4.45%	SI	CONCAVA	100	489	CUMPLE
PIV:16	-0.40%	6+502.36	-3.33%	-2.93%	SI	CONVEXA	80	145	CUMPLE
PIV:17	-3.33%	6+898.97	0.06%	3.39%	SI	CONCAVA	100	202	CUMPLE
PIV:18	0.06%	7+210.77	0.87%	0.81%	NO	CONCAVA	N/A	151	NO CUMPLE
PIV:19	0.87%	7+685.20	-0.57%	-1.44%	SI	CONVEXA	50	100	CUMPLE
PIV:20	-0.57%	8+065.57	2.09%	2.66%	SI	CONCAVA	80	154	CUMPLE
PIV:21	2.09%	8+380.00	-0.29%	-2.38%	SI	CONVEXA	80	122	CUMPLE
PIV:22	-0.29%	9+064.40	-4.63%	-4.34%	SI	CONVEXA	100	192	CUMPLE
PIV:23	-4.63%	9+395.08	2.60%	7.23%	SI	CONCAVA	150	284	CUMPLE
PIV:24	2.60%	9+740.50	-4.73%	-7.33%	SI	CONVEXA	150	309	CUMPLE
PIV:25	-4.73%	10+263.72	-1.68%	3.05%	SI	CONCAVA	80	151	CUMPLE
PIV:26	-1.68%	10+749.55	-0.77%	0.91%	NO	CONCAVA	N/A	132	NO CUMPLE
PIV:27	-0.77%	11+485.10	-2.90%	-2.13%	SI	CONVEXA	50	125	CUMPLE

CONVEXA



CONCAVA



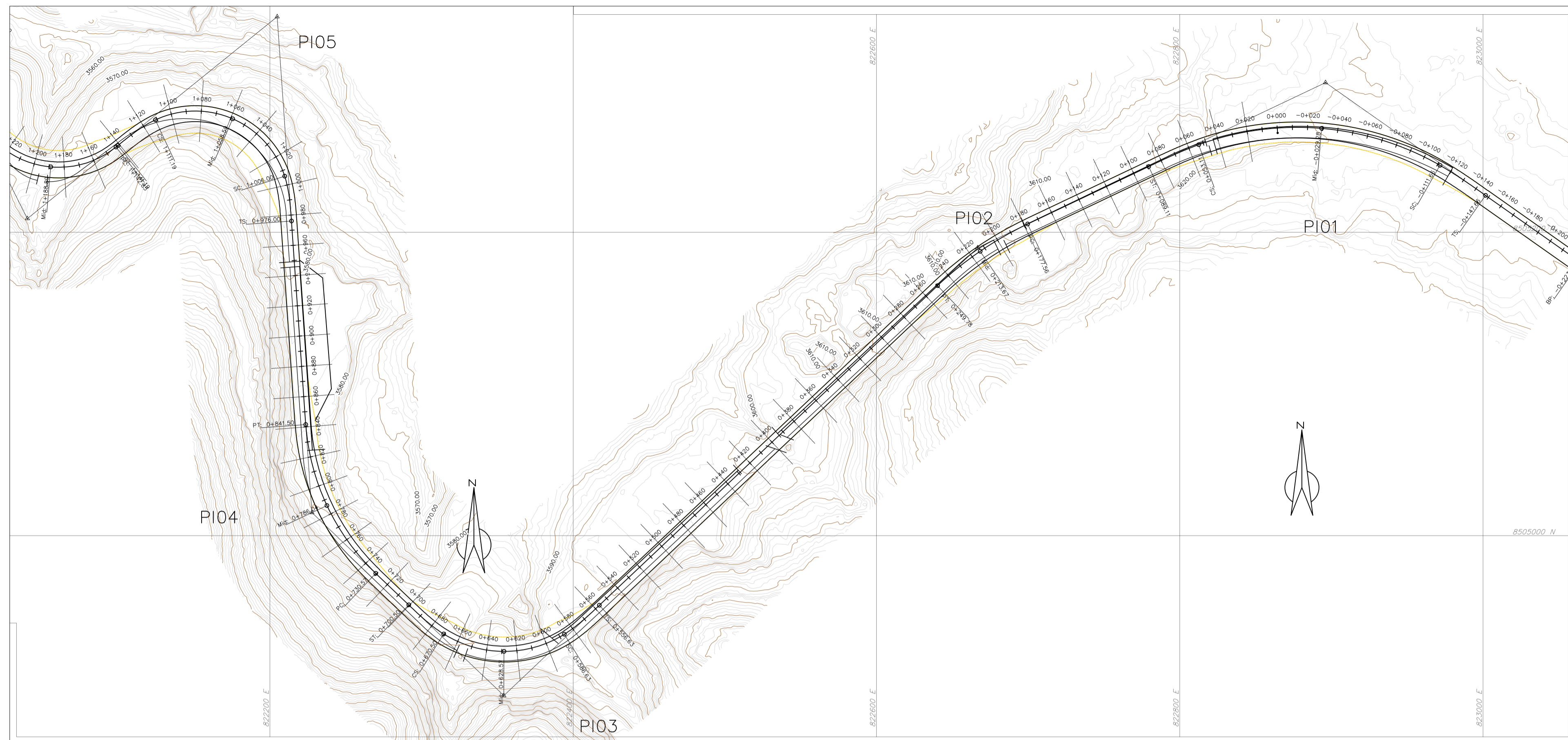
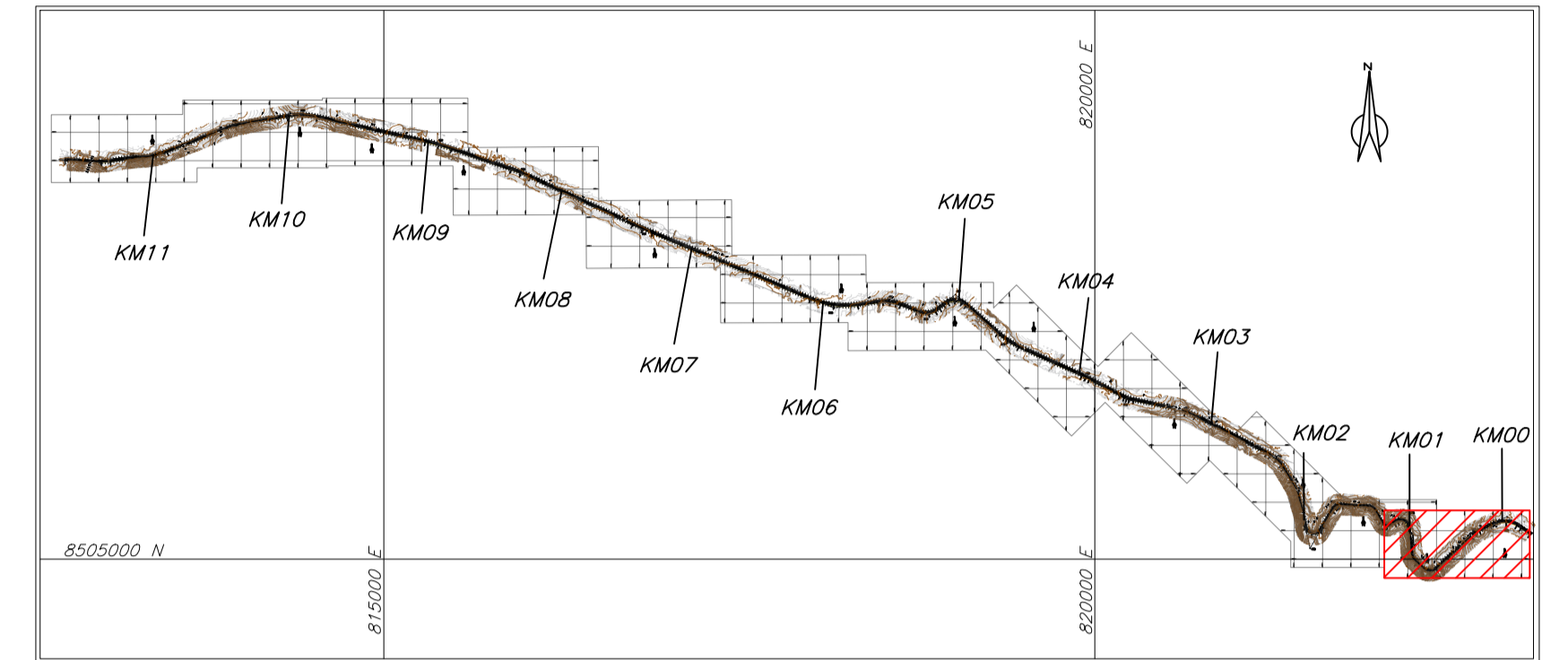
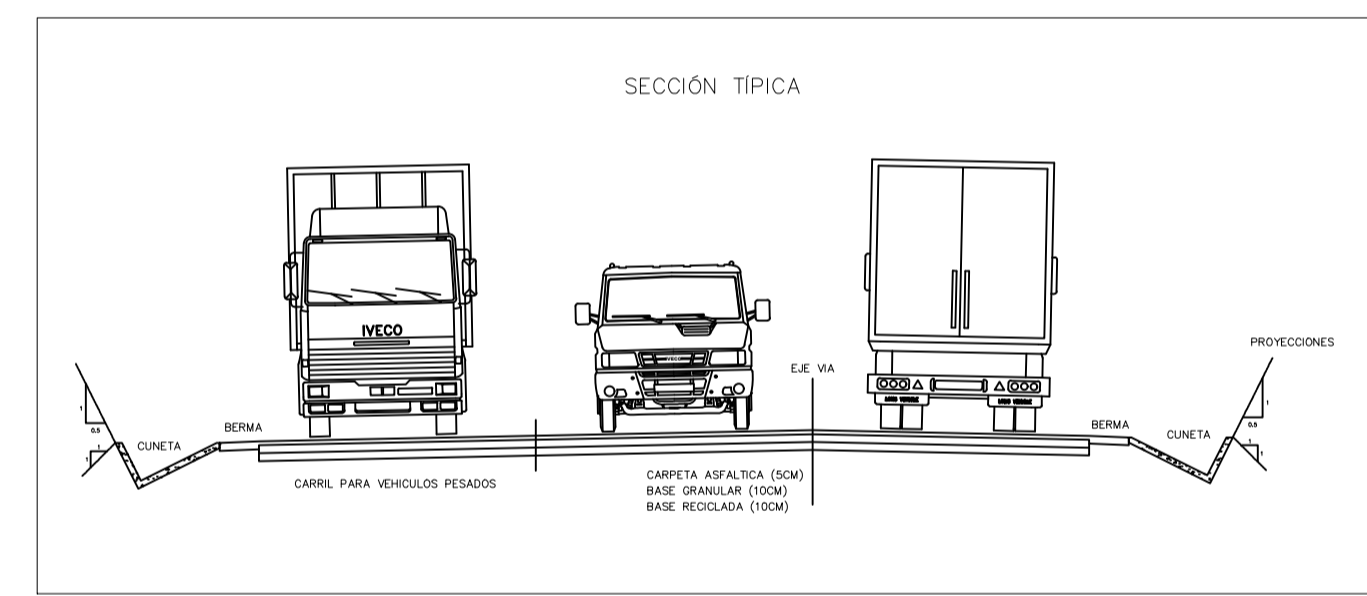
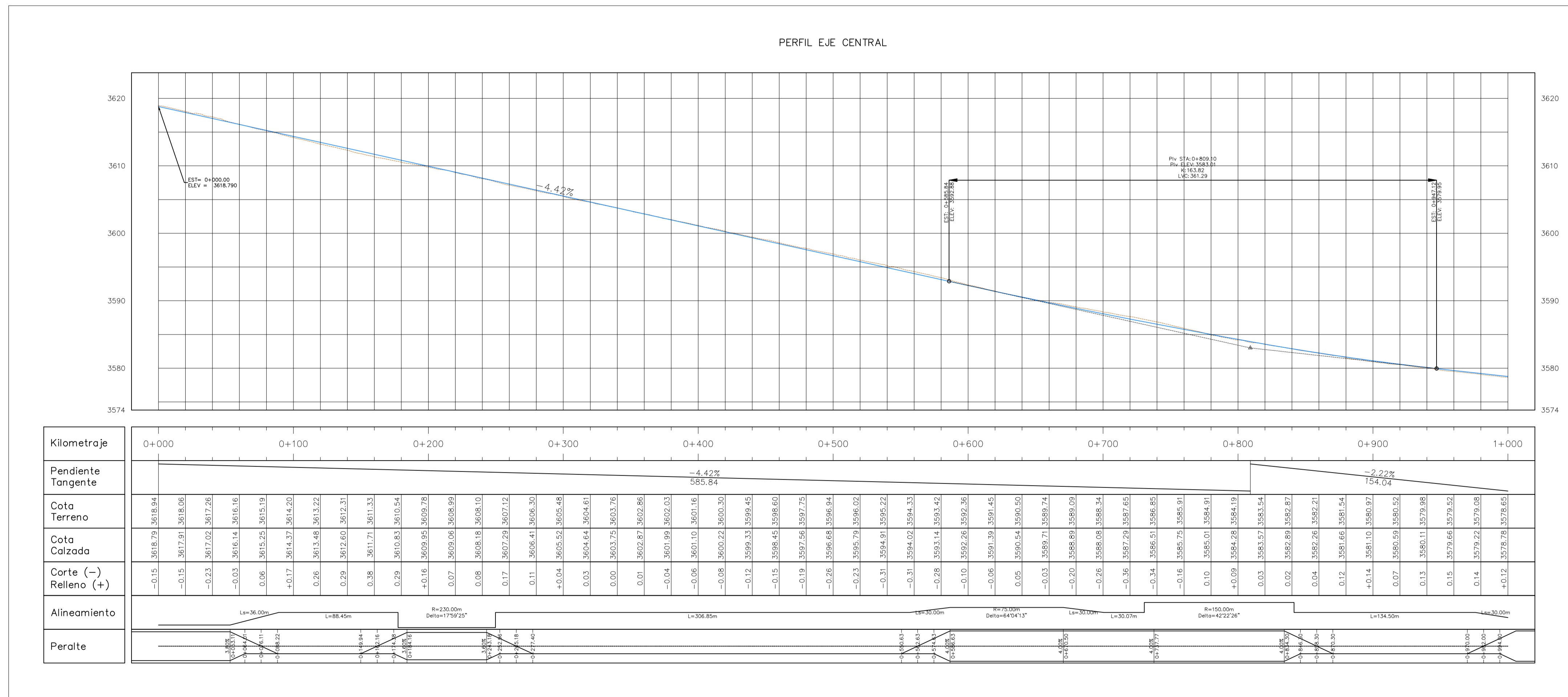


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:1	N85° 06' 34"W	49°41'19"	190.00	87.97	164.77	159.66	19.38	17.58	-0+023.69	-0+111.66	0+053.11	8505298.65	822896.13
PI:2	S55° 37' 23"W	17°59'25"	230.00	36.41	72.22	71.92	2.86	2.83	0+213.97	0+177.56	0+249.78	8505189.81	822666.72
PI:3	N89° 52' 39"W	64°04'13"	75.00	46.93	83.87	79.57	13.47	11.42	0+633.56	0+586.63	0+670.50	8504894.60	822354.24
PI:4	N25° 11' 47"W	42°22'26"	150.00	58.14	110.93	108.42	10.87	10.14	0+788.71	0+730.57	0+841.50	8505015.20	822227.67
PI:5	N66° 28' 26"W	97°12'19"	62.00	70.33	105.19	93.02	31.76	21.00	1+076.33	1+006.00	1+111.19	8505342.08	822204.76
PI:6	N84° 58' 01"W	87°56'34"	60.00	57.88	92.09	83.32	23.37	16.82	1+200.73	1+142.85	1+234.94	8505208.97	822040.02



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

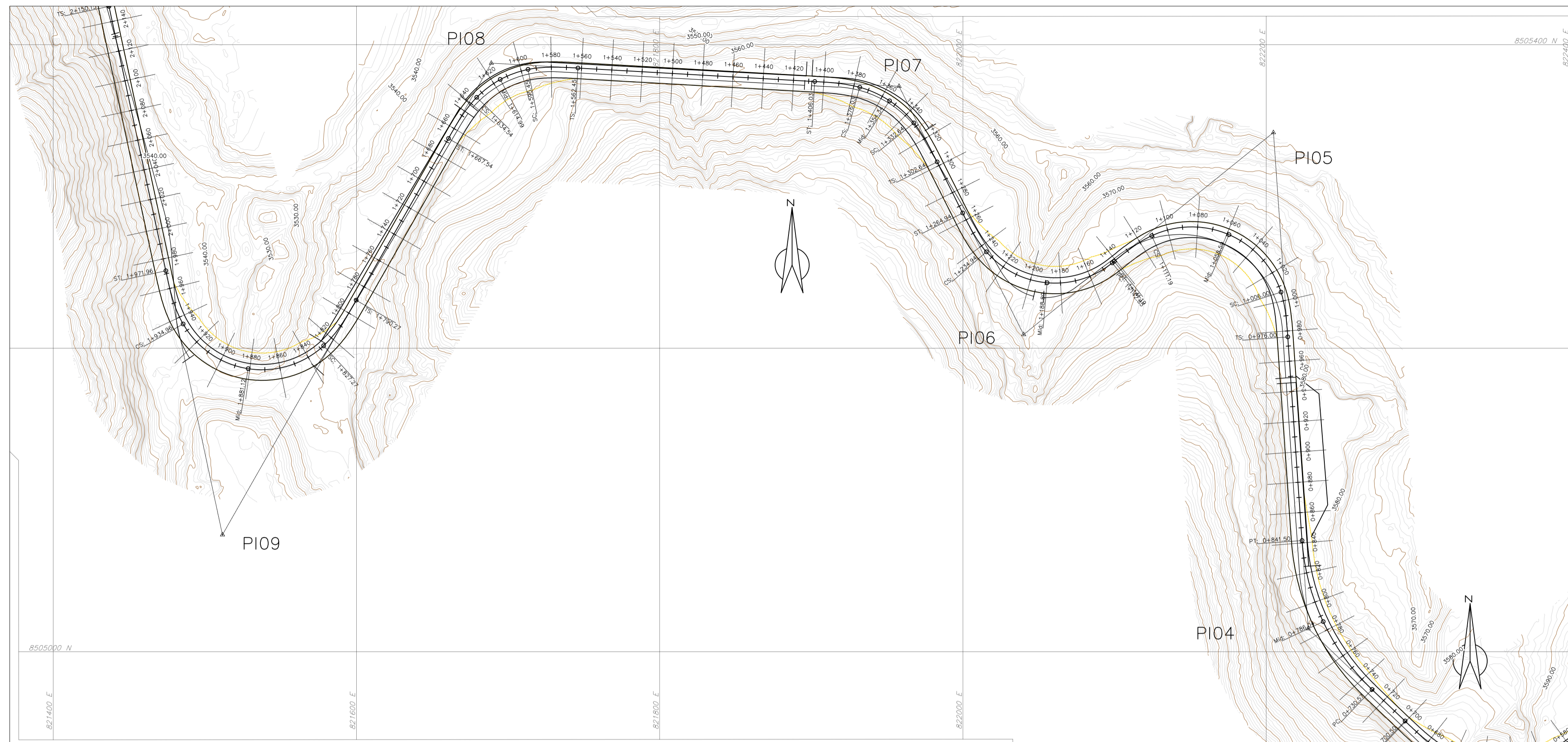
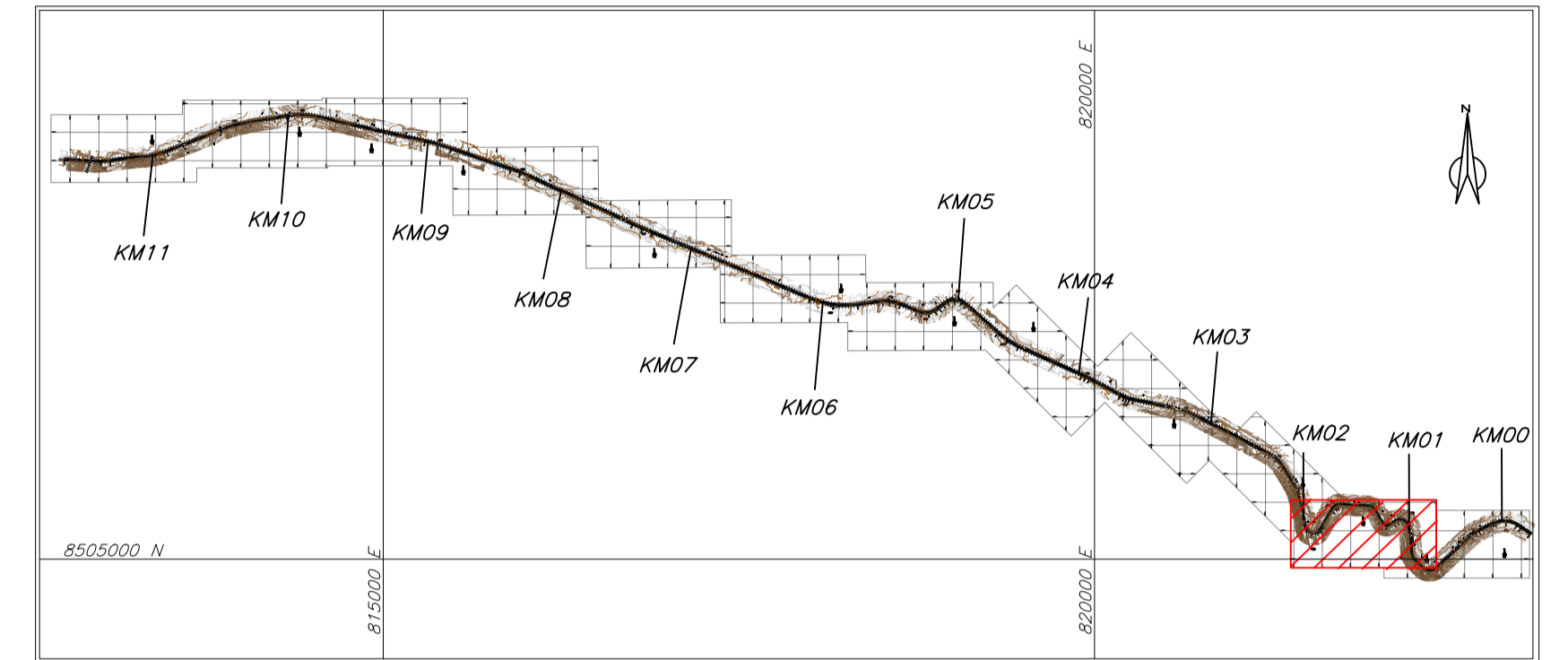


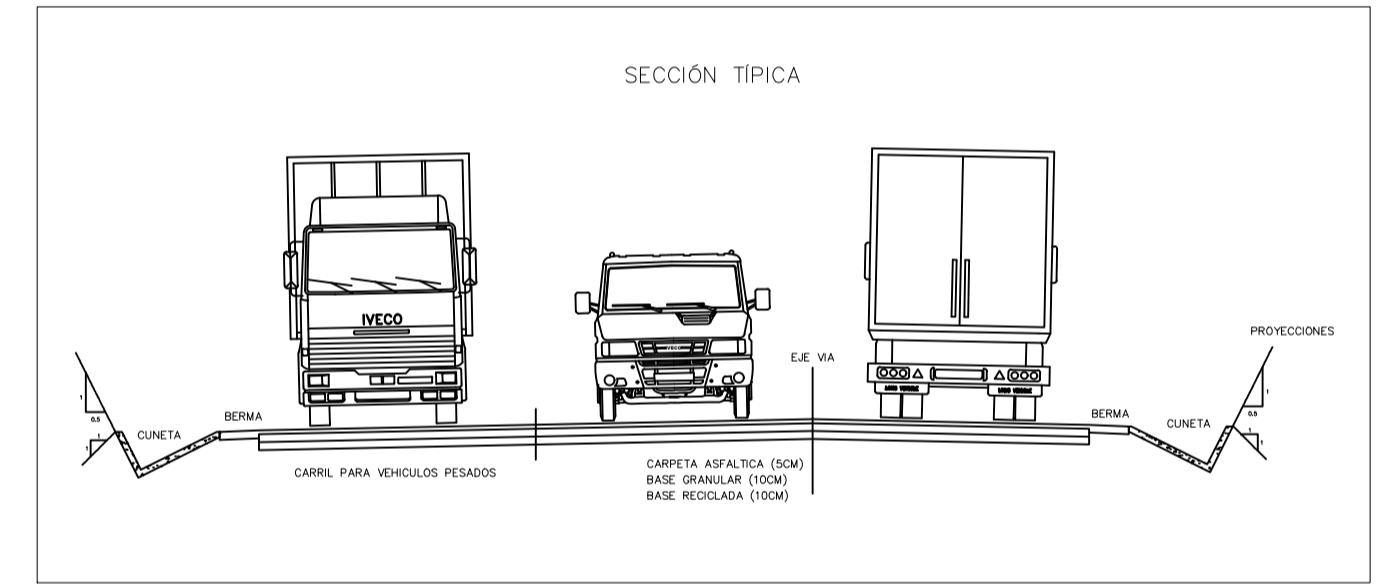
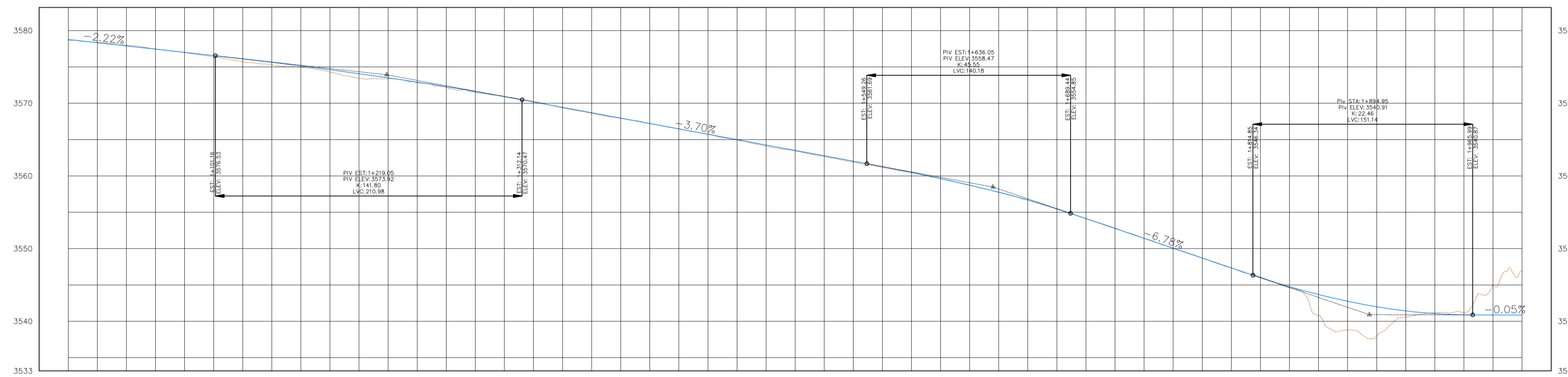
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-4	N25° 11' 47"W	42°22'26"	150.00	58.14	110.93	108.42	10.87	10.14	0+788.71	0+730.57	0+841.50	8505015.20	822227.87
PI-5	N66° 28' 26"W	97°12'19"	62.00	70.33	105.19	93.02	31.76	21.00	1+076.33	1+006.00	1+111.19	8505342.08	822204.76
PI-6	N84° 58' 01"W	87°56'34"	60.00	57.88	92.09	83.32	23.37	16.82	1+200.73	1+142.85	1+234.94	8505208.97	822040.02
PI-7	N56° 42' 30"W	35°31'05"	70.00	22.42	43.39	42.70	3.50	3.34	1+355.06	1+332.64	1+376.03	8505372.51	821957.87
PI-8	S61° 28' 58"W	34°27'21"	65.00	20.16	39.09	38.50	3.05	2.92	1+615.60	1+595.45	1+634.54	8505387.80	821688.97
PI-9	N81° 12' 28"W	102°49'53"	60.00	75.20	107.68	93.80	36.21	22.58	1+902.48	1+827.27	1+934.96	8505077.05	821511.65



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000

PERFIL EJE CENTRAL



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PUENTE
	PARAPETO
	CANAL
	DETLL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

Kilometraje	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000
Pendiente Tangente	-2.22%		-3.70%		-6.78%		-0.05%				
Cota Terreno	3578.65	3578.38	3578.00	3577.97	3577.96	3577.96	3577.96	3577.96	3577.96	3577.96	3577.96
Cota Calzada	3578.78	3578.33	3577.88	3577.43	3576.98	3576.53	3576.08	3575.63	3575.18	3574.73	3574.28
Corte (-) Relleno (+)	+0.12	-0.05	-0.11	-0.03	+0.18	0.38	0.32	0.17	0.32	0.17	-0.07
Alineamiento	Detailed curve data including radii (R), lengths (L), and delta angles (Δ) for each segment.										
Peralte	Superelevation data for each stationing point.										

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

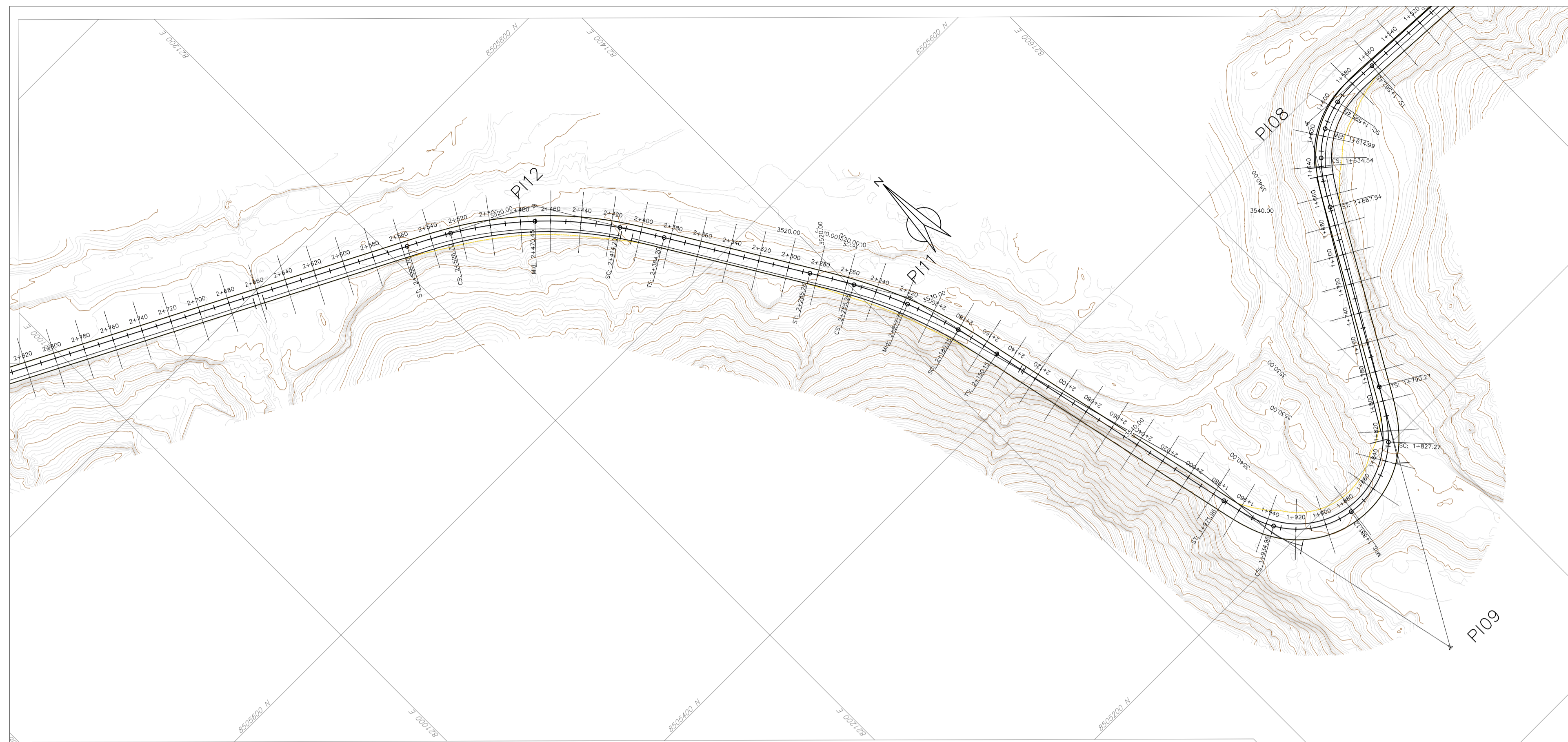
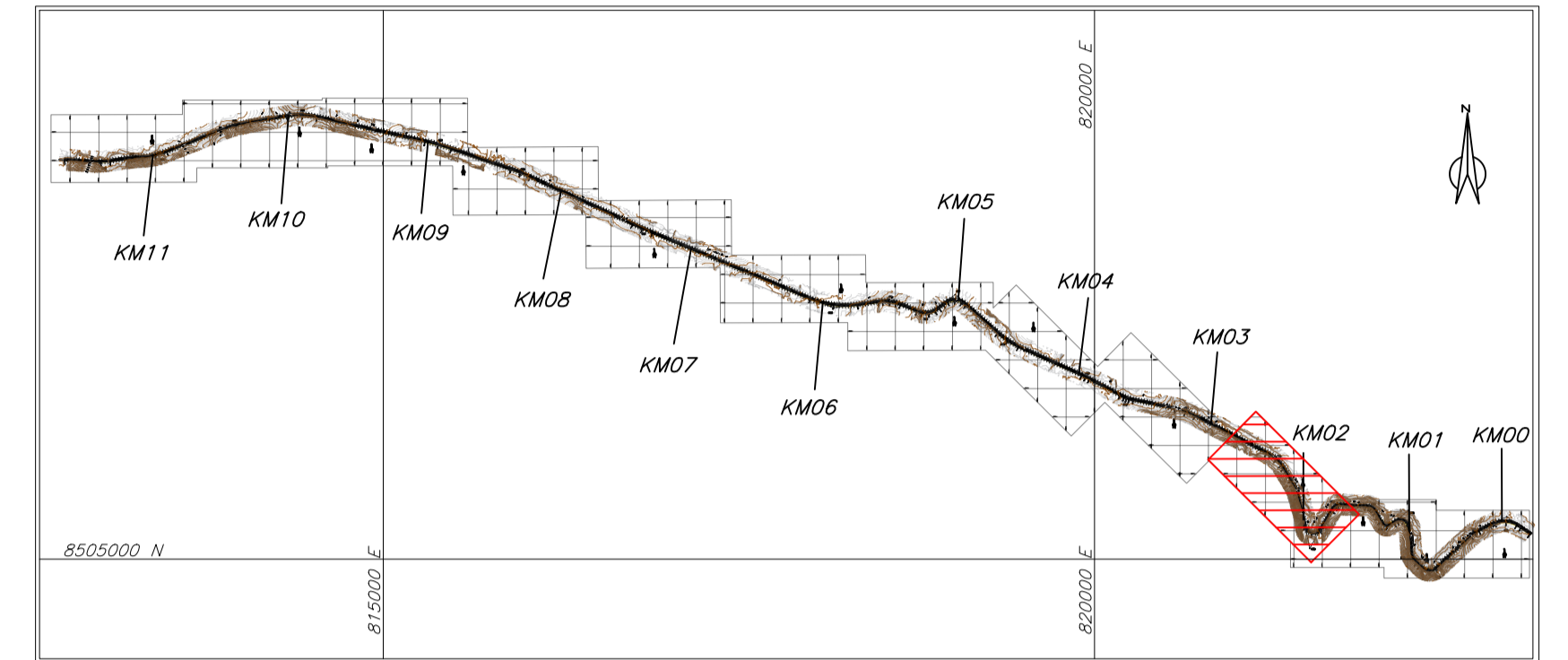


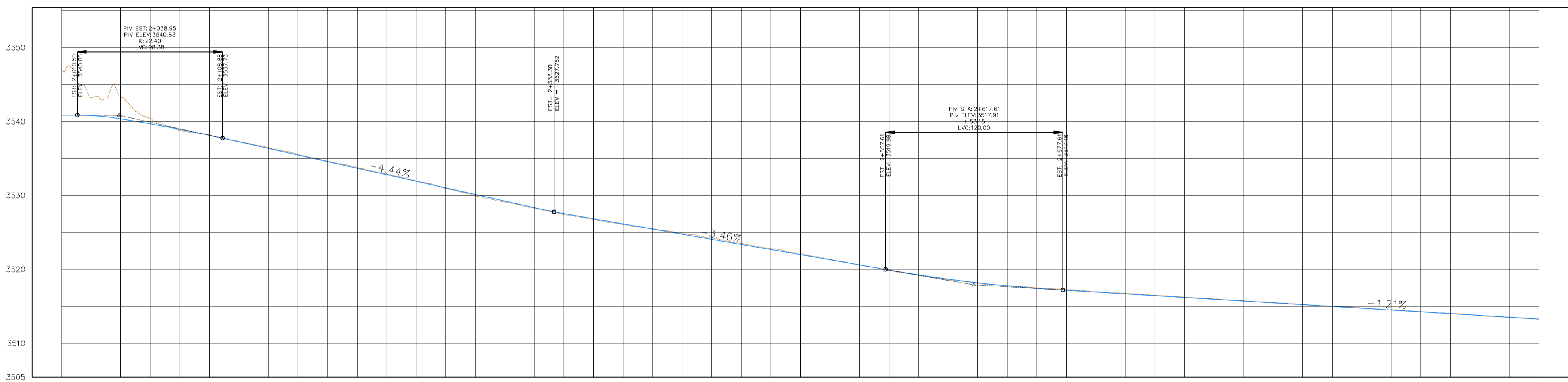
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 8	S61° 28' 58" W	34°27'21"	65.00	20.16	39.09	38.50	3.05	2.92	1+615.60	1+595.45	1+634.54	8505387.80	821688.97
PI: 9	N81° 12' 28" W	102°49'53"	60.00	75.20	107.68	93.80	36.21	22.58	1+902.48	1+827.27	1+934.96	8505077.05	821511.65
PI: 11	N21° 41' 06" W	133°39'42"	315.00	37.73	75.11	74.93	2.25	2.24	2+217.88	2+180.15	2+255.26	8505491.74	821422.55
PI: 12	N46° 56' 45" W	24°47'32"	260.00	57.15	112.50	111.63	6.21	6.06	2+471.34	2+414.20	2+526.70	8505709.87	821290.21



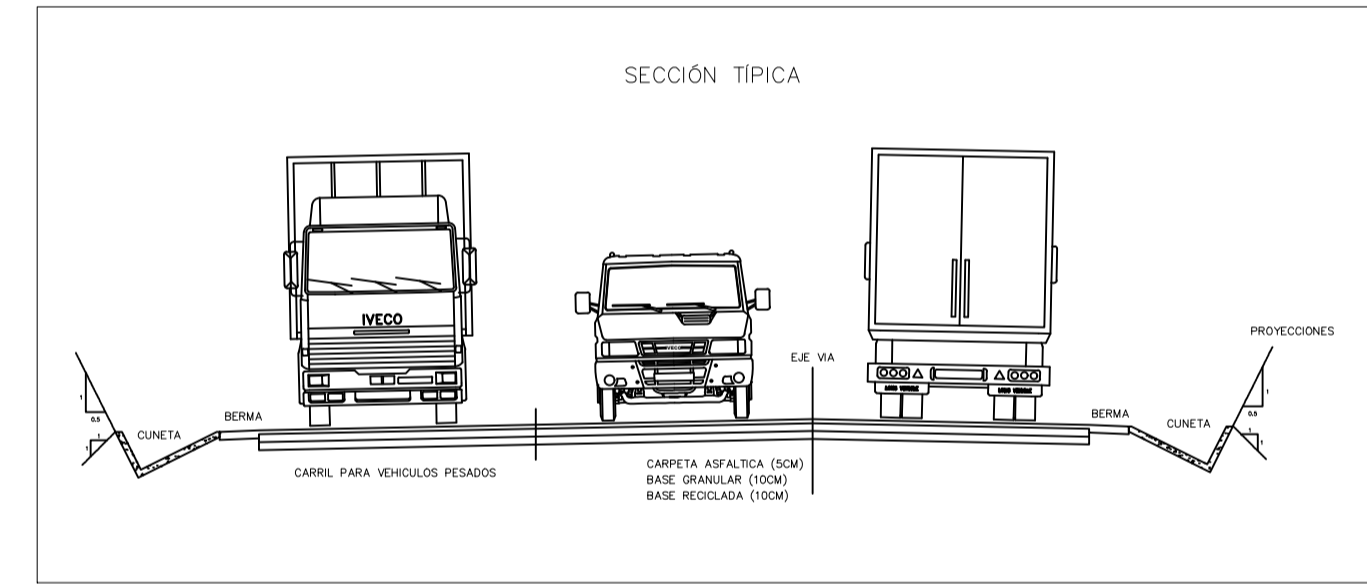
PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000

PERFIL EJE CENTRAL



Kilometraje	2+000	2+100	2+200	2+300	2+400	2+500	2+600	2+700	2+800	2+900	3+000
Pendiente Tangente	-0.06%		-4.44%		-3.46%		-1.21%		-1.21%		
Cota Terreno	3540.86	3546.96	3553.15	3559.34	3565.53	3571.72	3577.91	3584.10	3590.29	3596.48	3602.67
Cota Calzada	3540.86	3546.96	3553.15	3559.34	3565.53	3571.72	3577.91	3584.10	3590.29	3596.48	3602.67
Corte (-) Relleno (+)	-6.10	3540.86	3546.96	3553.15	3559.34	3565.53	3571.72	3577.91	3584.10	3590.29	3602.67
Alineamiento	L=178.13m, L=30.00m, R=315.00m, Delta=133°42', L=30.00m, L=98.94m, L=30.00m, R=260.00m, Delta=24°47'32", L=30.00m, L=566.36m										
Peralte	0.09, 0.18, +0.10, 0.07, 0.15, 0.12, 0.08, -0.05, -0.14, -0.15, -0.15, -0.15, -0.18, -0.08, 0.00, 0.04, 0.07, -0.08, -0.06, -0.05, -0.04, -0.07, -0.05, -0.06, -0.01, -0.02, -0.03, -0.05, -0.03, -0.01, 0.05, 0.03, +0.05										



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PUENTE
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

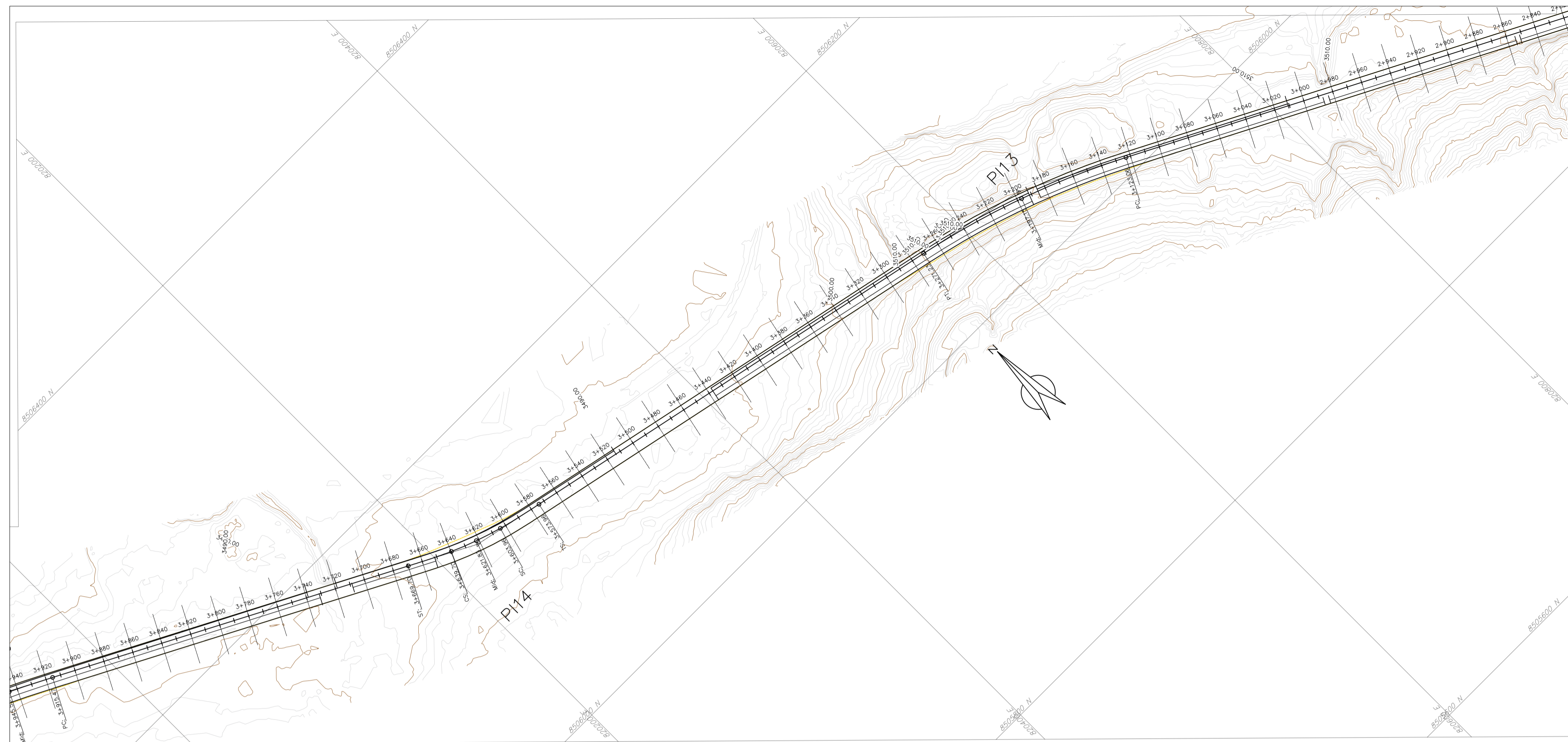
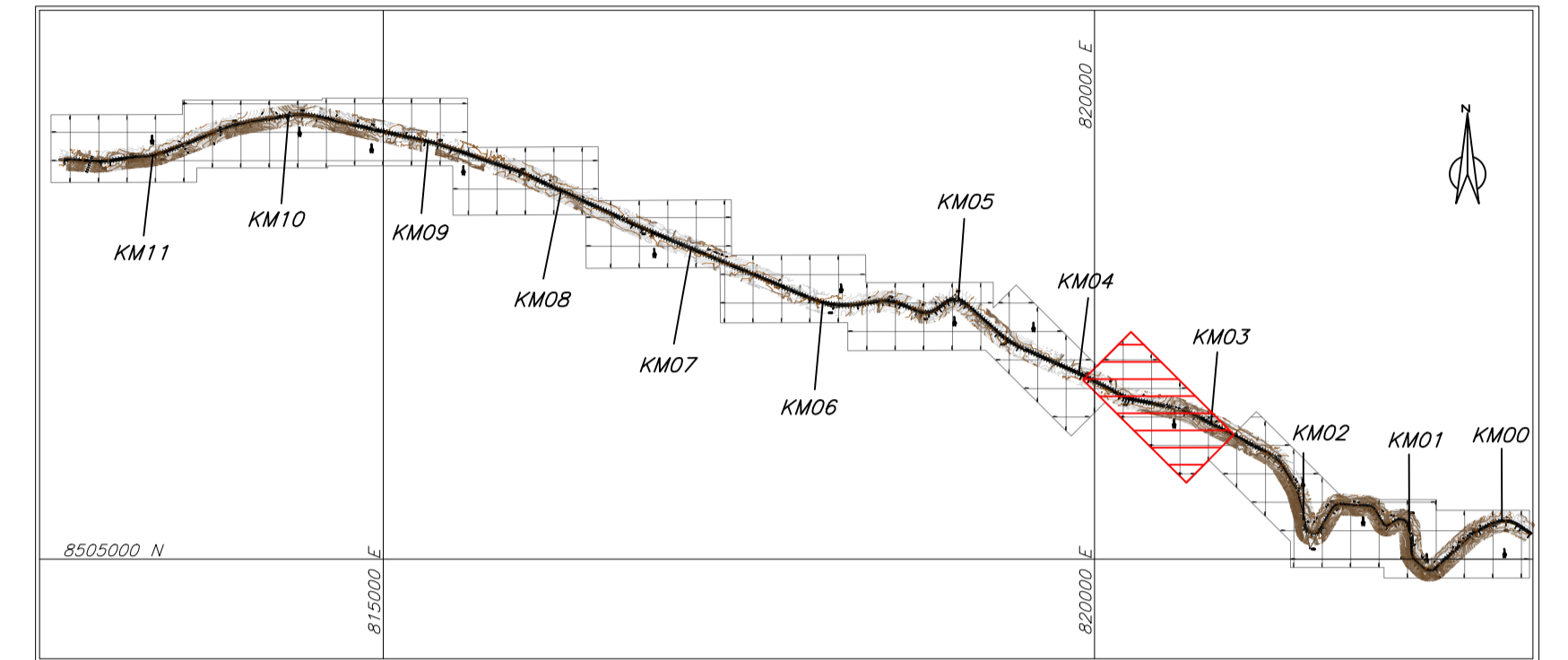


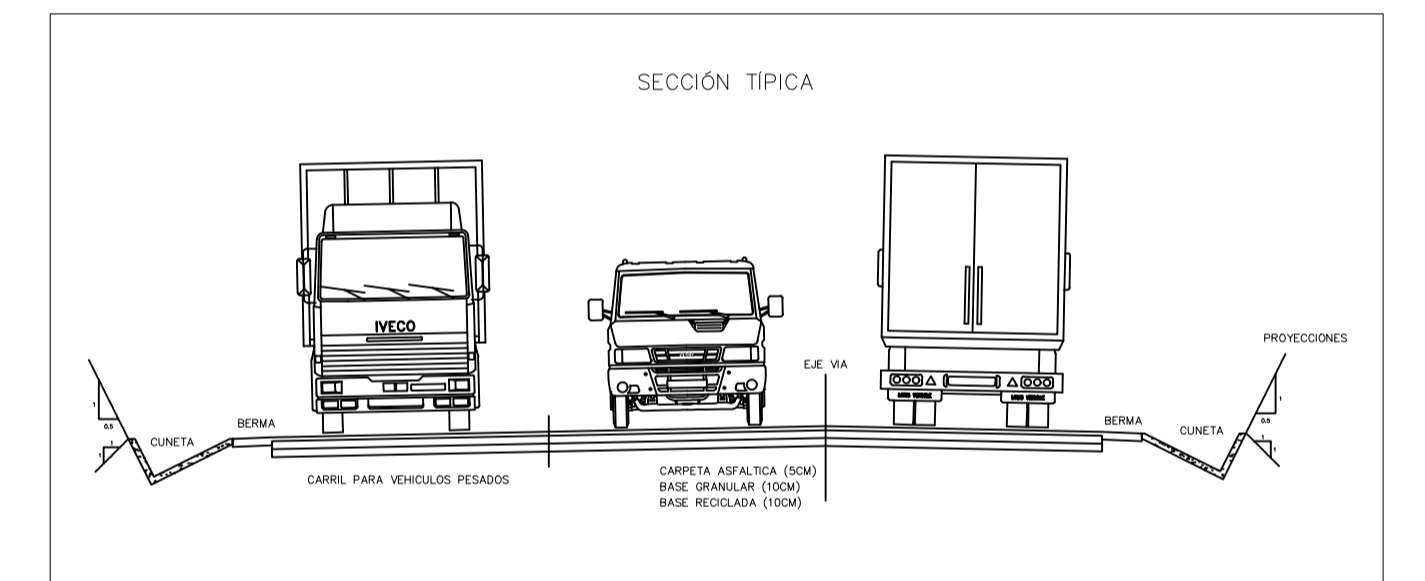
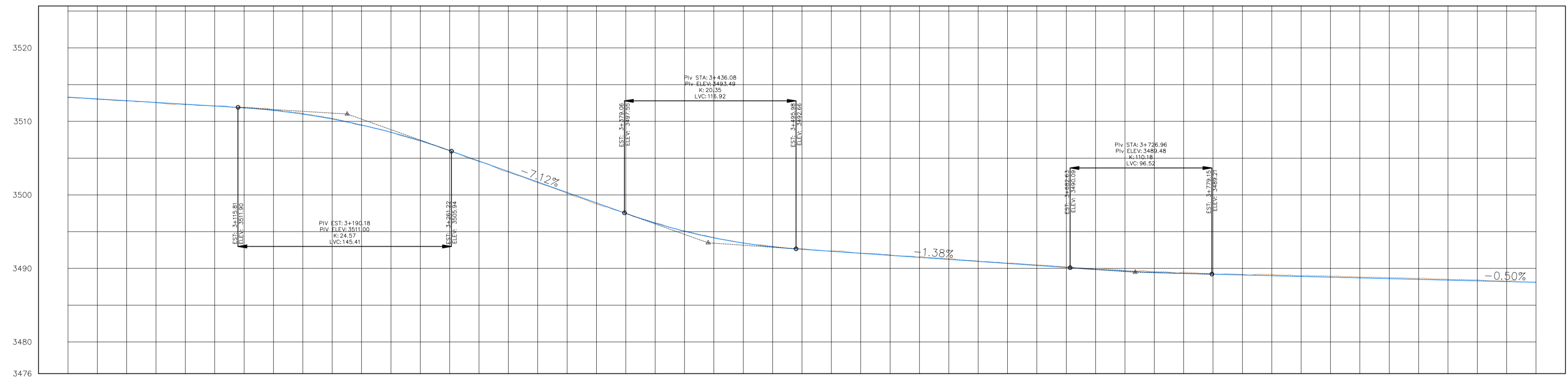
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 13	N70° 21' 55"W	15°26'08"	550.00	74.54	148.17	147.72	5.03	4.98	3+197.60	3+123.06	3+271.23	8506044.83	820642.69
PI: 14	N70° 14' 09"W	8°31'57"	240.00	17.90	35.74	35.71	0.67	0.67	3+621.86	3+603.96	3+639.70	8506132.67	820226.50



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000

PERFIL EJE CENTRAL



SECCION TIPICA

Kilometraje	3+000	3+100	3+200	3+300	3+400	3+500	3+600	3+700	3+800	3+900	4+000
Pendiente Tangente	-1.21% 458.20		-7.12% 117.85			-1.38% 182.65		-0.50% 399.57			
Cota Terreno	3513.30	3513.00	3512.78	3512.54	3512.27	3512.10	3511.92	3511.85	3511.49	3511.53	3511.07
Cota Calzada	3513.30	3513.00	3512.78	3512.54	3512.27	3512.10	3511.92	3511.85	3511.49	3511.53	3511.07
Corte (-) Relleno (+)	+0.05	0.05	0.04	0.03	0.06	-0.01	-0.08	-0.08	-0.03	-0.04	-0.09
Alineamiento	R=150.00m Delta=192°08'		L=302.72m			R=440.00m Delta=8°31'57"		L=245.77m			R=150.00m Delta=73°09'
Peralte	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%	-1.00%

LEYENDA

- CURVA DE NIVEL MAYOR
- CURVA DE NIVEL MENOR
- EJE DE VIA
- BERMA
- BARRERA
- CUNETA
- POSTES DELIMITADORES
- PONTON
- PUENTE
- PARAPETO
- CANAL
- DETLL. POSTES MEDIA
- POSTES
- SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

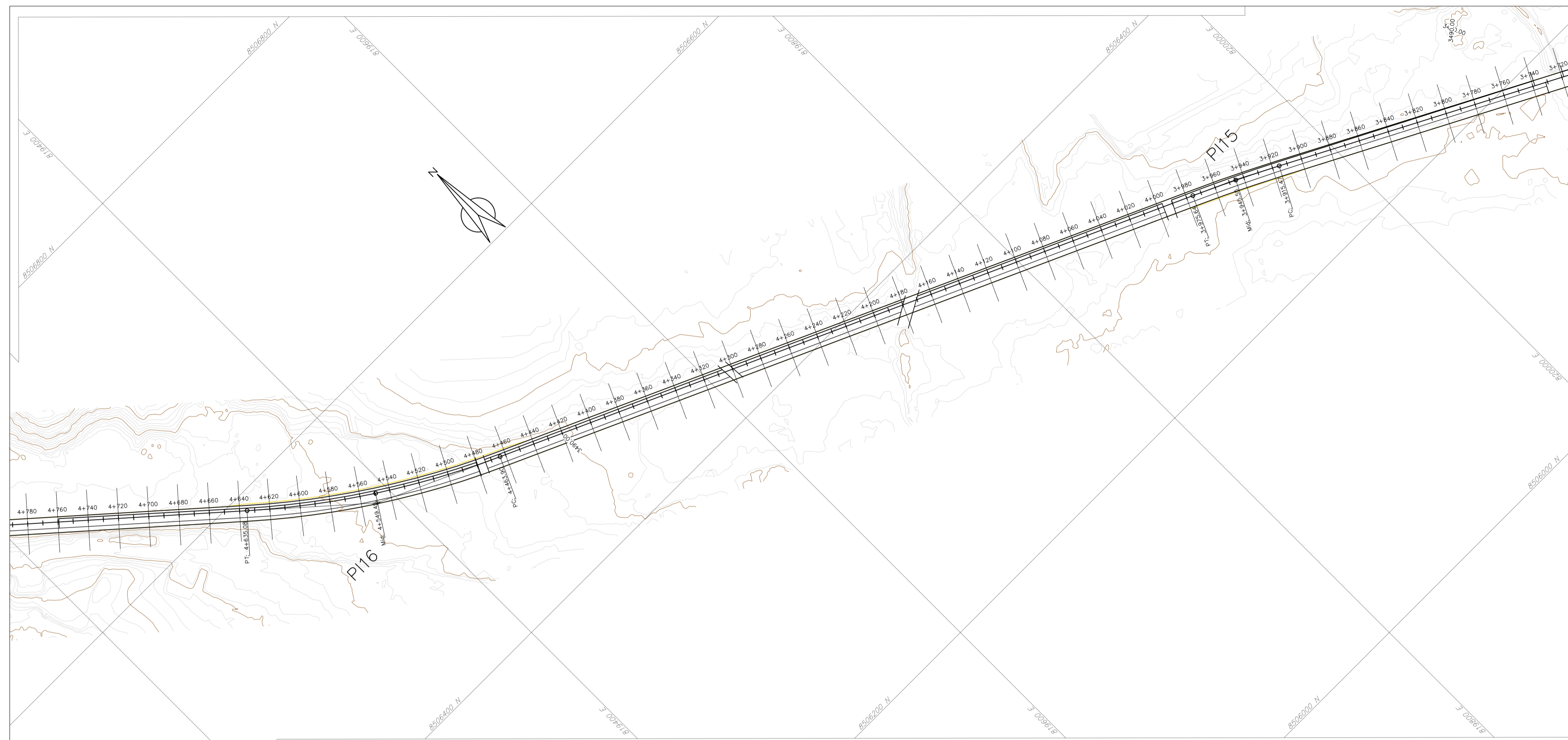
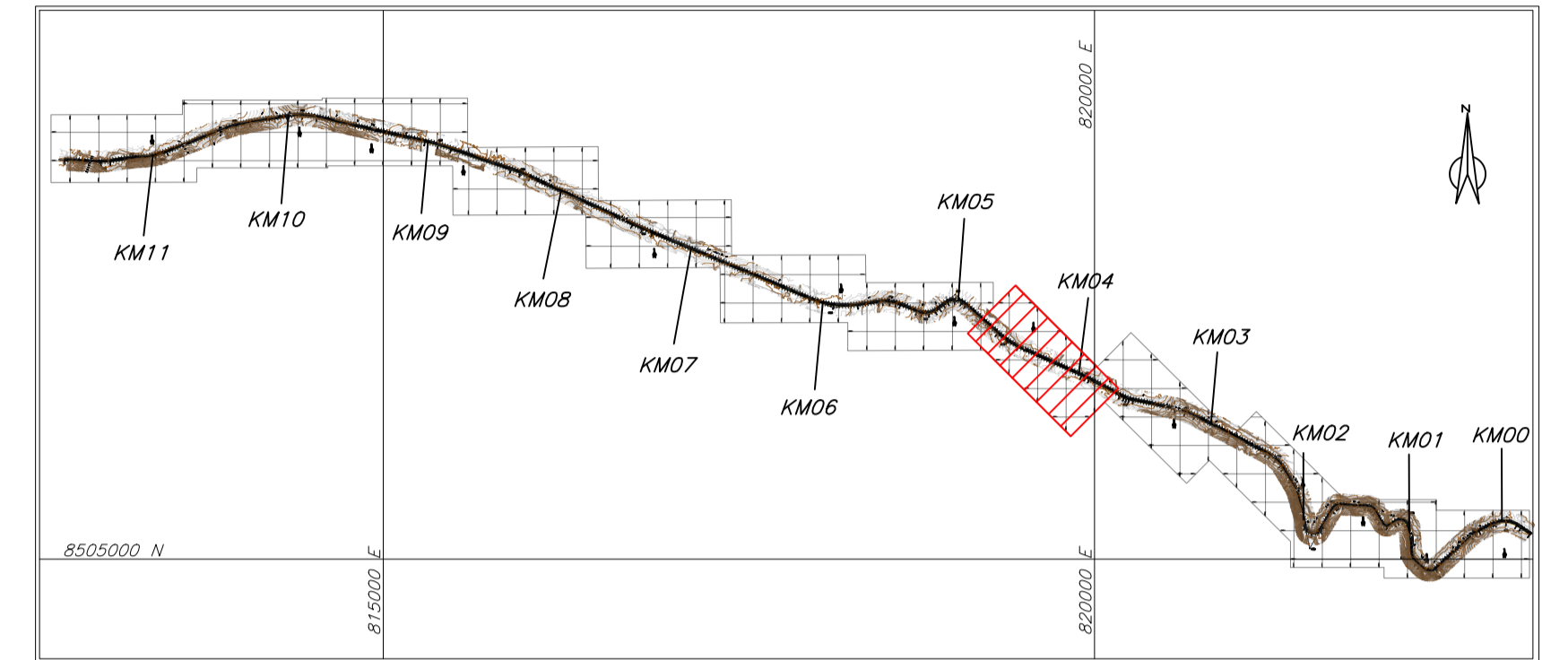


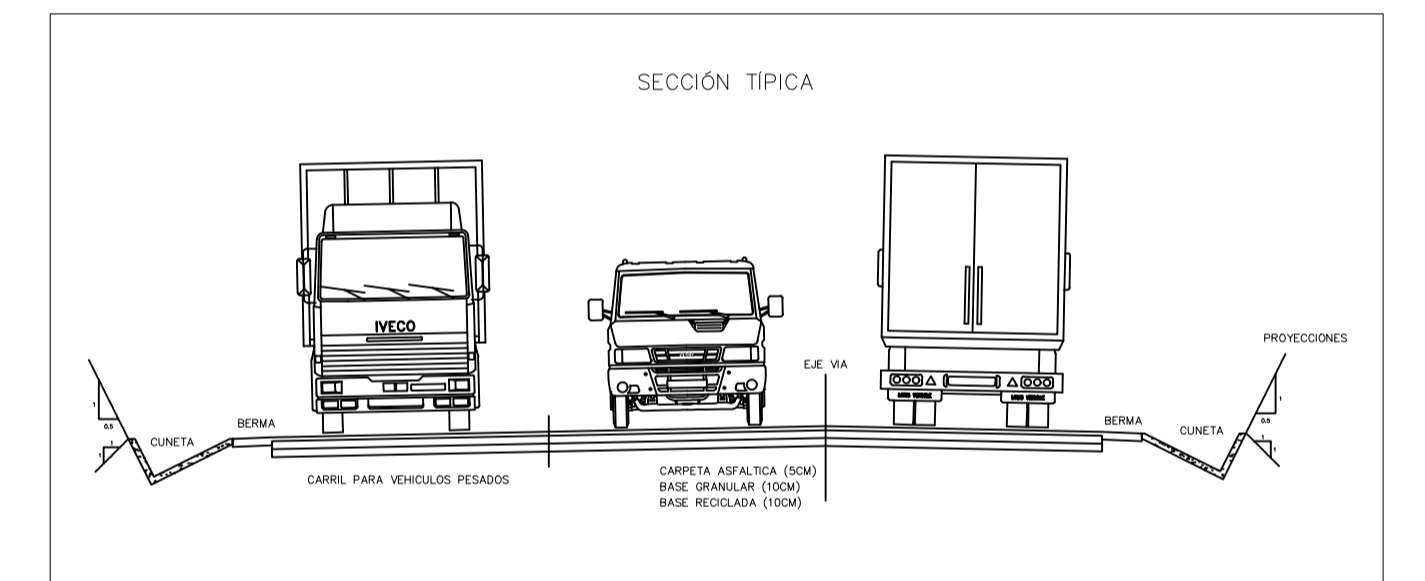
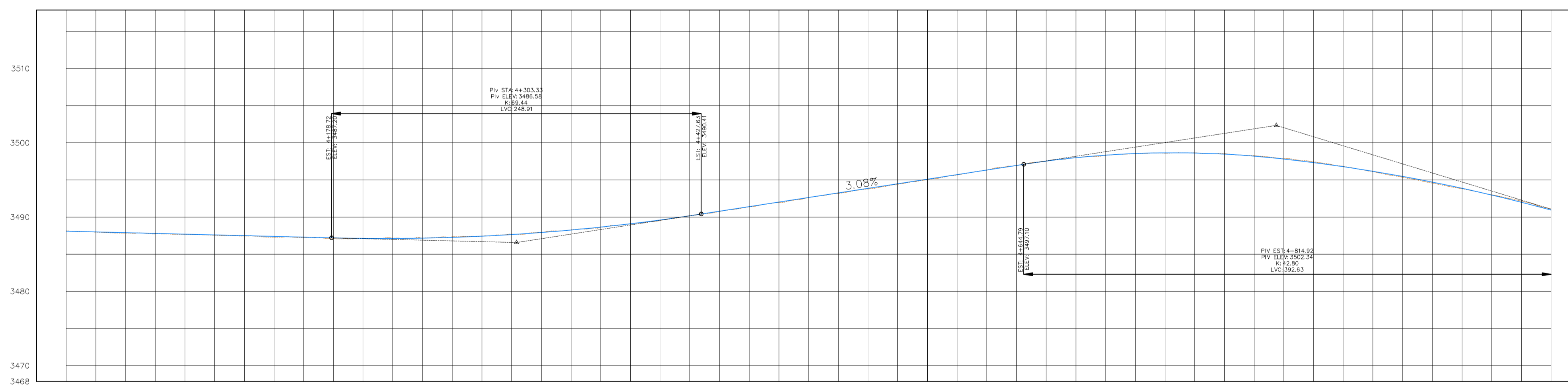
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 15	N64° 00' 53"W	31°5'09"	1060.00	30.09	60.17	60.17	0.43	0.43	3+945.56	3+915.47	3+975.64	8506282.81	819939.44
PI: 16	N57° 02' 16"W	17°12'23"	570.00	86.24	171.18	170.53	6.49	6.41	4+550.14	4+463.90	4+635.08	8506532.18	819388.66



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000

PERFIL EJE CENTRAL



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PUENTE
	PARAPETO
	CANAL
	DETLL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

Kilometraje	4+000	4+100	4+200	4+300	4+400	4+500	4+600	4+700	4+800	4+900	5+000
Pendiente	-0.50%		3.08%		3.08%		3.08%		-0.50%		
Tangente	393.9		57		217.16		217.16		393.9		
Cota Terreno	3488.14	3487.98	3487.84	3487.71	3487.65	3487.55	3487.46	3487.29	3487.25	3487.10	3487.12
Cota Calzada	3488.10	3488.00	3487.84	3487.71	3487.65	3487.55	3487.46	3487.29	3487.25	3487.10	3487.12
Corte (-)	-0.04	0.02	0.06	0.07	0.05	+0.05	0.04	0.11	0.05	0.10	+0.01
Relleno (+)											
Alineamiento	L=488.26m		R=1070.00m Seto=17°2'23"		L=296.01m		L=38.00m				
Peralte											

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

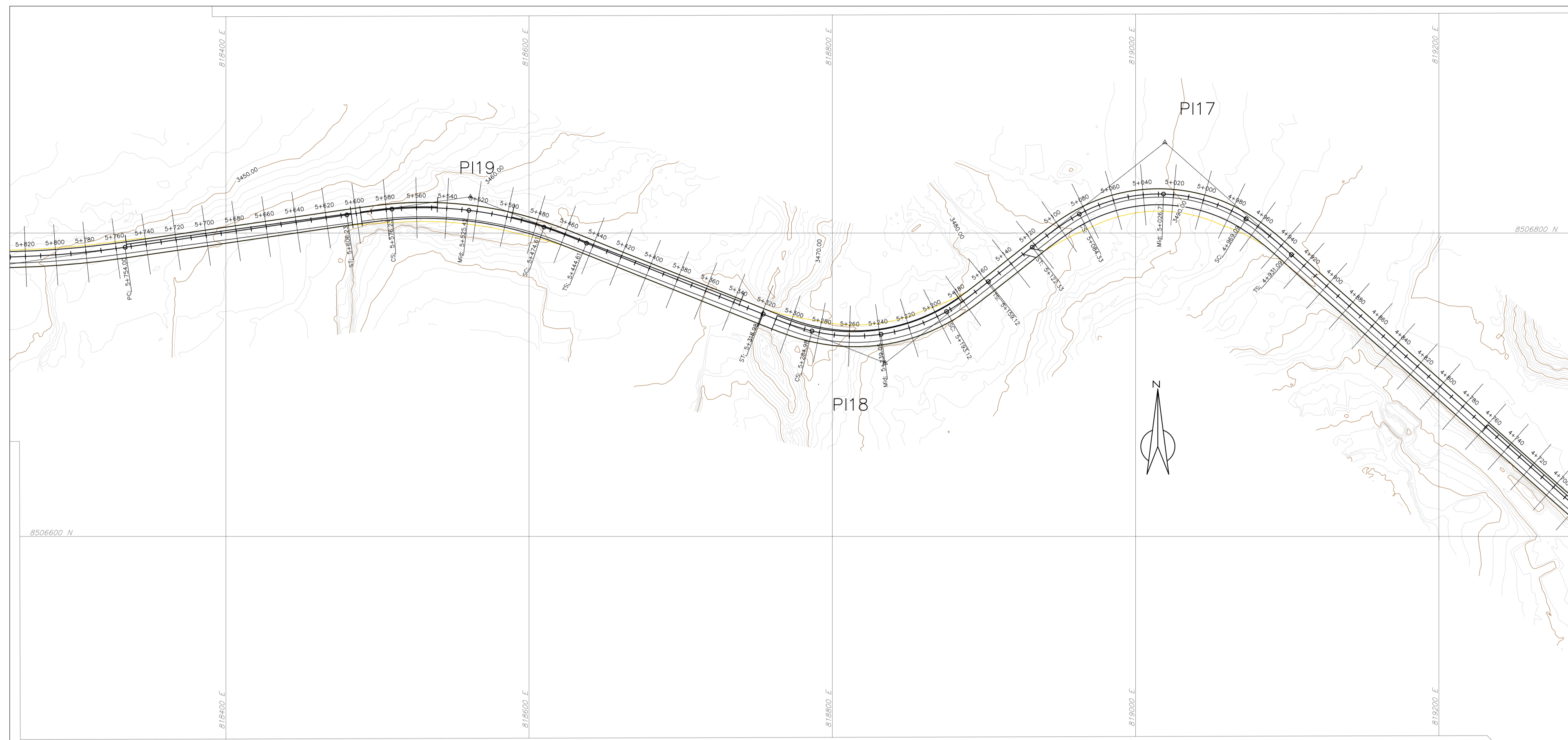
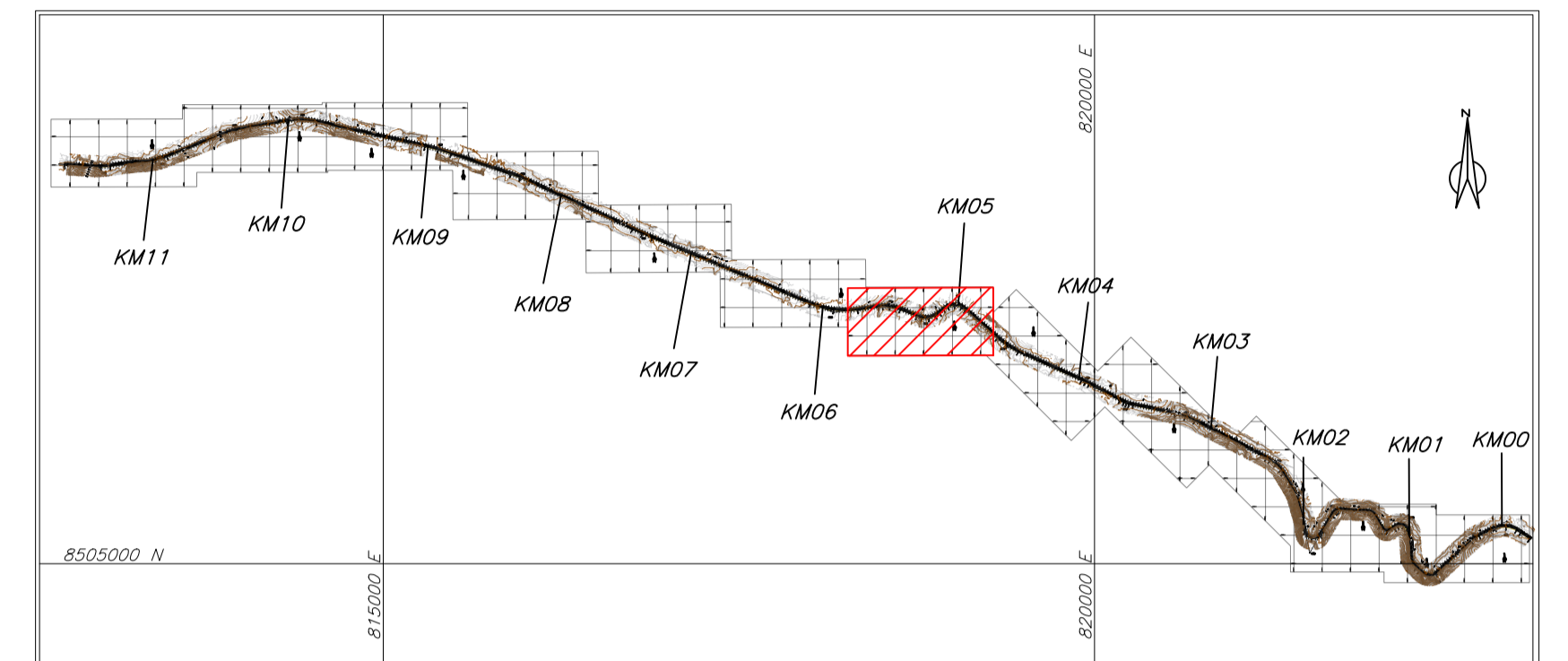


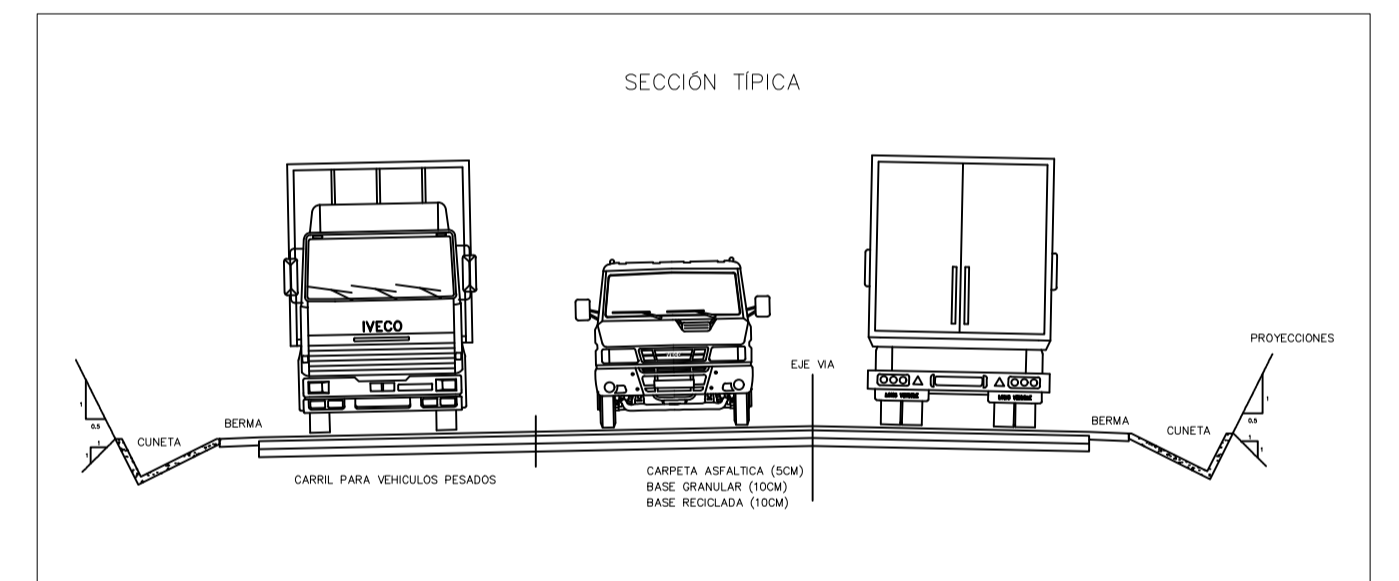
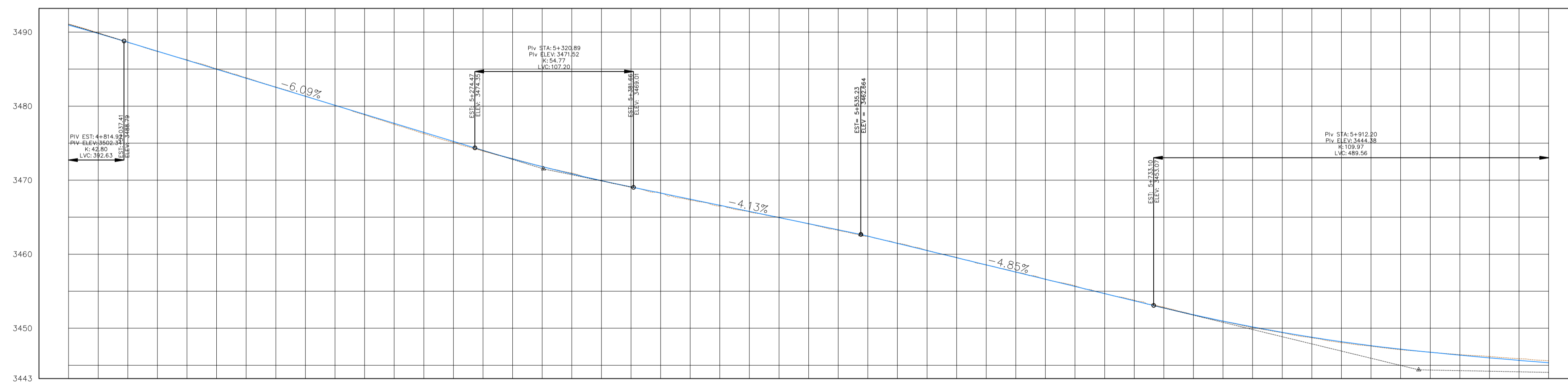
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 17	N86° 20' 36"W	60°01'28"	110.00	63.54	115.24	110.04	17.03	14.75	5+032.63	4+969.09	5+084.33	8506859.73	819019.29
PI: 18	S81° 47' 40"W	43°51'34"	120.00	48.31	91.86	89.63	9.36	8.68	5+241.43	5+193.12	5+284.98	8506714.32	818834.85
PI: 19	N83° 14' 31"W	23°17'24"	250.00	51.52	101.62	100.92	5.25	5.15	5+526.13	5+474.61	5+576.23	8506823.95	818561.32



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000

PERFIL EJE CENTRAL



Kilometraje	5+000	5+100	5+200	5+300	5+400	5+500	5+600	5+700	5+800	5+900	6+000
Pendiente Tangente	-6.09%		-237.05%		-4.73%		-153.57%		-4.65%		
Cota Terreno	3490.99	3489.91	3488.62	3487.39	3486.26	3485.04	3483.83	3482.59	3481.37	3480.10	3478.83
Cota Calzada	3490.99	3489.83	3488.62	3487.39	3486.26	3485.04	3483.83	3482.59	3481.37	3480.10	3478.83
Corte (-) Relleno (+)	-0.14	-0.09	0.01	0.02	-0.06	-0.07	-0.05	-0.04	-0.04	0.01	0.06
Alineamiento	R=110.00m L=36.79m L=24.00m L=24.00m L=125.43m L=20.00m R=250.00m L=20.00m L=147.77m R=420.00m L=119.31m L=489.56m										
Peralte	-4.00% -3.00% -2.00% -1.00% -0.50% -0.25% -0.125% -0.0625% -0.03125% -0.015625% -0.0078125% -0.00390625%										

LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARRERA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

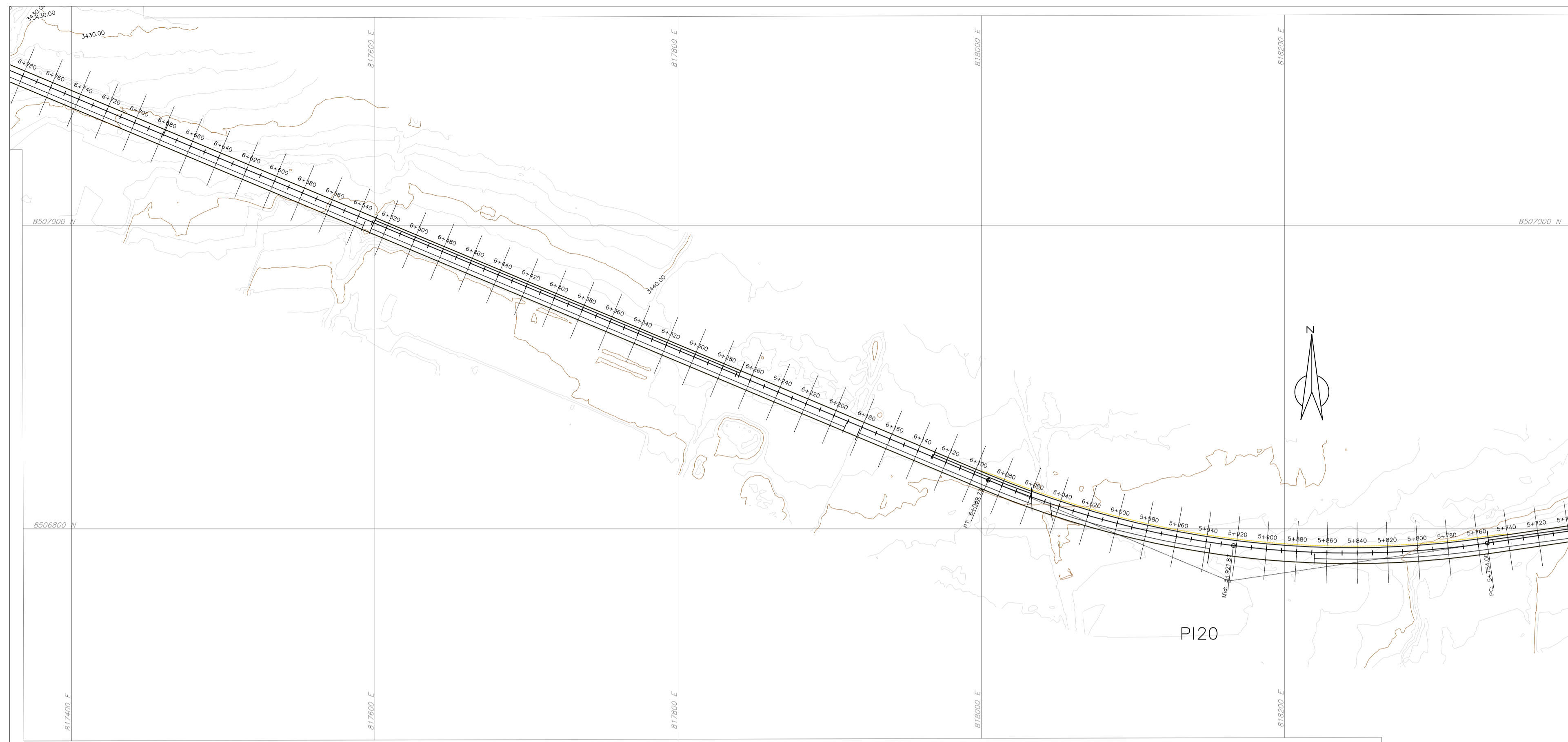
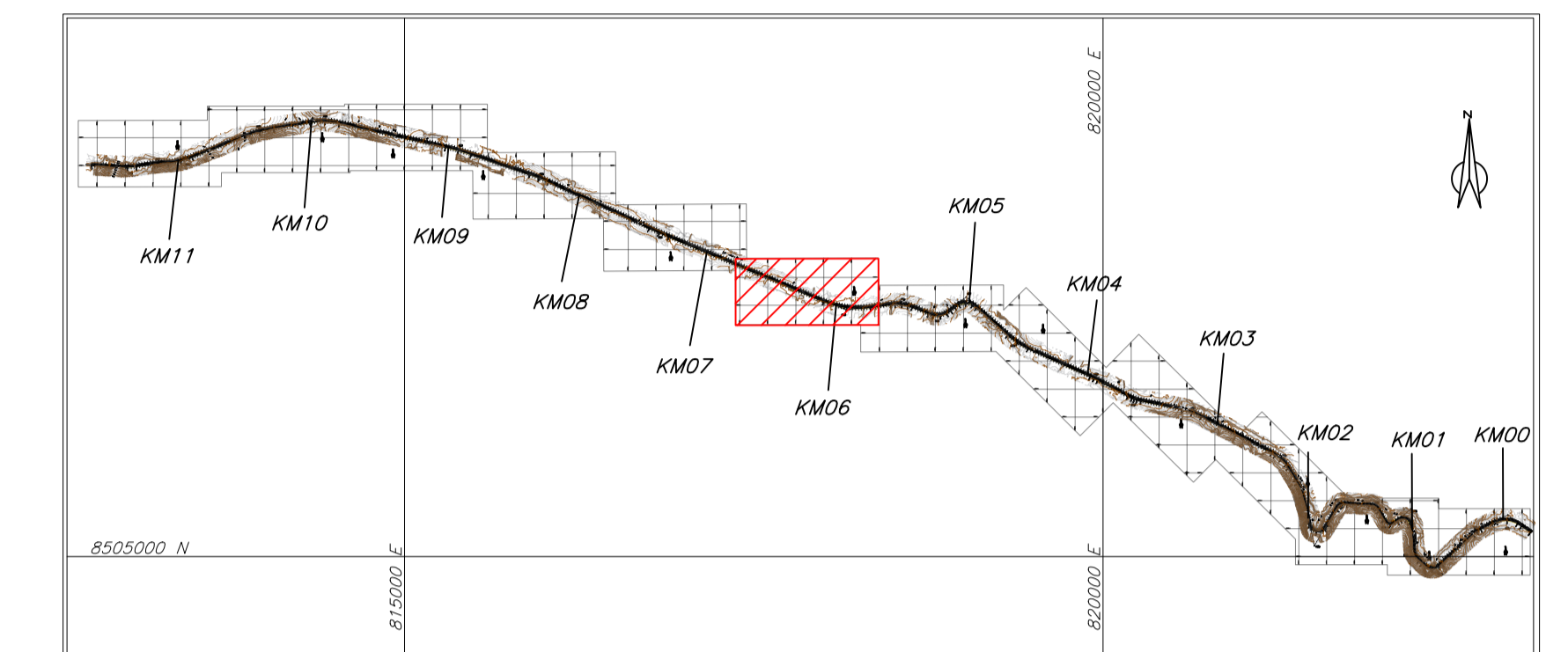
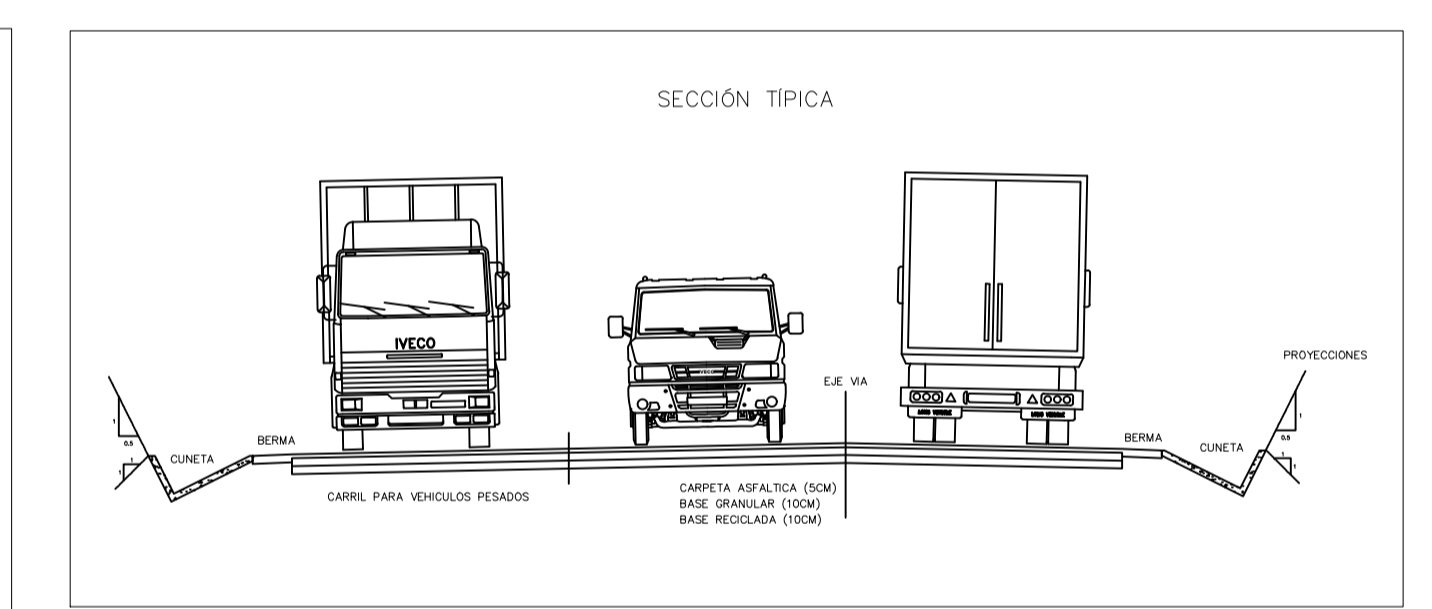
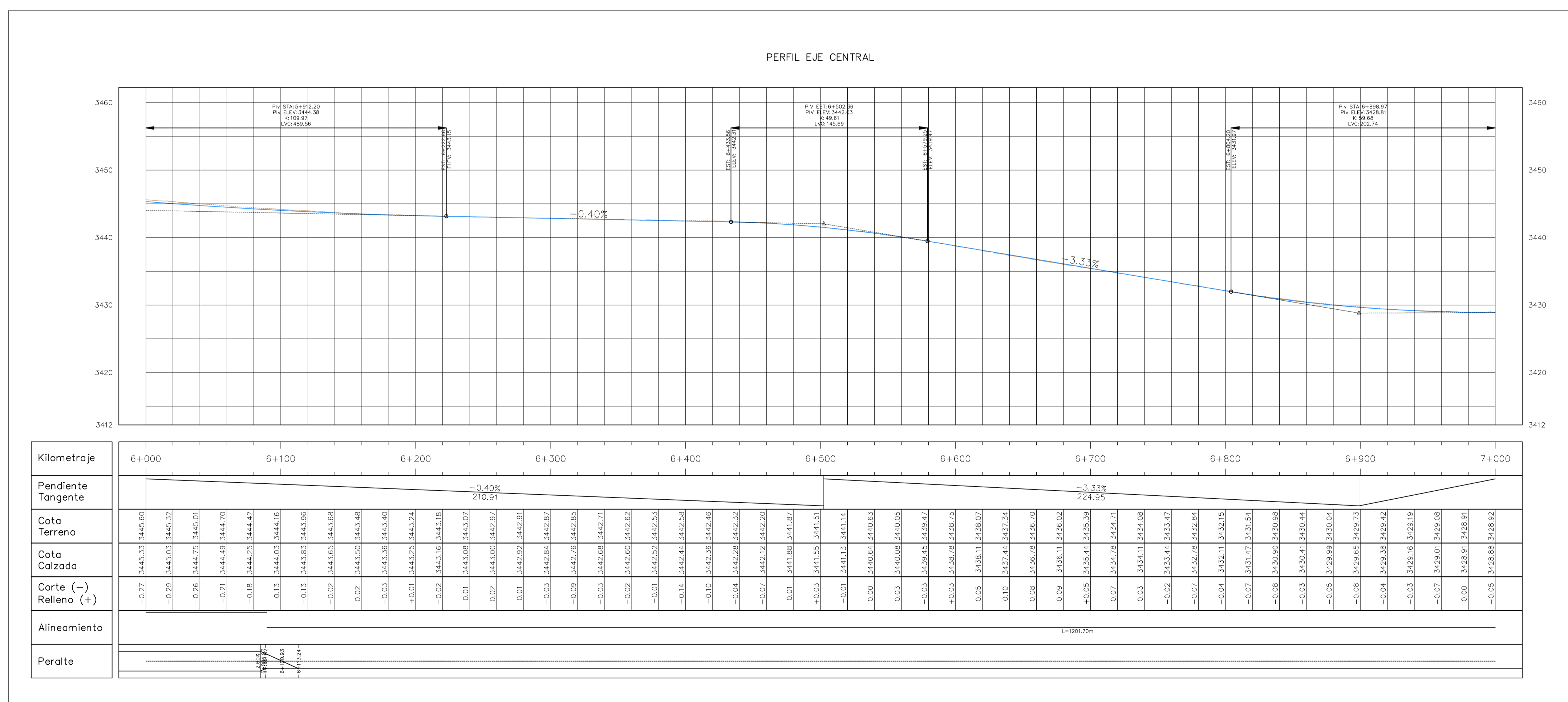


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 20	N82° 48' 43"W	31°01'32"	620.00	172.09	335.73	331.64	23.44	22.59	5+926.09	5+754.00	6+089.73	8506765.71	818163.29



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

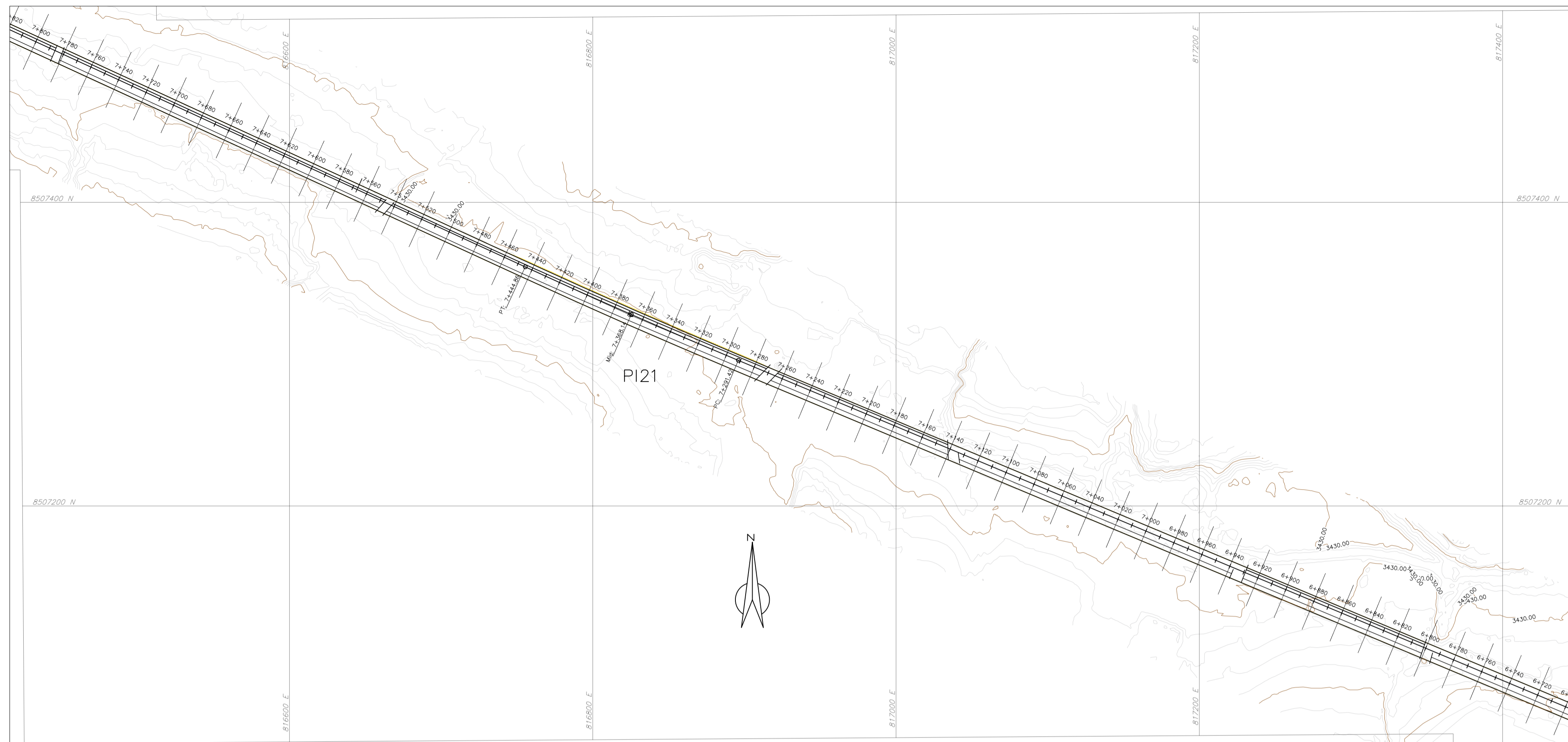
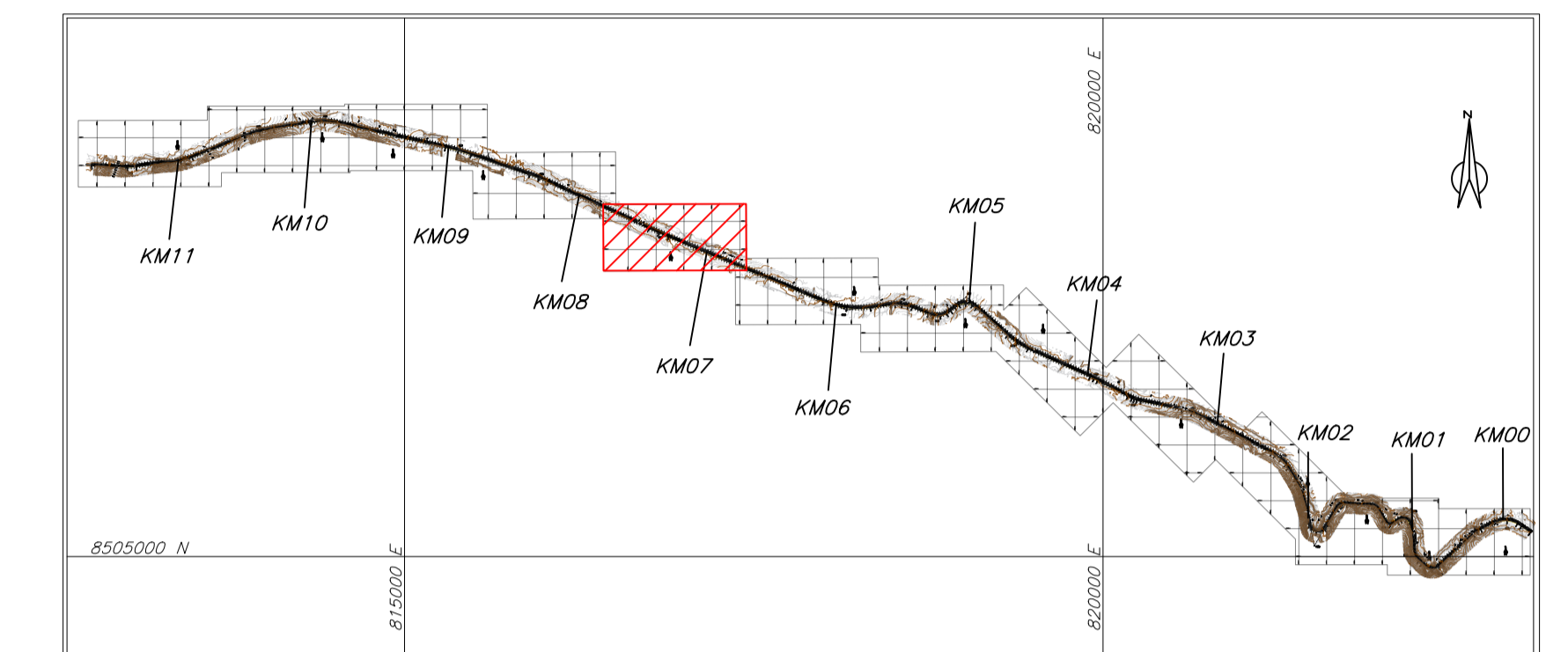
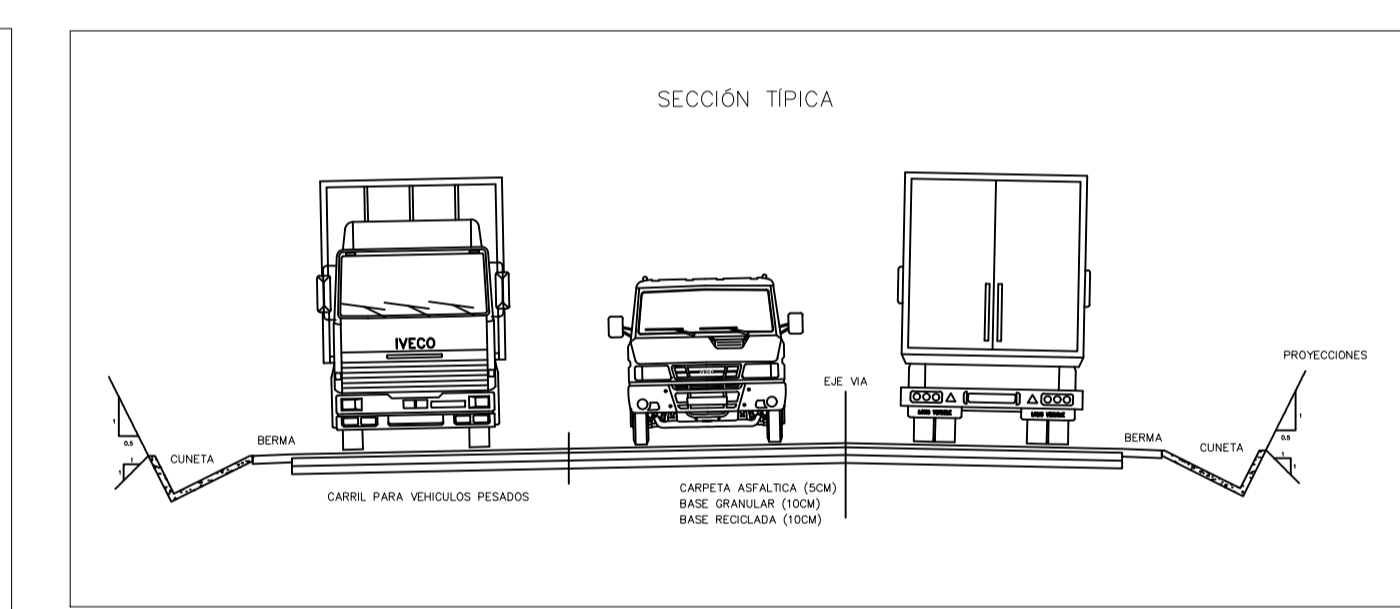
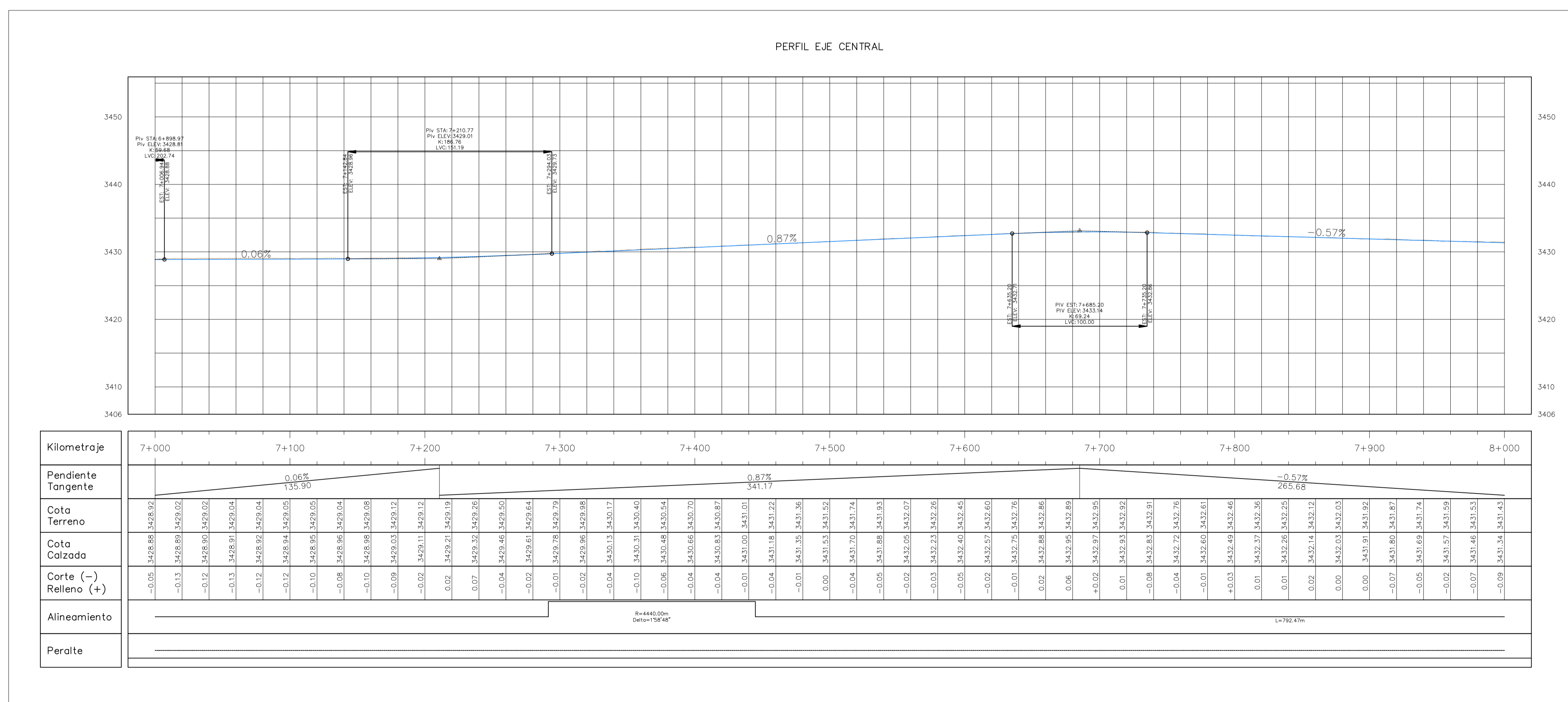


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:21	N66° 18' 33"W	1°58'48"	4440.00	76.72	153.43	153.42	0.66	0.66	7+368.15	7+291.42	7+444.86	8507325.49	816825.15



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000



LEYENDA

	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

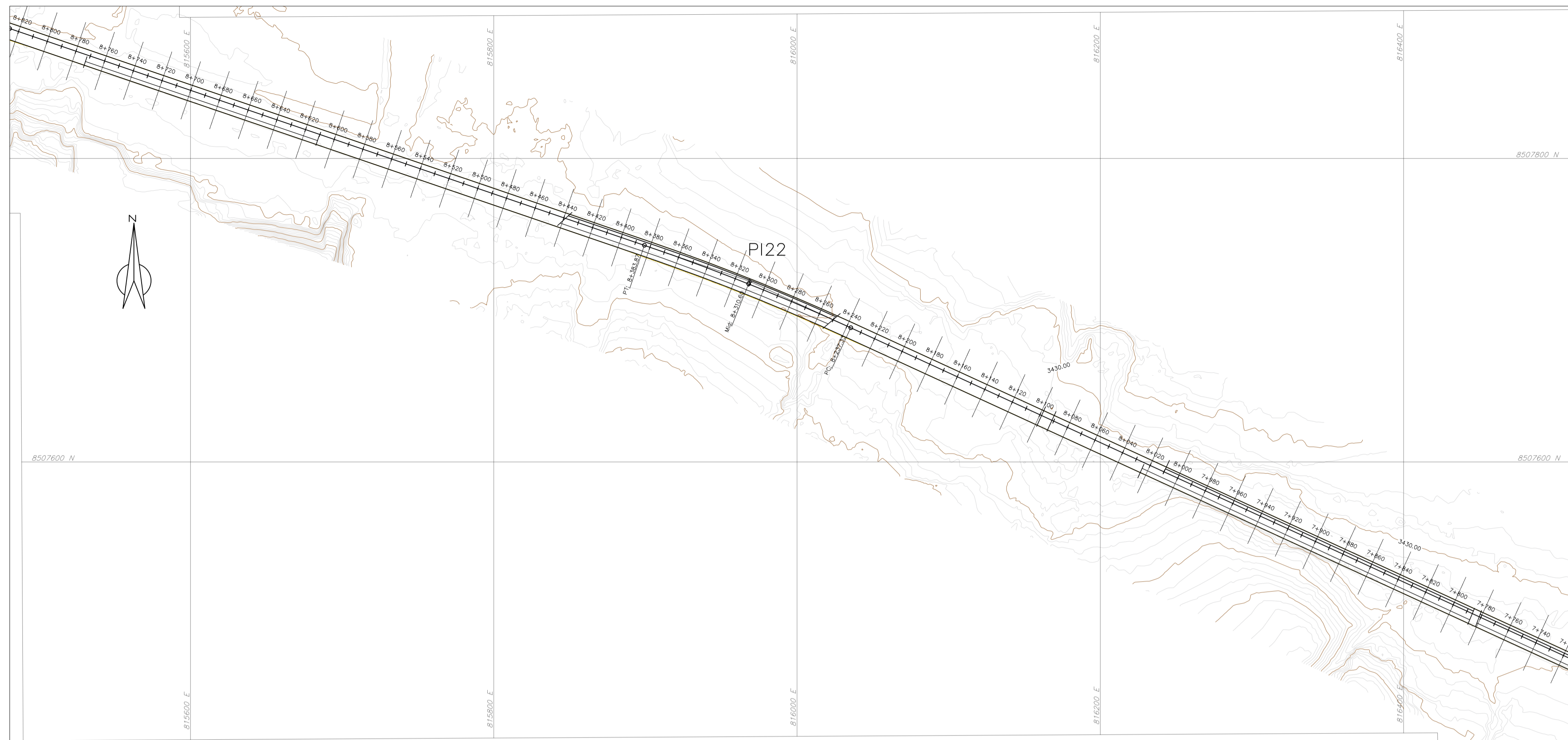
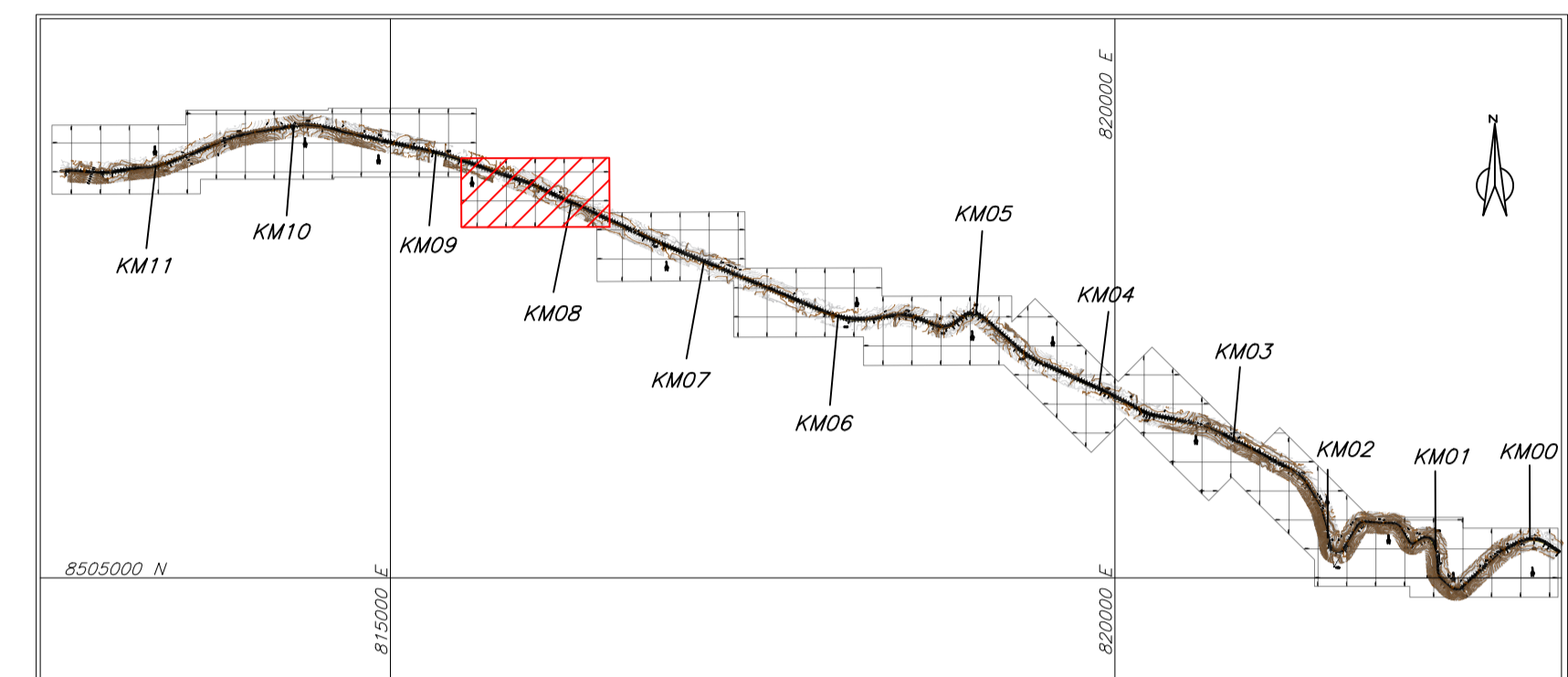


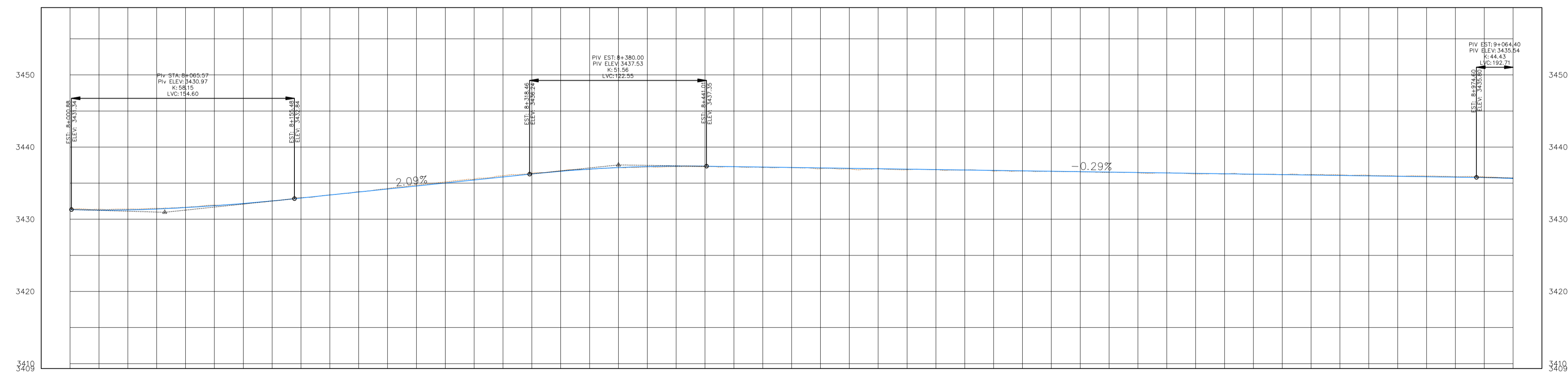
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 22	N68° 14' 05" W	5° 49' 51"	1440.00	73.33	146.54	146.48	1.87	1.86	8+310.67	8+237.33	8+383.67	8507719.05	815968.72



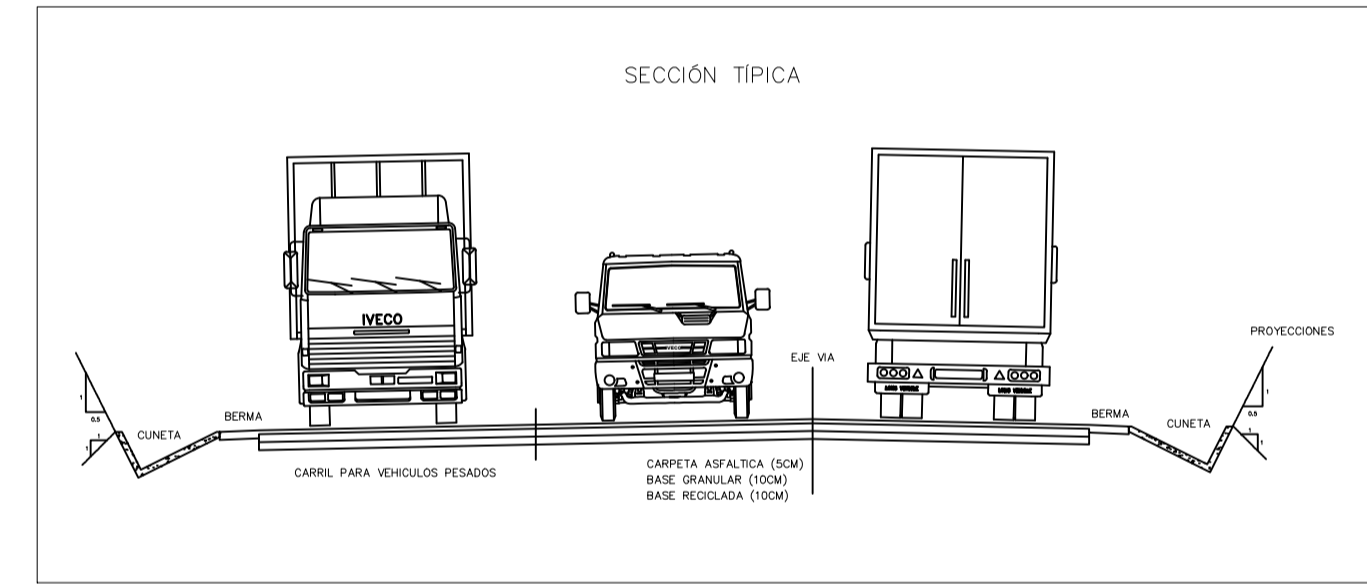
PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000

PERFIL EJE CENTRAL



Kilometraje	8+000	8+100	8+200	8+300	8+400	8+500	8+600	8+700	8+800	8+900	9+000
Pendiente	-0.57%		2.09%					-0.29%			
Tangente	265.68		162.98					533.59			
Cota Terreno	3431.43	3431.41	3431.52	3431.64	3431.88	3432.14	3432.54	3432.94	3433.01	3433.39	3433.63
Cota Calzada	3431.34	3431.27	3431.41	3431.64	3431.95	3432.14	3432.54	3432.94	3433.01	3433.39	3433.63
Corte (-)	-0.09	-0.11	-0.10	-0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.07	0.05	0.05
Relleno (+)	0.09	0.11	0.10	0.02	-0.04	-0.04	-0.02	-0.02	-0.07	-0.05	-0.05
Alineamiento	R=1440.00m Delta=5°49'51"										
Peralte	L=442.35m										



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

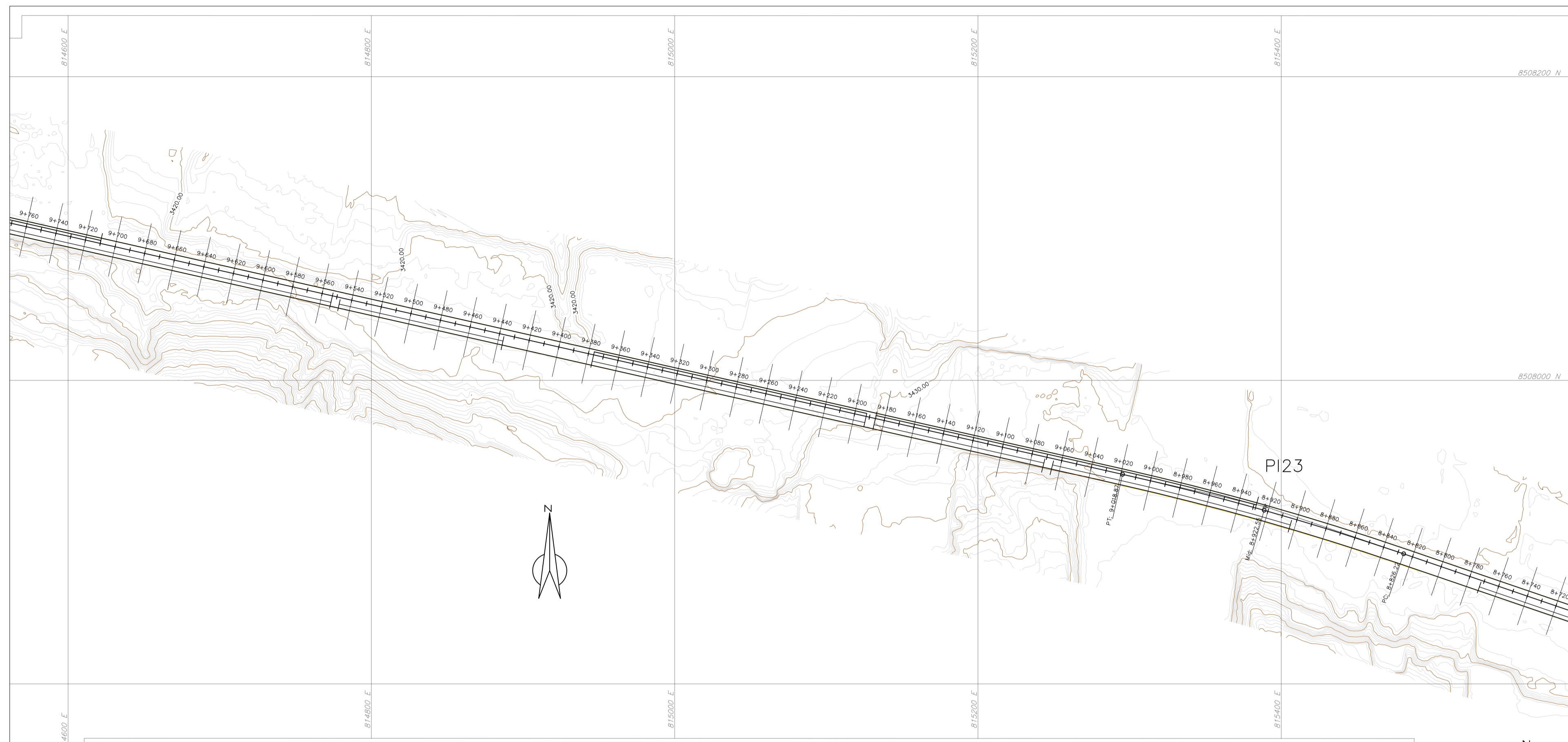
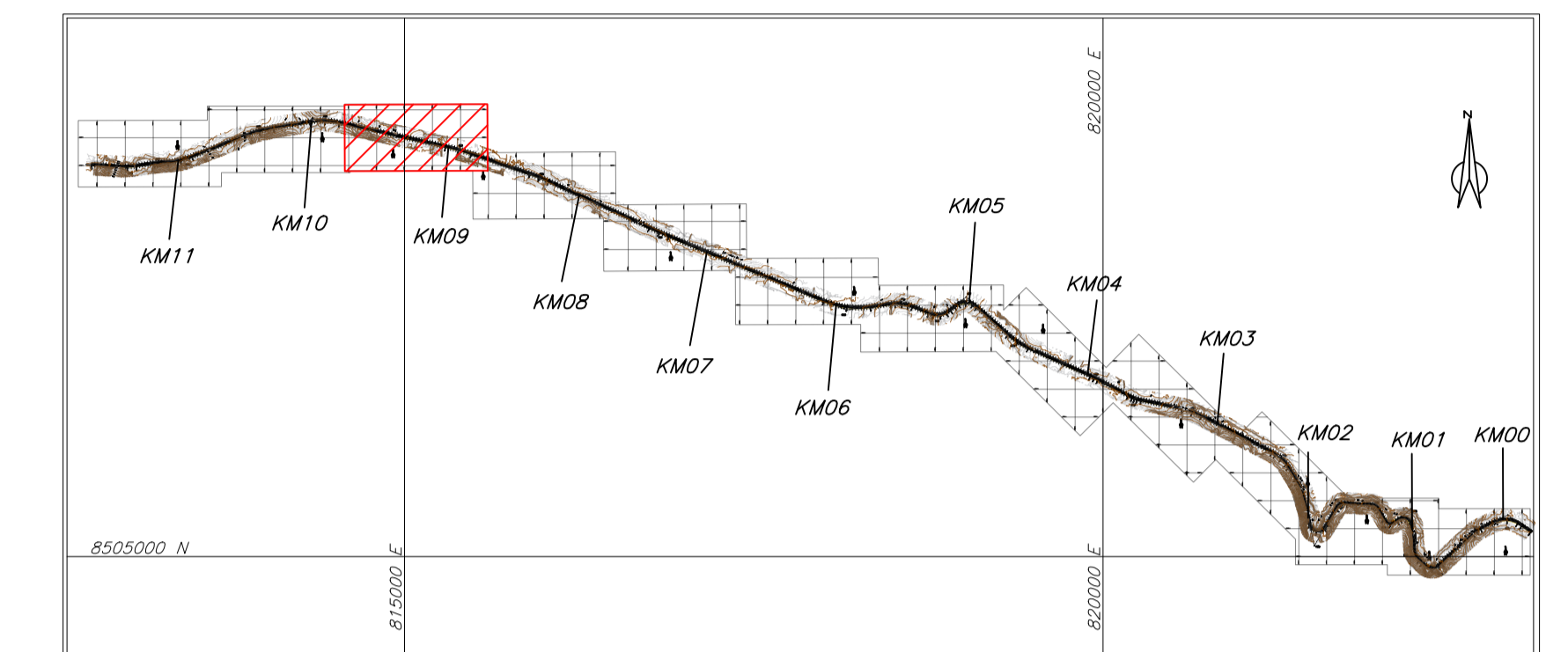
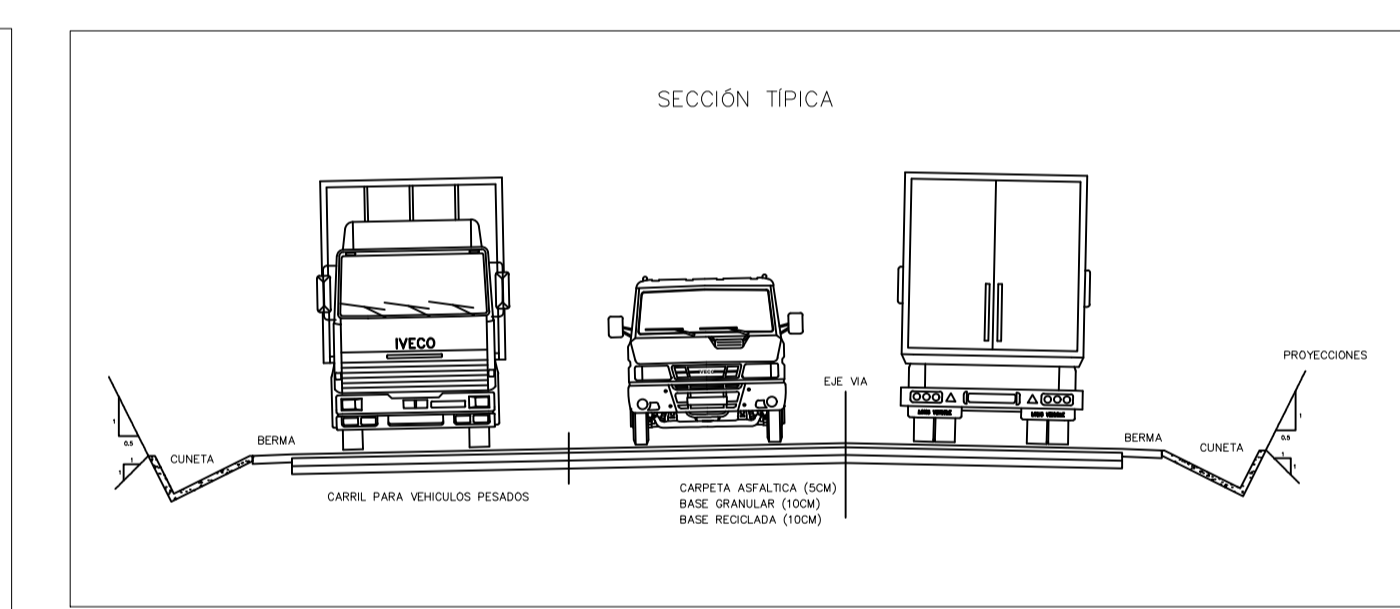
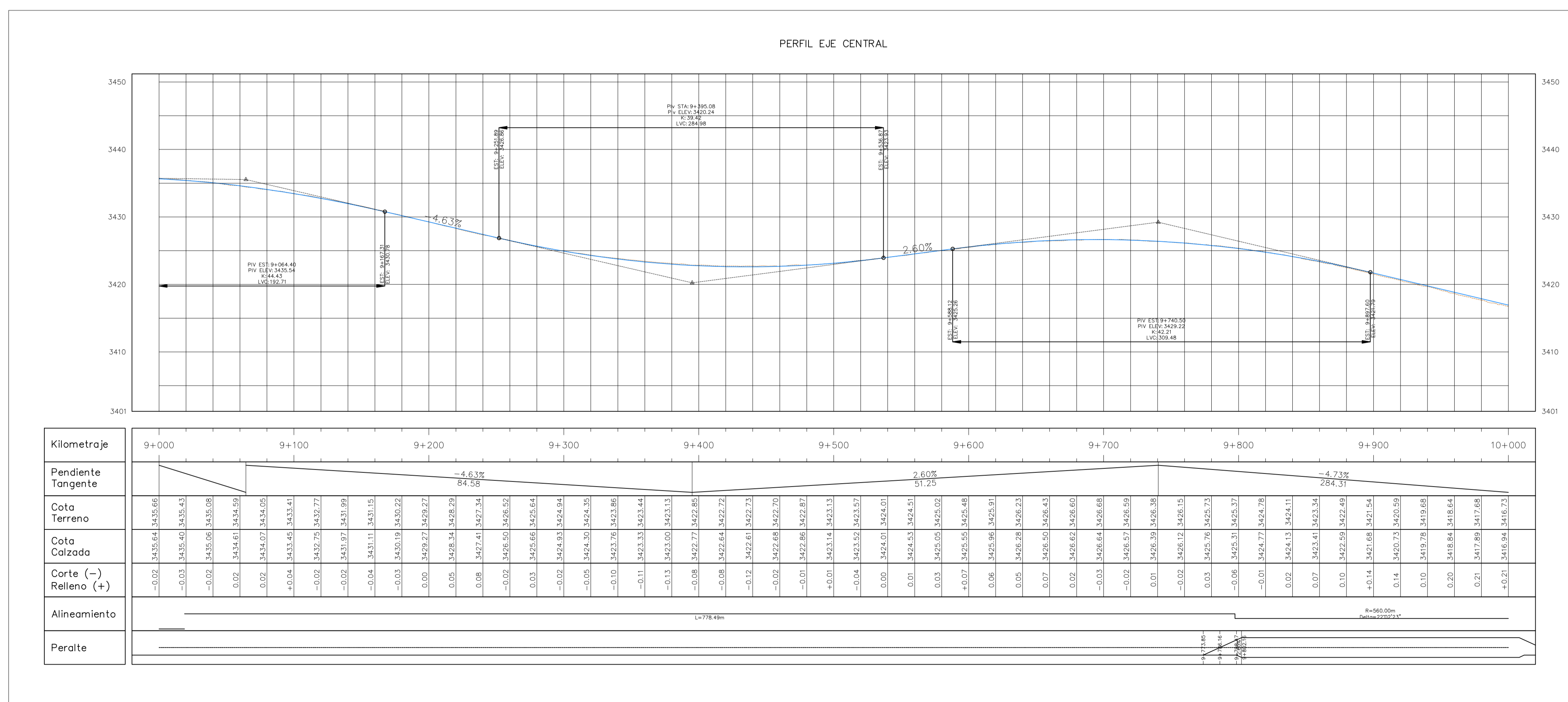


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 23	N74° 12' 58"W	6°07'56"	1800.00	96.42	192.65	192.56	2.58	2.58	8+922.64	8+826.22	9+018.87	8507916.82	815389.45



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000



LEYENDA

	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

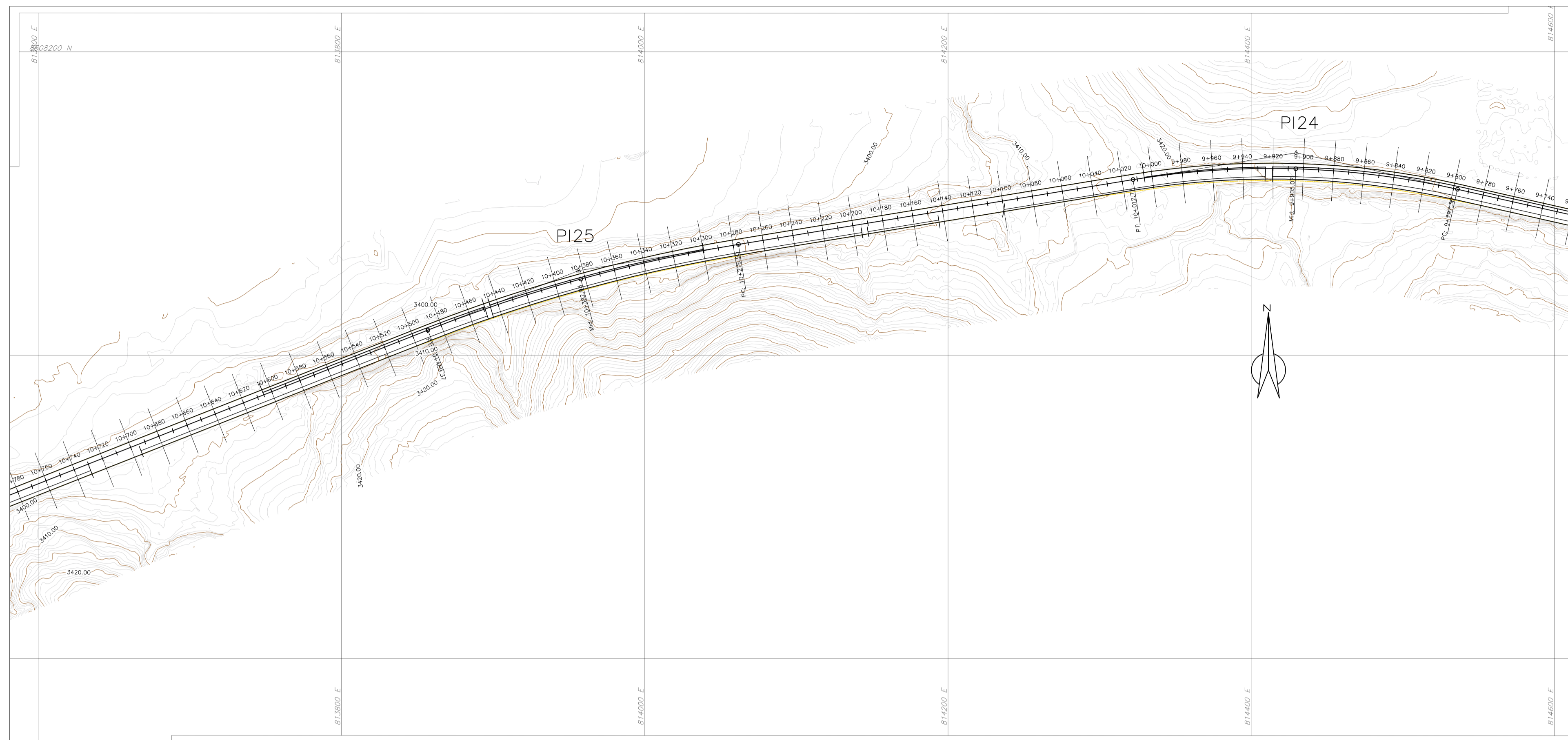
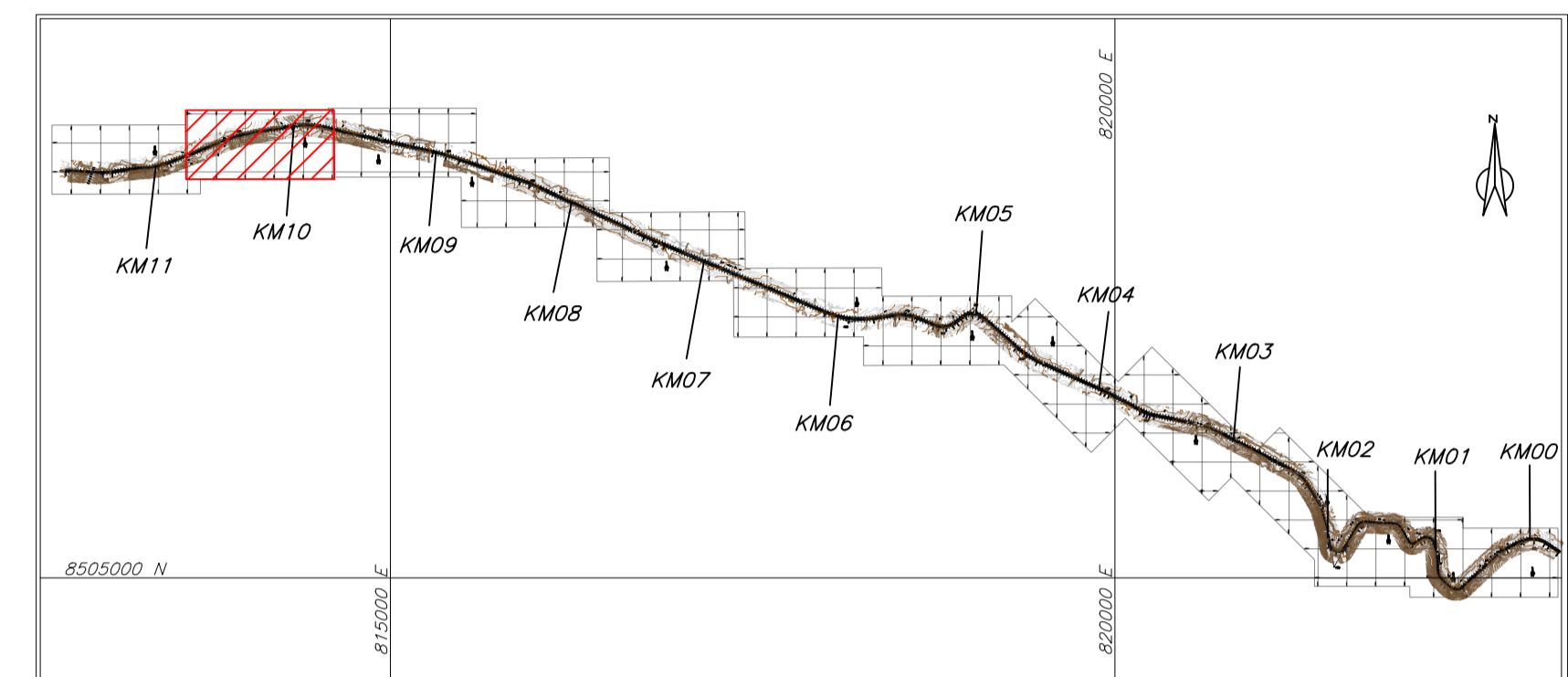
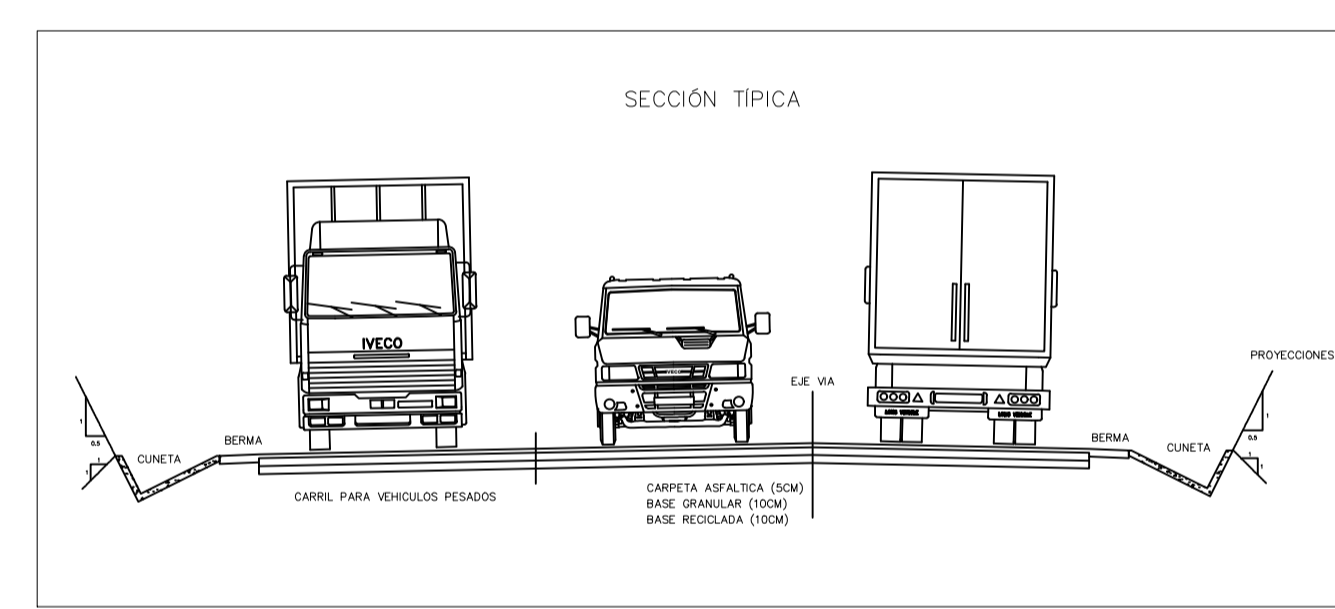
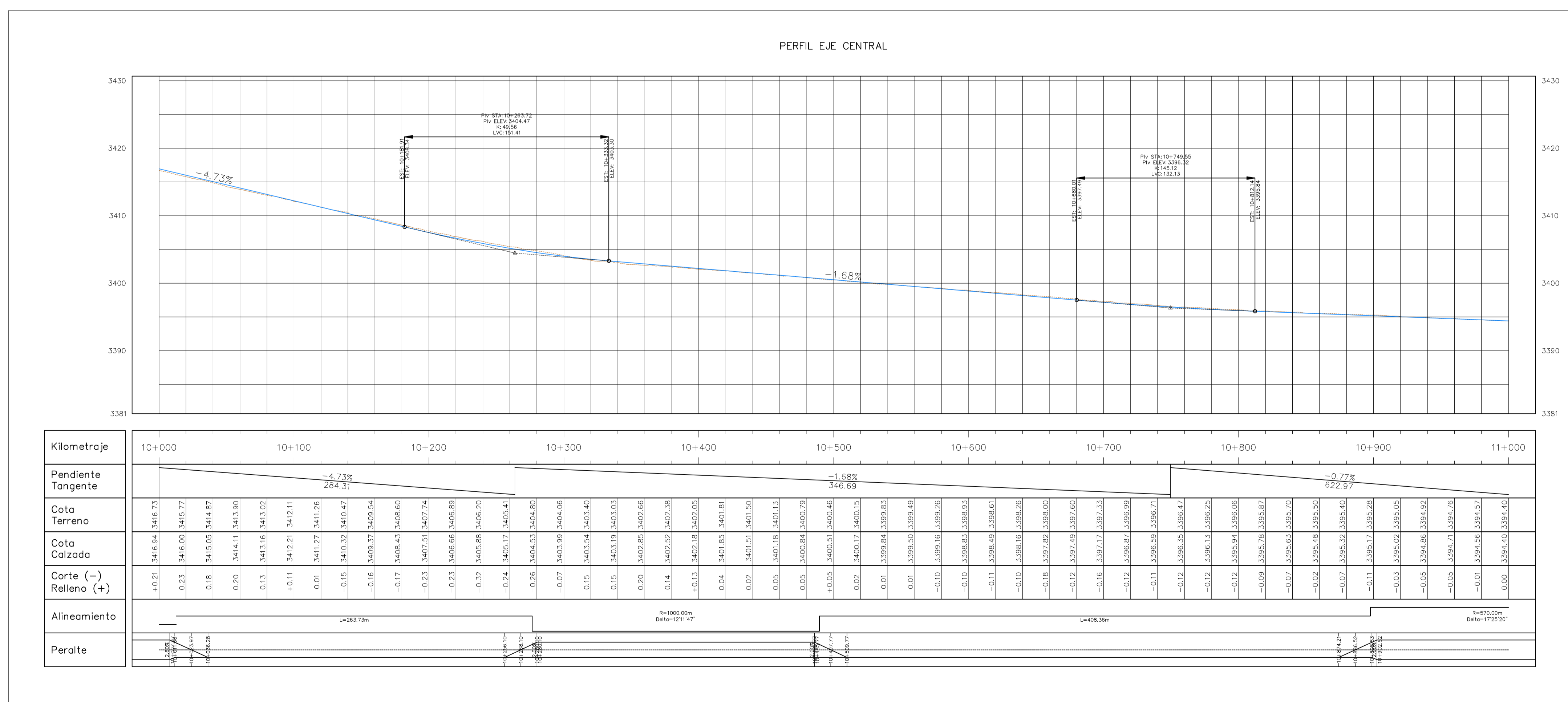


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 24	N88° 18' 07"W	22°02'23"	560.00	109.05	215.41	214.09	10.52	10.33	9+906.41	9+797.36	10+012.77	8508133.44	814429.63
PI: 25	S74° 34' 48"W	12°11'47"	1000.00	106.84	212.87	212.47	5.69	5.66	10+383.34	10+276.50	10+489.37	8508055.75	813956.34



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000

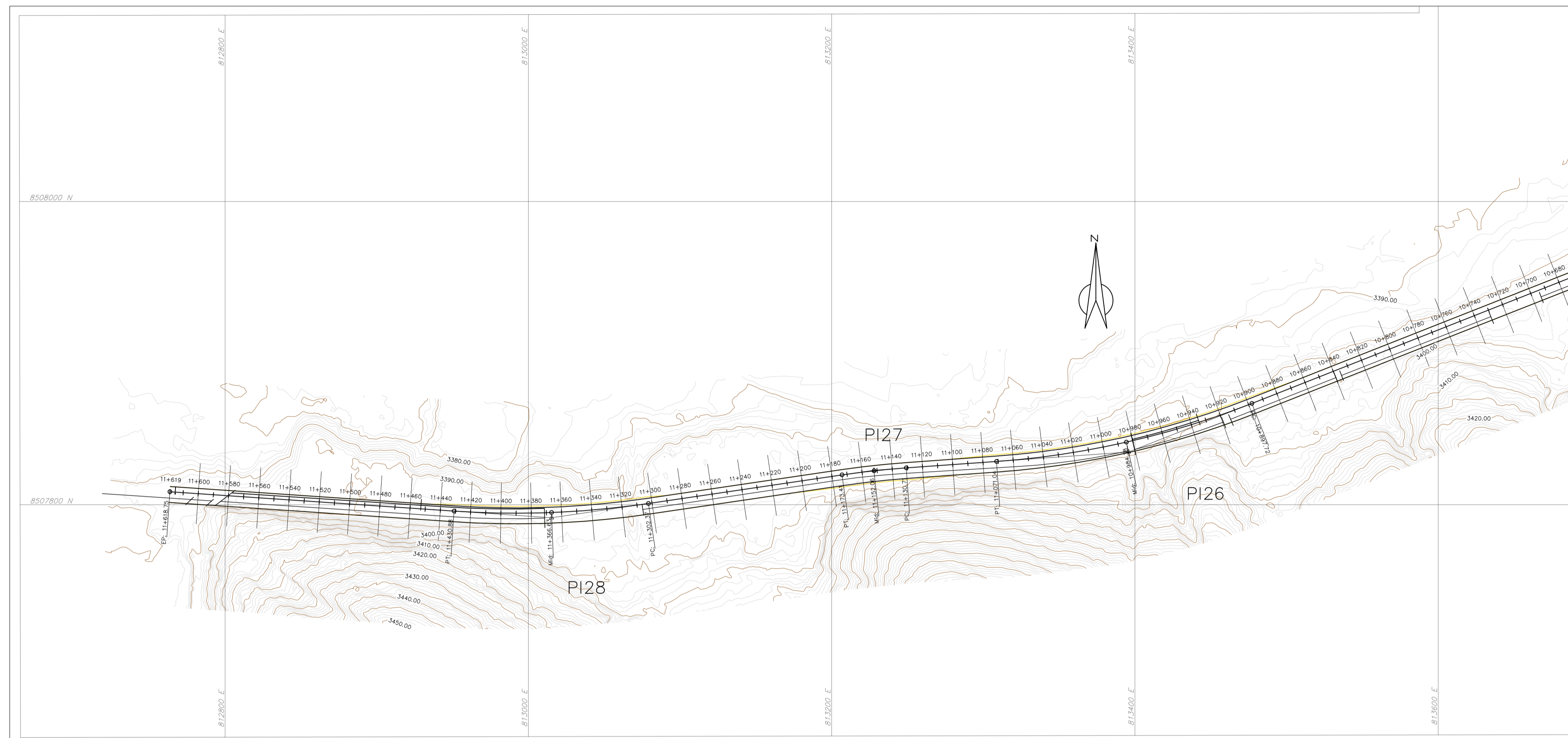
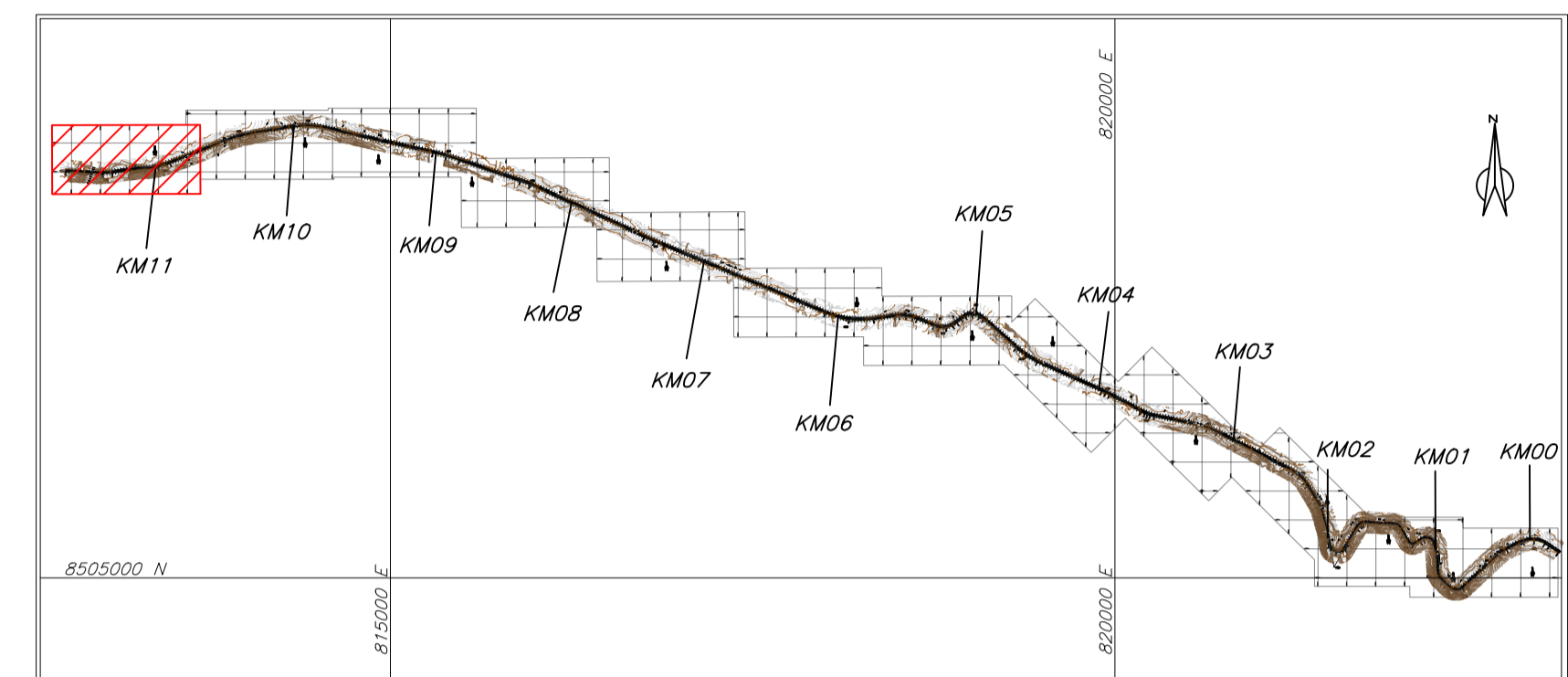
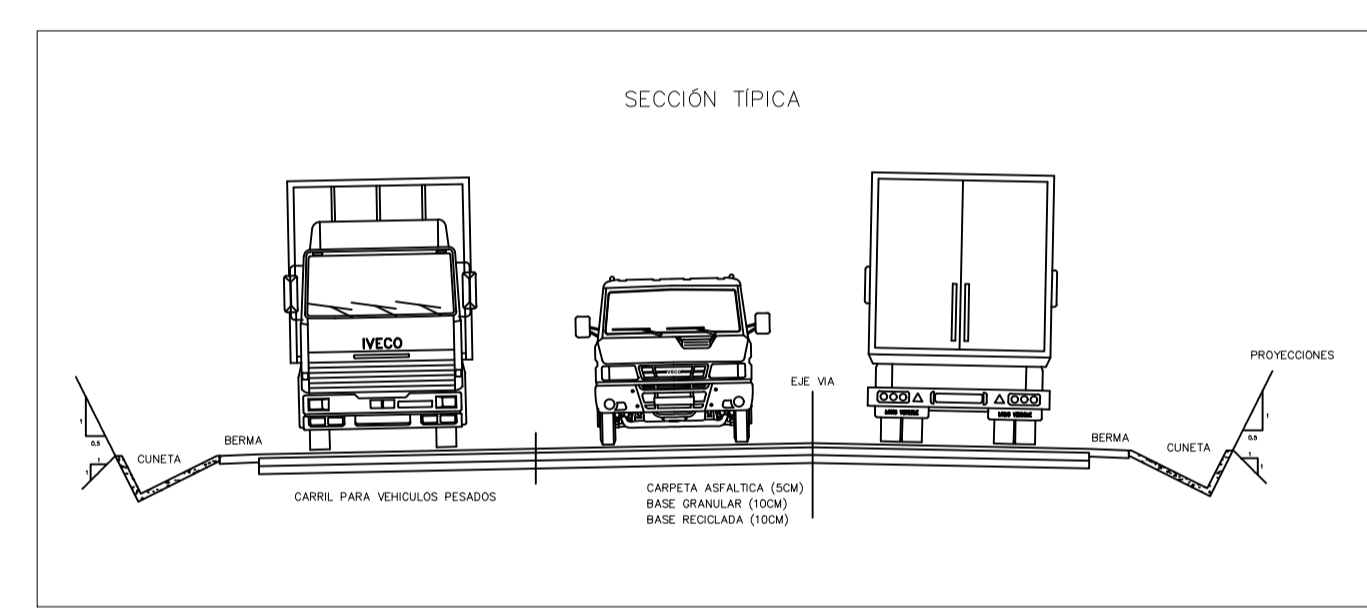
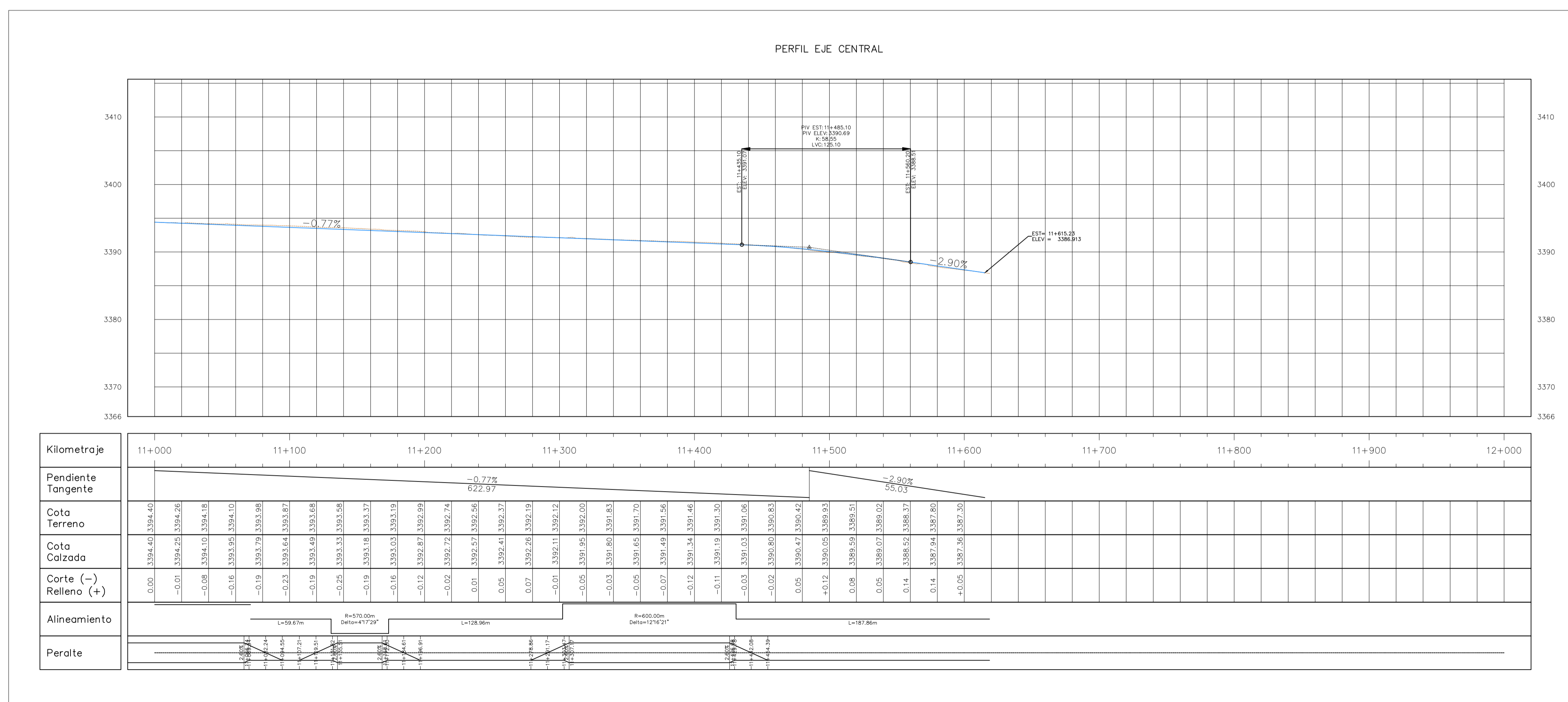


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 26	S77° 11' 34"W	172°5'20"	570.00	87.34	173.32	172.66	6.65	6.58	10+985.06	10+897.72	11+071.04	8507834.74	813395.81
PI: 27	S83° 45' 30"W	4°17'29"	570.00	21.36	42.69	42.68	0.40	0.40	11+152.07	11+130.71	11+173.41	8507822.71	813227.88
PI: 28	S87° 44' 55"W	12°16'21"	600.00	64.51	128.52	128.27	3.46	3.44	11+366.87	11+302.37	11+430.88	8507791.38	813015.36



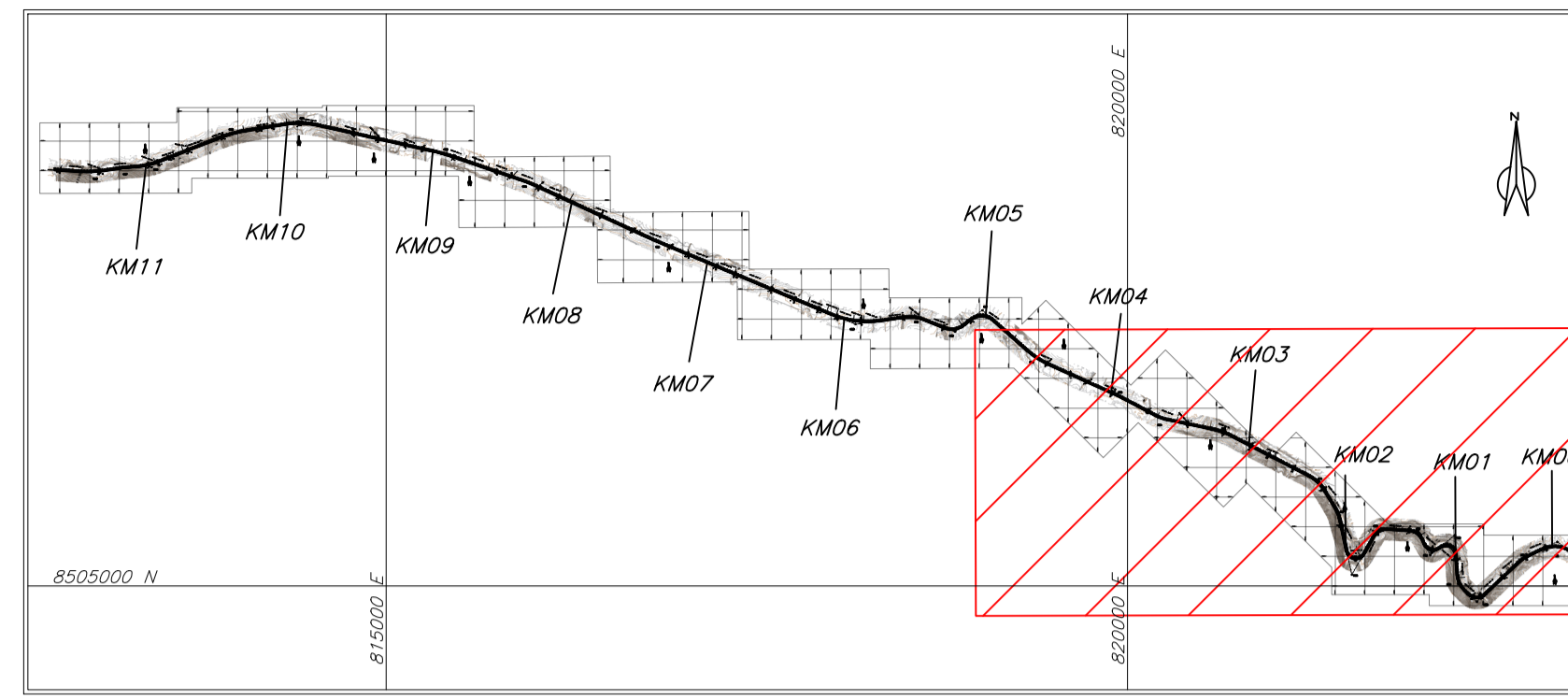
PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

PLANTA
ESC. 1/2000



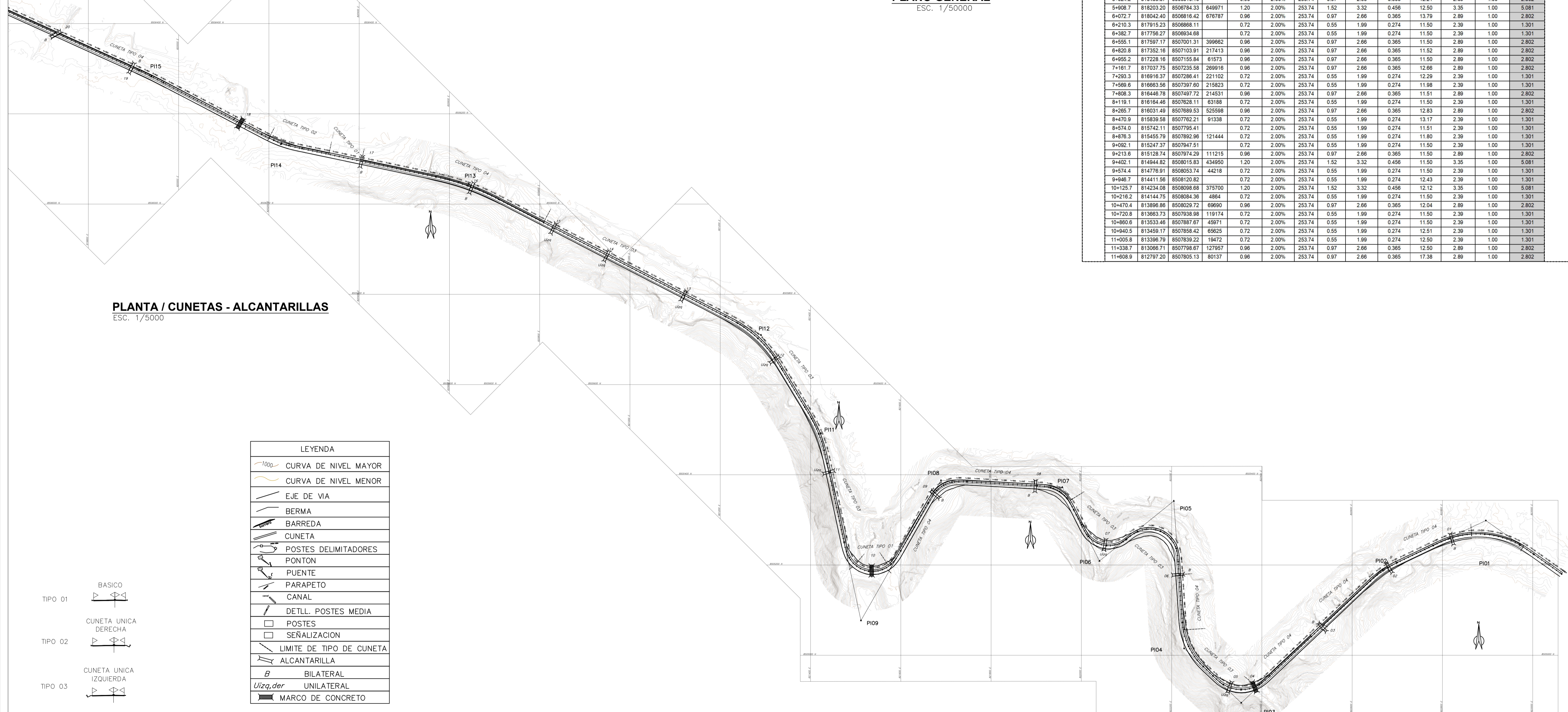
LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PUNTE
	PARAPETO
	CANAL
	DETLL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1/2000



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

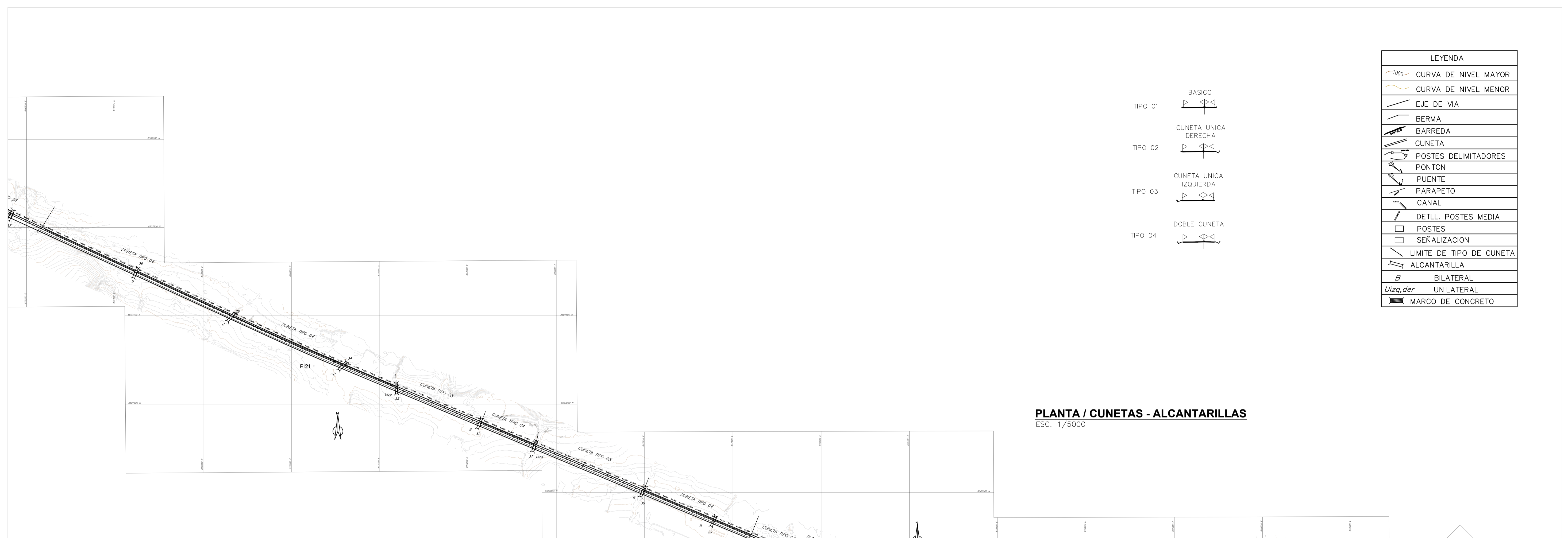
Prog. m	Coordenadas UTM		Area m ²	Tirante	Pendiente %	Angulo (g)	Area m ²	Perimetro m	Radio Hidráulico	Longitud m	Velocidad m/s	Alcantarilla Cantidad	Cap. HD m ³ /s
TRAMO EMP. PE-S3 (CU1257) - EMP. PE-S3 (CU1193) (LONGITUD TOTAL 11+639KM)													
0+044.5	822820.84	8505257.57	63774	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	14.05	2.39	1.00	1.301
0+197.3	822881.93	8505193.76		0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	13.40	2.89	1.00	2.802
0+396.1	822533.77	8505062.04	56588	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
0+597.9	822384.04	8504927.68	4779333	0.96	2.00%		2.30	4.32	0.53	7.60	6.64	1.00	15.306
0+655.4	822327.96	8504928.45	134139	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	17.40	2.89	1.00	2.802
0+851.1	822216.80	8505178.61	11366	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
1+193.2	822051.30	8505237.90	138475	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	19.00	2.39	1.00	1.301
1+414.7	821898.00	8505376.32	33544	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
1+648.7	821672.72	8505359.16		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	17.38	2.39	1.00	1.301
1+896.4	821535.42	8505173.47	1667048	1.60	2.00%		6.40	7.20	0.69	18.74	9.34	1.00	59.768
2+154.4	821443.73	8505406.55	44982	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
2+433.7	821320.36	8505655.27	40292	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.53	2.89	1.00	2.802
2+683.4	821118.83	8505796.66	241940	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
2+875.0	820948.32	8505884.89		0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
3+008.3	820830.17	8505948.00	91932	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
3+210.8	820648.73	8506035.60		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
3+481.7	820404.85	8506094.26	33836	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
3+745.1	820198.97	8506179.82	662860	1.90	2.00%		4.05	5.70	0.70	11.81	7.36	1.00	31.998
4+014.8	819996.26	8506301.60		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
4+197.3	819729.76	8506376.74	594424	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	14.06	2.89	1.00	2.802
4+323.6	819614.83	8506428.60		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.93	2.39	1.00	1.301
4+499.0	819454.79	8506500.82	104111	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
5+149.6	818929.79	8506788.52	33470	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	14.82	2.89	1.00	2.802
5+399.8	818758.22	8506744.33	373246	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.11	3.35	1.00	5.081
5+624.2	818485.87	8506810.16		0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.21	2.89	1.00	2.802
5+908.7	818203.20	8506784.33	649971	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.50	3.35	1.00	5.081
6+072.7	818042.40	8506816.42	676787	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	13.79	2.89	1.00	2.802
6+210.3	817915.23	8506868.11		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
6+382.7	817756.27	8506934.68		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
6+551.1	817597.17	8507001.31	399662	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
6+820.8	817352.16	8507103.91	217413	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.52	2.89	1.00	2.802
6+955.2	817228.16	8507155.84	81573	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
7+161.7	817027.75	8507235.59	269916	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.66	2.89	1.00	2.802
7+293.3	816916.37	8507286.41	221102	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.29	2.39	1.00	1.301
7+569.6	816663.56	8507397.60	215823	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.98	2.39	1.00	1.301
7+808.3	816446.78	8507497.72	214531	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.51	2.89	1.00	2.802
8+119.1	816164.46	8507628.11	63188	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
8+265.7	816031.49	8507689.53	525598	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.83	2.89	1.00	2.802
8+470.9	815839.58	8507762.21	91338	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	13.17	2.39	1.00	1.301
8+574.0	815742.11	8507785.41		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
8+878.3	815455.79	8507829.96	121444	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.80	2.39	1.00	1.301
9+062.1	815247.37	8507947.51		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
9+213.6	815128.74	8507974.29	111215	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
9+402.1	814944.82	8508015.83	434950	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	11.50	3.35	1.00	5.081
9+574.4	814778.01	8508053.74	44218	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
9+848.7	814411.56	8508120.82		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.43	2.39	1.00	1.301
10+125.7	814234.08	8508098.68	375700	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.12	3.35	1.00	5.081
10+216.2	814144.75	8508084.36	4864	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+470.4	813896.86	8508029.72	69690	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.04	2.89	1.00	2.802
10+720.8	813663.73	8507938.98	119174	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+860.6	813533.46	8507887.67	45971	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+940.5	813459.17	8507858.42	65625	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.51	2.39	1.00	1.301
11+005.8	813396.79	8507839.22	19472	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
11+338.7	813066.71	8507788.67	127957	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.50	2.89	1.00	2.802
11+608.9	812797.20	8507805.13	80137	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	17.38	2.89	1.00	2.802



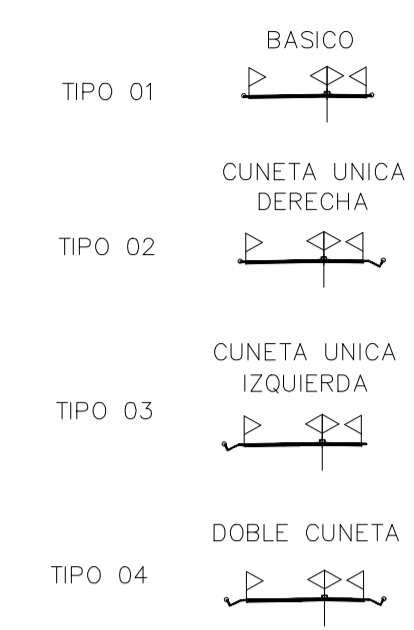
PLANTA / CUNETAS - ALCANTARILLAS
ESC. 1/5000

LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PONTON
	PUENTE
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION
	LIMITE DE TIPO DE CUNETA
	ALCANTARILLA
	BILATERAL
	UNILATERAL
	MARCO DE CONCRETO

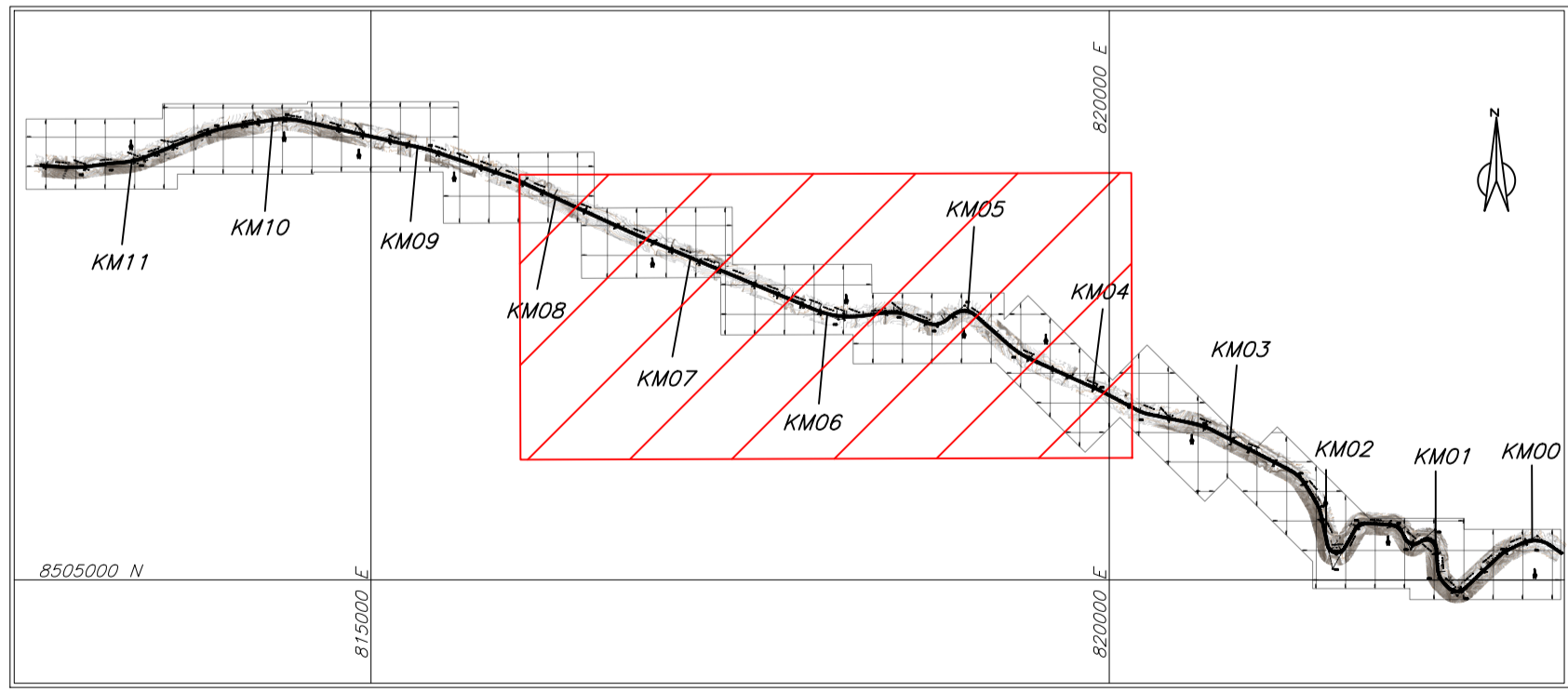
- TIPO 01
- TIPO 02
- TIPO 03
- TIPO 04



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETETA
	POSTES DELIMITADORES
	PUNTE
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION
	LIMITE DE TIPO DE CUNETETA
	ALCANTARILLA
	B BILATERAL
	Uizq,der UNILATERAL
	MARCO DE CONCRETO



PLANTA / CUNETAS - ALCANTARILLAS
ESC. 1/5000

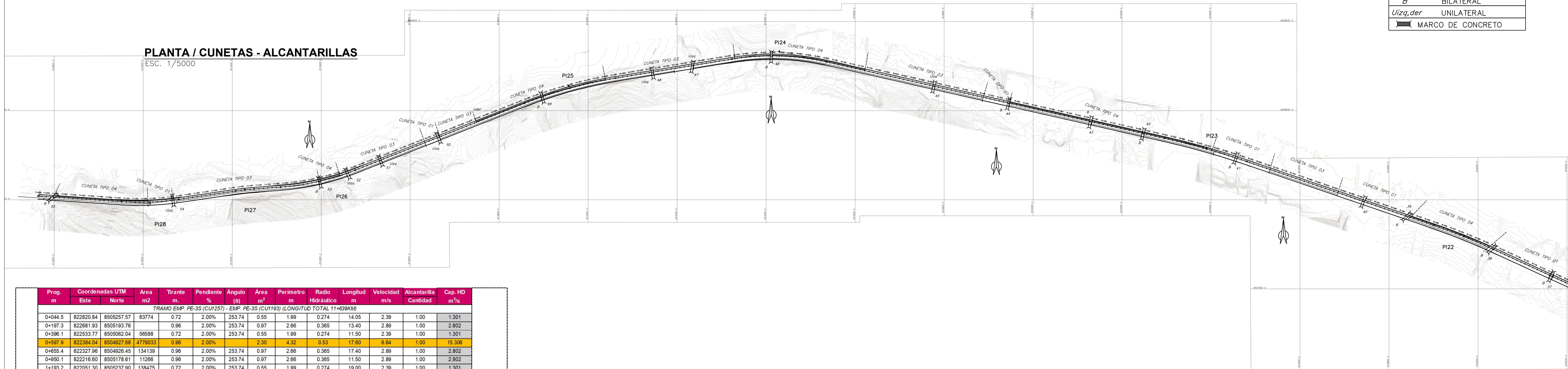


PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

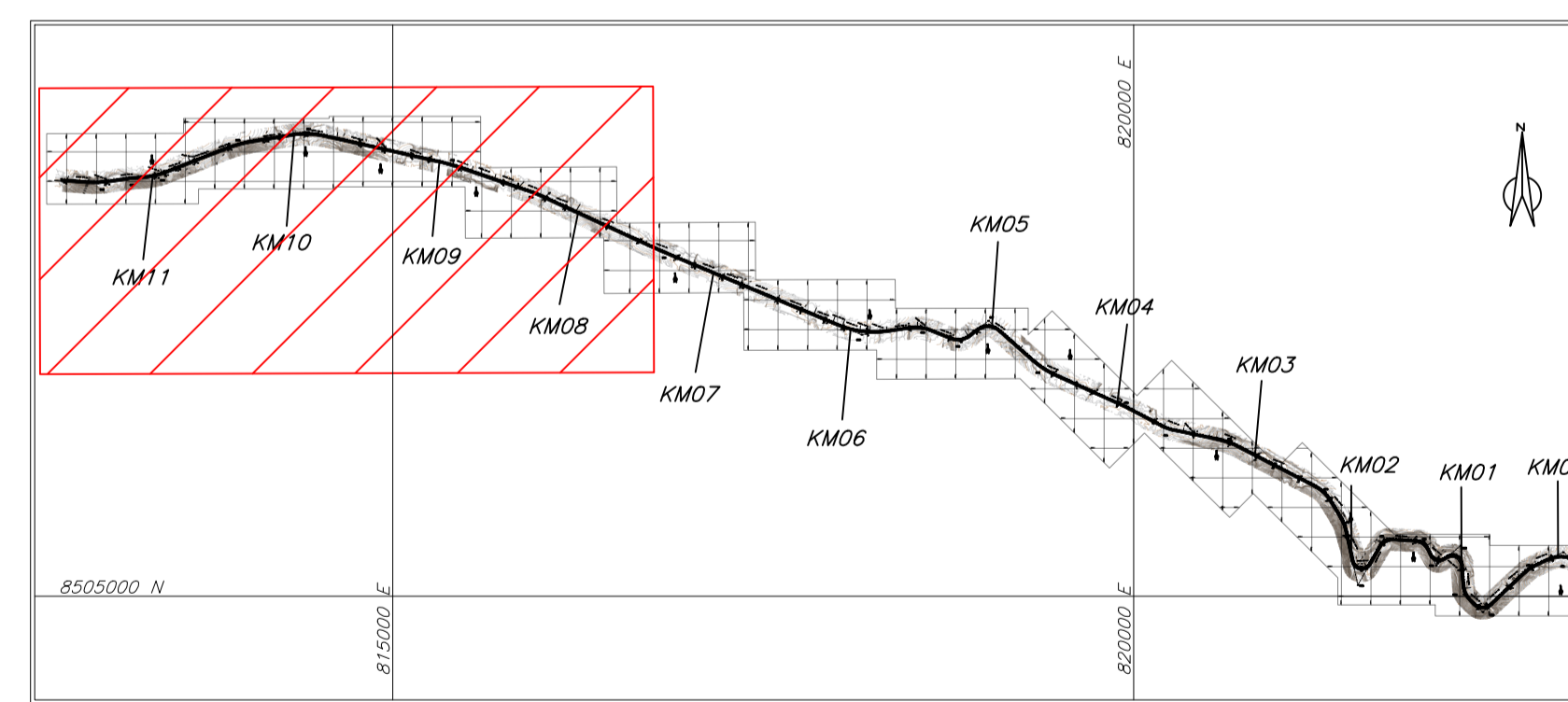
Prog. m	Coordenadas UTM Este	Coordenadas UTM Norte	Area m ²	Tirante m	Pendiente %	Angulo (θ)	Area m ²	Perimetro m	Radio Hidráulico	Longitud m	Velocidad m/s	Alcantarilla Cantidad	Cap. HD m ³ /s
TRAMO EMP. PE-S3 (CU1257) - EMP. PE-S3 (CU1193) (LONGITUD TOTAL 11+639KM)													
0+044.5	822820.84	8505257.57	63774	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	14.05	2.39	1.00	1.301
0+197.3	822881.93	8505193.76	66588	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
0+396.1	822533.77	8505082.04	4779033	0.98	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	17.60	6.64	1.00	15.306
0+597.9	822384.04	8504927.88	134139	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	17.40	2.89	1.00	2.802
0+855.4	822327.96	8504926.45	11296	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
0+950.1	822216.60	8505178.61	138475	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	19.00	2.39	1.00	1.301
1+193.2	822051.30	8505237.80	33544	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
1+414.7	821898.00	8505376.32	33544	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
1+648.7	821672.72	8505359.16	11932	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	17.38	2.39	1.00	1.301
1+888.4	821535.42	8505173.47	1567048	1.60	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	18.74	9.34	1.00	59.788
2+154.4	821443.73	8505406.55	44882	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
2+433.7	821320.36	8505655.27	40292	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.63	2.89	1.00	2.802
2+683.4	821118.83	8505796.66	241940	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
2+875.0	820948.32	8505884.89	11932	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
3+008.3	820830.17	8505946.00	91932	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
3+210.8	820648.73	8506035.60	33838	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.50	2.39	1.00	1.301
3+461.7	820404.85	8506094.26	33838	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
3+745.1	820136.97	8506179.92	6824860	1.60	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	7.98	1.00	31.908
4+014.8	819996.26	8506301.60	594424	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
4+197.3	819728.76	8506376.74	104111	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.93	2.39	1.00	1.301
4+323.6	819614.83	8506428.60	104111	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
4+499.0	819454.79	8506500.82	104111	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
5+146.6	818929.79	8506788.52	33470	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	14.62	2.89	1.00	2.802
5+339.8	818758.22	8506744.33	373246	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.11	3.35	1.00	5.081
5+624.2	818485.87	8506810.16	649971	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.50	3.35	1.00	5.081
5+908.7	818203.20	8506784.33	678787	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	13.79	2.89	1.00	2.802
6+072.7	818042.40	8506816.42	678787	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	13.79	2.89	1.00	2.802
6+210.3	817915.23	8506888.11	399662	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
6+382.7	817756.27	8506934.68	399662	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
6+555.1	817597.17	8507001.31	217413	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.52	2.89	1.00	2.802
6+820.8	817352.16	8507103.91	91573	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
6+955.2	817226.16	8507155.84	28916	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.66	2.89	1.00	2.802
7+161.7	817031.75	8507235.58	221102	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.29	2.39	1.00	1.301
7+293.3	816916.37	8507286.41	215823	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.98	2.39	1.00	1.301
7+569.6	816663.56	8507387.60	215823	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
7+808.3	816446.78	8507497.72	121444	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.51	2.89	1.00	2.802
8+119.1	816164.46	8507628.11	63188	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
8+265.7	816031.49	8507689.53	525598	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.83	2.89	1.00	2.802
8+470.9	815839.58	8507782.21	91338	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	13.17	2.39	1.00	1.301
8+574.0	815742.11	8507795.41	121444	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
8+876.3	815455.79	8507892.96	111215	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
9+082.1	815247.37	8507947.51	434850	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	11.50	3.35	1.00	5.081
9+213.6	815128.74	8507974.29	44218	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.43	2.39	1.00	1.301
9+466.7	814411.56	8508120.82	375700	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.12	3.35	1.00	5.081
10+125.7	814234.08	8508098.68	4864	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+216.2	814144.75	8508084.36	69690	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.04	2.89	1.00	2.802
10+470.4	813896.86	8508029.72	119174	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+720.8	813663.73	8507938.98	45971	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+860.6	813533.46	8507887.67	68625	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.51	2.39	1.00	1.301
10+940.5	813459.17	8507858.42	19472	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
11+005.8	813396.79	8507839.22	127957	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.50	2.89	1.00	2.802
11+338.7	813066.71	8507798.67	80137	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	17.38	2.89	1.00	2.802
11+608.9	812797.20	8507805.13											

LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR
	EJE DE VIA
	BERMA
	BARREDA
	CUNETA
	POSTES DELIMITADORES
	PUNTE
	PARAPETO
	CANAL
	DETL. POSTES MEDIA
	POSTES
	SEÑALIZACION
	LIMITE DE TIPO DE CUNETA
	ALCANTARILLA
	BILATERAL
	UNILATERAL
	MARCO DE CONCRETO

PLANTA / CUNETAS - ALCANTARILLAS
ESC. 1/5000



Prog. m	Coordenadas UTM Este	Coordenadas UTM Norte	Area m2	Tirante m	Pendiente %	Angulo (θ)	Area m2	Perimetro m	Radio Hidráulico	Longitud km	Velocidad m/s	Alcantarilla Cantidad	Cap. HD m3/s
TRAMO EMP. PE-S3 (CU1257) - EMP. PE-S3 (CU1193) (LONGITUD TOTAL 11+439KM)													
0+044.5	822820.84	8505257.57	63774	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	14.05	2.39	1.00	1.301
0+197.3	822881.93	8505193.76		0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	13.40	2.89	1.00	2.802
0+396.1	822533.77	8505082.04	56588	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
0+597.9	822384.04	8504927.88	4779033	0.96	2.00%	253.74	2.30	4.32	0.53	17.80	6.64	1.00	15.306
0+855.4	822327.96	8504926.45	134139	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	17.40	2.89	1.00	2.802
0+950.1	822216.80	8505178.61	11266	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
1+193.2	822051.30	8505237.90	138475	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	19.00	2.39	1.00	1.301
1+414.7	821898.00	8505376.32	33544	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
1+648.7	821672.72	8505359.16		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	17.38	2.39	1.00	1.301
1+898.4	821535.42	8505173.47	1567048	1.60	2.00%	253.74	8.40	7.20	0.89	18.74	9.34	1.00	59.768
2+154.4	821443.73	8505406.55	44882	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
2+433.7	821320.36	8505655.27	40292	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.53	2.89	1.00	2.802
2+683.4	821118.83	8505796.66	241940	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
2+875.0	820948.32	8505884.89		0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
3+008.3	820830.17	8505946.00	91932	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
3+210.8	820648.73	8506035.60		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
3+461.7	820404.85	8506094.26	33838	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
3+745.1	820136.97	8506179.92	6624860	1.60	2.00%	253.74	4.00	5.70	0.70	11.51	7.98	1.00	31.908
4+014.8	819996.26	8506301.60		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
4+197.3	819737.76	8506376.74	584424	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	14.06	2.89	1.00	2.802
4+323.6	819614.83	8506428.60		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.93	2.39	1.00	1.301
4+499.0	819454.79	8506500.82	104111	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
5+149.6	818929.79	8506788.52	33470	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	14.82	2.89	1.00	2.802
5+339.8	818758.22	8506744.33	373246	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.11	3.35	1.00	5.081
5+624.2	818485.87	8506810.16		0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.21	2.89	1.00	2.802
5+908.7	818203.20	8506784.33	649971	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.50	3.35	1.00	5.081
6+072.7	818042.40	8506816.42	676787	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	13.79	2.89	1.00	2.802
6+210.3	817915.23	8506888.11		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
6+382.7	817756.27	8506934.68		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
6+555.1	817597.17	8507001.31	399662	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
6+820.8	817352.16	8507103.91	217413	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.52	2.89	1.00	2.802
6+955.2	817228.16	8507155.84	81573	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
7+191.7	817037.75	8507235.58	289916	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.66	2.89	1.00	2.802
7+393.3	816819.37	8507386.41	221102	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.29	2.39	1.00	1.301
7+569.6	816663.56	8507397.60	215823	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.98	2.39	1.00	1.301
7+806.3	816446.78	8507497.72	214531	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.51	2.89	1.00	2.802
8+116.1	816164.46	8507628.11	63188	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
8+265.7	816031.49	8507689.53	525598	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.83	2.89	1.00	2.802
8+470.9	815839.58	8507762.21	91338	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	13.17	2.39	1.00	1.301
8+574.0	815742.11	8507795.41		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.51	2.39	1.00	1.301
8+876.3	815455.79	8507892.06	121444	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.80	2.39	1.00	1.301
9+092.1	815247.37	8507947.51		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
9+213.6	815128.74	8507974.29	111215	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	11.50	2.89	1.00	2.802
9+402.1	814944.82	8508015.83	434950	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	11.50	3.35	1.00	5.081
9+574.4	814776.91	8508053.74	44218	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
9+946.7	814411.58	8508120.62		0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.43	2.39	1.00	1.301
10+125.7	814234.08	8508088.68	375700	1.20	2.00%	253.74	1.52	3.32	0.456	12.12	3.35	1.00	5.081
10+216.2	814144.75	8508084.36	4864	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+470.4	813896.86	8508029.72	69690	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.04	2.89	1.00	2.802
10+720.8	813663.73	8507938.98	119174	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+860.6	813533.46	8507887.67	45071	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	11.50	2.39	1.00	1.301
10+940.5	813459.17	8507858.42	65825	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.51	2.39	1.00	1.301
11+005.8	813396.79	8507839.22	19472	0.72	2.00%	253.74	0.55	1.99	0.274	12.50	2.39	1.00	1.301
11+338.7	813066.71	8507798.67	127957	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	12.50	2.89	1.00	2.802
11+608.9	812797.20	8507805.13	80137	0.96	2.00%	253.74	0.97	2.66	0.365	17.38	2.89	1.00	2.802



PLANO GENERAL
ESC. 1/50000

- TIPO 01
- TIPO 02
- TIPO 03
- TIPO 04



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALEX ARQUIMEDES HERRERA VILOCHE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento del Diseño Geométrico Vía Nacional Tramo Empalme PE-S3(CU1257) a Empalme PE-S3(CU1193), Provincias Cusco y Anta, Departamento Cusco 2022.", cuyos autores son WARTHON GRAJEDA LUIS FERNANDO, MOSCOSO VILLALBA MAURICIO MARTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 22 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALEX ARQUIMEDES HERRERA VILOCHE DNI: 18210638 ORCID: 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 15- 09-2022 21:53:58

Código documento Trilce: TRI - 0423309