

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEÑALIZACIÓN VIAL DE LA MODIFICACIÓN
DEL SECTOR DE VÍA DEL KM 79 (C.P. PALCA) AL KM 83 (DV. HUACHOS)
DE LA RED VIAL NACIONAL PE-26, PROVINCIA DE CASTROVIRREYNA,
DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Juan Enrique Sigvas Bernaola

ASESOR:

Ing. Fernando José Campos De la Cruz

Lima, abril, 2021

RESUMEN

Las redes viales del Perú juegan un rol importante en el desarrollo y crecimiento de sus regiones a nivel social y económico. Debido a esta importancia, se debe realizar un adecuado diseño y ejecución de carreteras, en prioridad, las que se encuentran en la sierra peruana. En esa región, es común encontrar carreteras situadas cerca de quebradas, pues así no presentan mayores dificultades en su trazo y son económicas debido a su reducido movimiento de tierras. Sin embargo, esas carreteras pueden sufrir daño debido a la erosión fluvial ocasionada por las corrientes de agua. Este tipo de erosión superficial afecta directamente al talud inferior de una carretera, debilita su estabilidad y limita sus funciones.

La red vial nacional PE-26 es una vía de penetración que conecta los departamentos de Ica y Huancavelica. Esa ruta cuenta con un sector de vía de 4 km ubicado en la provincia de Castrovirreyna. El sector de vía presenta zonas críticas donde se identifican deterioros de talud y pérdida de plataforma. La fuente principal de esos daños es la erosión fluvial que causa el río San Juan situado al margen de la vía, pues en épocas de lluvia, el caudal del río aumenta y socava el talud inferior de la carretera. Por tal motivo, existe la necesidad de proponer y evaluar un nuevo trazo más viable y seguro que el actual.

El objetivo principal es proponer el replanteo de diseño geométrico y señalización vial de un nuevo trazo, a partir de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la red vial nacional PE-26, con la finalidad de mejorar la seguridad de los usuarios de vía y garantizar la funcionalidad de la carretera. El diseño geométrico y la señalización vial se ejecutan bajo las normas peruanas vigentes y establecidas, las cuales son el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018 y el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016.

El presente proyecto evalúa dos propuestas de trazo a nivel anteproyecto. La primera consiste en mantener el trazo de la carretera actual, mientras que la segunda consiste en modificarlo completamente. De acuerdo a la justificación de esta tesis, se elige la segunda propuesta, pues este proyecto prioriza la seguridad de los usuarios de vía y la funcionalidad de la carretera a largo plazo. El nuevo trazo es una carretera de tercera clase que se diseña con una velocidad de 40 km/h. Esta carretera tiene una longitud de 4.6 km, un ancho de calzada de 6 m y una pendiente longitudinal no mayor que 10 %. Asimismo, dicho trazo discurre sobre las laderas de un cerro, lo cual implica un trazo geométrico con mayores curvas sinuosas. Por lo tanto, se opta por usar los apropiados dispositivos de seguridad, con el fin de ayudar y guiar al conductor en su recorrido, y evitar accidentes de tránsito.

Finalmente, a partir del diseño geométrico y señalización vial ejecutados, se obtiene un trazo adecuado que mejora la transitabilidad y seguridad de los usuarios de vía. Del mismo modo, la carretera del nuevo trazo ya no peligra de las consecuencias que pueda ocasionar la acción erosiva del río San Juan, por lo cual se garantiza una funcionalidad de 20 años de la vía.



A mis padres, por confiar y creer en mí, por acompañarme en este largo proceso de formación, y por inculcarme valores y enseñanzas con dedicación, paciencia y entrega. Asimismo, agradezco el compromiso de mi asesor Fernando Campos, quien, con su apoyo y conocimiento, me guio en cada una de las etapas de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN GENERAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	9
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 Objetivo general.....	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO	13
2.1.1 Clasificación de carretera.....	14
2.1.1.1 Clasificación por demanda.....	14
2.1.1.2 Clasificación por orografía.....	14
2.1.2 Vehículo de diseño.....	14
2.1.3 Velocidad de diseño.....	15
2.1.4 Velocidad específica	15
2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO EN PLANTA.....	16
2.2.1 Tangente horizontal	16
2.2.2 Curva circular	16
2.2.2.1 Radio mínimo.....	17
2.2.3 Curva ovoide.....	17
2.2.4 Curva de volteo.....	18
2.2.4.1 Radio de viraje	19
2.2.5 Peralte	19
2.2.6 Transición de peralte.....	20
2.2.7 Sobreechancho	21
2.3 PARÁMETROS DE DISEÑO EN PERFIL LONGITUDINAL	22

2.3.1	Tangente vertical	22
2.3.1.1	Pendiente de tangente vertical.....	22
2.3.1.2	Longitud de tangente vertical.....	22
2.3.2	Distancia de visibilidad.....	23
2.3.2.1	Distancia de visibilidad de parada (Dp).....	23
2.3.2.2	Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).....	24
2.3.3	Curva vertical parabólica	24
2.3.3.1	Longitud de curva convexa	25
2.3.3.2	Longitud de curva cóncava	25
2.4	PARÁMETROS DE DISEÑO EN PERFIL TRANSVERSAL	26
2.4.1	Calzada	26
2.4.2	Bombeo.....	27
2.4.3	Berma.....	27
2.4.4	Cuneta.....	28
2.4.5	Talud.....	28
2.5	SEÑALIZACIÓN	29
2.5.1	Señalización vertical.....	29
2.5.1.1	Señales reglamentarias.....	30
2.5.1.2	Señales preventivas.....	30
2.5.1.3	Señales informativas	30
2.5.2	Señalización horizontal.....	30
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS.....		31
3.1	PROPUESTA 1	31
3.2	PROPUESTA 2.....	33
3.2.1	Metodología.....	35
CAPÍTULO IV: DISEÑO GEOMÉTRICO.....		37
4.1	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	37
4.2	PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO	38
4.2.1	Clasificación de la carretera.....	38
4.2.1.1	Por su demanda	38

4.2.1.2	Por su orografía.....	41
4.2.2	Vehículo de diseño.....	42
4.2.3	Velocidad de diseño.....	43
4.3	DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA.....	45
4.3.1	Línea de gradiente.....	45
4.3.2	Tangentes horizontales	46
4.3.3	Curvas horizontales.....	49
4.3.4	Peraltes.....	53
4.3.5	Transición de los peraltes	56
4.3.6	Sobrecanchos.....	58
4.4	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL LONGITUDINAL	60
4.4.1	Tangentes verticales.....	60
4.4.2	Curvas verticales.....	61
4.5	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL TRANSVERSAL.....	66
4.5.1	Calzada	66
4.5.2	Bombeo.....	68
4.5.3	Bermas	68
4.5.4	Cuneta.....	69
4.5.5	Taludes.....	70
CAPÍTULO V: MOVIMIENTO DE TIERRAS.....		72
CAPÍTULO VI: SEÑALIZACIÓN VIAL.....		74
6.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CARRETERA	74
6.2	ALCANCE.....	75
6.3	SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	76
6.3.1	Señales reglamentarias.....	76
6.3.2	Señales preventivas.....	76
6.3.3	Señales informativas	78
6.4	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	79

6.4.1	Demarcaciones planas en el pavimento	79
6.4.2	Demarcaciones elevadas en el pavimento.....	80
6.4.3	Barreras de seguridad.....	81
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		83
7.1	CONCLUSIONES	83
7.2	COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		89



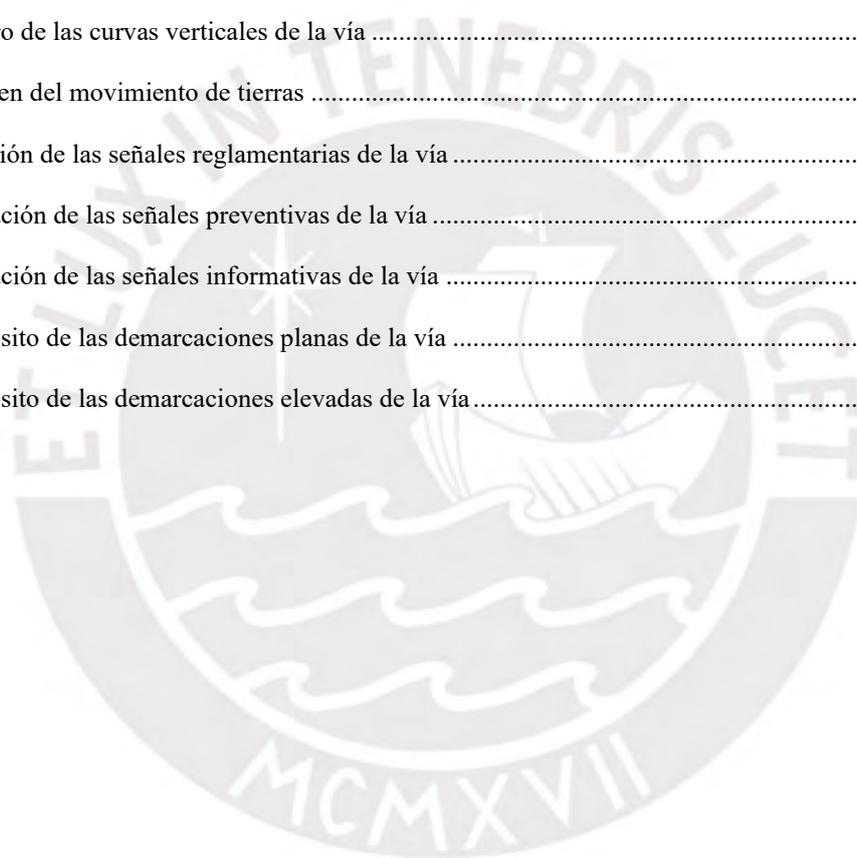
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa vial de la ruta PE-26 entre las provincias de Chincha y Castrovirreyna.....	3
Figura 2: Vista satelital del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26.....	4
Figura 3: Vista satelital de puntos críticos en los km 80+120, 80+800 y 82+000 de la ruta PE-26	5
Figura 4: Talud inferior de la carretera en el km 80+120 de la ruta PE-26	6
Figura 5: Talud inferior de la carretera en el km 80+800 de la ruta PE-26	6
Figura 6: Talud inferior de la carretera en el km 82+000 de la ruta PE-26	7
Figura 7: Deslizamiento de plataforma de la carretera en el km 82+000 de la ruta PE-26.....	7
Figura 8: Desvío de la carretera en el km 82+000 de la ruta PE-26	8
Figura 9: Elementos de curva circular	16
Figura 10: Representación geométrica de una curva ovoide	18
Figura 11: Representación geométrica de una curva de volteo.....	18
Figura 12: Estados de fuerza en el vehículo que transita sobre un tramo curvo	19
Figura 13: Vistas transversales de la transición de peralte	20
Figura 14: Representación 3D de la transición de peralte	21
Figura 15: Transición de sobreancho.....	21
Figura 16: Representación ilustrativa del parámetro D_p	23
Figura 17: Representación ilustrativa del parámetro D_a	24
Figura 18: Representación geométrica de una curva convexa	25
Figura 19: Representación geométrica de una curva cóncava	25
Figura 20: Elementos de la sección transversal típica de una carretera	26
Figura 21: Vista en planta del trazo a nivel anteproyecto de la propuesta 1	31
Figura 22: Vista en planta del trazo a nivel anteproyecto de la propuesta 2.....	33
Figura 23: Vista satelital del trazo inicial que no se culminó	34
Figura 24: Vista satelital del trazo de la nueva carretera a diseñar	37
Figura 25: IMDA del sector de vía C.P. Palca – C.P. Villa de Arma en el año 2015	38
Figura 26: Tasas de crecimiento anual del PBI y de la población de Huancavelica	39
Figura 27: IMDA proyectado a 11 años	40
Figura 28: Orografía de la zona por donde discurre la vía.....	42

Figura 29: Vehículos tipo camión.....	43
Figura 30: Velocidad de diseño	44
Figura 31: Línea de gradiente de la nueva vía	45
Figura 32: Longitudes mínimas y máximas de tangentes horizontales.....	47
Figura 33: Radio mínimo para curvas sin espiral en carreteras de tercera clase.....	49
Figura 34: Vista en planta de las curvas de volteo que posee la vía	50
Figura 35: Radio exterior mínimo de una curva de volteo	51
Figura 36: Valor del peralte máximo de la vía	53
Figura 37: Valores de peralte en zona rural (orografía tipo 3).....	54
Figura 38: Proporción de transición de peralte a desarrollar en las tangentes	56
Figura 39: Valor de la pendiente longitudinal máxima de la vía	60
Figura 40: Valores de D_p de las curvas verticales de la vía	62
Figura 41: Valores de D_a de las curvas verticales de la vía.....	62
Figura 42: Longitud mínima de curva parabólica convexa con D_p	63
Figura 43: Longitud mínima de curva parabólica convexa con D_a	63
Figura 44: Longitud mínima de curva parabólica cóncava.....	64
Figura 45: Representación ilustrativa del pavimento de la vía	67
Figura 46: Valor de ancho de la calzada.....	67
Figura 47: Valor de bombeo de la calzada	68
Figura 48: Valor de ancho de las bermas.....	68
Figura 49: Inclinación del talud interior de la cuneta (V:H).....	69
Figura 50: Representación ilustrativa de la cuneta de la vía.....	69
Figura 51: Materiales que conforman el terreno donde discurre la vía.....	70
Figura 52: Inclinación de los taludes de corte de la vía (H:V).....	71
Figura 53: Inclinación del talud de relleno de la vía (V:H)	71
Figura 54: Secciones transversales de un prisma.....	72
Figura 55: Tipo de tráfico de la vía.....	81
Figura 56: Nivel de contención de las barreras de seguridad.....	82
Figura 57: Nivel de contención de acuerdo a la norma estadounidense	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Registro de las tangentes horizontales de la vía	47
Tabla 2: Registro de las curvas horizontales de la vía	52
Tabla 3: Valores de peralte de las curvas horizontales de la vía.....	55
Tabla 4: Valores de longitud de transición de las curvas horizontales de la vía.....	57
Tabla 5: Valores de sobreelevación de las curvas horizontales de la vía	58
Tabla 6: Registro de las tangentes verticales de la vía.....	61
Tabla 7: Registro de las curvas verticales de la vía	65
Tabla 8: Resumen del movimiento de tierras	73
Tabla 9: Ubicación de las señales reglamentarias de la vía	76
Tabla 10: Ubicación de las señales preventivas de la vía	76
Tabla 11: Ubicación de las señales informativas de la vía	78
Tabla 12: Propósito de las demarcaciones planas de la vía	79
Tabla 13: Propósito de las demarcaciones elevadas de la vía.....	80



CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1 INTRODUCCIÓN

Las carreteras, no solo en el Perú sino en todo el mundo, juegan un rol importante en el desarrollo y crecimiento de un país a nivel social y económico. Por lo tanto, es indispensable realizar una adecuada construcción de estas, y sobre todo un correcto diseño geométrico que permita obtener una carretera viable y segura. Dicho diseño, es la técnica de ingeniería que consiste en situar el trazado de una carretera de tal forma que cumpla con 3 aspectos: seguridad, transitabilidad y bajo costo para su mantenimiento y/o conservación. Un diseño que considera estos tres aspectos básicos asegura una excelente infraestructura de transporte cuya finalidad es hacer más fácil y óptimo el desarrollo y crecimiento de un país a nivel socioeconómico.

La calidad de una carretera está seriamente condicionada por su trazado. Un trazado defectuoso o poco estudiado puede llevar pésimas secuelas, que van desde el descenso del nivel de servicio de la vía hasta el aumento del número de accidentes en determinados sectores de la misma. (Bañón y Beavía, 2015)

La red de carreteras nacionales y regionales del Perú, especialmente las carreteras transversales o de penetración que se encuentran en las zonas de sierra y selva, juegan un rol vital en el desarrollo de la economía del país. Una de sus principales funciones es optimizar la conexión vial entre diferentes pueblos, y así intercambiar distintos productos, bienes y servicios que determinadas regiones no producen o no tienen acceso a ellas. De esta manera, el impacto será considerable si las carreteras no cumplen con los parámetros básicos que debe tener una adecuada vía. Por ejemplo, se tiene la carretera central, cuya vía de penetración conecta las tres regiones del Perú. Dicha vía es muy importante dado el gran volumen de conductores y

mercancías que circulan por ella, de los cuales en su mayoría son alimentos perecibles y no perecibles. Por lo cual, si esa carretera llega a paralizarse, los mercados mayoristas son los que sufren desabastecimiento.

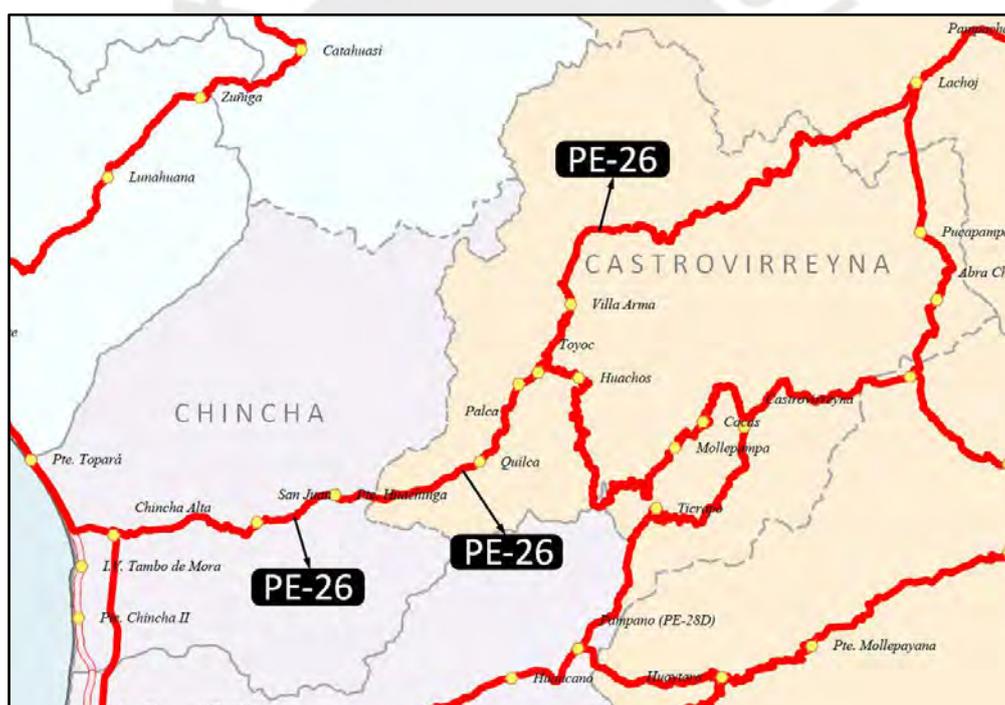
En el Perú, existe un gran porcentaje de carreteras que datan de hace más de 10 años y que fueron diseñadas con reglamentaciones no tan exigentes ni específicas. Muchas de esas carreteras cuentan con un mal trazado que impide el correcto y óptimo tránsito de los vehículos, pues la realización de un buen trazado puede llegar a ser muy compleja y es que comprende factores topográficos, geológicos, hidrológicos, climatológicos, urbanísticos, económicos y sociales. En la sierra peruana, dada su difícil orografía, se pueden observar carreteras construidas cerca de quebradas, pues así no presentan mayores dificultades en su trazo y son más económicas debido a su reducido movimiento de tierras. Sin embargo, dichas carreteras están colindantes a corrientes de agua y pueden sufrir daño debido a la erosión fluvial. Este tipo de erosión superficial afecta directamente al talud inferior de una carretera y limita sus funciones. Una posible solución a esta problemática es modificar el trazo a una zona donde la acción erosiva no afecte la carretera. Estas zonas comúnmente son laderas de cerro, en donde una construcción sobre ella es muy costosa, pues requiere importantes movimientos de tierras. De igual manera, el trazo geométrico es más complejo debido al terreno accidentado o escarpado que presenta la sierra peruana. Por lo cual, este tipo de vías poseen curvas sinuosas y peligrosas. Entonces, se requiere una señalización apropiada en dichas carreteras, con el fin de guiar al conductor en su recorrido y evitar accidentes de tránsito.

La presente tesis va dirigida al problema antes descrito. Es por ello que se propone modificar el trazo de una carretera que se perjudica por la erosión de un río, con la finalidad de mejorar la seguridad de los usuarios de vía y garantizar la funcionalidad de la carretera.

1.2 ANTECEDENTES

La red vial nacional PE-26 es una vía de penetración que conecta los departamentos de Ica y Huancavelica, específicamente, las provincias de Chíncha y Castrovirreyna. Esa vía no está definida oficialmente, es decir, que el trazo de la ruta PE-26 puede variar en un futuro. Para que una carretera esté definida debe haber un pavimento ya construido, cuyo material puede ser de concreto o asfalto. En este caso, la calzada de la carretera cuenta con una capa de afirmado y, sobre ella, una capa de solución básica o tratamiento superficial.

Figura 1: Mapa vial de la ruta PE-26 entre las provincias de Chíncha y Castrovirreyna

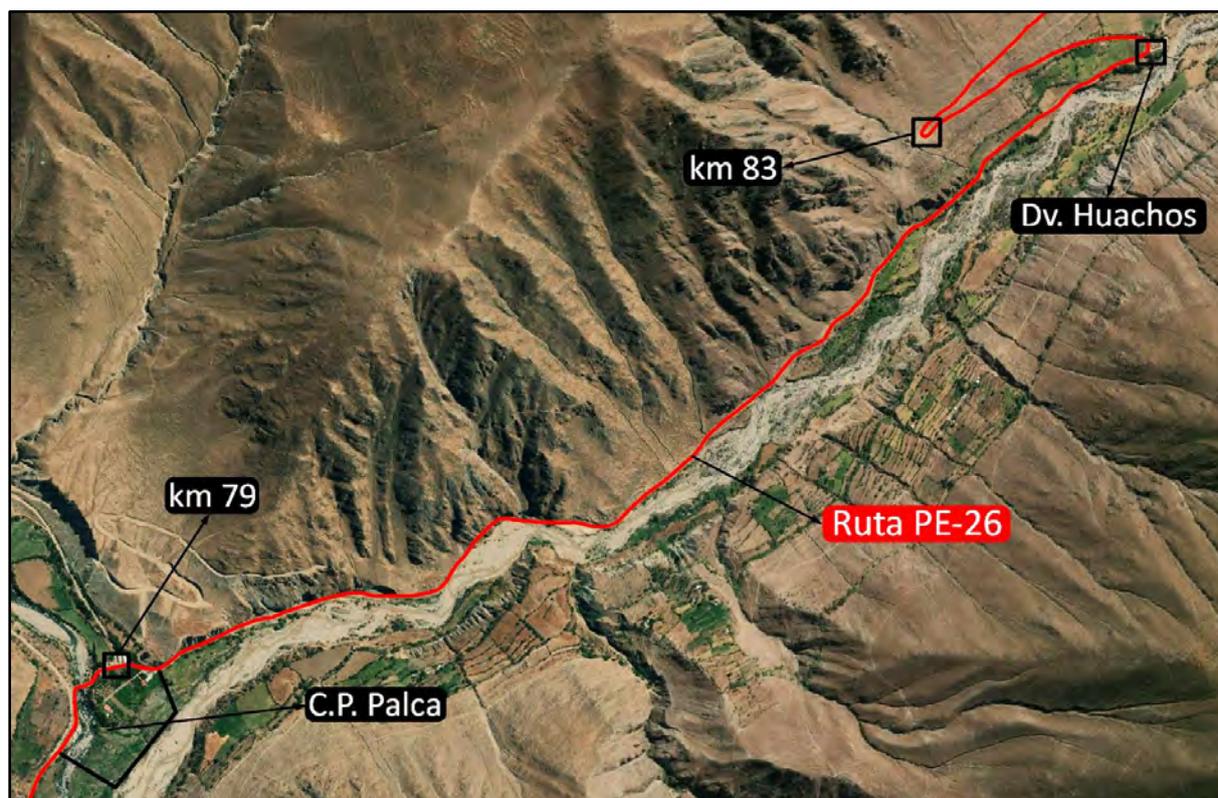


Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015)

Desde enero de 2015 hasta enero de 2020, el consorcio ALVAC - JOHESA realizó un mantenimiento de conservación periódica en distintos tramos de la ruta PE-26. La tesis tiene acceso a los expedientes técnicos elaborados por dicho consorcio. De ellos, se reporta que esa ruta tiene varias zonas afectadas donde la carretera está en peligro de deteriorarse debido a la erosión de su talud inferior, pues existen tramos que se ubican muy cerca de ríos.

El sector de vía más perjudicado se encuentra entre el km 79 y km 83 de la ruta en cuestión, y se ubica en el distrito de Arma, provincia de Castrovirreyña. Ese sector está comprendido entre el centro poblado de Palca y la división hacia el distrito de Huachos. Asimismo, esa carretera colinda con el río San Juan y discurre sobre un suelo conformado de arena limo arcilloso.

Figura 2: Vista satelital del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26

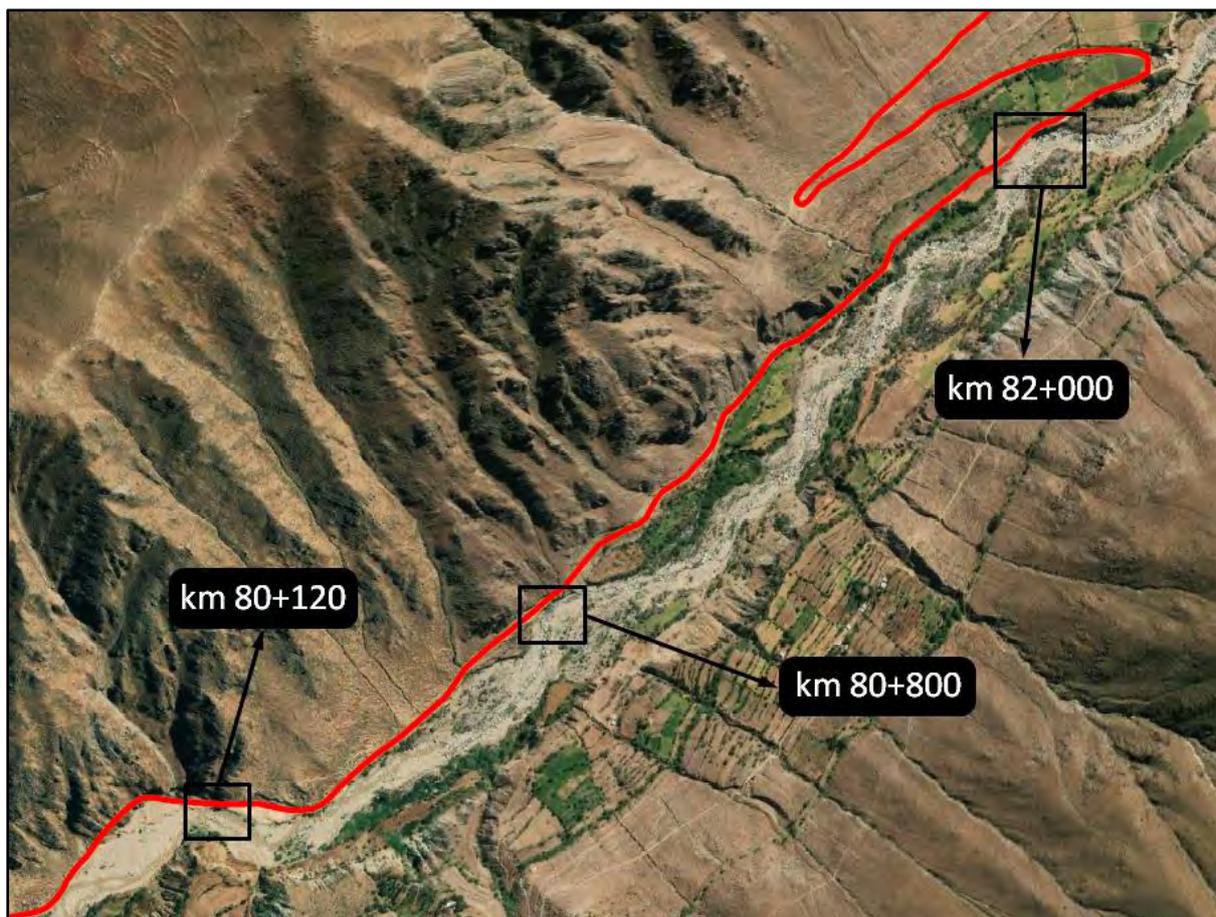


Fuente: Global Mapper (2016)

Dicho sector presenta zonas críticas donde se identifican deterioros de talud y pérdida de plataforma. Esas zonas son los tres puntos críticos que se observan en la figura 3, los cuales se ubican en las progresivas 80+120, 80+800 y 82+000 de la red vial nacional PE-26. Efectivamente, una carretera que se construye muy cerca de un río puede sufrir erosión, lo cual debilita su estabilidad y limita sus funciones. Una de las causantes son las precipitaciones muy altas que aumentan el caudal de un río, pues el movimiento brusco de las aguas puede erosionar la carretera, socavar su talud inferior y provocar un deslizamiento de plataforma.

Actualmente, 30 % de la carretera del sector crítico en cuestión tiene vulnerabilidad de desmoronamiento y de pérdida de talud. La siguiente figura muestra la vista satelital de los tres puntos críticos.

Figura 3: Vista satelital de puntos críticos en los km 80+120, 80+800 y 82+000 de la ruta PE-26



Fuente: Global Mapper (2016)

Entre los años 2016 y 2017, hubo un evento climatológico llamado el niño costero. Ese fenómeno consiste en el calentamiento anormal de las aguas de mar que están próximas a la costa sudamericana. “Ese calentamiento produce una evaporación anómala y abundante de las aguas de mar del litoral peruano, las cuales son arrojadas como excedente de humedad atmosférica al suelo de la costa” (Martínez y Takahashi).

Dicho evento coincide con las épocas lluviosas de la sierra peruana, que ocurren entre los meses de noviembre y marzo. Debido a esa coincidencia, las lluvias intensas ocasionadas por el niño costero causaron aumento del tirante del río San Juan, lo cual intensificó las erosiones fluviales en los taludes inferiores de la carretera en el sector crítico mencionado. Las siguientes fotografías muestran esos daños en los tres puntos críticos.

Figura 4: Talud inferior de la carretera en el km 80+120 de la ruta PE-26



Figura 5: Talud inferior de la carretera en el km 80+800 de la ruta PE-26



Figura 6: Talud inferior de la carretera en el km 82+000 de la ruta PE-26



Fuente: Consorcio ALVAC – JOHESA (2019)

En abril de 2019, el caudal del río San Juan deterioró completamente la plataforma de la carretera en la progresiva 82+000 de la ruta PE-26. Eso fue debido a un tipo de erosión superficial que ocurre en las curvas de cauce, pues en esas zonas la fuerza centrífuga aumenta el poder erosivo de las aguas de un río. Esa fuerza vence la resistencia de los materiales que conforman el talud inferior de una carretera, y como consecuencia, se produce socavación.

Figura 7: Deslizamiento de plataforma de la carretera en el km 82+000 de la ruta PE-26



Fuente: Consorcio ALVAC – JOHESA (2019)

Actualmente, esa carretera no se ha restablecido completamente. No obstante, el consorcio ALVAC – JOHESA ejecuto una serie de trabajos que protegen dicha zona crítica. Asimismo, como un acceso provisional, el consorcio optó por realizar un corto desvío, que modifica el trazo de la ruta sobre terreno agrícola de terceros.

Figura 8: Desvío de la carretera en el km 82+000 de la ruta PE-26



Fuente: Consorcio ALVAC – JOHESA (2019)

La situación antes descrita impacta negativamente en la posibilidad de impulsar el desarrollo de la zona. Pues la carretera de la ruta PE-26 es una vía de transporte esencial que ayuda al intercambio de bienes y servicios, y brinda una mejor calidad de vida a los habitantes de los pueblos que se encuentran aledaños a esa ruta.

Por lo tanto, a partir de estos antecedentes, se propone y evalúa la modificación del sector de vía del km 79 (C.P. Palca) al km 83 (Dv. Huachos) de la ruta PE-26, y así contribuir a la futura elección de un trazo definitivo por parte de las autoridades correspondientes.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La red vial nacional PE-26 es una vía de gran envergadura que conecta distintos centros poblados de la costa y sierra del Perú. Asimismo, esa carretera permite acceso a los centros básicos de salud y educación de la costa, lo cual eleva los niveles de vida de los pobladores de los distritos aledaños a la vía. Dada esta importancia, se debe asegurar la transitabilidad y seguridad de los usuarios que circulan por esa ruta. Sin embargo, existe un sector de vía el cual tiene zonas críticas, pues su trazado se encuentra al margen del río San Juan. En ese sector en específico, se han identificado serias limitaciones en la carretera, que van desde deterioros muy marcados en la superficie de rodadura de la calzada, hasta pérdida de plataforma debido al desmoronamiento del talud inferior de la carretera. Eso es debido a la erosión fluvial que causan las aguas del río San Juan, pues en tiempos de lluvia, el caudal del río aumenta y socava el material conformante del talud de la carretera. Esos incidentes ponen en riesgo la seguridad de las personas y no permiten que los usuarios de vía transiten adecuadamente. Además, esa situación se agrava más debido a la falta de mantenimiento en los sectores críticos y vulnerables de la carretera, los cuales requieren ser mejorados. En la actualidad, 30 % de la carretera del sector crítico en cuestión tiene vulnerabilidad de desmoronamiento y pérdida de talud inferior.

A consecuencia del presente problema, y en épocas de lluvia, los conductores que transitan por dicho sector crítico, tienden a conducir con temor o desconfianza, pues la dudosa estabilidad de la carretera pone en riesgo la seguridad de las personas. Por otra parte, se sabe que 40 % de los vehículos que transitan por el sector de vía mencionado son camiones. Esos vehículos pesados transportan cargas de mucho valor que, en su mayoría, son productos agrícolas que se trasladan hacia la costa para su distribución y venta. Por tal motivo, si la carretera se paraliza, las poblaciones aledañas se verán afectadas económicamente, pues la mayoría de ellos son trabajadores de campo que necesitan transportar adecuadamente sus productos.

Por otro lado, atender un solo punto de emergencia implica un plazo y costo considerable, que depende de cuan dañada esté la zona. Una propuesta básica que solucione el problema comprende los siguientes trabajos: Encauzamiento en el lecho del río, con el fin de desviar las aguas; enrocados en el lecho del río, que sirve como pantalla de protección al talud inferior de la carretera; y, por último, habilitación de un acceso provisional, en caso de que la carretera se haya fisurado completamente. Esta propuesta puede tener un costo directo y aproximado de un millón de soles. Además, se debe restablecer la plataforma de una carretera desmoronada, con el fin de evitar desvíos por terrenos de terceros. Para ello, se ejecuta la construcción de un muro de suelo reforzado, el cual puede aumentar el costo del presupuesto inicial a casi el doble, es decir, dos millones de soles. Cabe resaltar que, durante la ejecución de estos trabajos, el tránsito se perjudica, pues se requieren maquinarias pesadas en constante movimiento.

Por otra parte, no se tiene certeza si en un futuro habrá un fenómeno del niño costero más intenso que el anterior. Si fuese el caso, este suceso aumentaría considerablemente el caudal del río San Juan y podría generar más puntos críticos, y con ello más gastos de reparación. De perdurar esa problemática por mucho más tiempo, las aguas del río San Juan podrían destruir por completo la carretera, atentar con la vida de las personas que circulan por ella y afectar la economía que se desarrolla en la región. Además, el proyecto de gestión y conservación vial por parte del consorcio ALVAC – JOHESA finalizó sus servicios en enero de 2020. Entonces, la carretera del sector crítico ya no se encuentra supervisada por una empresa que cuente con un plan de emergencias, por lo cual no se garantiza las debidas condiciones de seguridad y transitabilidad en dicha vía.

Por lo tanto, se justifica la necesidad de proponer un nuevo trazo, con la finalidad de que la acción erosiva del río San Juan no perjudique la carretera nueva en un futuro, y así los usuarios de vía puedan transportarse de manera óptima y segura.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Proponer el replanteo de diseño geométrico y señalización vial de un nuevo trazo, a partir de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la red vial nacional PE-26, con la finalidad de mejorar la seguridad de los usuarios de vía y garantizar la funcionalidad de la carretera.

1.4.2 Objetivos específicos

- Justificar la necesidad de modificar el trazo entre los kilómetros 79 y 83 de la red vial nacional PE-26, por razones de seguridad y funcionalidad.
- Realizar el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal del nuevo trazo modificado, de acuerdo al “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018”.
- Elaborar los planos de diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía.
- Realizar la señalización vial de la nueva carretera, de acuerdo al “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016”.
- Elaborar el plano de señalización de la vía.

1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES

La presente tesis engloba el diseño geométrico de la modificación de un trazo que se encuentra ubicado en un sector de vía afectado por la erosión de un río. Para la realización de la misma, se requiere indispensablemente la topografía del terreno y el estudio del tránsito. La topografía de la zona donde se diseña la carretera se adquiere mediante la obtención de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) y elevaciones del terreno. Los softwares a usar para obtener estos datos con mucha precisión son: Google Earth Pro, GPS Visualizer y Global Mapper. El estudio del tránsito es necesario para estimar un valor numérico del tráfico vehicular que se denomina IMDA (Índice Medio Diario Anual). Este estudio se obtiene mediante los expedientes técnicos elaborados por el consorcio ALVAC – JOHESA. El software esencial a utilizar es Civil 3D, pues es una herramienta de diseño y cálculo muy útil en proyectos de carretera. Por otro lado, en función del diseño geométrico horizontal, vertical y transversal, se incluye la realización de la señalización vial de la carretera del nuevo trazo diseñado. Conjuntamente, se utilizan los parámetros y criterios recomendados por los manuales peruanos vigentes.

El proyecto comprende los siguientes entregables:

- Planos del alineamiento en planta y perfil, y de las secciones transversales.
- Plano del diagrama de peraltes.
- Planos de la señalización de la vía.
- Curva masa del movimiento de tierras.
- Informe general del diseño geométrico y movimiento de tierras.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico de una carretera está comprendido por tres tipos de vistas: planta, perfil longitudinal y perfil transversal. El diseño en planta y perfil longitudinal definen los principales elementos geométricos que tiene el trazo de una carretera, mientras que el diseño en perfil transversal define sus componentes constructivos. Por otro lado, los diseños geométricos en los tres tipos de vistas se sincronizan para facilitar el cálculo del movimiento de tierras que se realiza al inicio de la construcción de una carretera.

Las carreteras en zonas rurales como la sierra peruana, producen la mayoría de accidentes de tránsito si su trazo geométrico cae sobre una orografía complicada. Es por ello, que el factor geométrico juega un rol importante en la construcción de una carretera. Asimismo, la geometría de una vía controla estrictamente la velocidad de los vehículos y, en consecuencia, la ocurrencia de un choque vehicular. “De igual modo, una de las causas de accidentes de tránsito en las carreteras rurales es el cambio abrupto del alineamiento horizontal y vertical de una vía” (Jacob, Dhanya, y Anjaneyulu, 2013).

“Cuando se ejecuta el trazado de una carretera, existen varios factores que intervienen en la optimización de la misma. Estos factores pueden asociarse en cuatro premisas fundamentales: comodidad, seguridad, economía y estética” (Bañón y Beví, 2015). Por consiguiente, para cumplir de manera satisfactoria estas premisas de diseño, existe una serie de parámetros cuantificables que garantizan una adecuada calidad del trazo geométrico de una carretera.

2.1.1 Clasificación de carretera

2.1.1.1 *Clasificación por demanda*

Uno de los factores importantes que implica la clasificación de una carretera es la cuantificación de la demanda de transporte terrestre, la cual tiene como indicador principal el tráfico vehicular. Este se enfoca en el movimiento de vehículos que circulan en el tramo de una red vial, empleando conteos volumétricos para estimar el IMDA (Índice Medio Diario Anual). Entonces, una carretera es más importante si su valor numérico de IMDA es más cuantioso.

2.1.1.2 *Clasificación por orografía*

Las carreteras también se pueden clasificar de acuerdo al tipo del terreno predominante por donde discurre su trazo. Esta descripción geográfica se denomina orografía, cuyo parámetro más importante es la pendiente transversal del terreno al eje de la carretera. Según este valor numérico, la orografía del terreno puede ser plana, ondulada, accidentada o escarpada.

2.1.2 Vehículo de diseño

Las características físicas y dimensiones de los distintos tipos de vehículos que transitan por una carretera son piezas clave en el diseño geométrico horizontal. Por tal razón, se deben analizar todos los tipos de vehículos que circulan por la carretera que se diseña, con la finalidad de elegir el tamaño predominante o crítico del vehículo que se emplea en el proyecto. Este vehículo seleccionado es conocido como vehículo de diseño. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

2.1.3 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es el parámetro más importante que se utiliza en un diseño de carreteras, pues la mayoría de los elementos geométricos que comprende una vía están en función de la velocidad. Además, este parámetro establece las características geométricas mínimas de una carretera, con el fin de obtener un tránsito seguro y cómodo.

El diseño de una carretera depende de manera directa de la velocidad a la que se desea que circulen los vehículos en condiciones de seguridad y comodidad adecuadas. La velocidad debe ser consistente y, para garantizarlo, se tienen que identificar tramos homogéneos a los que se les pueda dar una misma velocidad de diseño. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

2.1.4 Velocidad específica

Es la máxima velocidad que puede alcanzar un vehículo que circula libremente a lo largo de un elemento geométrico, manteniendo condiciones aceptables de seguridad y comodidad. Todos los elementos geométricos de una carretera se trabajan con la velocidad específica, pues así lo indica el manual peruano de carreteras. El valor de la velocidad específica es mayor o igual que la velocidad de diseño, pero no es mayor que la velocidad de diseño más veinte.

Primero, se asigna la velocidad específica a las curvas horizontales de acuerdo al criterio del diseñador. Después, para la asignación de la velocidad específica de una tangente horizontal, se elige la mayor velocidad específica de las curvas horizontales que están a los extremos de dicha tangente. Por último, el valor de la velocidad específica de las curvas y tangentes verticales es el mismo valor de la velocidad específica de los elementos horizontales que coinciden con dichos elementos verticales.

2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO EN PLANTA

“La geometría en planta de una carretera se compone básicamente de alineaciones horizontales. Estas en esencia son de tres tipos: tangentes, curvas circulares y curvas de transición” (Bañón y Bevíá, 2015).

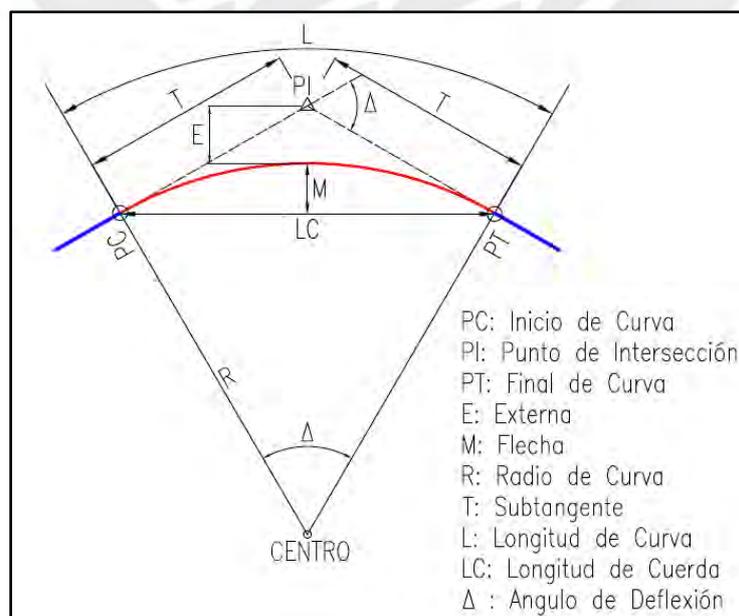
2.2.1 Tangente horizontal

Se debe evitar que esta alineación no sea excesivamente larga. De lo contrario, provoca una sensación de cansancio en el conductor durante el día y aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces de los vehículos que avanzan en sentido opuesto durante la noche.

2.2.2 Curva circular

Las curvas horizontales circulares son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas.

Figura 9: Elementos de curva circular



Fuente: Aller Mamani (2020)

Cuando un vehículo transita por una curva circular, existe la presencia de una fuerza centrífuga que tiende a desplazar al vehículo hacia el exterior de la curva. Por lo tanto, todas las alineaciones circulares poseen una singular característica que evita dicho incidente, el cual es el peralte. Este parámetro define la pendiente transversal de una curva horizontal. Entonces, una de las principales condicionantes de diseño para una curva, es la adecuada elección de una relación radio/peralte.

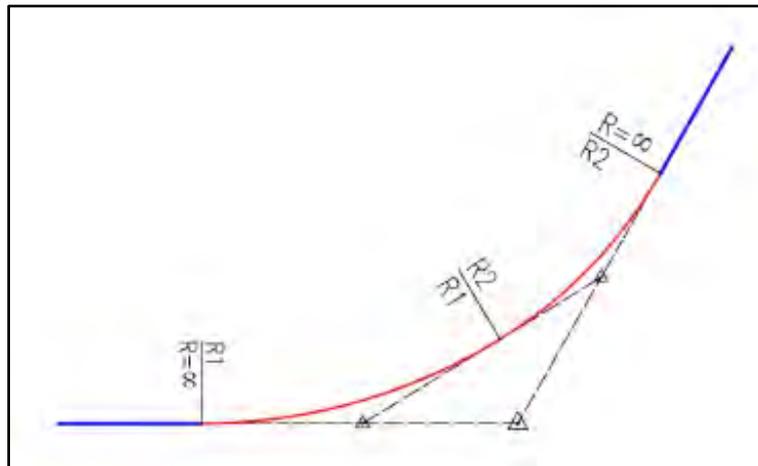
2.2.2.1 Radio mínimo

El radio mínimo de una curva horizontal es el valor límite para una velocidad específica dada del vehículo y se calcula a partir del peralte máximo. “Este radio mínimo solo debe ser utilizado en situaciones extremas, donde es imposible el uso de radios mayores” (Cárdenas, 2013). Por lo común, las curvas circulares estas compuestas por espirales, las cuales sirven para cambiar gradualmente el radio de curvatura entre una tangente y una curva simple. Sin embargo, existe un radio mínimo que pueden tener las curvas circulares para prescindir de espirales.

2.2.3 Curva ovoide

Es una curva policéntrica que enlaza dos curvas circulares del mismo sentido y de diferente radio. Para utilizar este tipo de alineamiento, uno de los dos círculos debe ser interior al otro.

Figura 10: Representación geométrica de una curva ovoide

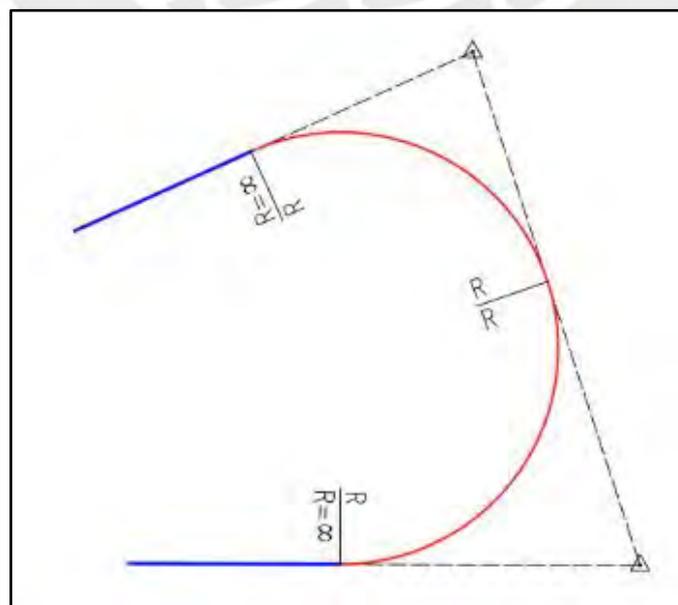


Fuente: Aller Mamani (2020)

2.2.4 Curva de volteo

Este tipo de curva también es llamada curva lupa o bombillo. Es una curva policéntrica que enlaza dos curvas circulares del mismo sentido y radio, de tal forma que el giro de la curva compuesta sea mayor que 180 grados. Las curvas de volteo son utilizadas en topografías accidentadas o escarpadas, especialmente en zonas de montaña sobre ladera.

Figura 11: Representación geométrica de una curva de volteo



Fuente: Aller Mamani (2020)

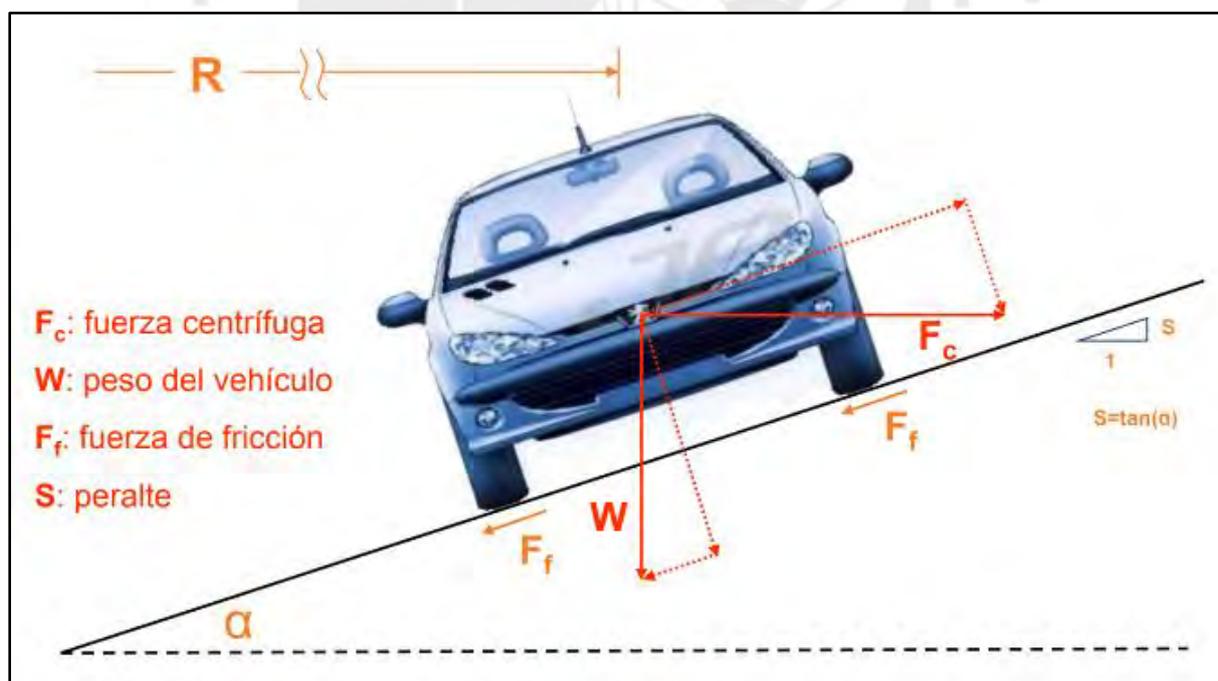
2.2.4.1 *Radio de viraje*

Es el radio de giro mínimo de un vehículo y es comúnmente utilizado en curvas sinuosas de volteo. Se define como el radio de la circunferencia descrita por la rueda delantera exterior de un vehículo a baja velocidad. Este tipo de radio trabaja con velocidades menores o iguales que 15 km/h.

2.2.5 Peralte

Es la pendiente transversal de una carretera en los tramos de alineación circular, cuya función, además de drenar el agua, es neutralizar la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 12: Estados de fuerza en el vehículo que transita sobre un tramo curvo

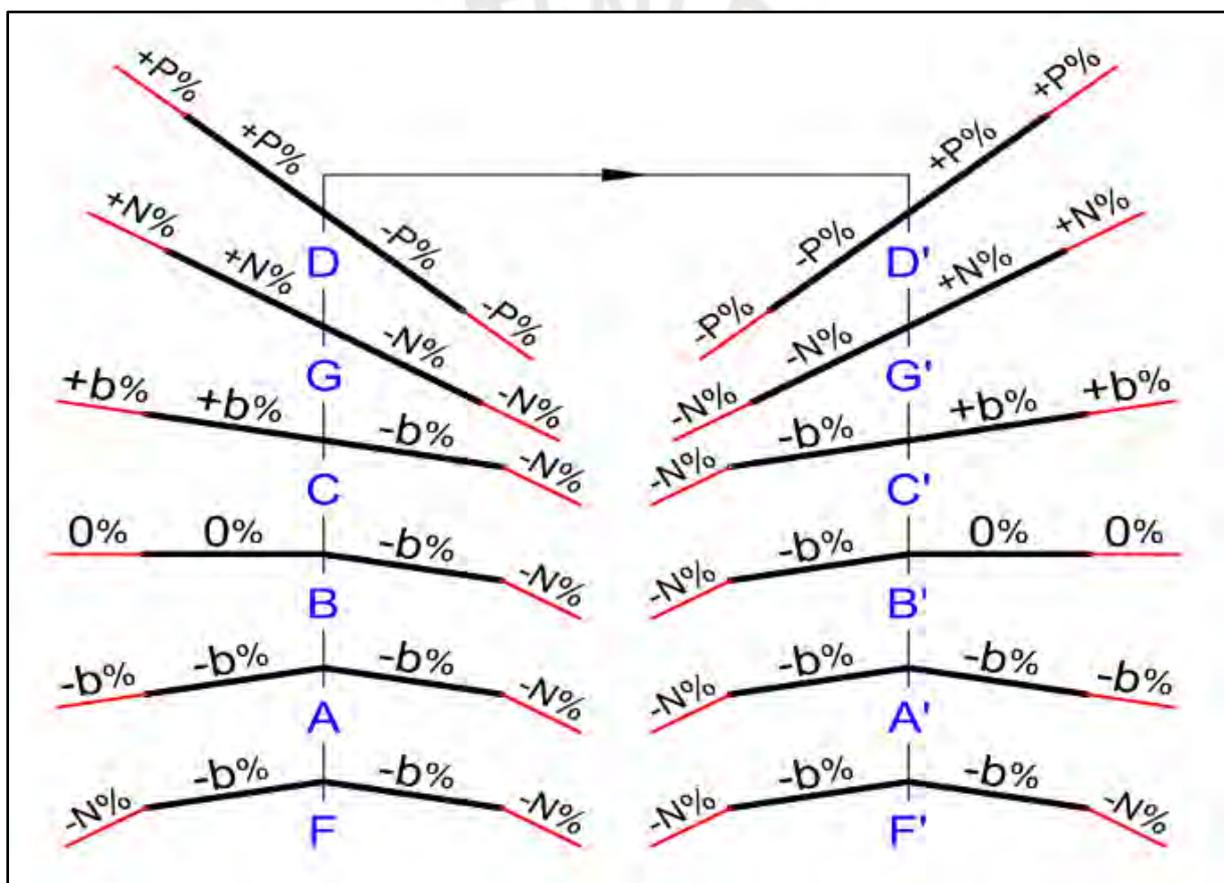


Fuente: Campos De la Cruz (2020)

2.2.6 Transición de peralte

Para pasar de una sección transversal con bombeo normal (alineación recta) a otra con peralte (alineación circular), “es indispensable realizar un cambio de inclinación gradual a lo largo de la carretera entre este par de secciones (F→D). A este tramo de la vía se le conoce como transición de peralte” (Cárdenas, 2013).

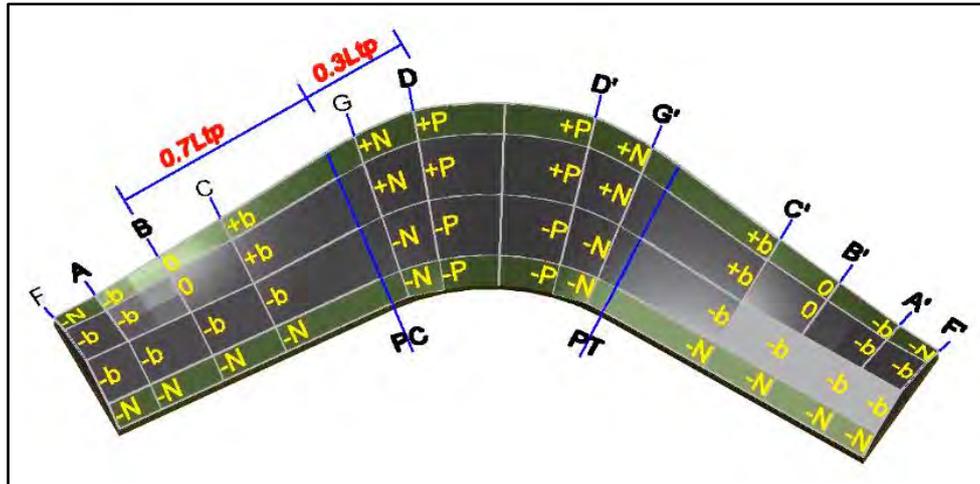
Figura 13: Vistas transversales de la transición de peralte



Fuente: Aller Mamani (2020)

En base de la figura anterior, la longitud de transición de peralte de cualquier curva está comprendida entre las secciones transversales B y D. Generalmente, en el caso de una curva circular sin clotoide, la longitud de transición de peralte se desarrolla un 70 % en la alineación recta y un 30 % en la alineación circular.

Figura 14: Representación 3D de la transición de peralte

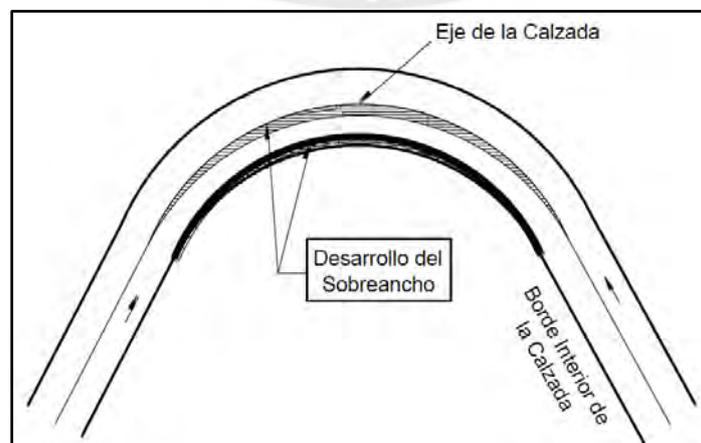


Fuente: Aller Mamani (2020)

2.2.7 Sobreechancho

“En los tramos curvos de una vía es necesario incrementar el ancho de los carriles para que el vehículo pueda girar con mayor confort y seguridad. A esta ampliación gradual se le llama sobreechancho” (Bañón y Bevía, 2015). El desarrollo del sobreechancho debe ser gradual al inicio y fin de las curvas, con el fin de tener un alineamiento continuo en los bordes de carretera. Para el caso de curvas circulares, el sobreechancho se desarrolla a lo largo del borde interior de la calzada y en la misma longitud de transición del peralte.

Figura 15: Transición de sobreechancho



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

2.3 PARÁMETROS DE DISEÑO EN PERFIL LONGITUDINAL

El diseño en perfil trata de ajustar la vía de la carretera al terreno donde se sitúa, por lo cual, la topografía del terreno es un parámetro primordial. La geometría del perfil longitudinal es mucho más sencilla que en planta, ya que simplemente “se compone de alineaciones rectas (rasantes) que se ligan mediante curvas verticales parabólicas. Estas curvas acomodan la transición de manera gradual entre alineaciones consecutivas” (Bañón y Bevíá, 2015).

2.3.1 Tangente vertical

Son alineaciones rectas que están limitadas por dos curvas verticales parabólicas y se caracterizan por su pendiente (de subida o bajada) y su longitud.

2.3.1.1 *Pendiente de tangente vertical*

Con el fin de establecer un adecuado aprovechamiento de las rasantes, las pendientes deben limitarse dentro de un rango de valores de acuerdo al tipo de vía que se trate, por lo cual, se tienen pendientes mínimas y máximas. “Es eficaz tener una pendiente mínima de 0.5 %, a fin de asegurar en todo punto de la carretera un drenaje de las aguas superficiales” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). De igual manera, la pendiente máxima que se acepta es un valor que depende del tipo de carretera y de la velocidad del vehículo.

2.3.1.2 *Longitud de tangente vertical*

Una tangente extensa de pendiente positiva (de subida) y pronunciada puede perjudicar el recorrido de los vehículos pesados. Esto es debido a su notable peso y a las considerables cargas que transportan, lo cual puede reducir la velocidad y aumentar el consumo de

combustible. “Este hecho se manifiesta negativamente en diversos aspectos de transitabilidad, fluidez y seguridad” (Bañón y Beví, 2015).

2.3.2 Distancia de visibilidad

“La distancia de visibilidad se define como la longitud continua de una vía, el cual es visible hacia delante por el chofer de un vehículo” (Cárdenas, 2013). Esta distancia debe ser de suficiente longitud para que se logre desarrollar la velocidad de diseño y debe ser la adecuada para que el conductor pueda realizar maniobras en la carretera. Este último criterio es muy importante, ya que el conductor puede estar ante situaciones específicas como la presencia de un obstáculo fijo (distancia de visibilidad de parada) o como el adelantamiento de un vehículo lento en una carretera de dos carriles (distancia de visibilidad de adelantamiento).

2.3.2.1 *Distancia de visibilidad de parada (D_p)*

Es la distancia necesaria para que el conductor de un vehículo, que viaja a la velocidad de diseño, se detenga por completo después de haber percibido un objeto sobre la carretera.

Figura 16: Representación ilustrativa del parámetro D_p

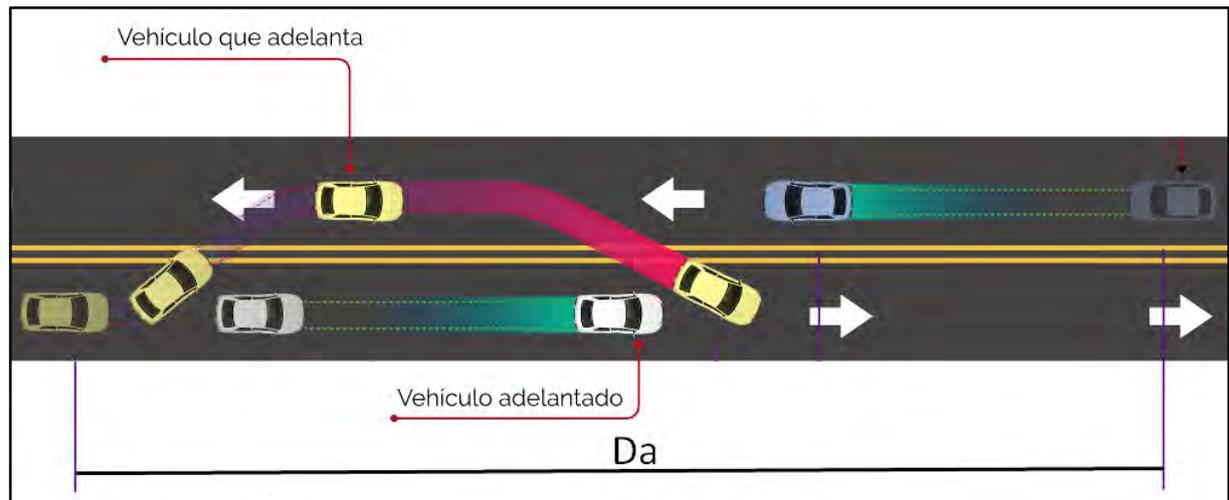


Fuente: González Vergara, Rincón Villalba y Vargas (2011)

2.3.2.2 *Distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a)*

Es la distancia necesaria para que el conductor de un vehículo, que viaja a la velocidad de diseño, se adelante por completo a otro vehículo que viaja a una velocidad inferior.

Figura 17: Representación ilustrativa del parámetro D_a



Fuente: González Vergara, Rincón Villalba y Vargas (2011)

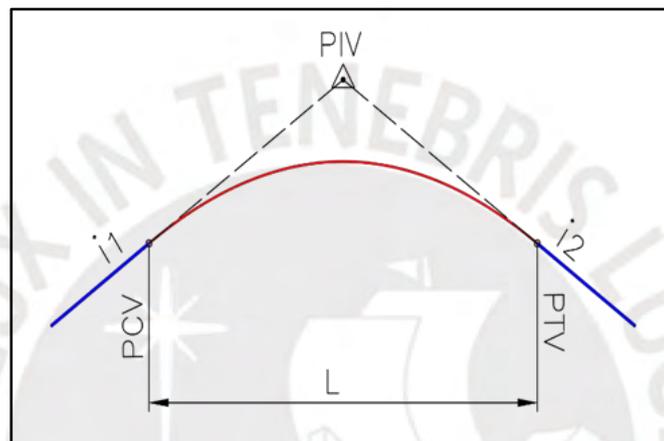
2.3.3 Curva vertical parabólica

Una curva vertical posibilita la conexión entre dos rasantes consecutivas, de tal manera que a lo largo de su longitud se ejecute el cambio gradual de pendiente. “Esta curva debe proporcionar un tránsito vehicular seguro y cómodo, que sea de aspecto agradable y que permita un drenaje apropiado” (Cárdenas, 2013). La curva que mejor se acomoda a estas condiciones es la parábola de eje vertical, las cuales pueden ser convexas o cóncavas, y su diseño depende de criterios de comodidad, operación, drenaje y seguridad. Estas curvas son definidas por el parámetro de curvatura K , cuyo valor es L/A , donde L es la longitud de la curva vertical y A es el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes de las rasantes que se enlazan. Este alineamiento se diseña a partir del tipo de curva parabólica y de la distancia de visibilidad.

2.3.3.1 *Longitud de curva convexa*

La longitud de una curva convexa debe satisfacer la visibilidad mínima de los conductores para anticipar a otros vehículos. Esta longitud se diseña en base de la distancia de visibilidad de parada o de adelantamiento, según sea la función que cumpla dicha curva.

Figura 18: Representación geométrica de una curva convexa

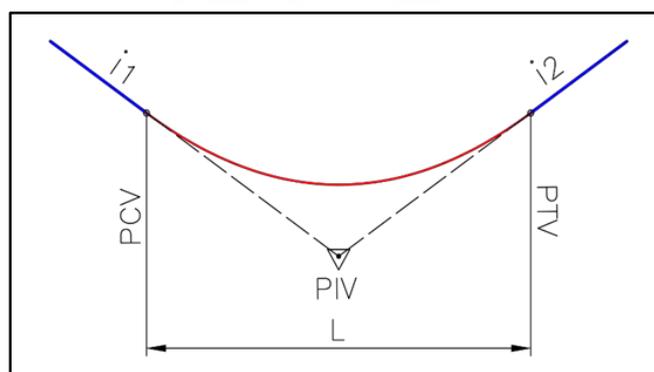


Fuente: Aller Mamani (2020)

2.3.3.2 *Longitud de curva cóncava*

La longitud de una curva cóncava se diseña a partir de la distancia de visibilidad de parada. No es necesario que se diseñe en base de la distancia de visibilidad de adelantamiento, pues la geometría de una curva convexa es amigable y no limita la visibilidad del conductor.

Figura 19: Representación geométrica de una curva cóncava

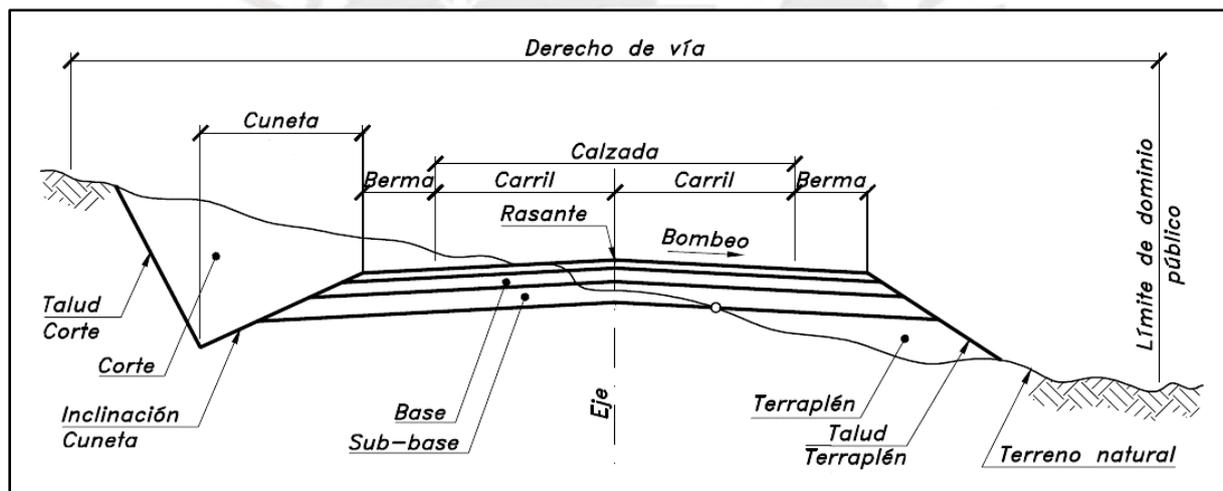


Fuente: Aller Mamani (2020)

2.4 PARÁMETROS DE DISEÑO EN PERFIL TRANSVERSAL

Este diseño consiste en la definición de las dimensiones de los elementos de una carretera en un plano de corte transversal. Además, una importante aplicación de este diseño es facilitar el cálculo del movimiento de tierras, pues el perfil transversal de una carretera guarda relación con el terreno natural por donde discurre la vía. La sección transversal de una carretera está compuesta geoméricamente por: carriles, calzada, bermas, cunetas, taludes y otros elementos complementarios que se encuentran dentro del derecho de vía. En la siguiente figura se detallan los elementos mencionados.

Figura 20: Elementos de la sección transversal típica de una carretera



Fuente: Cárdenas Grisales (2013)

2.4.1 Calzada

Es un elemento de la carretera por donde los vehículos transitan, y puede ser de uno o más carriles. Cada carril tendrá el ancho adecuado para posibilitar la circulación de una sola fila de vehículos. Esta anchura respalda la seguridad del conductor y está condicionada a la velocidad de circulación. “Entonces, cuanto más alta sea la velocidad del vehículo, mayor deberá ser el

ancho de los carriles, ya que un vehículo que transita de manera veloz es más propenso a realizar oscilaciones laterales” (Bañón y Beví, 2015).

El material que conforma el pavimento de una carretera depende de su trazo e importancia. Si el trazo de la vía es definitivo e importante, su pavimento debe construirse de asfalto o concreto portland. Por otro lado, si el trazo de la vía no es definitivo y mucho menos importante, su pavimento simplemente puede estar constituido de un afirmado y, sobre ella, una capa de solución básica.

2.4.2 Bombeo

Es la pendiente transversal que va desde el eje longitudinal de una carretera hasta los bordes externos de la calzada. Este parámetro tiene como principal función drenar lateralmente las aguas superficiales, y así asegurar las mejores condiciones de seguridad en caso de lluvias intensas. El valor numérico del bombeo depende del tipo de superficie de rodadura que posee la carretera y de la precipitación, en milímetros por año, que presenta la zona por donde discurre la vía.

2.4.3 Berma

“Son franjas longitudinales y paralelas que están adyacentes al exterior de la calzada de una carretera, y se pueden emplear como zonas de seguridad para el estacionamiento de vehículos en casos de emergencia” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

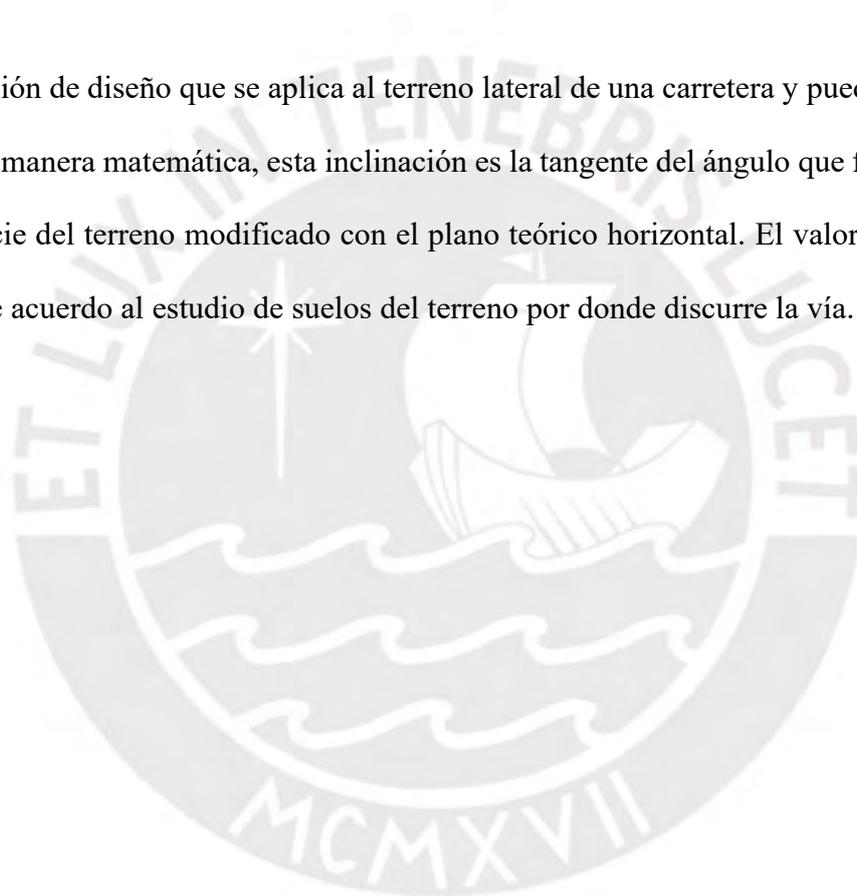
El pavimento de la berma puede estar constituido por el mismo material de la calzada o por una diferente. Asimismo, la inclinación de la berma, por lo regular, es la misma pendiente que tiene la calzada.

2.4.4 Cuneta

Es una obra de arte construida a lo largo y lateral de una carretera. Su principal función es conducir las aguas superficiales procedentes de la vía y el talud de corte, con el fin de proteger la superficie de rodadura del pavimento.

2.4.5 Talud

Es la inclinación de diseño que se aplica al terreno lateral de una carretera y puede ser de corte o relleno. De manera matemática, esta inclinación es la tangente del ángulo que forma el plano de la superficie del terreno modificado con el plano teórico horizontal. El valor numérico del talud varía de acuerdo al estudio de suelos del terreno por donde discurre la vía.



2.5 SEÑALIZACIÓN

Considerando que tanto la señalización como la seguridad vial están constituidas por los dispositivos de control del tránsito, resulta necesario contar con un apropiado diseño que contemple la ubicación, el uso y la uniformidad adecuada. Los dispositivos de control del tránsito se refieren a las señales, marcas y cualquier otro dispositivo que se coloque sobre o adyacente a una carretera, con el objetivo de prevenir, regular y guiar a los usuarios de vía. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias. Por lo tanto, estos dispositivos afectan en forma directa la seguridad y la operación eficiente del tránsito. Asimismo, estos elementos de señalización son aquellos que sirven para guiar y ayudar al usuario de la carretera en su recorrido por la misma, con la finalidad de evitar accidentes. La señalización responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad, pues la vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique y de la atención que se le preste. En este sentido, el lenguaje vial guía tanto a transeúntes como a conductores por el camino de la seguridad y de la prevención de cualquier incidente que pueda ocurrir en la carretera.

2.5.1 Señalización vertical

Las señales verticales son destinadas a reglamentar el tránsito y advertir o informar al usuario de vía sobre direcciones, rutas, destinos y dificultades de la carretera mediante palabras o símbolos. Estas señales deben ser colocadas donde se necesiten y apliquen regulaciones, con el fin de prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Se entiende por señal vertical a toda aquella señal cuya superficie es un plano aproximadamente perpendicular a la proyección horizontal de la superficie de rodadura.

2.5.1.1 *Señales reglamentarias*

Las señales reglamentarias tienen como función expresar, notificar o recordar al usuario de vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobierna la carretera. Su violación constituye un delito que acarrea las sanciones previstas por la ley.

2.5.1.2 *Señales preventivas*

Las señales preventivas tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia de un peligro real o potencial, el cual pueda ser evitado tomando ciertas precauciones.

2.5.1.3 *Señales informativas*

Las señales informativas tienen como función guiar al usuario a lo largo de una determinada ruta, informándole sobre puntos notables como centros poblados, corrientes de agua o lugares importantes. Además, estas señales brindan la información necesaria que ayudan al conductor en el uso de la vía.

2.5.2 **Señalización horizontal**

Las señales horizontales corresponden a la aplicación de marcas viales sobre el pavimento, las cuales pueden ser líneas rectas, líneas transversales, símbolos, flechas o letras. Por ejemplo, estas señales se utilizan para demarcar el centro de la calzada de dos carriles de circulación, así como también los bordes que delimitan la superficie de rodadura con las bermas. Estas marcas en el pavimento se utilizan con la finalidad de regular o canalizar el movimiento de vehículos e indicar la presencia de objetos o estructuras sin distraer la atención del conductor. En algunos casos, se utilizan como suplemento a las señales verticales, con la finalidad de incrementar la seguridad del usuario de vía.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS

El proyecto presenta dos propuestas, las cuales son las alternativas para determinar el trazo a nivel anteproyecto del sector de vía del km 79 al km 83 de la red vial nacional PE-26.

3.1 PROPUESTA 1

Consiste básicamente en que el trazo sea por la misma ruta donde actualmente se encuentra, solucionando sus puntos críticos a partir de la ejecución de trabajos de reparación y protección.

Figura 21: Vista en planta del trazo a nivel anteproyecto de la propuesta 1



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, se observa que el trazo se ubica muy cerca de una quebrada, pues así lo determina la configuración de las curvas de nivel. Por esa quebrada discurre el río San Juan, que como se mencionó antes, es la principal fuente de peligro del sector de vía en cuestión. También, el trazo cuenta con muchas disconformidades en la geometría de la vía, pues algunos de sus parámetros geométricos no cumplen con la norma peruana establecida. Además, según los antecedentes, la vía del trazo actual posee tres puntos críticos donde la acción erosiva del río San Juan socavó el material conformante del talud inferior de la carretera. Como consecuencia, esa vía presenta vulnerabilidad de desmoronamiento y de pérdida de talud. Por lo tanto, esas zonas críticas deben ser reparadas y protegidas, con la finalidad de que la carretera pueda estar funcional y sin peligro alguno.

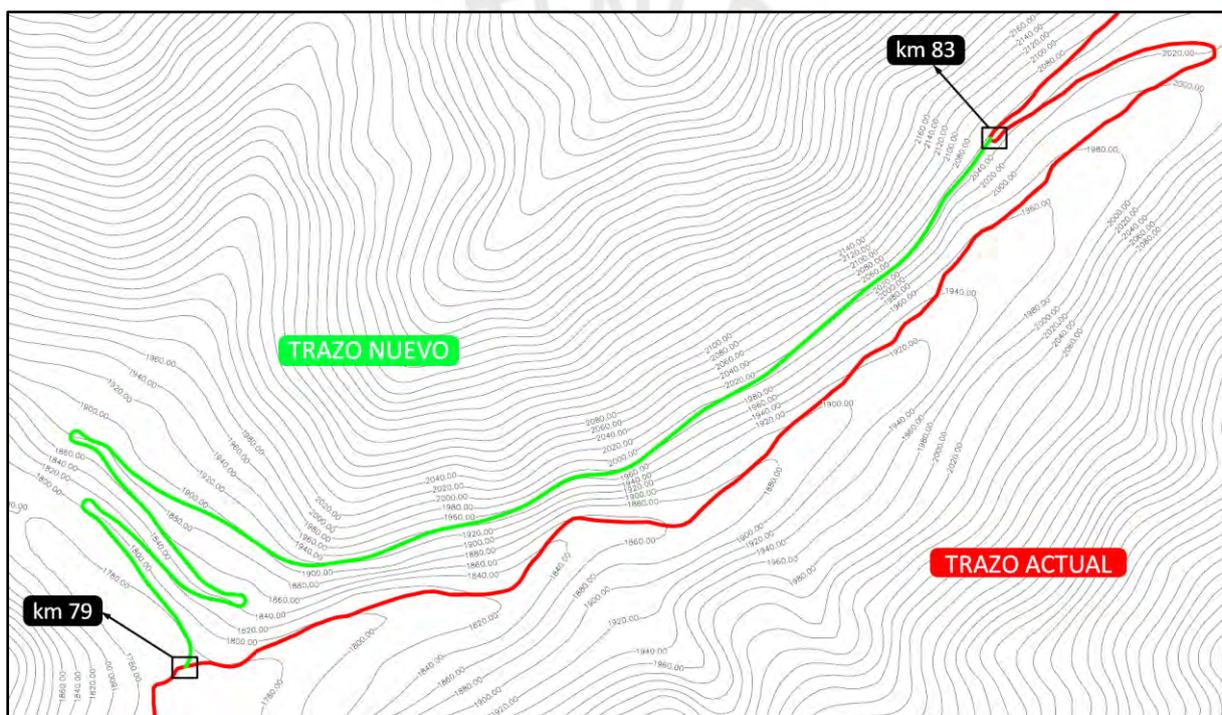
Para ello, se debe ejecutar una serie de obras que protejan el talud inferior de la vía. Esta propuesta comprende los siguientes trabajos: En primer lugar, encauzamiento mediante espigones en el lecho del río, con el fin de desviar las aguas del río San Juan y contrarrestar el golpe de su cauce. En segundo, colocación de enrocados en el talud inferior de la carretera, con la finalidad de obtener una pantalla de protección contra las futuras erosiones. Y, por último, habilitación de un acceso provisional, en caso que la carretera se haya fisurado completamente. Esta propuesta puede tener un costo directo y aproximado de un millón de soles.

Además, se debe restablecer la plataforma de una carretera desmoronada, con el fin de evitar desvíos por terrenos de terceros. Para ello, se ejecuta la construcción de un muro de suelo reforzado. Si se le suma este último trabajo al presupuesto inicial, el costo puede aumentar a casi el doble, es decir, dos millones de soles. Esto es debido a que la construcción de un muro de suelo reforzado requiere más recursos, tales como mano de obra, maquinaria y material de construcción.

3.2 PROPUESTA 2

Esta propuesta consiste en que el trazo sea una carretera completamente nueva. Para ello, se propone un nuevo diseño geométrico, el cual modifica el sector de vía del km 79 al km 83 de la red vial nacional PE-26. Asimismo, se realiza la señalización vial de la nueva carretera, con la finalidad de que la ruta sea viable y segura para los usuarios de vía.

Figura 22: Vista en planta del trazo a nivel anteproyecto de la propuesta 2



Fuente: Elaboración propia

Preliminar a la realización de la presente tesis, se realizó una indagación con la entidad responsable de la ruta actual, que en este caso viene a ser la jefatura zonal de Huancavelica. Se hizo una consulta con respecto a la ejecución del trazo actual de dicha ruta y se descubrió cierto incidente. Cuando se estaba empezando a construir la carretera de la red vial nacional PE-26, se propuso la ejecución de un trazo inicial el cual fue diferente al trazo actual. En una primera instancia, ese trazo inicial se empezó a construir, sin embargo, su ejecución se detuvo.

En la siguiente figura se observa el trazo inicial que se empezó a construir, el cual difiere considerablemente del trazo actual. Además, se observa, indicado con un recuadro negro, la zona donde se detuvo dicha construcción.

Figura 23: Vista satelital del trazo inicial que no se culminó



Fuente: Global Mapper (2016)

Ese incidente fue causado debido a problemas desconocidos, pero se puede deducir que fueron problemas económicos, pues el terreno donde estaría la continuación de dicho trazo inicial es rocoso, y excavarlo tiene un mayor costo. Por lo tanto, esta propuesta se basa en concluir la ejecución de dicho trazo inicial sin terminar, modificando definitivamente el trazo actual.

3.2.1 Metodología

La metodología es mixta. El diseño geométrico del nuevo trazo de la carretera se realiza empleando la norma vigente de diseño de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Esta norma constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo que se rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio. Este documento organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño de la infraestructura vial en función a su concepción y desarrollo. Asimismo, para elaborar los planos del diseño geométrico, se emplea el software de ingeniería Civil 3D. Este programa nos permite mecanizar los datos geométricos del trazado y obtener resultados gráficos. Además, nos proporciona una asistencia útil para cumplir y comprobar las normativas de diseño.

Por otro lado, para elaborar la señalización vial, se usa como guía el manual vigente de seguridad vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Este documento nos dicta disposiciones que tienen como finalidad contribuir a la mejora de las características de una infraestructura vial, con el propósito de incrementar la seguridad y calidad de una carretera.

La metodología del proyecto se divide en tres etapas:

- Etapa I: Analizar la zona donde se diseña el nuevo trazo modificado. En esta etapa se debe realizar el estudio de tránsito, conocer la orografía del terreno y finalmente esbozar el nuevo trazo.
- Etapa II: Evaluar el grado de cumplimiento de los parámetros y criterios de diseño. Se busca desarrollar un trazado geométrico que cumpla con aspectos de seguridad, transitabilidad y bajo costo, a partir de los métodos recomendados por el manual peruano de carreteras. Además, verificar una adecuada señalización para que la

carretera sea completamente viable y segura en función de las pautas recomendadas por el manual peruano de seguridad vial.

- Etapa III: Diseño detallado. Una vez que se realiza el análisis de la zona y la evaluación del grado de cumplimiento de los parámetros básicos de diseño, se procede a la elaboración del diseño geométrico y señalización vial del nuevo trazo modificado. El diseño geométrico transversal es preliminar.

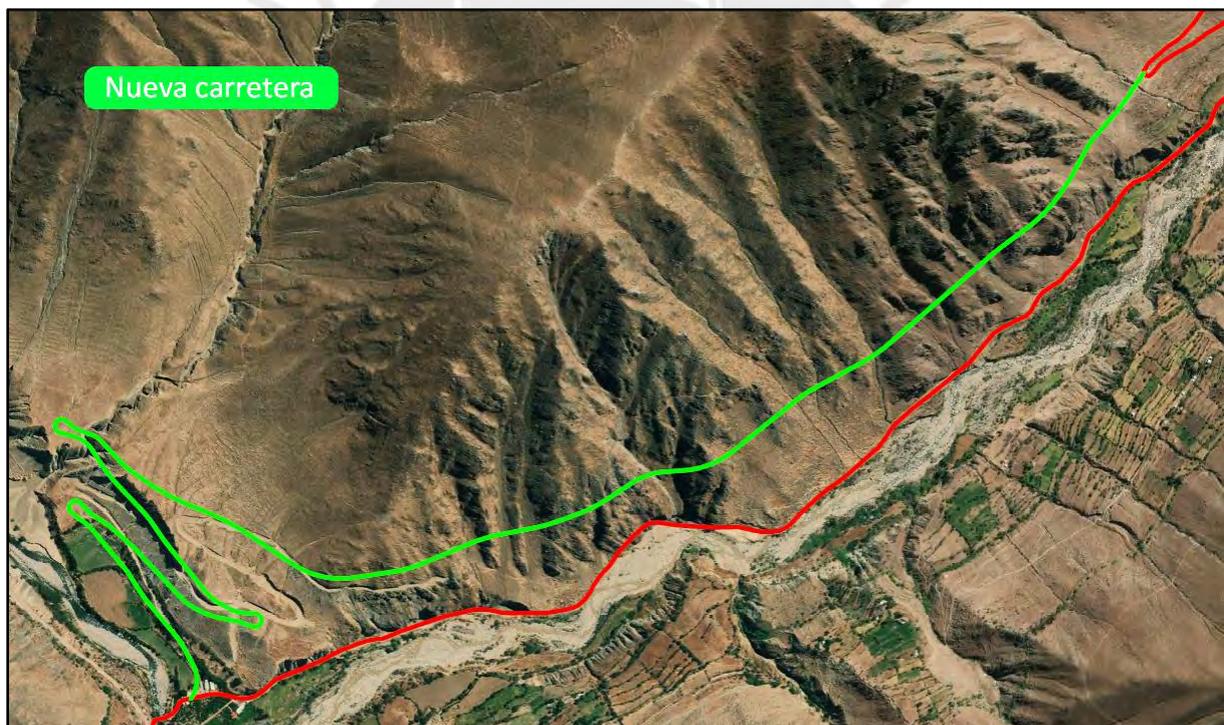


CAPÍTULO IV: DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La nueva carretera es una modificación de trazo que se sitúa entre el km 79 y km 83 de la red vial nacional PE-26, distrito de Arma, provincia de Castrovirreyna, departamento de Huancavelica. Además, este nuevo sector de vía se encuentra comprendido entre el centro poblado de Palca y la división hacia el distrito de Huachos.

Figura 24: Vista satelital del trazo de la nueva carretera a diseñar



Fuente: Global Mapper (2016)

El índice de pluviosidad de la zona por donde discurre la vía es muy elevado entre los meses de noviembre y marzo. Además, dicha zona presenta una temperatura media anual de 12 °C. La carretera del nuevo trazo se encuentra, en su mayor parte, sobre las laderas de un cerro, cuyo terreno presenta relieves ondulados, accidentados y hasta escarpados.

4.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

4.2.1 Clasificación de la carretera

4.2.1.1 *Por su demanda*

Es indispensable conocer la demanda del transporte terrestre de la nueva vía en cuestión, con el fin de determinar un factor muy esencial que se denomina IMDA (Indicador Medio Diario Anual). Este factor define la importancia de una carretera, clasificándola en primera, segunda o tercera clase. Para ello, se cuenta con el previo estudio del tráfico que se obtiene de los expedientes técnicos realizados por el consorcio ALVAC – JOHESA en el año 2015. Dicho estudio comprende principalmente el conteo de los vehículos que transitan por la carretera de los distintos tramos de la red vial nacional PE-26. La siguiente figura muestra un cuadro resumen de resultados del conteo vehicular en el sector de vía comprendido entre los centros poblados de Palca y Villa de Arma. El trazo de la carretera a diseñar se encuentra dentro de dicho sector.

Figura 25: IMDA del sector de vía C.P. Palca – C.P. Villa de Arma en el año 2015

Día	Auto movil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion						Semitraylers				Traylers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL				
			Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
Lunes 16/02/2015	Palca - Villa de Arma	7	2	8	0	7	4	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	8	36
	Villa de Arma - Palca	0	1	2	0	4	2	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	17
	Total	7	3	10	0	11	6	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	16	53
Martes 17/02/2015	Palca - Villa de Arma	2	2	9	0	1	2	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12	28
	Villa de Arma - Palca	1	2	7	0	1	2	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	24
	Total	3	4	16	0	2	4	0	0	0	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	23	52
Miércoles 18/02/2015	Palca - Villa de Arma	5	0	12	0	4	2	0	0	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	14	37
	Villa de Arma - Palca	5	0	6	1	6	2	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	10	30
	Total	10	0	18	1	10	4	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	24	67
Jueves 19/02/2015	Palca - Villa de Arma	0	0	8	0	3	2	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	10	23
	Villa de Arma - Palca	1	0	7	0	3	2	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	9	22
	Total	1	0	15	0	6	4	0	0	0	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	19	45
Sabado 21/02/2015	Palca - Villa de Arma	1	3	3	0	2	2	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	7	18
	Villa de Arma - Palca	2	3	8	2	1	2	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10	28
	Total	3	6	11	2	3	4	0	0	0	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	17	46
IMDs	Palca - Villa de Arma	3.6	2	10	0	4	3	0	0	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	12	35
	Villa de Arma - Palca	2.2	2	8	1	4	2	0	0	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	30
	Total	5.9	3.4	17.2	0.8	7.8	5.4	0.0	0.0	0.0	15.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40	24	65
IMDa	Palca - Villa de Arma	3.2	1.6	8.6	0.0	3.7	2.6	0.0	0.0	0.0	7.4	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20	13	32
	Villa de Arma - Palca	2.0	1.4	6.7	0.7	3.2	2.2	0.0	0.0	0.0	7.8	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16	12	28
	Total	5.2	3.0	15.3	0.7	6.9	4.8	0.0	0.0	0.0	15.2	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36	25	61
IMDa (Valor Entero)	Palca - Villa de Arma	3	2	9	0	4	3	0	0	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	13	32
	Villa de Arma - Palca	2	1	7	1	3	2	0	0	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12	28
	Total	5	3	15	1	7	5	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	25	61

Fuente: Consorcio ALVAC – JOHESA (2015)

A partir de la figura anterior, se concluye que, en el sector de vía a modificar, se tiene un valor de IMDA de 36 vehículos livianos y 25 vehículos pesados por día. Sin embargo, la intención de este proyecto es realizar un diseño que sea funcional durante 20 años. Por lo tanto, se debe conocer la demanda proyectada a ese periodo de tiempo. Para ello, se utilizan indicadores macroeconómicos del departamento de Huancavelica, expresados en tasas de crecimiento anual, con la finalidad de relacionarlas con las tasas de crecimiento anual del tráfico en dicho departamento.

Figura 26: Tasas de crecimiento anual del PBI y de la población de Huancavelica

TASA CRECIMIENTO DEL PBI DE HUANCAVELICA			TASA CRECIMIENTO DE POBLACIÓN DE HUANCAVELICA		
AÑOS		Promedio	Promedio	AÑOS	
2010	4.4%	4.69 %	1.73 %	2010	2 %
2011	4.4%			2011	2 %
2012	4.6%			2012	2 %
2013	4.6%			2013	2 %
2014	4.7%			2014	2 %
2015	4.8%			2015	2 %
2016	4.8%			2016	1.4%
2017	4.8%			2017	1.4%
2018	4.8%			2018	1.4%
2019	4.9%			2019	1.4%
2020	4.8%			2020	1.4%

Fuente: Consorcio ALVAC – JOHESA (2015)

De la figura 26, la tasa de crecimiento promedio anual del PBI de Huancavelica es 4.69 %, mientras que la tasa de crecimiento promedio anual de la población de Huancavelica es 1.73 %. El aumento de vehículos livianos guarda relación con el crecimiento de una población, pues cada día las personas tienden a poseer más vehículos particulares. Por otro lado, el aumento de vehículos pesados como son los camiones tiene cierta relación con el

crecimiento del PBI de una población, pues el producto bruto interno expresa el valor monetario de una región, el cual implica actividades como la agricultura, ganadería o construcción, y para transportar dichos bienes y servicios se necesitan vehículos pesados. Por esta razón, se considera una excelente aproximación decir que la tasa de crecimiento anual de vehículos livianos es 1.73 % y que la tasa de crecimiento anual de vehículos pesados es 4.69 %. Entonces, a partir del valor de IMDA del año 2015 y de las tasas de crecimiento anual del tráfico, se puede calcular el valor de IMDA proyectado a futuro.

Figura 27: IMDA proyectado a 11 años

AÑO	Vehículos Livianos						Omnibus			Camiones			Camiones Semitrailers					Camiones Trailers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL					
	Autos	S. Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micros	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3				
2015	5	3	15	1	7	5	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	25	61
2016	5	3	15	1	7	5	0	0	0	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	26	63
2017	5	3	16	1	7	5	0	0	0	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	27	64
2018	5	3	16	1	7	5	0	0	0	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	29	66
2019	5	3	17	1	7	5	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	30	68
2020	5	3	17	1	7	5	0	0	0	19	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	31	70
2021	5	3	17	1	7	5	0	0	0	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	33	73
2022	5	3	17	1	8	5	0	0	0	21	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	34	75
2023	6	3	18	1	8	6	0	0	0	22	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	36	77
2024	6	3	18	1	8	6	0	0	0	23	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	38	79
2025	6	3	18	1	8	6	0	0	0	24	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	40	82
2026	6	4	19	1	8	6	0	0	0	25	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	41	85

Tasa de Crecimiento: Vehículos de pasajeros (Ligeros) 1.73% y de carga (Pesados) 4.69%

Fuente: Consorcio ALVAC – JOHESA (2015)

De la figura anterior, se observa a detalle como el tráfico de los distintos vehículos aumenta según su tasa de crecimiento anual. Además, se observa que el valor de IMDA proyectado al año 2026 es 85 vehículos por día. No obstante, es necesario conocer el IMDA proyectado a 20 años, contados a partir de la elaboración de la presente tesis (2021). Por lo tanto, con el uso de la siguiente fórmula, se calcula el IMDA proyectado al año 2041.

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

Donde “P_f” es el IMDA proyectado, “P₀” es el IMDA del año base (2015), “T_c” es la tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo (liviano o pesado) y “n” es la cantidad de años a proyectar.

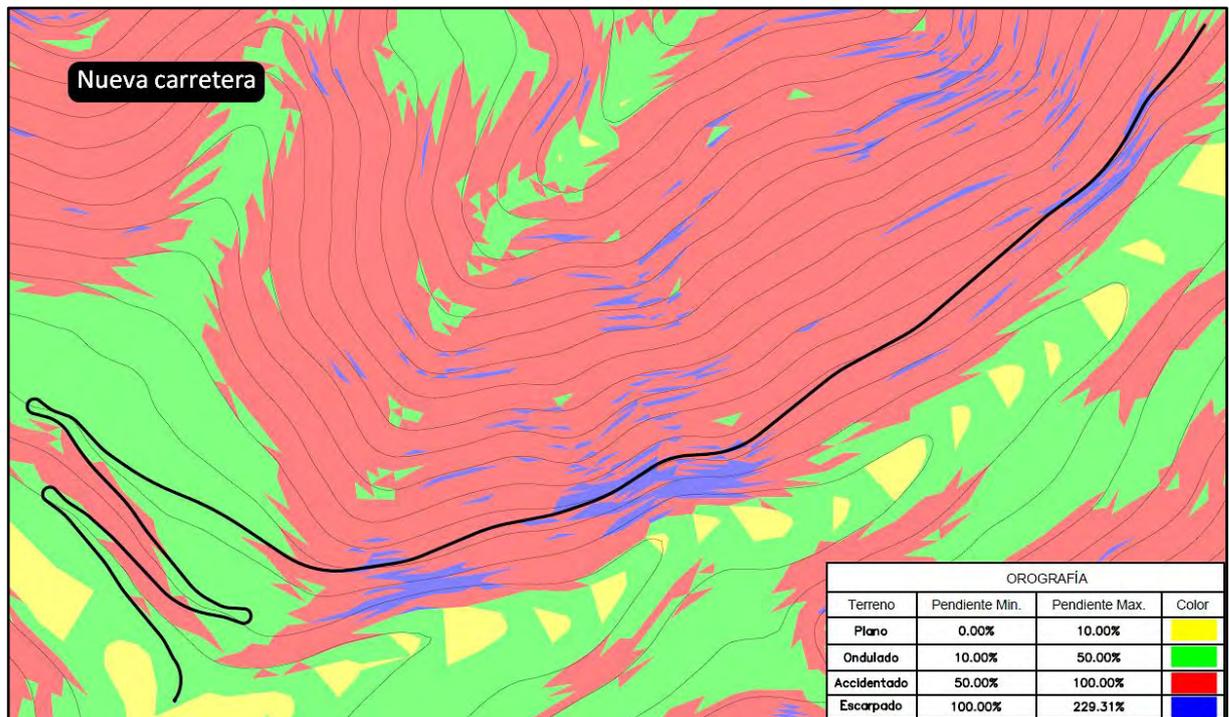
$$\boxed{\text{IMDA}} = \underset{\substack{\downarrow \\ \text{Total vehículos livianos}}}{36} (1 + 0.0173)^{26} + \underset{\substack{\downarrow \\ \text{Total vehículos pesados}}}{25} (1 + 0.0469)^{26} \underset{\substack{\downarrow \\ \text{2041 - 2015}}}{26}$$

Entonces se concluye que para el sector vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26, el valor de IMDA proyectado a 20 años es **139 vehículos por día**. Por lo cual, la vía a diseñar se clasifica como una carretera de **tercera clase** ($\text{IMDA} < 400$ vehículos por día). Este tipo de vía puede contar con una calzada de dos carriles de 3 m como mínimo. Además, por ser una carretera de tercera clase, su pavimento puede estar constituido de un afirmado y de una solución básica.

4.2.1.2 *Por su orografía*

La topografía se obtiene mediante el programa Global Mapper. Este software procesa informaciones geográficas muy precisas y eficientes, por ejemplo, vistas satelitales, coordenadas UTM, elevaciones de terreno y curvas de nivel. Dicha topografía se exporta al programa de ingeniería Civil 3D con la finalidad de tener una superficie base donde el alineamiento de la carretera pueda discurrir. Para saber la orografía del terreno en cuestión, se configura la topografía en Civil 3D, con el fin de mostrar las pendientes del terreno. La orografía de la zona está constituida por cuatro tipos de terreno que dependen de sus pendientes. Las zonas de color amarillo representan un terreno plano, cuyas pendientes varían de 0 % a 10 %. Las zonas de color verde representan un terreno ondulado, cuyas pendientes varían de 10 % a 50 %. Las zonas de color rojo representan un terreno accidentado, cuyas pendientes varían de 50 % a 100 %. Y finalmente, las zonas de color azul representan un terreno escarpado, cuyas pendientes varían de 100 % a más.

Figura 28: Orografía de la zona por donde discurre la vía



Fuente: Elaboración propia

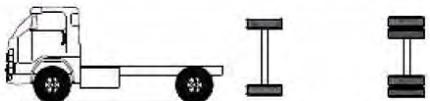
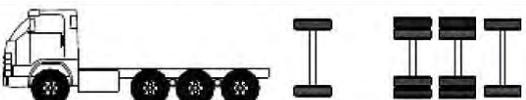
De la figura anterior, se observa que la mayor parte de carretera discurre sobre terreno accidentado. Por lo tanto, la vía a diseñar se clasifica en **terreno accidentado (tipo 3)**. Este tipo de vía tiene pendientes longitudinales predominantes entre 6 % y 8 %, por lo cual, su trazo requiere importantes movimientos de tierras.

4.2.2 Vehículo de diseño

A partir del estudio del tráfico, el valor de IMDA en el sector de vía a modificar está compuesto por 59.02 % de vehículos ligeros, 0 % de ómnibus y 40.98 % de vehículos tipo camión. En la tabla resumen de la Figura 25, se observa que la vía presenta bastante incidencia de vehículos tipo camión de dos ejes (C2) y de camionetas pick up, seguido por vehículos tipo camión de tres ejes (C3). Asimismo, el tránsito de autos y micros representan poca incidencia. Por lo tanto, se requiere un diseño adecuado de vía que adopte a todos los vehículos contabilizados, con la

finalidad de que todos puedan circular con seguridad y comodidad. Por consiguiente, se diseña con el vehículo más grande que transita por dicho sector, el cual es el **vehículo tipo camión de tres ejes (C3)**, cuya longitud máxima es 13.20 m.

Figura 29: Vehículos tipo camión

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°		4°	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	25		
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	30		

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2003)

4.2.3 Velocidad de diseño

Una carretera siempre está condicionada por su velocidad de diseño, no obstante, este parámetro es una referencia base, pues todos los elementos geométricos de la carretera se diseñan con la velocidad específica. La velocidad de diseño se elige a partir de la clasificación de la carretera que se diseña. La siguiente figura muestra el rango de velocidades para diferentes tipos de carreteras. Para este caso, la vía es de tercera clase con orografía accidentada (tipo 3). Por lo tanto, la velocidad de diseño está comprendida entre 30 y 50 km/h.

Figura 30: Velocidad de diseño

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											

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

La orografía del terreno es accidentada, por lo cual, la elección de una mayor velocidad requiere una mayor infraestructura. Entonces, que la carretera sea diseñada con una velocidad de 50 km/h puede ser justificada si la demanda lo requiere, es decir, si hubiera un tránsito cuantioso de vehículos. En otras palabras, la vía debe contar con un buen balance de oferta y demanda, así que sí se puede considerar la opción de optar por una velocidad de 50 km/h. Sin embargo, la demanda del tránsito no satisface la oferta, por ende, no se elige dicha velocidad. Por otro lado, una carretera con una velocidad menor tiene radios más curvos, es decir, radios pequeños. En este caso, la vía no es muy irregular, pues su trazo no presenta demasiadas curvas pronunciadas, por lo cual, no se requiere una velocidad de 30 km/h. Por lo tanto, la velocidad de diseño adecuada para la carretera es **40 km/h**.

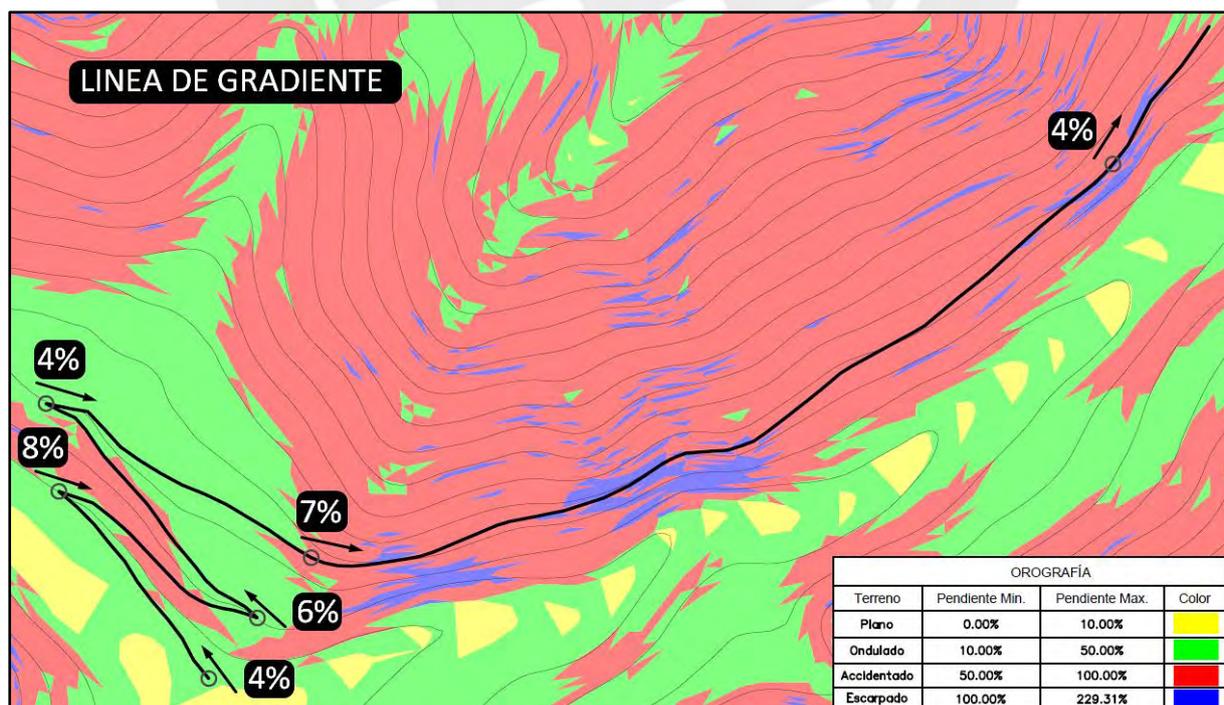
4.3 DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA

En este subcapítulo se procede a determinar los parámetros que conforman el diseño en planta, tales como son los radios de todas las curvas, las longitudes de los tramos rectos, y los peraltes y sobreeanchos de cada curva. Además, dichos parámetros se evalúan para determinar si cumplen con los criterios mínimos y máximos que establece la norma peruana de carreteras.

4.3.1 Línea de gradiente

La propuesta de trazo nuevo es la modificación de un sector de vía de la ruta PE-26 que inicia en el km 79 y finaliza en el km 83. La nueva vía tiene una longitud total de 4.6 km y está posicionada lejos del río San Juan, específicamente sobre laderas de cerro cuyo terreno es accidentado. Este trazado se hace de tal forma que se aproxime a la geometría de las curvas de nivel, con la finalidad de evitar grandes cantidades de corte y relleno.

Figura 31: Línea de gradiente de la nueva vía



Fuente: Elaboración propia

Puesto que la vía en su mayor parte está situada en terreno accidentado, la norma peruana recomienda que el trazo tenga pendientes longitudinales entre 6 % y 8 %. Para ello, primero se debe trazar una línea de gradiente, la cual es una línea teórica que une varios puntos con el fin de seguir una determinada pendiente. En la figura anterior se observa la línea de gradiente con distintas pendientes longitudinales. En las zonas de terreno ondulado, se trazan líneas de gradiente con una pendiente longitudinal de 4 %, mientras que, en las zonas de terreno accidentado, se trazan líneas de gradiente con pendientes longitudinales de 6 %, 7 % y hasta 8 %. Además, se aprovechan las zonas de terreno ondulado para trazar las curvas de volteo, pues estos alineamientos circulares requieren importantes movimientos de tierras. Finalmente, el eje de la vía debe seguir el trazo de la línea de gradiente, pues así se desarrolla un buen diseño geométrico de carreteras.

4.3.2 Tangentes horizontales

Las tangentes horizontales son las alineaciones rectas que existen entre las curvas circulares. Cuando un tramo recto está entre dos curvas de sentido contrario, significa que hay un trazado en “S”; y cuando un tramo recto está entre dos curvas del mismo sentido, significa que hay un trazado en “O”. La norma peruana de carreteras establece longitudes mínimas de tramos rectos para cada tipo de trazado, y además nos recomienda una longitud máxima deseable. La siguiente figura muestra las longitudes mínimas y máximas de las alineaciones horizontales rectas de una carretera con una determinada velocidad específica.

Figura 32: Longitudes mínimas y máximas de tangentes horizontales

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

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

La nueva vía comprende 38 tangentes horizontales, de las cuales en su mayoría forman un trazado tipo “S”. Dichas tangentes tienen determinadas velocidades específicas, que son asignadas eligiendo la mayor velocidad específica de las curvas circulares de sus extremos.

Tabla 1: Registro de las tangentes horizontales de la vía

Nº T	Tipo	Ve (km/h)	L (m)	Da (m)
T-1	-	50	33.72	230
T-2	S	50	26.79	230
T-3	S	60	97.93	290
T-4	S	60	36.96	290
T-5	O	60	95.24	290
T-6	S	50	29.71	230
T-7	S	30	24.14	110
T-8	S	50	29.76	230
T-9	O	60	48.88	290
T-10	S	60	133.25	290
T-11	S	40	22.56	170
T-12	S	40	26.84	170
T-13	S	30	28.88	110
T-14	O	40	25.48	170
T-15	O	60	123.43	290
T-16	S	60	26.72	290

Continuación de tabla 1

T-17	S	60	60.03	290
T-18	S	60	27.69	290
T-19	S	30	26.81	110
T-20	S	30	23.53	110
T-21	S	30	23.47	110
T-22	S	50	61.33	230
T-23	O	60	39.78	290
T-24	S	60	36.26	290
T-25	S	60	108.02	290
T-26	O	60	88.38	290
T-27	S	60	111.11	290
T-28	S	60	73.33	290
T-29	O	60	47.35	290
T-30	S	60	60.47	290
T-31	S	60	39.09	290
T-32	S	60	173.64	290
T-33	S	60	114.61	290
T-34	S	60	296.07	290
T-35	S	60	60.06	290
T-36	S	60	44.67	290
T-37	S	60	49.33	290
T-38	-	60	62.35	290

Fuente: Elaboración propia

Para una carretera de tercera clase que discurre sobre un terreno accidentado, es difícil que se cumplan los parámetros de la figura 32. Dicha recomendación va más para las carreteras de primera y segunda clase, en donde los criterios de diseño se deben cumplir de forma estricta. No obstante, la norma peruana de carreteras establece que, para dos curvas opuestas sin espiral, la longitud mínima de su tangente intermedia debe ser la necesaria para permitir una adecuada transición de peralte. Y en efecto, todas las longitudes de tangente horizontal de esta vía cumplen con dicho criterio.

4.3.3 Curvas horizontales

Los alineamientos circulares son los primeros elementos a los que se le asignan una velocidad específica, y de acuerdo a esta velocidad se determinan los demás parámetros de diseño. El radio de una curva es inversamente proporcional a su peralte, por lo tanto, para un radio mínimo existe un peralte máximo. El proyecto no cuenta con curvas de transición, pues la orografía de la zona por donde discurre la vía no permite el adecuado diseño de este tipo de curvas. El trazo de la carretera comprende curvas circulares simples, curvas de volteo y curvas ovoide. Estas curvas se aplican donde sean necesarios, con la finalidad de que el trazado se adecue con mucha proximidad a la línea de gradiente.

Aunque la vía no presenta curvas de transición, las curvas circulares deben tener un radio mínimo que les permita prescindir del uso de espirales. La siguiente figura muestra estos radios, los cuales se determinan según la velocidad específica de cada curva circular.

Figura 33: Radio mínimo para curvas sin espiral en carreteras de tercera clase

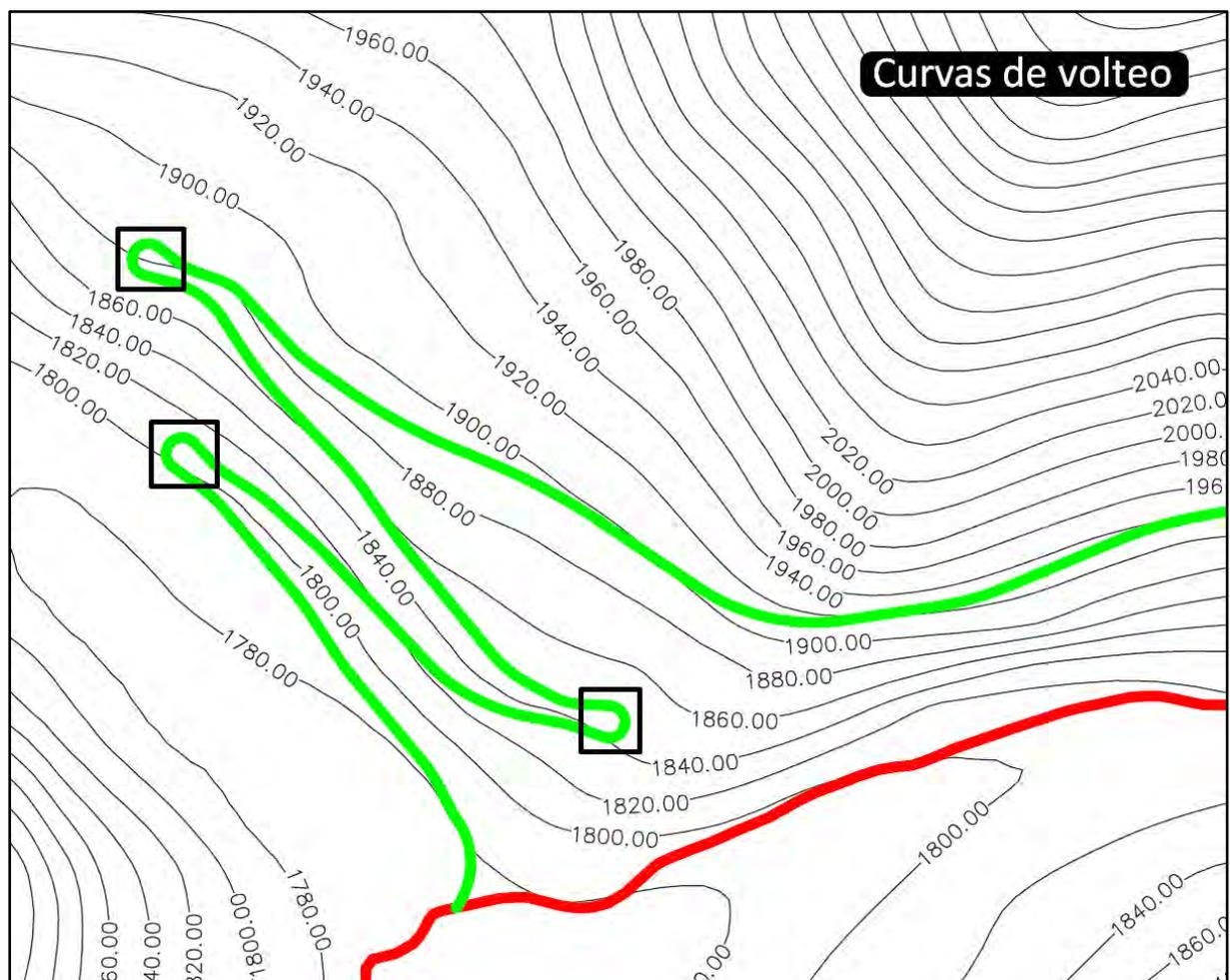
Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Con el fin de que el trazo no esté colindante al río San Juan, la nueva carretera discurre sobre las laderas de un cerro, a fin de que la erosión del río no perjudique la vía. Dicho trazo implica un aumento considerable de cotas. Además, el trazo de la nueva vía debe discurrir de tal manera

que se eviten grandes pendientes longitudinales e importantes movimientos de tierras. Debido a esta necesidad, la carretera cuenta con curvas de volteo. Este tipo de curvas facilita que la carretera pueda elevarse sobre laderas de cerro. En la siguiente figura, se observa como las curvas de volteo hacen que el trazo aumente de cota dentro de un área determinada.

Figura 34: Vista en planta de las curvas de volteo que posee la vía



Fuente: Elaboración propia

Las curvas de volteo requieren radios con valores mínimos, pues un radio grande en el trazado implica importantes movimientos de tierras. El más bajo valor de radio que puede tener una curva circular es el radio de viraje, pues es el radio de giro mínimo que puede tener un vehículo.

La norma peruana de carreteras relaciona dicho concepto con el tipo de maniobra que se realiza en una curva de volteo. Para este caso, se elige la maniobra C2, que consiste en que un camión de dos ejes puede transitar una curva de volteo simultáneamente con a un vehículo ligero. Por otro lado, la velocidad específica de todas las curvas de volteo es 15 km/h.

Figura 35: Radio exterior mínimo de una curva de volteo

Radio interior R_i (m)	Radio Exterior Mínimo R_e (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Según mi criterio, las curvas de volteo en una carretera de tercera clase pueden tener un radio interior de 8 m. Entonces, según la figura 35, el radio exterior mínimo que tiene una curva de volteo de radio interior 8 m y maniobra C2 es 17.25 m. A partir de estos datos, se tiene un radio de viraje mínimo de 14.25 m con un sobreebanco de 3.25 m. Por lo tanto, todas las curvas de volteo que presenta la carretera tienen un radio de 15 m y un sobreebanco de 3 m.

Asimismo, el alineamiento de la vía presenta curvas tipo ovoide. Estas curvas son utilizadas para que el trazo de la carretera se asocie mejor a la línea de gradiente. Además, son usadas para evitar un trazado tipo “O” de dos curvas sucesivas con una tangente intermedia, pues la norma peruana de carreteras recomienda eliminar dicha tangente y formar una curva compuesta tipo ovoide.

Tabla 2: Registro de las curvas horizontales de la vía

Nº PI	Tipo	Ve (km/h)	R (m)	L (m)	PC	PT
PI - 1	Curva Circular	50	150	33.390	0+033.72	0+067.11
PI - 2	Curva Circular	50	150	33.227	0+093.90	0+127.13
PI - 3	Curva Circular	60	250	31.087	0+225.06	0+256.15
PI - 4	Curva Circular	60	250	32.513	0+293.11	0+325.62
PI - 5	Curva Circular	50	150	35.760	0+420.86	0+456.62
PI - 6	Curva de Volteo	15	15	24.947	0+486.34	0+511.28
PI - 7	Curva de Volteo	15	15	24.947	0+511.28	0+536.23
PI - 8	Curva Circular	30	70	17.028	0+560.37	0+577.40
PI - 9	Curva Circular	50	150	23.404	0+607.16	0+630.56
PI - 10	Curva Circular	60	300	25.839	0+679.43	0+705.27
PI - 11	Curva Ovoide	40	130	28.632	0+838.53	0+867.16
PI - 12	Curva Ovoide	40	190	79.503	0+867.16	0+946.66
PI - 13	Curva Circular	40	120	19.189	0+969.22	0+988.41
PI - 14	Curva de Volteo	15	15	25.698	1+015.25	1+040.95
PI - 15	Curva de Volteo	15	15	25.698	1+040.95	1+066.65
PI - 16	Curva Circular	30	55	24.056	1+095.53	1+119.58
PI - 17	Curva Circular	40	120	47.314	1+145.06	1+192.38
PI - 18	Curva Circular	60	400	34.274	1+315.81	1+350.08
PI - 19	Curva Circular	60	300	49.482	1+376.80	1+426.29
PI - 20	Curva Circular	60	400	76.217	1+486.32	1+562.54
PI - 21	Curva Circular	30	80	59.554	1+590.22	1+649.78
PI - 22	Curva de Volteo	15	15	26.613	1+676.58	1+703.20
PI - 23	Curva de Volteo	15	15	26.613	1+703.20	1+729.81
PI - 24	Curva Circular	30	55	18.025	1+753.34	1+771.37
PI - 25	Curva Circular	30	55	27.129	1+794.84	1+821.97
PI - 26	Curva Circular	50	150	32.654	1+883.30	1+915.95
PI - 27	Curva Circular	60	500	108.287	1+955.74	2+064.02
PI - 28	Curva Circular	60	600	119.662	2+100.28	2+219.94
PI - 29	Curva Circular	50	190	141.313	2+327.96	2+469.27
PI - 30	Curva Circular	60	260	64.730	2+557.65	2+622.38
PI - 31	Curva Circular	60	370	76.861	2+733.49	2+810.35
PI - 32	Curva Circular	60	300	42.975	2+883.68	2+926.66
PI - 33	Curva Circular	60	350	87.745	2+974.00	3+061.75
PI - 34	Curva Circular	50	160	82.752	3+122.22	3+204.97
PI - 35	Curva Circular	50	190	116.475	3+244.06	3+360.53
PI - 36	Curva Circular	60	320	58.107	3+534.17	3+592.28
PI - 37	Curva Circular	60	350	76.065	3+706.88	3+782.95
PI - 38	Curva Circular	60	500	38.749	4+079.02	4+117.77
PI - 39	Curva Ovoide	60	330	85.489	4+177.83	4+263.32
PI - 40	Curva Ovoide	60	480	89.464	4+263.32	4+352.79
PI - 41	Curva Circular	50	170	40.095	4+397.45	4+437.55
PI - 42	Curva Circular	60	480	63.990	4+486.88	4+550.87

Fuente: Elaboración propia

Como se conoce, la velocidad específica asignada a cada curva puede ser mayor o igual que la velocidad de diseño, y no debe ser mayor que dicha velocidad de diseño más veinte. Se tiene una excepción para las curvas de volteo, ya que estas trabajan con una velocidad específica de 15 km/h, pues es la máxima velocidad para que los vehículos describan las curvas de volteo con su radio de giro mínimo. También se tiene la misma excepción para las curvas aledañas a las curvas de volteo. Estas curvas trabajan con una velocidad específica de 30 km/h, por cuestiones de radio mínimo.

4.3.4 Peraltes

El valor del peralte máximo que tienen todas las curvas horizontales de la carretera está establecido según la zona por donde discurre la vía. La siguiente figura muestra el valor del peralte máximo que se utiliza en este diseño.

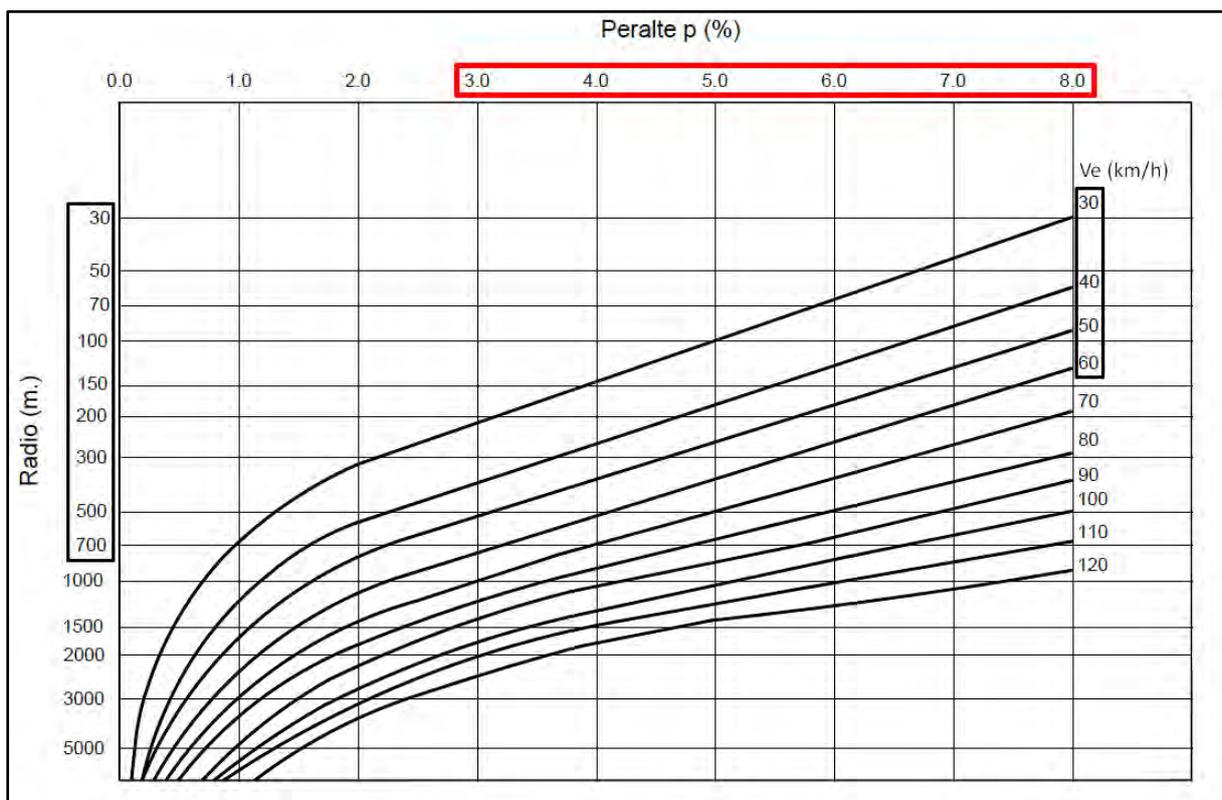
Figura 36: Valor del peralte máximo de la vía

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

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

El peralte que se asigna a cada alineamiento circular horizontal depende de su velocidad específica y de su radio. Este valor de peralte debe ser la necesaria para compensar, por medio del peso del vehículo, la inercia que se produce al girar. Es decir, contrarrestar la fuerza centrífuga que hace que los vehículos salgan de la carretera al virar.

Figura 37: Valores de peralte en zona rural (orografía tipo 3)



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Por medio de la gráfica de la figura 37, se obtienen los valores de peralte que se asignan a todos los alineamientos circulares horizontales que tiene la carretera. A continuación, se muestran dichos valores.

Tabla 3: Valores de peralte de las curvas horizontales de la vía

Nº PI	Tipo	Ve (km/h)	R (m)	P (%)
PI - 1	Curva Circular	50	150	6.5
PI - 2	Curva Circular	50	150	6.5
PI - 3	Curva Circular	60	250	6.1
PI - 4	Curva Circular	60	250	6.1
PI - 5	Curva Circular	50	150	6.5
PI - 6	Curva de Volteo	15	15	8.0
PI - 7	Curva de Volteo	15	15	8.0
PI - 8	Curva Circular	30	70	5.8
PI - 9	Curva Circular	50	150	6.5
PI - 10	Curva Circular	60	300	5.6
PI - 11	Curva Ovoide	40	130	5.9
PI - 12	Curva Ovoide	40	190	4.8
PI - 13	Curva Circular	40	120	6.1
PI - 14	Curva de Volteo	15	15	8.0
PI - 15	Curva de Volteo	15	15	8.0
PI - 16	Curva Circular	30	55	6.4
PI - 17	Curva Circular	40	120	6.1
PI - 18	Curva Circular	60	400	4.8
PI - 19	Curva Circular	60	300	5.6
PI - 20	Curva Circular	60	400	4.8
PI - 21	Curva Circular	30	80	5.5
PI - 22	Curva de Volteo	15	15	8.0
PI - 23	Curva de Volteo	15	15	8.0
PI - 24	Curva Circular	30	55	6.4
PI - 25	Curva Circular	30	55	6.4
PI - 26	Curva Circular	50	150	6.5
PI - 27	Curva Circular	60	500	4.1
PI - 28	Curva Circular	60	600	3.6
PI - 29	Curva Circular	50	190	5.8
PI - 30	Curva Circular	60	260	6.0
PI - 31	Curva Circular	60	370	5.0
PI - 32	Curva Circular	60	300	5.6
PI - 33	Curva Circular	60	350	5.2
PI - 34	Curva Circular	50	160	6.3
PI - 35	Curva Circular	50	190	5.8
PI - 36	Curva Circular	60	320	5.4
PI - 37	Curva Circular	60	350	5.2
PI - 38	Curva Circular	60	500	4.1
PI - 39	Curva Ovoide	60	330	5.3
PI - 40	Curva Ovoide	60	480	4.2
PI - 41	Curva Circular	50	170	6.1
PI - 42	Curva Circular	60	480	4.2

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Transición de los peraltes

Para transitar de una sección transversal con bombeo normal a una con peralte, se debe realizar un cambio de inclinación gradual de la pendiente transversal del carril exterior de la vía con respecto a su eje. En general, este cambio de inclinación se desarrolla a lo largo de las curvas de transición, sin embargo, este proyecto no cuenta con curvas horizontales con espirales. Por lo tanto, la inclinación gradual se desarrolla una parte en la tangente y otra en la curva.

Figura 38: Proporción de transición de peralte a desarrollar en las tangentes

$p < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0.5 p	0.7 p	0.8 p

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

A partir de la figura anterior, la transición de peralte de todas las curvas simples se desarrolla un 70 % en sus respectivas tangentes horizontales. En cambio, la transición de peralte de las curvas de volteo se desarrolla un 80 % en sus respectivas tangentes horizontales.

Una vez que se define en donde se desarrollan las transiciones de peralte de cada curva horizontal, se procede a calcular su respectiva longitud. Esta distancia debe ser la suficiente para que el peralte pueda desarrollarse completamente y de forma adecuada. A continuación, se muestra la fórmula para calcular la longitud de transición de peralte (L_{tp}). El ancho del carril de la vía es 3 m.

$$L_{tp} = \frac{P \% - 0 \%}{1.8 - 0.01 V_e} \cdot A$$

Donde “P %” es el peralte de la curva, “ V_e ” es la velocidad específica de la curva y “A” es el ancho del carril.

Tabla 4: Valores de longitud de transición de las curvas horizontales de la vía

Nº PI	Tipo	Ve (km/h)	P (%)	LtP 1 (m)	LtP 2 (m)
PI - 1	Curva Circular	50	6.5	15	15
PI - 2	Curva Circular	50	6.5	15	15
PI - 3	Curva Circular	60	6.1	16	16
PI - 4	Curva Circular	60	6.1	16	16
PI - 5	Curva Circular	50	6.5	15	15
PI - 6	Curva de Volteo	15	8.0	15	0
PI - 7	Curva de Volteo	15	8.0	0	15
PI - 8	Curva Circular	30	5.8	12	12
PI - 9	Curva Circular	50	6.5	15	15
PI - 10	Curva Circular	60	5.6	14	14
PI - 11	Curva Ovoide	40	5.9	13	3
PI - 12	Curva Ovoide	40	4.8	0	11
PI - 13	Curva Circular	40	6.1	14	14
PI - 14	Curva de Volteo	15	8.0	15	0
PI - 15	Curva de Volteo	15	8.0	0	15
PI - 16	Curva Circular	30	6.4	13	13
PI - 17	Curva Circular	40	6.1	14	14
PI - 18	Curva Circular	60	4.8	13	13
PI - 19	Curva Circular	60	5.6	14	14
PI - 20	Curva Circular	60	4.8	13	13
PI - 21	Curva Circular	30	5.5	11	11
PI - 22	Curva de Volteo	15	8.0	15	0
PI - 23	Curva de Volteo	15	8.0	0	15
PI - 24	Curva Circular	30	6.4	13	13
PI - 25	Curva Circular	30	6.4	13	13
PI - 26	Curva Circular	50	6.5	15	15
PI - 27	Curva Circular	60	4.1	11	11
PI - 28	Curva Circular	60	3.6	9	9
PI - 29	Curva Circular	50	5.8	14	14
PI - 30	Curva Circular	60	6.0	15	15
PI - 31	Curva Circular	60	5.0	13	13
PI - 32	Curva Circular	60	5.6	14	14
PI - 33	Curva Circular	60	5.2	13	13
PI - 34	Curva Circular	50	6.3	15	15
PI - 35	Curva Circular	50	5.8	14	14
PI - 36	Curva Circular	60	5.4	14	14
PI - 37	Curva Circular	60	5.2	13	13
PI - 38	Curva Circular	60	4.1	11	11
PI - 39	Curva Ovoide	60	5.3	14	3
PI - 40	Curva Ovoide	60	4.2	0	11
PI - 41	Curva Circular	50	6.1	15	15
PI - 42	Curva Circular	60	4.2	11	11

Fuente: Elaboración propia

4.3.6 Sobreanchos

Todas las curvas horizontales de la carretera necesitan un sobreancho en su calzada, pues en estos tramos curvos hay mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril. Asimismo, la comodidad de los conductores al virar una curva es una de los factores de la necesidad de este parámetro. La transición de sobreancho desde la tangente hasta la curva debe ser de manera gradual, con la finalidad de lograr un alineamiento continuo en el borde de la calzada. Entonces, por cuestiones de estética, el sobreancho se desarrolla en la misma longitud de transición del peralte. A continuación, se muestra la fórmula para calcular el valor de sobreancho (S_a). La distancia entre el eje posterior y parte frontal del vehículo de diseño es 10.55 m.

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

Donde “n” es el número de carriles, “R” es el radio de la curva, “L” es la distancia entre el eje posterior y la parte frontal del vehículo de diseño y “V” es la velocidad específica de la curva.

Tabla 5: Valores de sobreancho de las curvas horizontales de la vía

Nº PI	Tipo	Ve (km/h)	R (m)	Sa (m)
PI - 1	Curva Circular	50	150	1.20
PI - 2	Curva Circular	50	150	1.20
PI - 3	Curva Circular	60	250	0.80
PI - 4	Curva Circular	60	250	0.80
PI - 5	Curva Circular	50	150	1.20
PI - 6	Curva de Volteo	15	15	3.00
PI - 7	Curva de Volteo	15	15	3.00
PI - 8	Curva Circular	30	70	2.00
PI - 9	Curva Circular	50	150	1.20
PI - 10	Curva Circular	60	300	0.70
PI - 11	Curva Ovoide	40	130	1.20
PI - 12	Curva Ovoide	40	190	0.90

Continuación de tabla 5

PI - 13	Curva Circular	40	120	1.30
PI - 14	Curva de Volteo	15	15	3.00
PI - 15	Curva de Volteo	15	15	3.00
PI - 16	Curva Circular	30	55	2.40
PI - 17	Curva Circular	40	120	1.30
PI - 18	Curva Circular	60	400	0.60
PI - 19	Curva Circular	60	300	0.70
PI - 20	Curva Circular	60	400	0.60
PI - 21	Curva Circular	30	80	1.70
PI - 22	Curva de Volteo	15	15	3.00
PI - 23	Curva de Volteo	15	15	3.00
PI - 24	Curva Circular	30	55	2.40
PI - 25	Curva Circular	30	55	2.40
PI - 26	Curva Circular	50	150	1.20
PI - 27	Curva Circular	60	500	0.50
PI - 28	Curva Circular	60	600	0.40
PI - 29	Curva Circular	50	190	0.90
PI - 30	Curva Circular	60	260	0.80
PI - 31	Curva Circular	60	370	0.60
PI - 32	Curva Circular	60	300	0.70
PI - 33	Curva Circular	60	350	0.60
PI - 34	Curva Circular	50	160	1.10
PI - 35	Curva Circular	50	190	0.90
PI - 36	Curva Circular	60	320	0.70
PI - 37	Curva Circular	60	350	0.60
PI - 38	Curva Circular	60	500	0.50
PI - 39	Curva Ovoide	60	330	0.70
PI - 40	Curva Ovoide	60	480	0.50
PI - 41	Curva Circular	50	170	1.00
PI - 42	Curva Circular	60	480	0.50

Fuente: Elaboración propia

4.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL LONGITUDINAL

En este subcapítulo se procede a determinar los parámetros que conforman el diseño en perfil longitudinal, tales como son las pendientes de las tangentes verticales y las longitudes de las curvas parabólicas. Además, dichos parámetros se evalúan para determinar si cumplen con los criterios mínimos y máximos que establece la norma peruana de carreteras.

4.4.1 Tangentes verticales

La norma peruana de carreteras recomienda tener una pendiente longitudinal mínima de 0.5 %, por cuestiones de drenaje de las aguas superficiales. Mientras que la pendiente longitudinal máxima que puede tener la vía, se establece de acuerdo a la tabla de la siguiente figura, el cual depende principalmente de la clasificación de la vía y de la velocidad de diseño.

Figura 39: Valor de la pendiente longitudinal máxima de la vía

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

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Por otro lado, el manual peruano de carreteras no establece de manera directa valores mínimos y máximos de longitud de tangente vertical. Sin embargo, menciona que para una vía con

ascenso continuo y pendientes longitudinales mayores que 5 %, se deben trazar descansos cada 3 km. Dichos descansos deben tener una longitud no menor que 500 m y una pendiente longitudinal no mayor que 2 %. Debido a que la carretera en cuestión tiene una longitud de 4.6 km y para compensar lo que establece la norma, la vía cuenta con descansos, cuyas pendientes longitudinales oscilan el 5 %. La finalidad de estos descansos es evitar el ascenso continuo de la vía y recuperar la fuerza de avance de los vehículos tipo camión.

Tabla 6: Registro de las tangentes verticales de la vía

Nº TV	L (m)	i (%)
TV-1	106.59	3.56
TV-2	283.07	4.25
TV-3	123.12	6.40
TV-4	113.55	9.35
TV-5	351.63	4.69
TV-6	85.98	9.32
TV-7	192.54	1.57
TV-8	302.40	5.16
TV-9	165.44	8.53
TV-10	70.27	5.57
TV-11	283.18	6.44
TV-12	120.20	8.80
TV-13	613.76	6.98
TV-14	231.49	3.20

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Curvas verticales

Para calcular las longitudes mínimas de curva vertical, es necesario conocer la distancia de visibilidad que tiene el conductor cuando transita por cada una de estas curvas. La distancia de visibilidad de parada (D_p) del conductor se calcula mediante la gráfica o tabla de la figura 40. El parámetro D_p depende de la velocidad específica (V_e) de la curva vertical y de las pendientes de sus tangentes verticales.

Figura 40: Valores de Dp de las curvas verticales de la vía

Dp (m)	Pendiente (%)																				
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30 km/h	33	33	33	32	32	32	31	31	31	30	30	30	29	29	29	29	29	29	28	28	28
40 km/h	46	45	44	44	43	42	42	41	41	40	40	39	39	39	38	38	38	37	37	37	36
50 km/h	65	64	62	61	60	59	58	57	56	56	55	54	53	53	52	51	51	50	50	49	49
60 km/h	90	88	86	84	82	81	90	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	66	65
70 km/h	110	108	105	103	101	99	97	96	94	92	91	90	88	87	84	83	83	83	83	83	83
80 km/h	130	136	133	130	127	124	122	120	117	115	113	112	110	108	104	102	102	102	102	102	102
90 km/h	189	183	178	173	168	141	141	156	153	150	147	144	141	139	136	134	132	130	128	126	124

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Por otro lado, la distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a) del conductor se calcula mediante la tabla de la siguiente figura. Este parámetro solo depende la velocidad específica (V_e) de la curva vertical.

Figura 41: Valores de D_a de las curvas verticales de la vía

V_e (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110
D_a (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Una vez que se obtienen los valores de D_p y D_a de todas las curvas verticales, se procede a calcular la longitud mínima de dichas curvas. Para ello, se tiene dos maneras de calcularlas, las cuales dependen de la geometría de la vía y del criterio del diseñador. La primera manera es establecer que la longitud de curva vertical sea mayor que la distancia de visibilidad, mientras que la segunda manera es establecer lo contrario. En el presente proyecto se elige la primera manera, por cuestiones de seguridad y estética de la vía. Además, todas las curvas verticales de la vía tienen una geometría parabólica y simétrica, pues así lo recomienda la norma peruana de carreteras.

Las longitudes de las curvas parabólicas convexas se pueden diseñar con la distancia de visibilidad de parada (D_p) o de adelantamiento (D_a). Si se diseñan con el parámetro D_a , las longitudes de las curvas requieren mayor distancia, pues en estos tramos se puede realizar la maniobra de adelantar a otro vehículo. En cambio, si se diseñan con el parámetro D_p , las longitudes de las curvas son menores y en estos tramos no se puede realizar adelantamiento. La elección de los dos criterios depende de la geometría del perfil longitudinal de la vía.

Figura 42: Longitud mínima de curva parabólica convexa con D_p

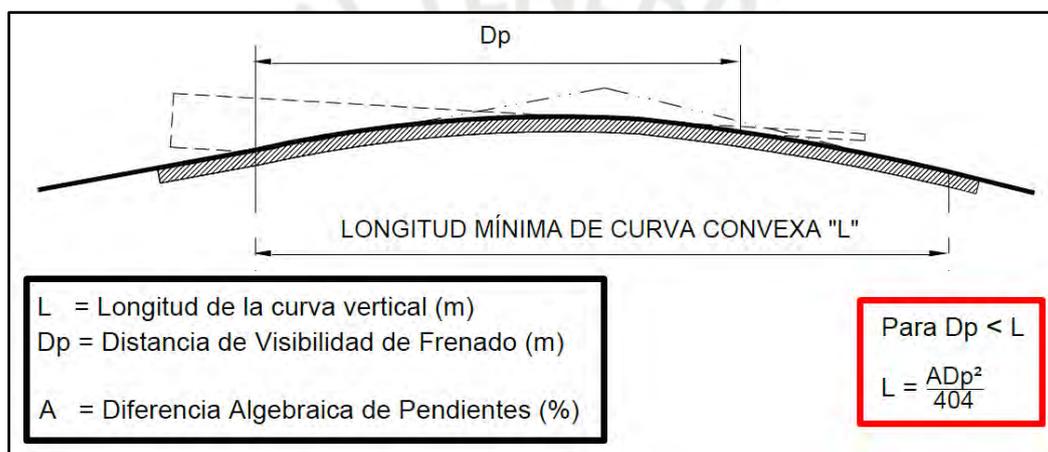
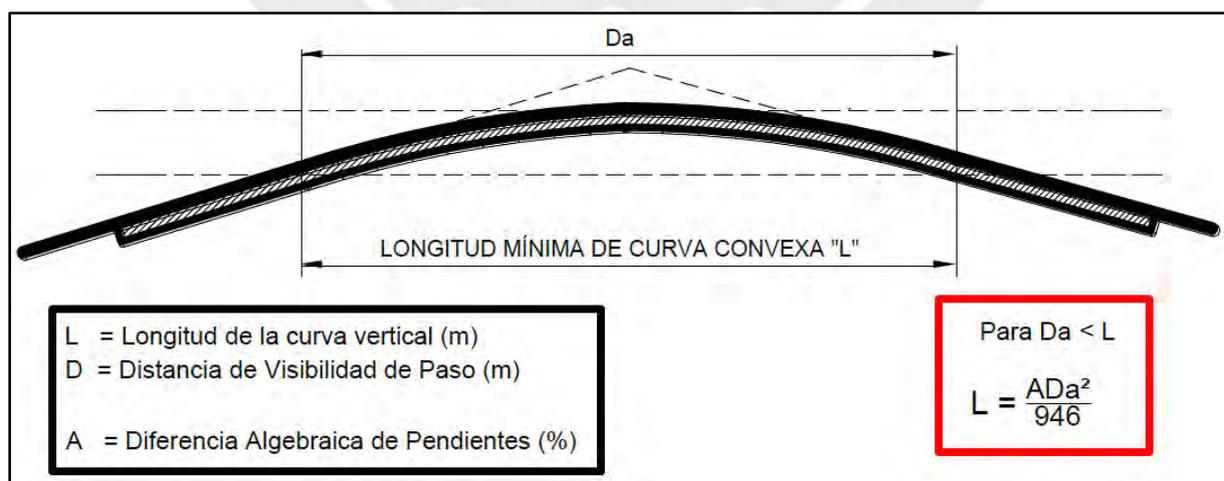


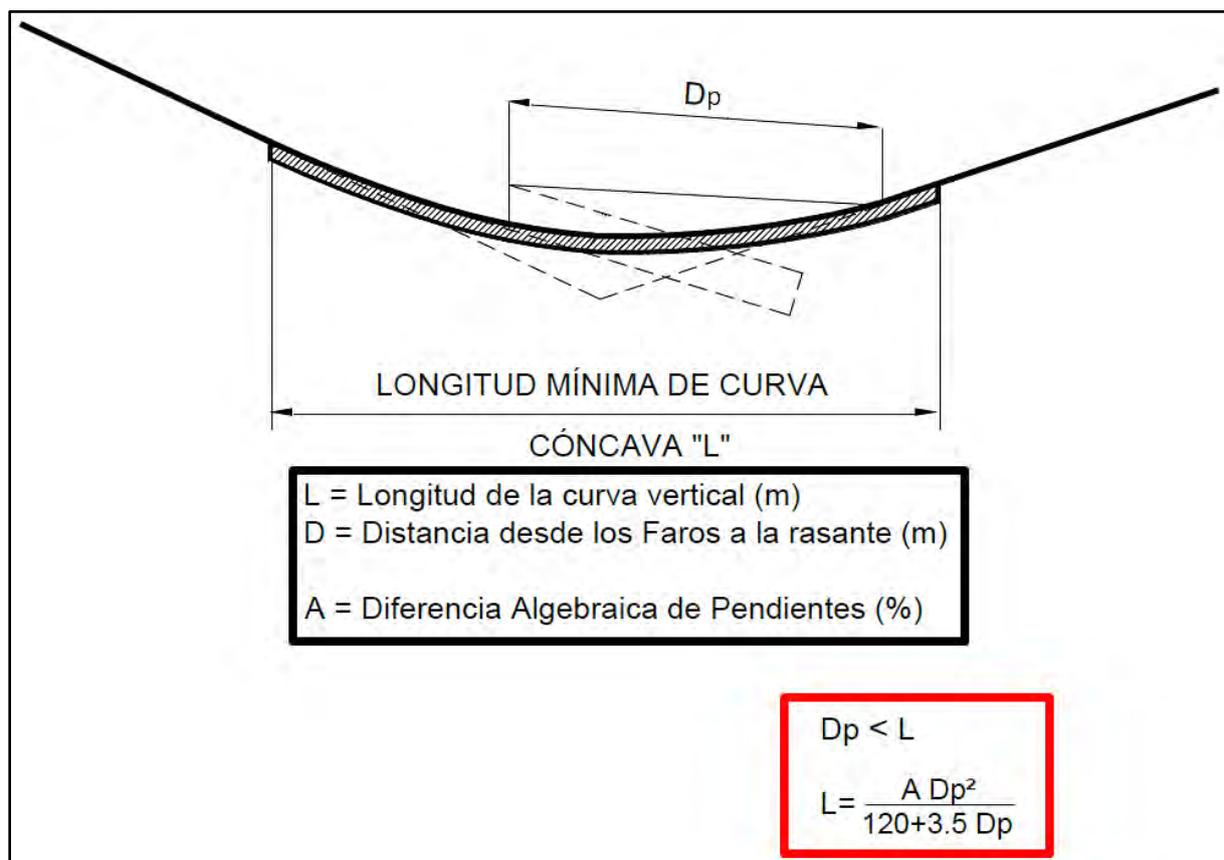
Figura 43: Longitud mínima de curva parabólica convexa con D_a



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Por otra parte, las longitudes de las curvas parabólicas cóncavas solo se diseñan con la distancia de visibilidad de parada (D_p). Esto es debido a que la geometría de las curvas cóncavas favorece considerablemente la visibilidad del conductor, por lo tanto, no es necesario realizar un diseño con el parámetro D_a .

Figura 44: Longitud mínima de curva parabólica cóncava



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Finalmente, se obtienen los valores de longitud mínima de todas las curvas parabólicas a partir del cálculo correspondiente. Sobre dicha base, se eligen los valores finales de longitud de curva, los cuales son valores enteros y mayores que los valores mínimos.

Tabla 7: Registro de las curvas verticales de la vía

N° PIV	Tipo	Ve (km/h)	i1 (%)	i2 (%)	DV	A	L (m)	PCV	PTV
PIV - 1	Curva Cóncava	50	3.56	4.25	Dp = 58 m	0.69	100	0+106.59	0+206.59
PIV - 2	Curva Cóncava	50	4.25	6.40	Dp = 59 m	2.15	100	0+489.66	0+589.66
PIV - 3	Curva Cóncava	40	6.40	9.35	Dp = 44 m	2.95	100	0+712.78	0+812.78
PIV - 4	Curva Convexa	40	9.35	4.69	Da = 170 m	4.66	170	0+926.33	1+096.33
PIV - 5	Curva Cóncava	40	4.69	9.32	Dp = 44 m	4.63	100	1+447.96	1+547.96
PIV - 6	Curva Cóncava	40	9.32	1.57	Dp = 43 m	7.75	100	1+633.95	1+733.95
PIV - 7	Curva Cóncava	50	1.57	5.16	Dp = 57 m	3.59	100	1+926.49	2+026.49
PIV - 8	Curva Cóncava	40	5.16	8.53	Dp = 43 m	3.37	100	2+328.89	2+428.89
PIV - 9	Curva Convexa	40	8.53	5.57	Dp = 44 m	2.96	100	2+594.32	2+694.32
PIV - 10	Curva Cóncava	50	5.57	6.44	Dp = 60 m	0.87	100	2+764.60	2+864.60
PIV - 11	Curva Cóncava	40	6.44	8.80	Dp = 44 m	2.36	100	3+147.77	3+247.77
PIV - 12	Curva Convexa	40	8.80	6.98	Da = 170 m	1.82	170	3+367.98	3+537.98
PIV - 13	Curva Convexa	50	6.98	3.20	Da = 230 m	3.78	230	4+151.73	4+381.73

Fuente: Elaboración propia



4.5 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL TRANSVERSAL

En este subcapítulo se procede a determinar los parámetros que conforman el diseño en perfil transversal, tales como el ancho de la calzada, el bombeo, el ancho e inclinación de la berma, las dimensiones de la cuneta y las pendientes del talud. Además, dichos parámetros se evalúan para determinar si cumplen con los criterios mínimos y máximos que establece la norma peruana de carreteras. Cabe resaltar que el diseño geométrico en perfil transversal es un proyecto preliminar, es decir, no es definitivo. Esto es debido a que el diseño transversal de una carretera es mucho más complejo que su diseño en planta o perfil longitudinal, pues no solo interviene la geometría de su trazo, sino también las características de la zona por donde discurre la vía. Por esta razón, se deben realizar estudios de suelo, de hidrología y de análisis de pavimento, los cuales son requerimientos importantes para un proyecto de construcción de carreteras. Dichos estudios deben ser completos y reales, con la finalidad de obtener la información necesaria para el correcto diseño geométrico transversal de una vía.

4.5.1 Calzada

El pavimento que constituye la calzada se conforma de una base de material granular angular, cuyo espesor es 25 cm. Y sobre ella, una capa de solución básica o tratamiento superficial de 2 cm de espesor, cuya principal función es impermeabilizar la carretera contra las precipitaciones altas que presenta la zona entre noviembre y marzo. Además, debido a la poca demanda proyectada de vehículos, la vía puede prescindir de la construcción de un pavimento asfáltico o de concreto.

Figura 45: Representación ilustrativa del pavimento de la vía



Fuente: Elaboración propia

El ancho de la calzada se establece de acuerdo a la tabla de la siguiente figura, el cual depende principalmente de la clasificación de la vía y de la velocidad de diseño.

Figura 46: Valor de ancho de la calzada

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																			5.00	6.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

El ancho de la calzada es 6 m y tiene dos carriles en ambos sentidos.

4.5.2 Bombeo

El valor de bombeo depende directamente de la precipitación que existe en la zona donde discurre la vía y del tipo de superficie que posee la carretera. Según el estudio hidrológico realizado por el consorcio ALVAC – JOHESA, la precipitación anual no alcanza los 500 mm. Por lo tanto, el bombeo de la calzada es 2.5 %.

Figura 47: Valor de bombeo de la calzada

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

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

4.5.3 Bermas

El ancho de las bermas se establece de acuerdo a la tabla de la siguiente figura, el cual depende principalmente de la clasificación de la vía y de la velocidad de diseño.

Figura 48: Valor de ancho de las bermas

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
	Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Tercera Clase		Tercera Clase					
Tipo de orografía	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			
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																			

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Según la tabla de la figura anterior, el ancho de las bermas es 50 cm. Pero, debido a que la vía discurre sobre las laderas de un cerro, los dispositivos de señalización se tienen que situar en las bermas. Por ello, el ancho de las bermas se aumenta 20 cm. Asimismo, por ser un ancho no tan grande, la inclinación transversal de las bermas es igual que el bombeo.

4.5.4 Cuneta

Las dimensiones de la cuneta se establecen de acuerdo a la tabla de la siguiente figura. Esta tabla depende principalmente de la demanda de vehículos y de la velocidad de diseño de la vía.

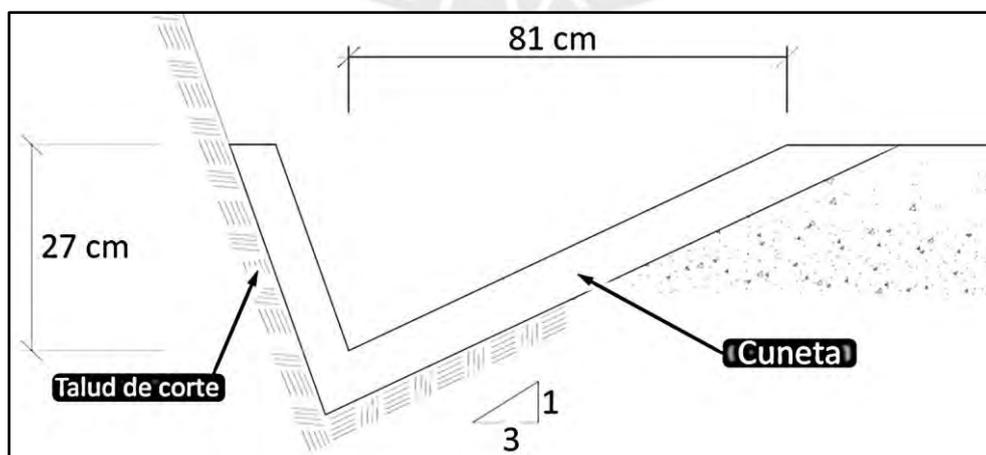
Figura 49: Inclinación del talud interior de la cuneta (V:H)

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1: 2 1: 3	(*) 1: 3
> 70	1: 3	1: 4

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)

Entonces, la pendiente del talud interior de la cuneta es 33 %, mientras que la pendiente del talud exterior es igual que la pendiente del talud de corte de la vía.

Figura 50: Representación ilustrativa de la cuneta de la vía

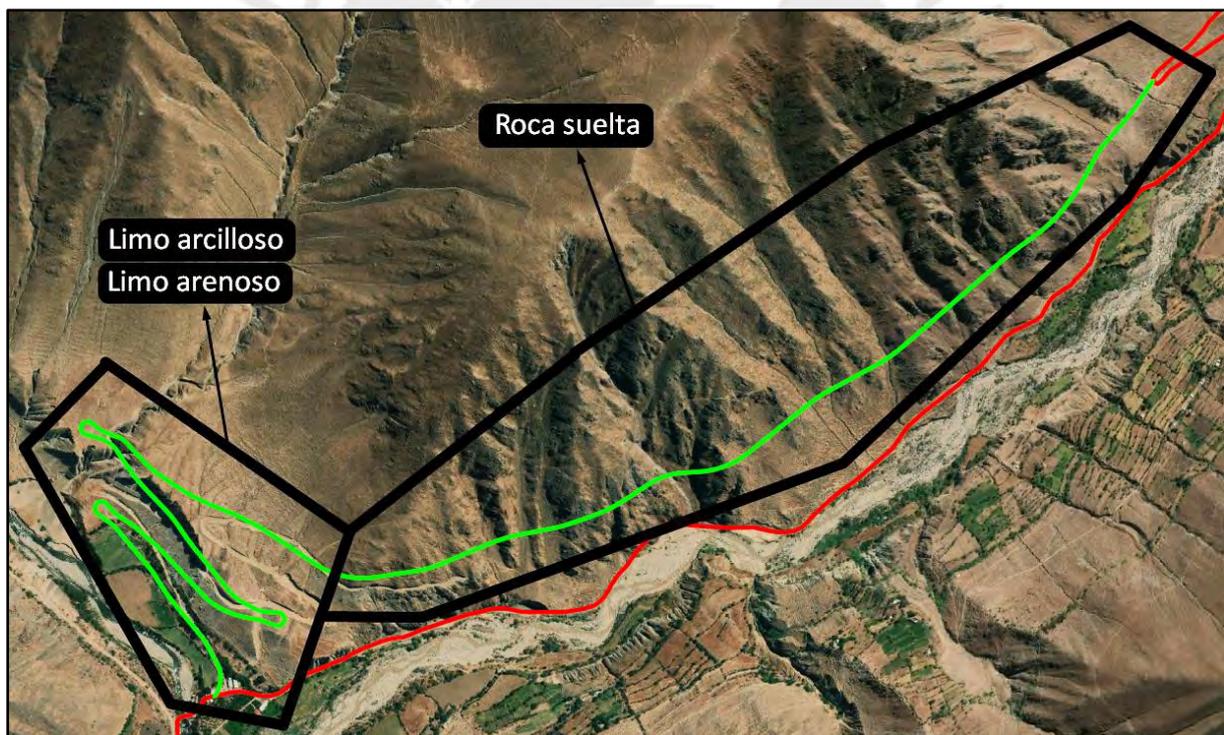


Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Taludes

Los valores de inclinación del talud de corte y de relleno dependen principalmente del material que conforma el terreno por donde discurre la carretera. De acuerdo al estudio de suelos realizado por el consorcio ALVAC – JOHESA, la carretera se sitúa sobre dos tipos de suelo. El terreno hasta la progresiva 2+300 de la vía está compuesto de limos arcillosos y limos arenosos, mientras que el terreno después de la progresiva 2+300 de la vía está compuesto de rocas sueltas. Además, según el diseño en perfil longitudinal, los cortes de tierra tienen una altura entre 5 y 10 m, mientras que los rellenos de tierra tienen una altura no mayor que 5 m.

Figura 51: Materiales que conforman el terreno donde discurre la vía



Fuente: Global Mapper (2016)

Por consiguiente, a partir de los datos mencionados, se hallan las inclinaciones del talud de corte y de relleno de la carretera mediante las tablas de las siguientes figuras.

Figura 52: Inclinación de los taludes de corte de la vía (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	*	*	*

Figura 53: Inclinación del talud de relleno de la vía (V:H)

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

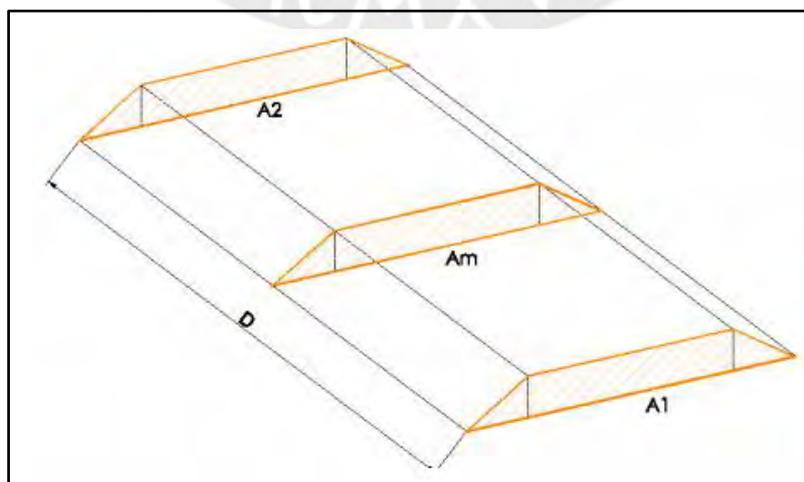
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

CAPÍTULO V: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Previo a la construcción real del presente proyecto, se debe efectuar el movimiento de tierras del terreno. Dicho trabajo cuenta en su mayoría con desmontes, que son las excavaciones del terreno para adecuar la pendiente requerida del talud de corte; y solo cuenta con un terraplén, que es el relleno sobre el terreno. Sucede pues, que no es recomendable tener mucha cantidad de terraplenes en esta vía, debido a que su trazo discurre sobre las laderas de un cerro. Por lo cual, en el diseño en planta y perfil longitudinal se evitan las alturas de relleno.

Para calcular los volúmenes de corte o relleno en un movimiento de tierras, se toman en cuenta principalmente las secciones transversales, de los cuales se obtienen las áreas de corte o de relleno. Se muestran secciones cada 20 m en alineaciones rectas, y cada 10 m en alineaciones curvas. Entonces, para cada sector entre secciones hay un volumen, el cual se puede calcular como un prisma. Para efectuar de manera práctica el cálculo de volumen, se utiliza el método de las áreas medias. Este procedimiento consiste en multiplicar la distancia entre secciones por la semisuma de sus respectivas áreas de corte o relleno.

Figura 54: Secciones transversales de un prisma



Fuente: Modelling in Science Education and Learning (2012)

En los anexos, se muestra una tabla de Excel, en el cual se resume todo el cálculo del movimiento de tierras. Se tienen las áreas de corte y de relleno en las progresivas seleccionadas y, con el método de las áreas medias, se calculan los volúmenes de corte y de relleno para los sectores entre dichas progresivas. Cuando se excava el terreno, al momento de transportarlo, el volumen real del suelo ya no es el mismo que cuando estaba in situ, y esto es debido a que sufre un fenómeno llamado esponjamiento. Entonces, los volúmenes de corte se multiplican por un coeficiente de esponjamiento, el cual varía dependiendo del terreno. Para materiales sueltos, el coeficiente es 1.25; y para rocas sueltas, el coeficiente es 1.30. En el caso de volúmenes de relleno, cuando estos se colocan en las zonas necesarias para formar el terraplén, deben estar bien compactados. Entonces, se entiende que, debido a esta compactación, el volumen real para completar el terraplén es mayor que el volumen que se calcula en gabinete. Por lo tanto, los volúmenes de relleno se multiplican por un coeficiente de compactación, el cual es 1.39. Una vez que se obtienen los resultados finales, los volúmenes de corte esponjado se le restan los volúmenes de relleno compactado. De esta forma, a lo largo de la carretera, se tiene un acarreo longitudinal donde hay volúmenes positivos si se tiene material excedente y volúmenes negativos si se necesita colocar material.

Tabla 8: Resumen del movimiento de tierras

Descripción		Volumen (m ³)
Volumen de corte	Material suelto	202,413.78
	Roca suelta	233,389.85
		435,803.62
Volumen de relleno	Material de relleno	948.02
		948.02

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: SEÑALIZACIÓN VIAL

Una vez que concluye el diseño geométrico de la nueva carretera en cuestión, se procede a realizar su respectiva señalización vial. El principal objetivo es guiar y ayudar al conductor en su recorrido, con el fin de evitar accidentes de tránsito o minimizar la gravedad de estos en caso de que se produzcan. Asimismo, una adecuada señalización es indispensable en todo proyecto, pues la vida e integridad de los usuarios de vía dependen de ella. Por lo tanto, el presente capítulo comprende el diseño de señalización vial mediante una correcta y apropiada ubicación de los dispositivos de control en la carretera.

6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CARRETERA

El sector de vía a señalizar es la ruta más accesible por donde los pobladores, que pertenecen a la provincia de Castrovirreyna, pueden trasladarse hacia la costa. La zona donde se ubica ese trazo tiene una orografía accidentada con pendientes transversales entre 50 % y 100 %, pues esta vía discurre sobre las laderas de un cerro a elevaciones considerables. También, el trazo presenta curvas de todo tipo, como curvas de volteo y curvas ovoide. Algunas de estas curvas pueden presentar riesgo de accidente, ya que su trazo colinda con caídas en ladera. Además, el perfil longitudinal del trazo por lo general es de forma ascendente, presentando descensos en ciertos sectores de la vía. En síntesis, los conductores que transitan por esta carretera bordean las laderas de un cerro, por lo cual se debe tener mayor prioridad en las señalizaciones que se colocan en las curvas de acantilado.

6.2 ALCANCE

Se requiere un diseño de señalización vial que permita lograr seguridad en la circulación vehicular a lo largo de la vía, abarcando no sólo las características de los dispositivos de control, sino también sus funcionalidades y relación con el entorno. Esta señalización vial debe dotar al usuario de la información suficiente, con un mensaje claro y que le permita responder a las señales con prontitud y anticipación. Por consiguiente, el usuario de vía debe mantener pleno conocimiento de su ubicación y orientación en el transcurso de la carretera.

El capítulo de señalización vial del presente proyecto comprende:

- Realizar el planeamiento de las señales de tránsito, los cuales permitan lograr seguridad y viabilidad a lo largo de la vía.
- Dotar al usuario de la información suficiente y con un mensaje claro, el cual le permita responder con prontitud y anticipación.
- Situar correctamente los dispositivos de control del tránsito.
- Elaborar el plano de señalización vial con el detalle suficiente para identificar la ubicación de los dispositivos de control.

6.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

6.3.1 Señales reglamentarias

Tabla 9: Ubicación de las señales reglamentarias de la vía

Nombre y código	Ubicación
PROHIBIDO ADELANTAR (R-16) 	Estas señales de prohibición se ubican antes de los tramos donde no se puede adelantar, pues en esas zonas la distancia de visibilidad del conductor no es la suficiente para realizar dicha maniobra.
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA (R-30) 	Estas señales de restricción se ubican antes de las curvas de volteo, con el fin de indicar la velocidad máxima permitida y así poder realizar un viraje adecuado.

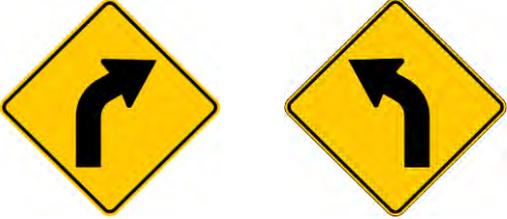
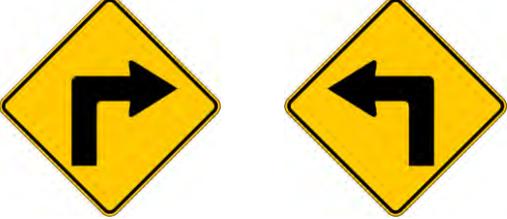
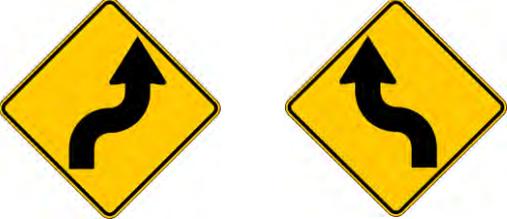
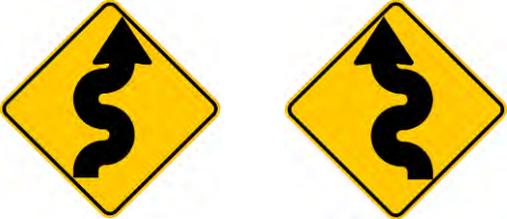
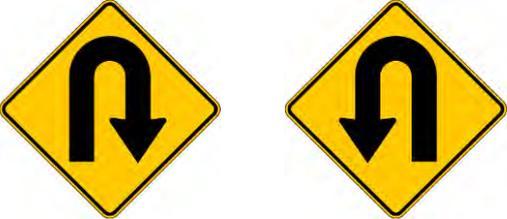
Fuente: Elaboración propia

6.3.2 Señales preventivas

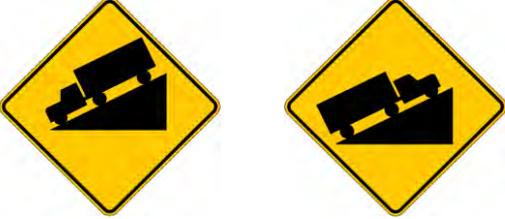
Tabla 10: Ubicación de las señales preventivas de la vía

Nombre y código	Ubicación
PROHIBIDO ADELANTAR (P-60) 	Se ubican junto con las señales R-16, pues se complementan para una mejor indicación.

Continuación de tabla 10

<p>CURVA A LA DERECHA (P-2A) E IZQUIERDA (P-2B)</p> 	<p>Se sitúan a 30 m antes del inicio de las curvas horizontales con ángulo de deflexión menor a 45°.</p>
<p>CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA (P-1A) E IZQUIERDA (P-1B)</p> 	<p>Se sitúan a 30 m antes del inicio de las curvas horizontales con ángulo de deflexión mayor a 45°.</p>
<p>CURVA Y CONTRA-CURVA A LA DERECHA (P-4A) E IZQUIERDA (P-4B)</p> 	<p>Estas señales advierten la presencia de dos curvas consecutivas y opuestas. Se ubican a 30 m antes del inicio de estas.</p>
<p>CAMINO SINUOSO A LA DERECHA (P-5-1) E IZQUIERDA (P-5-1A)</p> 	<p>Estas señales advierten la presencia de tres o más curvas consecutivas y opuestas. Se ubican a 30 m antes del inicio de estas.</p>
<p>CURVA EN "U" A LA DERECHA (P-5-2A) E IZQUIERDA (P-5-2B)</p> 	<p>Se ubican a 30 m antes del inicio de las curvas de volteo.</p>
<p>EMPALME EN ÁNGULO AGUDO A LA DERECHA (P-10A)</p> 	<p>Esta señal advierte el empalme de forma aguda con otra vía. Se ubica a 30 m antes de la división hacia el distrito de Huachos.</p>

Continuación de tabla 10

<p>FUERTE PENDIENTE EN DESCENSO (P-35) Y ASCENSO (P-35C)</p> 	<p>Estas señales advierten la presencia de tramos en donde la pendiente de subida y bajada son fuertes. Se ubican antes del inicio de la tangente vertical N°13.</p>
<p>ZONA DE DERRUMBE (P-37)</p> 	<p>Se ubica al inicio del tramo de vía donde el terreno es roca suelta. Dicho inicio se ubica en la progresiva 2+300.</p>
<p>DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL (P-61) o "CHEVRON"</p> 	<p>Se emplean como auxiliar en la delineación de curvas pronunciadas. Se ubican detrás de todas las barreras de seguridad que se instalan en la vía.</p>

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Señales informativas

Tabla 11: Ubicación de las señales informativas de la vía

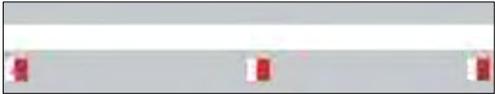
Nombre y código	Ubicación
<p>SEÑAL DE DIRECCIÓN</p> 	<p>Se ubican justo antes de llegar al centro poblado de Palca y a la división hacia el distrito de Huachos.</p>

Fuente: Elaboración propia

6.4 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

6.4.1 Demarcaciones planas en el pavimento

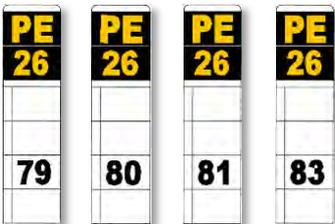
Tabla 12: Propósito de las demarcaciones planas de la vía

Tipo de demarcación	Propósito
<p data-bbox="405 629 730 658">LÍNEA DE BORDE DE CALZADA</p> 	<p data-bbox="963 696 1385 853">Se emplea para demarcar el borde de la calzada, especialmente en las noches. El ancho de la línea es 10 cm.</p>
<p data-bbox="256 920 879 949">LÍNEA CENTRAL DISCONTINUA, CONTINUA DOBLE Y MIXTA</p> 	<p data-bbox="963 965 1394 1413">Se emplean para demarcar el centro de la calzada y separar el tránsito de los carriles. El ancho de estas líneas es 10 cm. La línea discontinua informa la permisión de cruzar al otro carril. La línea continua doble prohíbe adelantar en ambos sentidos de la vía. Se emplea la línea mixta cuando en un carril de la vía se permite adelantar y en el otro no.</p>

Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Demarcaciones elevadas en el pavimento

Tabla 13: Propósito de las demarcaciones elevadas de la vía

Tipo de demarcación	Propósito
<p>TACHA RETRORREFLECTIVA</p> 	<p>Se fijan sobre la superficie de rodadura, con la finalidad de remarcar la carretera, el cual requiere ser resaltado durante la noche por su poca visibilidad. Se ubican 5 cm a la derecha de las líneas continuas y entre segmentos en caso de líneas discontinuas.</p>
<p>HITO KILOMÉTRICO</p> 	<p>Tienen como función indicar el kilometraje de la vía, desde el origen hasta el termino de esta. Se ubican al lado derecho del sentido del transito y en intervalos de 1 km.</p>
<p>POSTE DELINEADOR</p> 	<p>Tienen como finalidad demarcar lo bordes de la carretera, en donde, por su peligrosidad, requiere ser resaltada. Se ubican en los tramos donde existe riesgo de caída en ladera.</p>

Fuente: Elaboración propia

6.4.3 Barreras de seguridad

Las barreras de seguridad son aquellos sistemas de contención de vehículos ubicados e instalados en los márgenes de la carretera. Una barrera de seguridad certificada es aquella que ha pasado por pruebas de impacto de acuerdo a los requisitos normativos establecidos por la NCHRP Report 350 de los Estados Unidos o por la EN 1317 de la comunidad europea. Además, cada barrera de seguridad tiene un determinado nivel de contención, que es la capacidad de absorber la energía de impacto de un vehículo.

En esta carretera, se instalan barreras de seguridad en las curvas horizontales donde su radio exterior colinda con una caída en ladera. Para seleccionar un tipo de barrera de seguridad, se debe determinar el nivel de contención que esta posee. Para ello, se consideran los estudios del tráfico, es decir, el valor de IMDA, que en este proyecto es 139 vehículos por día. Además, se sabe que un 40 % de vehículos que transitan por la vía son vehículos tipo camión, los cuales tienen un peso aproximado de 25 t. A partir de dichos datos, se obtiene el tipo de tráfico que corresponde a la carretera.

Figura 55: Tipo de tráfico de la vía

Tipo de Trafico	IMDA	% vehículos con masa > 18t
A	>4000	≥25
B	>4000	<25
C	350-4000	≥25
D	350-4000	<25
E	<350	≥25%
F	<350	<25

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)

Una vez que se halla el tipo de tráfico, se procede a obtener el nivel de contención de la barrera de seguridad a instalar. El tipo de vía es BVT (carretera de bajo volumen de tránsito).

Figura 56: Nivel de contención de las barreras de seguridad

Tipo de Vía	Tipo de Tráfico	Barrera central	Barrera lateral	Barrera para puentes ⁽¹⁾
AP, MC	A B	P5-P4 P4-P3-P2	P4-P3 P4-P3-P2	P5-P4 P4
DC	C D	-	P3 P3-P2	P4-P3 P3
BVT	E F	-	P2 P1	P3-P2 P2

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)

Por lo tanto, la capacidad de las barreras de seguridad de absorber la energía de impacto de los vehículos que transitan por la carretera en cuestión es P2. Sobre la base de dicho dato fundamental, se utiliza la norma NCHRP Report 350 de los Estados Unidos para diseñar las barreras de seguridad.

Figura 57: Nivel de contención de acuerdo a la norma estadounidense

Nivel de contención	NCHRP Report 350	EN 1317
P1 – Bajo	TL2	N1
P2 - Medio	TL3	N2
P3 - Medio alto	TL4	H1 H2 H3
P4 - Alto	TL5 o TL6	H4a
P5 - Muy alto	-	H4b

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se muestran las conclusiones del presente proyecto, así como las recomendaciones o comentarios más sobresalientes del mismo.

7.1 CONCLUSIONES

- La red vial nacional PE-26 es una vía muy relevante que permite el acceso a distintos centros poblados de Ica y Huancavelica. Esa ruta cuenta con un sector de vía de 4 km que se ubica en el distrito de Arma, provincia de Castrovirreyna. Dicho sector presenta zonas críticas donde se identifican deterioros de talud y pérdida de plataforma. La fuente principal de esos daños es la erosión fluvial que causa el río San Juan situado al margen de la vía, pues en épocas de lluvia, el caudal del río aumenta y socava el material conformante del talud inferior de la carretera. Ese material está constituido de arena limo arcillosa. Actualmente, 30 % de la carretera del sector crítico en cuestión tiene vulnerabilidad de desmoronamiento y de pérdida de talud.

El 40 % de los vehículos que transitan por el sector de vía mencionado son camiones, los cuales transportan cargas que, en su mayoría, son productos agrícolas que se trasladan hacia la costa. Por esta razón, si la carretera se paraliza, las poblaciones aledañas se verán afectadas económicamente, pues la mayoría de ellos son trabajadores de campo. Por otro lado, reparar un punto crítico de esa carretera implica un costo y plazo considerable. Una propuesta básica de reparación comprende los siguientes trabajos: encauzamiento del río, enrocados en el talud inferior, habilitación de un acceso provisional y restablecimiento de plataforma. Esta propuesta puede tener un costo directo y aproximado de casi dos millones de soles. Además, la programación de estos

trabajos puede durar cerca de tres meses, lo cual perjudica el tránsito de la vía, pues se requieren maquinarias pesadas que están en constante movimiento.

Por otro lado, no se tiene certeza si habrá un fenómeno del niño costero más intenso que el anterior. Si fuese el caso, este evento aumentaría las aguas del río San Juan y podría generar más puntos críticos en la carretera, y con ello más gastos de reparación. Este suceso no garantiza que la carretera esté en funcionamiento por 20 años más. Y para empeorar la situación, el proyecto de conservación vial por parte del consorcio ALVAC – JOHESA finalizó sus servicios en enero de 2020. Es decir, esa carretera ya no se encuentra supervisada por una empresa que cuente con el debido plan ante emergencias viales.

Por lo tanto, se justifica la modificación del trazo actual, a fin de que la acción erosiva del río San Juan no perjudique el trazo nuevo. De este modo, se garantiza la funcionalidad de la carretera, así como la mejora de la transitabilidad y seguridad de los usuarios de vía.

- La propuesta de modificación de trazo comprende el replanteo de diseño geométrico y señalización vial. En efecto, se modifica el sector de vía del km 79 al km 83 de la red vial nacional PE-26. La nueva carretera tiene una longitud de 4.6 km y discurre sobre las laderas de un cerro, cuyo terreno está constituido de limos arcillosos y rocas sueltas.

Según el estudio del tráfico y de una proyección estadística, el valor del Índice Medio Diario Anual (IMDA) para el año 2041 es 139 vehículos por día (59.02 % vehículos ligeros y 40.98 % vehículos camión). Por lo cual, la vía del nuevo trazo geométrico se clasifica por su demanda como una carretera de tercera clase. Además, la zona por donde discurre la nueva vía, describe una orografía accidentada en su mayor parte.

La velocidad de diseño de la carretera es 40 km/h y el radio de giro mínimo de las curvas circulares depende de sus velocidades específicas. Ninguna curva horizontal cuenta con espirales y sus valores de radio son mayores al radio mínimo, excepto en las curvas de volteo. Las curvas de volteo se diseñan con radios de viraje. La vía cuenta con pendientes longitudinales no mayores que 10 %. Además, la carretera tiene un ancho transversal de 6 m, de dos carriles, en ambos sentidos. El pavimento de la vía está constituido por una base de material granular con un espesor de 25 cm. Y sobre ella, una capa de solución básica con un espesor de 2 cm. Esta solución sirve para impermeabilizar la carretera, pues la zona presenta altas precipitaciones entre los meses de noviembre y marzo. El bombeo de la calzada es 2.5 %.

El diseño geométrico del nuevo trazo cumple con los parámetros mínimos, criterios y recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

Este proyecto cuenta con grandes excavaciones, pues como está ubicada sobre las laderas de un cerro, los volúmenes de desmonte son mucho mayores que los volúmenes de terraplén. Considerando factores de esponjamiento y compactación, el volumen total de corte es 435 803 m³, mientras que el de relleno es 948 m³.

- Los planos del diseño geométrico horizontal y vertical se muestran de manera conjunta para una mejor visualización y entendimiento. Cabe resaltar que la equidistancia entre curvas de nivel es 2 m. Además, la vista en planta se imprime a escala 1:2000, mientras que la vista en perfil se imprime a escala horizontal 1:2000 y a escala vertical 1:200. Asimismo, se plotea cada 1.2 km, por lo cual se tienen cuatro planos en formato A1.

Cada plano cuenta con un cuadro de elementos de curva horizontal, el cual muestra los datos más importantes del diseño geométrico en planta. Asimismo, en la vista en perfil, se detallan las cotas, pendientes, curvas verticales y otros parámetros. Por otro lado, se elabora el plano de diagrama de peraltes, con la finalidad de observar a detalle la transición de la carretera desde su bombeo hasta su peralte máximo.

Los planos del diseño geométrico transversal muestran las secciones transversales de la carretera cada 20 m en tramos rectos y cada 10 m en tramos curvos. Estos planos se imprimen a escala 1:500 y en formato A1. Además, cada sección muestra su respectiva área de corte y de relleno.

- La señalización vial de la nueva carretera es muy importante, pues se trata de una vía que discurre sobre las laderas de un cerro de terreno accidentado. Por esta razón, los bordes exteriores de la carretera se demarcan con postes delineadores en los tramos donde existe riesgo de caída en ladera, pues por su peligrosidad requieren ser resaltados.

De igual forma, se resaltan las curvas de volteo con postes delineadores, con la finalidad de anticipar al conductor de un giro reducido. Asimismo, antes del inicio de las curvas de volteo, se sitúan señales de restricción que indican una velocidad máxima permitida de 20 km/h, con el fin de que los conductores puedan realizar un viraje adecuado.

Además, se emplean señales preventivas a 30 m antes del inicio de cada curva, a fin de advertir la presencia de giro. Por otro lado, la vía cuenta con la adecuada demarcación de líneas sobre su pavimento, el cual informa al conductor la permisión de cruzar al otro carril. Asimismo, se emplean tachas retrorreflectivas sobre la calzada para remarcar la carretera durante la noche.

Por otra parte, se tiene el adecuado diseño de barreras de seguridad, los cuales tienen la capacidad de absorber la energía de impacto de los vehículos a un nivel medio (P2). Estas barreras se instalan al margen exterior de las curvas donde existe riesgo de caída en ladera, con el fin de proteger al conductor de zonas de acantilado. Además, este sistema de contención está certificado de acuerdo a los requisitos normativos que establece la NCHRP Report 350 de los Estados Unidos.

La señalización vial de la nueva carretera cumple con las especificaciones del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

- Los planos de la señalización vial informan la ubicación exacta de las señales verticales, demarcaciones en el pavimento, barreras de seguridad y otras señalizaciones que posee la carretera. Además, se plotea cada 800 m como máximo, a fin de apreciar con mayor detalle la interacción de la señalización vial con la carretera. Por lo cual, se tienen siete planos en formato A1 y a escala 1:500.

7.2 COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

- Mediante la jefatura zonal de Huancavelica, se sabe que, en una primera instancia, el tramo actual iba a ser construido más alejado del río San Juan, tal como la propuesta 2. Sin embargo, ese proyecto se dejó sin terminar, pues es muy costoso ejecutar grandes movimientos de tierras. Entonces, se cambió el trazo tal como se conoce ahora, cerca del río San Juan. Se puede entender que los encargados de aquel proyecto eligieron la propuesta más rápida y barata, sin tener en cuenta los posibles daños que podrían ocurrir

debido a los fenómenos hidrológicos. Por lo tanto, se recomienda realizar un proyecto de carreteras que cuente con la seguridad adecuada y que su funcionalidad no esté en riesgo a pesar del gasto económico que pueda implicar, pues de esta manera se evita incidentes a futuro que perjudiquen a los usuarios de vía.

- Para desarrollar el diseño geométrico, se necesitan dos datos fundamentales, los cuales son la topografía y el estudio del tráfico del lugar donde está ubicado el nuevo trazo. El consorcio ALVAC – JOHESA colaboró con la presente tesis en brindar los expedientes técnicos del estudio del tráfico. Sin embargo, por ser un trazo nuevo, no existe una memoria de la topografía del sitio. Por lo tanto, si no se puede solventar un estudio topográfico para una tesis de carreteras, se recomienda utilizar el programa de ingeniería Global Mapper. Este software brinda información geográfica muy aproximada, aunque cabe resaltar que no es la más precisa.
- La tesis comprende el diseño geométrico transversal de la carretera a nivel anteproyecto, por lo cual, este diseño es preliminar. Entonces, se recomienda realizar estudios de suelo, de hidrología y de análisis de pavimento, a fin de obtener una información más completa y real. De este modo, se pueden diseñar adecuadamente los elementos de la sección transversal, tales como pavimento, cuneta y talud.
- El presente proyecto cuenta con la mejor propuesta de seguridad vial a partir de la adecuada señalización. A pesar de ello, los conductores tienen la obligación de conducir de manera prudente, pues ser un conductor responsable depende de cada uno. Se recomienda que el conductor revise su vehículo antes de conducir. Asimismo, usar siempre el cinturón de seguridad y conducir con ambas manos al volante sin distraerse. Y mucho más importante, respetar los límites de velocidad y las señales de tránsito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aller Mamani, D. (2020). DG - 2018 (Versión 1) [Windows]. Cusco.
- Bañon, L. y Beviá, J. (2015). *Manual de carreteras: Elementos y proyecto* [E-book]. (vol. I). Alicante.
- Boroujerdian, A., Seyedabrishami, E. y Akbarpour, H. (2016). *Procedia engineering: Analysis of geometric design impacts on vehicle operating speed on two-lane rural roads*. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816327370>
- Campos De la Cruz, F. (2020). *Ingeniería de carreteras 1: Diseño geométrico de carreteras* [E-book]. Lima.
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* [E-book]. (2da. ed.). Bogotá.
- Cisneros, F., Morillas, S. y Camarena, J. (2012). Calculo de cubicaciones mediante aproximación funcional e integración: Un caso práctico para alumnos de ingeniería. *Modelling in Science Education and Learning*, 5, 11.
- Consorcio ALVAC - JOHESA. (2015). *Estudio de tránsito*. Lima: Provias Nacional.
- Consorcio ALVAC - JOHESA. (2015). *Estudio hidrológico*. Lima: Provias Nacional.
- Consorcio ALVAC - JOHESA. (2015). *Suelos y pavimentos*. Lima: Provias Nacional.
- Consorcio ALVAC - JOHESA. (2019). *Memoria descriptiva sector crítico km 82+000 Tramo 01 Chincha - Dv. Huachos - Ruta PE-26*. Lima.
- Consorcio ALVAC - JOHESA. (2019). *Panel fotográfico de emergencia de la ruta PE-26 km 80+120 - km 80+140*. Lima.

- Consorcio ALVAC - JOHESA. (2019). *Panel fotográfico de emergencia de la ruta PE-26 km 80+800 - km 80+900*. Lima.
- Consorcio ALVAC - JOHESA. (2019). *Panel fotográfico de emergencia de recuperación de ancho de vía de la ruta PE-26 km 81+900 - km 82+050*. Lima.
- Cruz, E., Espinoza, H., Contreras, J., Guzmán, A. y Gómez, M. (2013). *Tecnología para la estabilización de terraplenes de carreteras en construcción*. (1ra ed.). Morelos.
- Czech, K. (2016). *Procedia Engineering: The impact of the type and technical condition of road surface on the level of traffic-generated vibrations propagated to the environment*. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816306075>
- González Vergara, C., Rincón Villalba, M., & Vargas Vargas, W. (2011). *Ingeniería de vías: Diseño, trazado y localización de carreteras* [E-book]. Bogotá: Distribuciones Alfaomega.
- Harabinová, S. (2017). *Procedia Engineering: Assessment of slope stability on the road*. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817324943>
- Jacob, A., Dhanya, R. y Anjaneyulu, M. (2013). *Procedia- Social and behavioral sciences: Geometric design consistency of multiple horizontal curves on two-lane rural highways*. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281304593X>
- Malin, F., Ilkka, N. y Innamaa, S. (2019). *Accident analysis & prevention: Accident risk of road and weather conditions on different road types*. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457518308455>
- Martínez A. y Takahashi, K. (2017). *¿El Niño costero o Fenómeno El Niño?. Revista Moneda*, (170), 34-37. Recuperado de: <http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/4620>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2003). *Reglamento nacional de vehículos*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Directiva N° 007-2008-MTC/02. *Sistema de contención de vehículos tipo barreras de seguridad*. Lima

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Perú Vial: Mapa general del Sistema Nacional de Carreteras*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras*. Lima

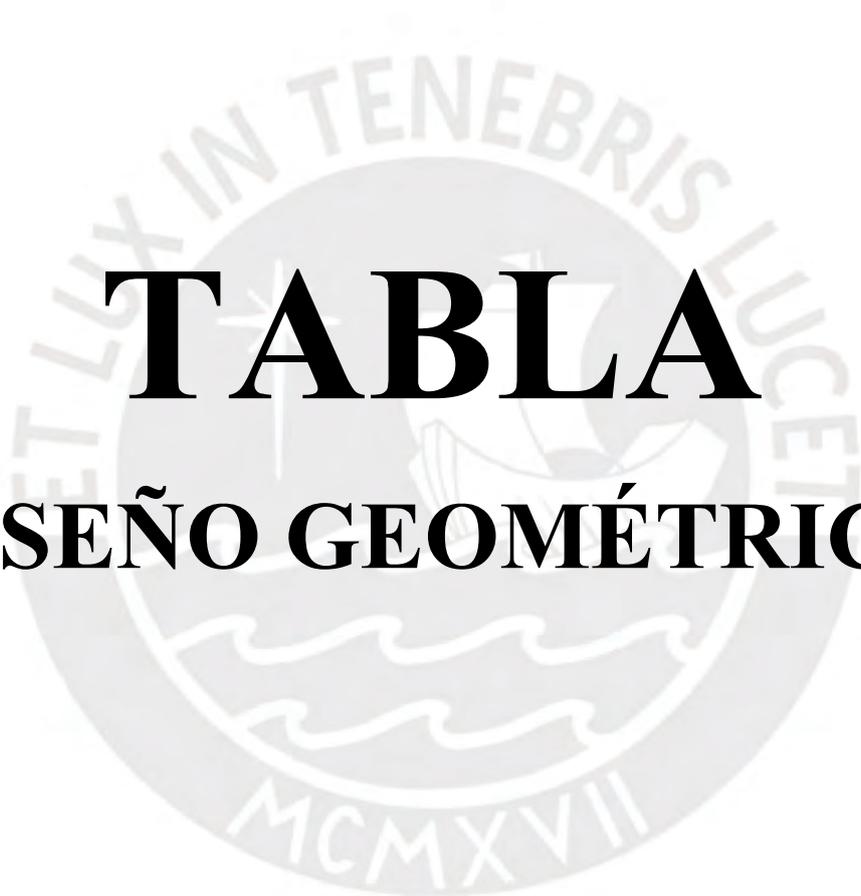
Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). *Manual de seguridad vial*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018*. Lima.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. (2012). *Manual de señalización de tránsito*. Santiago de Chile.

ANEXOS





TABLA

DISEÑO GEOMÉTRICO

INFORME DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

REGISTRO DE TANGENTES HORIZONTALES

DATOS GENERALES	
Nombre del proyecto:	Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26
Responsable:	Juan Enrique Siguas Bernaola
Clasificación vial:	Traza nuevo
Nivel de proyecto:	Proyecto preliminar
Tramo de diseño:	km 0+000 - km 4+613

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
Departamento:	Huancavelica
Provincia:	Castrovirreyña
Distrito:	Arma
Lugar:	Red vial nacional PE-26 (km 79 - km 83)
Fecha:	11/03/2021

Sección 101: Clasificación por demanda	
IMDA (Índice Medio Diario Anual):	134 veh/día
Clasificación:	Carretera de tercera clase
Ancho de carril mínimo:	3.00 m
Número de calzadas:	1
Superficie de rodadura:	Solución básica

Sección 102: Clasificación por orografía	
Pendientes transversales:	51% - 100%
Clasificación:	Terreno accidentado (tipo 3)
Pendientes longitudinales:	6% - 8%
Movimiento de tierras:	Importante

Tabla 204.01: Rango de la velocidad de diseño	
Clasificación por demanda:	Carretera de tercera clase
Clasificación por orografía:	Terreno accidentado (tipo 3)
Rango de velocidad:	30 - 40 - 50 km/h

Tabla 302.02: Curva circular	
Velocidad de diseño elegida:	40 km/h
Ubicación de la vía (radio mínimo):	Área rural (accidentada o escarpada)
Radio mínimo:	45 m
Ubicación de la Vía (peralte máximo):	Zona rural (Tipo 1,2,3)
Peralte máximo:	8.00%

Tabla 302.11: Curva de transición	
Radio mín. para prescindir curva de transición:	95 m

Tabla 302.01: Longitud de tramos en tangente	
Longitud mínima para trazos en "S":	56 m
Longitud mínima para trazos en "O":	111 m
Longitud máxima:	668 m

Tópico 302.09: Sobreancho	
Vehículo de diseño:	Camión de tres ejes (C3)
Distancia entre eje posterior y parte frontal:	L = 10.55 m
Número de carriles:	2

Tópico 304.03: Calzada y superficie de rodadura	
Ancho de calzada:	6.00 m
Superficie de rodadura:	Solución básica
Precipitación:	< 500 mm/año
Pendiente de bombeo:	2.5%

Tópico 304.04: Bermas	
Ancho de bermas:	0.70 m
Superficie de las bermas:	Solución básica
Pendiente de las bermas:	2.5%

Tabla 304.10: Talud en corte (H:V)	
Altura:	5 m - 10 m
Material:	Limo arcilloso
Talud en corte (H : V):	1 : 1

Tabla 304.10: Talud en corte (H:V)	
Altura:	5 m - 10 m
Material:	Roca suelta
Talud en corte (H : V):	1 : 4

Tabla 304.11: Talud en relleno (V:H)	
Altura:	< 5 m
Material:	Limo arenoso y arcilla
Talud en relleno (V : H):	1 : 1.5

Nº T	Tipo	Ve (km/h)	L (m)	Da (m)
T-1	-	50	33.72	230
T-2	S	50	26.79	230
T-3	S	60	97.93	290
T-4	S	60	36.96	290
T-5	O	60	95.24	290
T-6	S	50	29.71	230
T-7	S	30	24.14	110
T-8	S	50	29.76	230
T-9	O	60	48.88	290
T-10	S	60	133.25	290
T-11	S	40	22.56	170
T-12	S	40	26.84	170
T-13	S	30	28.88	110
T-14	O	40	25.48	170
T-15	O	60	123.43	290
T-16	S	60	26.72	290
T-17	S	60	60.03	290
T-18	S	60	27.69	290
T-19	S	30	26.81	110
T-20	S	30	23.53	110
T-21	S	30	23.47	110
T-22	S	50	61.33	230
T-23	O	60	39.78	290
T-24	S	60	36.26	290
T-25	S	60	108.02	290
T-26	O	60	88.38	290
T-27	S	60	111.11	290
T-28	S	60	73.33	290
T-29	O	60	47.35	290
T-30	S	60	60.47	290
T-31	S	60	39.09	290
T-32	S	60	173.64	290
T-33	S	60	114.61	290
T-34	S	60	296.07	290
T-35	S	60	60.06	290
T-36	S	60	44.67	290
T-37	S	60	49.33	290
T-38	-	60	62.35	290

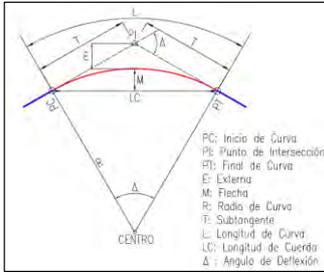
T: Tangente - Ve: Velocidad Específica (m/s) - L: Longitud de la Tangente (m)
Da: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (m)

REGISTRO DE TANGENTES VERTICALES

Nº TV	Ve (km/h)	L (m)	i (%)	Da (m)	Dp (m)	
					Ida	Retorno
TV-1	50	106.59	3.56	230	52	58
TV-2	60	283.07	4.25	290	70	90
TV-3	60	123.12	6.40	290	68	82
TV-4	40	113.55	9.35	170	37	45
TV-5	60	351.63	4.69	290	69	81
TV-6	60	85.98	9.32	290	66	88
TV-7	50	192.54	1.57	230	53	56
TV-8	60	302.40	5.16	290	69	81
TV-9	60	165.44	8.53	290	66	88
TV-10	60	70.27	5.57	290	68	82
TV-11	60	283.18	6.44	290	68	82
TV-12	50	120.20	8.80	230	49	64
TV-13	60	613.76	6.98	290	67	84
TV-14	60	231.49	3.20	290	71	78

TV: Tangente Vertical - Ve: Velocidad Específica (m/s) - L: Longitud de la Tangente (m) - i: Pendiente (%)
Da: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (m) - Dp: Distancia de Visibilidad de Parada (m)

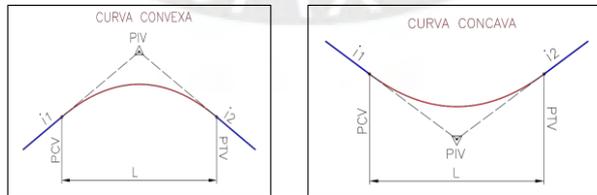
REGISTRO DE CURVAS HORIZONTALES



Nº PI	Tipo	Ve (km/h)	R (m)	S	Δ	L (m)	LC (m)	M (m)	E (m)	T (m)	PC	PI	PT	Este	Norte	P (%)	Sa (m)	LIP 1 (m)	LIP 2 (m)
PI - 1	Curva Circular	50	150	D	12° 45' 14"	33.390	33.321	0.928	0.934	16.764	0+033.72	0+050.49	0+067.11	433824.913	8537687.452	6.5	1.20	15	15
PI - 2	Curva Circular	50	150	I	12° 41' 30"	33.227	33.159	0.919	0.925	16.682	0+093.90	0+110.58	0+127.13	433797.755	8537741.213	6.5	1.20	15	15
PI - 3	Curva Circular	60	250	D	7° 07' 29"	31.087	31.067	0.483	0.484	15.564	0+225.06	0+240.62	0+256.15	433714.964	8537841.673	6.1	0.80	16	16
PI - 4	Curva Circular	60	250	I	7° 27' 05"	32.513	32.490	0.528	0.529	16.279	0+293.11	0+309.39	0+325.62	433678.130	8537899.786	6.1	0.80	16	16
PI - 5	Curva Circular	50	150	I	13° 39' 34"	35.760	35.675	1.064	1.072	17.965	0+420.86	0+438.83	0+456.62	433595.211	8537999.241	6.5	1.20	15	15
PI - 6	Curva de Volteo	15	15	D	95° 17' 27"	24.947	22.170	4.894	7.265	16.453	0+486.34	0+502.79	0+511.28	433543.672	8538037.407	8.0	3.00	15	0
PI - 7	Curva de Volteo	15	15	D	95° 17' 27"	24.947	22.170	4.894	7.265	16.453	0+511.28	0+527.74	0+536.23	433565.610	8538061.934	8.0	3.00	0	15
PI - 8	Curva Circular	30	70	I	13° 56' 15"	17.028	16.986	0.517	0.521	8.556	0+560.37	0+568.93	0+577.40	433599.066	8538025.927	5.8	2.00	12	12
PI - 9	Curva Circular	50	150	D	8° 56' 22"	23.404	23.380	0.456	0.458	11.726	0+607.16	0+618.88	0+630.56	433640.954	8537998.553	6.5	1.20	15	15
PI - 10	Curva Circular	60	300	D	4° 56' 06"	25.839	25.831	0.278	0.278	12.928	0+679.43	0+692.36	0+705.27	433695.506	8537949.253	5.6	0.70	14	14
PI - 11	Curva Ovoides	40	130	I	12° 37' 10"	28.632	28.574	0.787	0.792	14.374	0+838.53	0+852.90	0+867.16	433804.924	8537831.754	5.9	1.20	13	3
PI - 12	Curva Ovoides	40	190	I	23° 58' 28"	79.503	78.924	4.143	4.236	40.342	0+867.16	0+907.50	0+946.66	433850.059	8537800.825	6.8	0.90	0	11
PI - 13	Curva Circular	40	120	D	9° 09' 43"	19.189	19.168	0.383	0.385	9.615	0+969.22	0+979.84	0+988.41	433921.374	8537787.677	4.1	1.30	14	14
PI - 14	Curva de Volteo	15	15	I	98° 09' 36"	25.698	22.669	5.175	7.901	17.304	1+015.25	1+032.56	1+040.95	433972.016	8537769.637	8.0	3.00	15	0
PI - 15	Curva de Volteo	15	15	I	98° 09' 36"	25.698	22.669	5.175	7.901	17.304	1+040.95	1+058.25	1+066.65	433978.885	8537803.557	8.0	3.00	0	15
PI - 16	Curva Circular	30	55	D	25° 03' 38"	24.056	23.865	1.310	1.342	12.224	1+095.53	1+107.75	1+119.58	433920.574	8537806.906	6.4	2.40	13	13
PI - 17	Curva Circular	40	120	D	22° 35' 26"	47.314	47.008	2.324	2.370	23.968	1+145.06	1+169.03	1+192.38	433866.298	8537836.191	6.1	1.30	14	14
PI - 18	Curva Circular	60	400	D	4° 54' 34"	34.274	34.263	0.367	0.367	17.147	1+315.81	1+332.96	1+350.08	433762.609	8537963.958	4.8	0.60	13	13
PI - 19	Curva Circular	60	300	I	9° 27' 01"	49.482	49.426	1.020	1.023	24.797	1+376.80	1+401.60	1+426.29	433724.062	8538020.783	5.6	0.70	14	14
PI - 20	Curva Circular	60	400	D	10° 55' 02"	76.217	76.101	1.814	1.822	38.224	1+486.32	1+524.54	1+562.54	433639.198	8538109.893	5.8	0.60	13	13
PI - 21	Curva Circular	30	80	I	42° 39' 09"	59.554	58.189	5.478	5.881	31.233	1+590.22	1+621.46	1+649.78	433586.739	8538191.654	5.5	1.70	11	11
PI - 22	Curva de Volteo	15	15	D	101° 39' 18"	26.613	23.257	5.525	8.747	18.410	1+676.58	1+694.99	1+703.20	433512.779	8538211.006	8.0	3.00	15	0
PI - 23	Curva de Volteo	15	15	D	101° 39' 18"	26.613	23.257	5.525	8.747	18.410	1+703.20	1+721.61	1+729.81	433529.103	8538244.009	8.0	3.00	0	15
PI - 24	Curva Circular	30	55	I	18° 46' 39"	18.025	17.945	0.737	0.747	9.094	1+753.34	1+762.44	1+771.37	433569.336	8538212.607	6.4	2.40	13	13
PI - 25	Curva Circular	30	55	D	28° 15' 43"	27.129	26.855	1.664	1.716	13.847	1+794.84	1+808.69	1+821.97	433613.169	8538197.346	6.4	2.40	13	13
PI - 26	Curva Circular	50	150	I	12° 28' 22"	32.654	32.590	0.888	0.893	16.392	1+883.30	1+899.69	1+915.95	433675.081	8538129.883	6.5	1.20	15	15
PI - 27	Curva Circular	60	500	I	12° 24' 32"	108.287	108.075	2.929	2.946	54.356	1+955.74	2+010.09	2+064.02	433765.639	8538066.510	4.1	0.50	11	11
PI - 28	Curva Circular	60	600	D	11° 25' 37"	119.662	119.464	2.981	2.996	60.030	2+100.28	2+160.31	2+219.94	433904.743	8538008.677	3.6	0.40	9	9
PI - 29	Curva Circular	50	190	I	42° 36' 50"	141.313	138.079	12.987	13.940	74.105	2+327.96	2+402.06	2+469.27	434105.488	8537873.260	5.8	0.90	14	14
PI - 30	Curva Circular	60	260	I	14° 15' 52"	64.730	64.563	2.012	2.027	32.533	2+557.65	2+590.19	2+622.38	434298.308	8537902.461	6.0	0.80	15	15
PI - 31	Curva Circular	60	370	D	11° 54' 08"	76.861	76.723	1.994	2.005	38.569	2+733.49	2+772.06	2+810.35	434466.184	8537973.292	5.0	0.60	13	13
PI - 32	Curva Circular	60	300	I	8° 12' 27"	42.975	42.938	0.769	0.771	21.524	2+883.68	2+905.21	2+926.66	434597.171	8537998.692	5.6	0.70	14	14
PI - 33	Curva Circular	60	350	I	14° 21' 51"	87.745	87.515	2.746	2.768	44.104	2+974.00	3+018.11	3+061.75	434703.872	8538035.810	5.2	0.60	13	13
PI - 34	Curva Circular	50	160	D	29° 37' 60"	82.752	81.832	5.320	5.503	42.323	3+122.22	3+164.54	3+204.97	434826.304	8538116.986	6.3	1.10	15	15
PI - 35	Curva Circular	50	190	I	35° 07' 26"	116.475	114.660	8.856	9.289	60.133	3+244.06	3+304.19	3+360.53	434967.518	8538126.644	5.8	0.90	14	14
PI - 36	Curva Circular	60	320	D	10° 24' 15"	58.107	58.028	1.318	1.323	29.134	3+534.17	3+563.30	3+592.28	435171.727	8538292.223	5.4	0.70	14	14
PI - 37	Curva Circular	60	350	I	12° 27' 07"	76.065	75.916	2.064	2.077	38.183	3+706.88	3+745.07	3+782.95	435331.404	8538379.399	5.2	0.60	13	13
PI - 38	Curva Circular	60	500	D	4° 26' 25"	38.749	38.739	0.375	0.376	19.384	4+079.02	4+098.40	4+117.77	435597.956	8538611.797	4.1	0.50	11	11
PI - 39	Curva Ovoides	60	330	I	14° 50' 35"	85.489	85.250	2.764	2.788	42.985	4+177.83	4+220.82	4+263.32	435696.191	8538684.870	5.3	0.70	14	3
PI - 40	Curva Ovoides	60	480	I	10° 40' 44"	89.464	89.335	2.083	2.092	44.862	4+263.32	4+308.18	4+352.79	435750.893	8538753.608	6.2	0.50	0	15
PI - 41	Curva Circular	50	170	D	13° 30' 48"	40.095	40.002	1.181	1.189	20.141	4+397.45	4+417.60	4+437.55	435802.101	8538850.592	4.1	1.00	15	15
PI - 42	Curva Circular	60	480	I	7° 38' 18"	63.990	63.943	1.066	1.068	32.043	4+486.88	4+518.92	4+550.87	435869.165	8538926.802	4.2	0.50	11	11

PI: Punto de Intersección - Ve: Velocidad Específica (m/s) - R: Radio (m) - S: Sentido - Δ: Angulo de Deflexión - L: Longitud de la Curva (m) - LC: Longitud de la Cuerda (m)
M: Distancia de la Ordenada Media (m) - E: Distancia a Externa (m) - T: Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m) - TE: Punto Tangente Espiral
PC: Punto de Inicio de la Curva - EC: Punto Espiral Curva Circular - PT: Punto de Tangencia - CE: Punto Curva Circular Espiral - ET: Punto Espiral Tangente
P%: Peralte (%) - Sa: Sobrancho (m) - Le: Longitud de Espiral (m) - LiP: Longitud de transición de Peralte (m) - I: Izquierda - D: Derecha

REGISTRO DE CURVAS VERTICALES



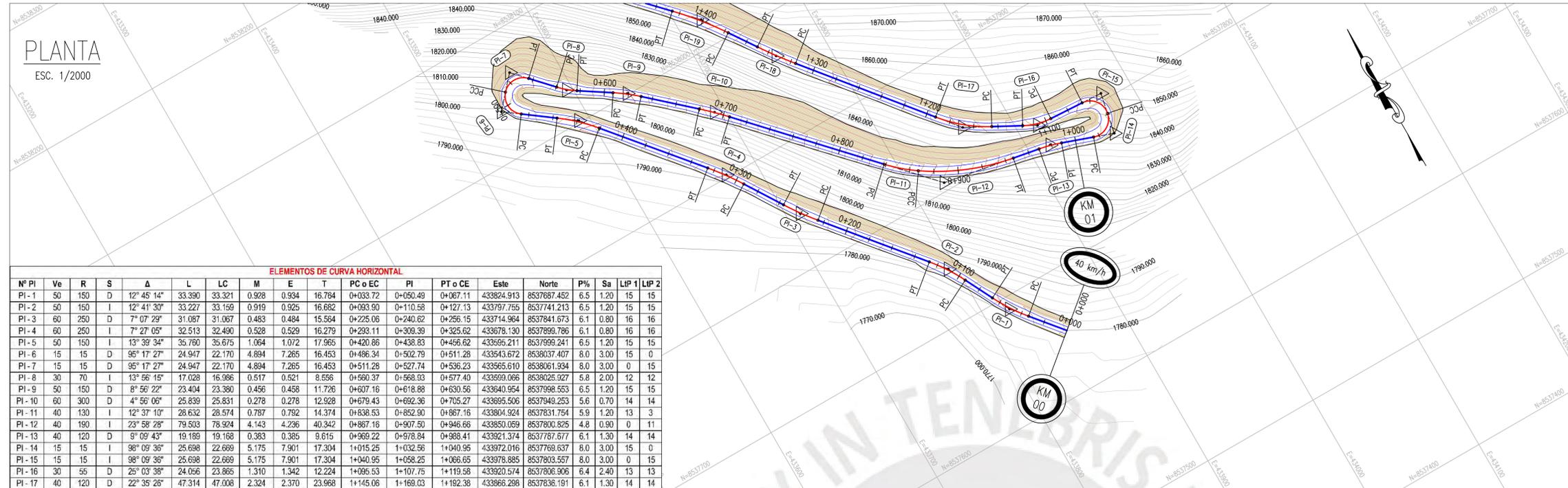
Nº PIV	Tipo	Ve (km/h)	i1 (%)	i2 (%)	Dv	A	L (m)	K	PCV	PIV	PTV	Cota PCV	Cota PIV	Cota PTV
PIV - 1	Curva Cóncava	50	3.56	4.25	Dp	0.69	100	144.93	0+106.59	0+156.59	0+206.59	1781.990	1783.768	1785.893
PIV - 2	Curva Cóncava	50	4.25	6.40	Dp	2.15	100	46.51	0+489.66	0+539.66	0+589.66	1797.929	1800.054	1803.254
PIV - 3	Curva Cóncava	40	6.40	9.35	Dp	2.95	100	33.90	0+712.78	0+762.78	0+812.78	1811.133	1814.333	1819.007
PIV - 4	Curva Convexa	40	9.35	4.69	Da	4.66	170	36.48	0+926.33	1+011.33	1+096.33	1829.622	1837.568	1841.552
PIV - 5	Curva Cóncava	40	4.69	9.32	Dp	4.63	100	21.60	1+447.96	1+497.96	1+547.96	1858.029	1860.373	1865.030
PIV - 6	Curva Cóncava	40	9.32	1.57	Dp	7.75	100	12.90	1+633.95	1+683.95	1+733.95	1873.040	1877.698	1878.482
PIV - 7	Curva Cóncava	50	1.57	5.16	Dp	3.59	100	27.86	1+926.49	1+976.49	2+026.49	1881.500	1882.284	1884.866
PIV - 8	Curva Cóncava	40	5.16	8.53	Dp	3.37	100	29.67	2+328.89	2+378.89	2+428.89	1900.478	1903.059	1907.322
PIV - 9	Curva Convexa	40	8.53	5.57	Dp	2.96	100	33.78	2+594.32	2+644.32	2+694.32	1921.428	1925.691	1928.475
PIV - 10	Curva Cóncava	50	5.57	6.44	Dp	0.87	100	114.94	2+764.60	2+814.60	2+864.60	1932.388	1935.172	1938.394
PIV - 11	Curva Cóncava	40	6.44	8.80	Dp	2.36	100	42.37	3+147.77	3+197.77	3+247.77	1956.640	1959.861	1964.262
PIV - 12	Curva Convexa	40	8.80	6.98	Da	1.82	170	93.41	3+367.98	3+452.98	3+537.98	1974.843	1982.325	1988.260
PIV - 13	Curva Convexa	50	6.98	3.20	Da	3.78	230	60.85	4+151.73	4+266.73	4+381.73	2031.120	2039.150	2042.830

PIV: Punto de Intersección Vertical - Ve: Velocidad Específica (m/s) - i: Pendiente (%) - Dv: Criterio de Visibilidad usado
Dp: Distancia de Visibilidad de Parada - Da: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento
PCV: Punto de Inicio de la Curva Vertical - PTV: Punto de Tangencia de la Curva Vertical
A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (%) - L: Longitud de la Curva Vertical (m) - K: Parámetro de curvatura



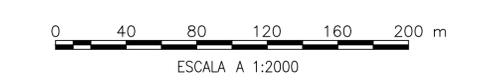
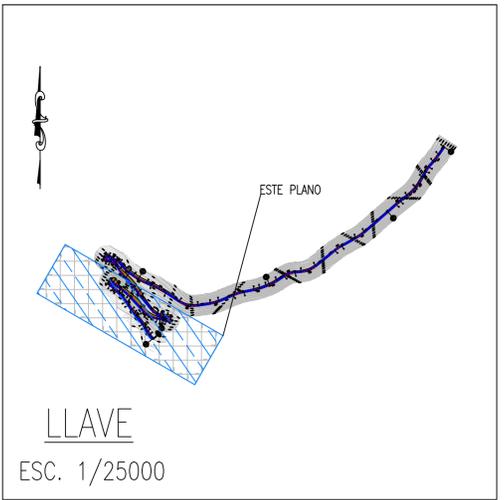
PLANO
DISEÑO GEOMÉTRICO
PLANTA Y PERFIL

PLANTA
ESC. 1/2000

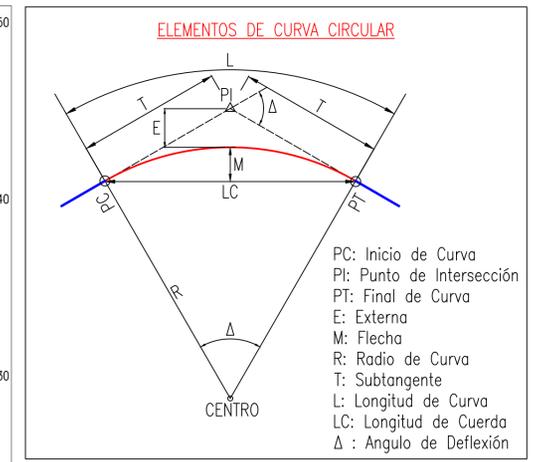
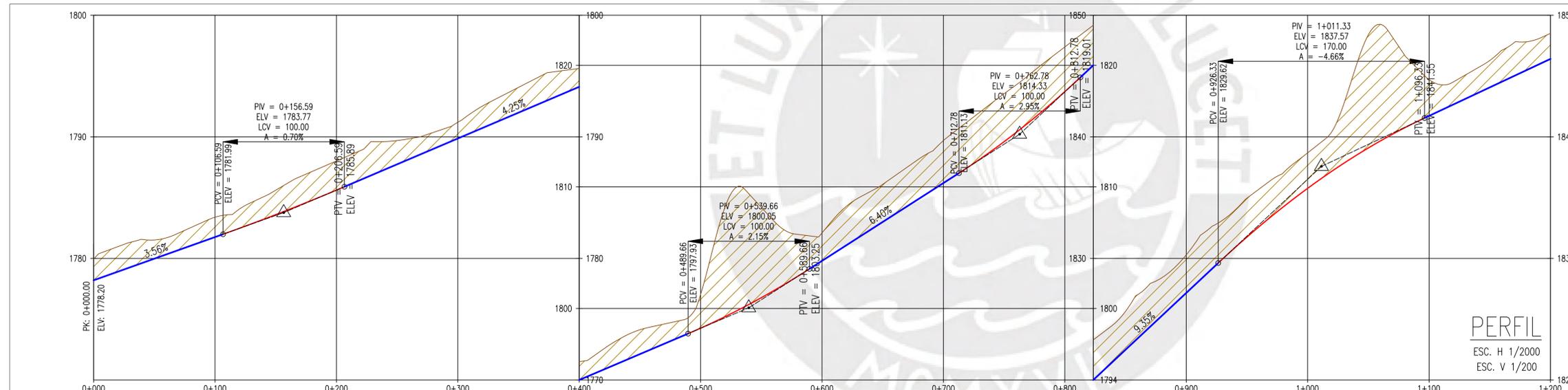


ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL

Nº PI	Ve	R	S	Δ	L	LC	M	E	T	PC o EC	PI	PT o CE	Este	Norte	P%	Sa	LIP 1	LIP 2
PI-1	50	150	D	12° 45' 14"	33.390	33.321	0.928	0.934	16.784	0+033.72	0+050.49	0+067.11	433824.913	8537687.452	6.5	1.20	15	15
PI-2	50	150	I	12° 41' 30"	33.227	33.159	0.919	0.925	16.682	0+093.90	0+110.58	0+127.13	433797.755	8537741.213	6.5	1.20	15	15
PI-3	60	250	D	7° 07' 29"	31.067	31.067	0.483	0.484	15.564	0+225.06	0+240.62	0+256.15	433714.964	8537841.673	6.1	0.80	16	16
PI-4	60	250	I	7° 27' 05"	32.513	32.490	0.528	0.529	16.279	0+293.11	0+309.39	0+325.62	433678.130	8537899.786	6.1	0.80	16	16
PI-5	50	150	I	13° 39' 34"	35.760	35.675	1.064	1.072	17.965	0+420.86	0+438.83	0+456.62	433695.211	8537999.241	6.5	1.20	15	15
PI-6	15	15	D	95° 17' 27"	24.947	22.170	4.894	7.265	16.453	0+486.34	0+502.79	0+511.28	433543.672	8538037.407	8.0	3.00	15	0
PI-7	15	15	D	95° 17' 27"	24.947	22.170	4.894	7.265	16.453	0+511.28	0+527.74	0+536.23	433565.610	8538061.934	8.0	3.00	0	15
PI-8	30	70	I	13° 56' 15"	17.028	16.986	0.517	0.521	8.556	0+560.37	0+568.03	0+577.40	433599.066	8538025.927	5.8	2.00	12	12
PI-9	50	150	D	8° 56' 22"	23.404	23.380	0.456	0.458	11.726	0+607.16	0+618.88	0+630.56	433640.954	8537998.553	6.5	1.20	15	15
PI-10	60	300	D	4° 56' 06"	25.839	25.831	0.278	0.278	12.928	0+679.43	0+692.36	0+705.27	433695.506	8537949.253	5.6	0.70	14	14
PI-11	40	130	I	12° 37' 10"	28.632	28.574	0.787	0.792	14.374	0+838.53	0+852.90	0+867.16	433804.924	8537831.754	5.9	1.20	13	3
PI-12	40	190	I	23° 58' 28"	79.503	78.924	4.143	4.236	40.342	0+867.16	0+907.50	0+946.66	433850.059	8537800.825	4.8	0.90	0	11
PI-13	40	120	D	9° 09' 43"	19.189	19.168	0.383	0.385	9.615	0+969.22	0+978.84	0+988.41	433921.374	8537787.677	6.1	1.30	14	14
PI-14	15	15	I	98° 09' 36"	25.698	22.669	5.175	7.901	17.304	1+015.25	1+032.56	1+040.95	433972.016	8537769.537	8.0	3.00	15	0
PI-15	15	15	I	98° 09' 36"	25.698	22.669	5.175	7.901	17.304	1+040.95	1+058.25	1+066.65	433978.885	8537803.557	8.0	3.00	0	15
PI-16	30	55	D	25° 03' 38"	24.056	23.865	1.310	1.342	12.224	1+095.53	1+107.75	1+119.58	433920.574	8537806.906	6.4	2.40	13	13
PI-17	40	120	D	22° 35' 26"	47.314	47.008	2.324	2.370	23.968	1+145.06	1+169.03	1+192.38	433866.288	8537836.191	6.1	1.30	14	14



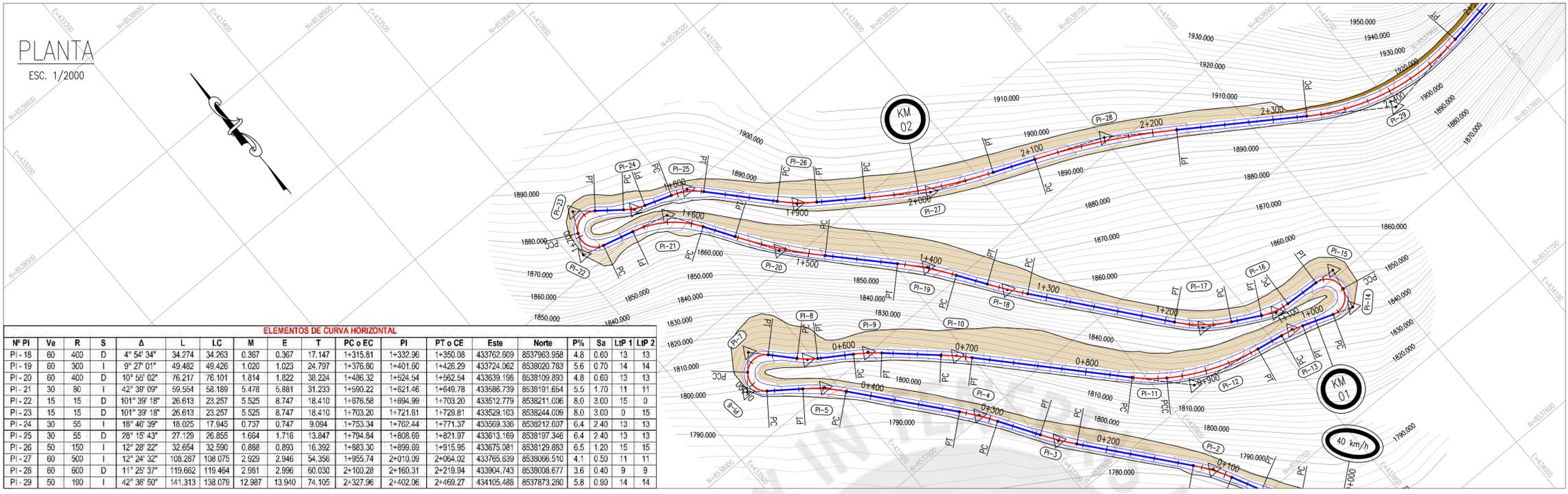
- NOTAS:**
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84
 - ELEVACIONES EN M.S.N.M.
 - LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DOS METROS



PK	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200
COTA TERRENO	1778.20	1779.62	1781.56	1783.39	1785.05	1786.66	1788.22	1789.73	1791.19	1792.51	1793.70	1794.75	1795.57
COTA RASANTE	1778.20	1779.62	1781.56	1783.39	1785.05	1786.66	1788.22	1789.73	1791.19	1792.51	1793.70	1794.75	1795.57
CORTE (+) RELLENO (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PENDIENTE	3.56% en 156.59 m			4.25% en 383.07 m			6.40% en 223.12 m			9.35% en 248.55 m			4.69% en 486.63 m
DIAGRAMA DE CURVAS HORIZ.	T: 33.72 R: 150 T: 26.79 R: 150 T: 97.93 R: 250 T: 36.96 R: 250 T: 95.24 R: 150 T: 29.71 R: 150 T: 24.14 R: 70 T: 29.76 R: 150 T: 48.87 R: 150 T: 133.25 R: 130 T: 22.56 R: 120 T: 26.84 R: 150 T: 28.88 R: 150 T: 25.48 R: 120 T: 123.43 R: 120												
DIAGRAMA DE CURVAS VERT.	Pendientes: 3.56% (Long: 156.59), 4.25% (Long: 383.07), 6.40% (Long: 223.12), 9.35% (Long: 248.55), 4.69% (Long: 486.63)												
DIAGRAMA DE PERALTES	Data for superelevation transitions across the profile.												

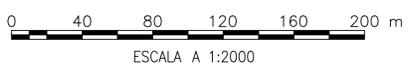
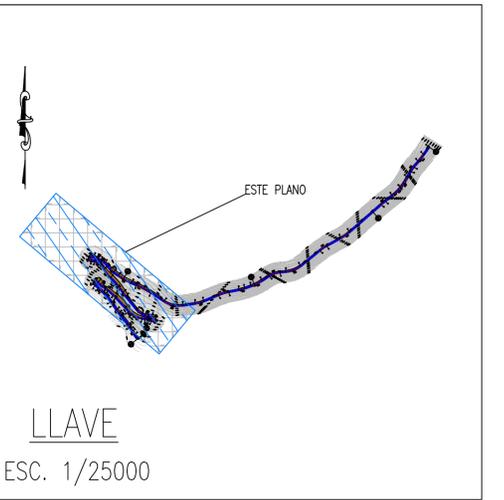
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO:	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	INDICADA
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 0+000 - 1+200
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1
CLIENTE:	PUCP	FECHA:	11/03/2021



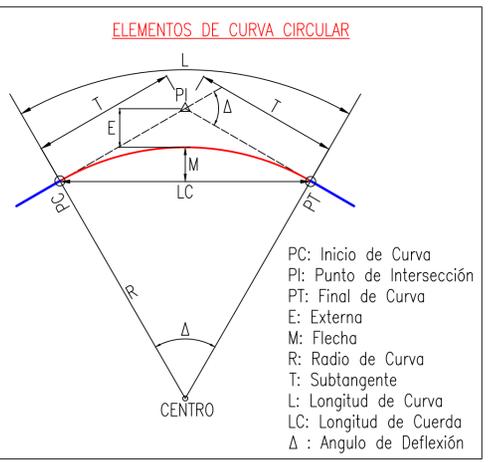
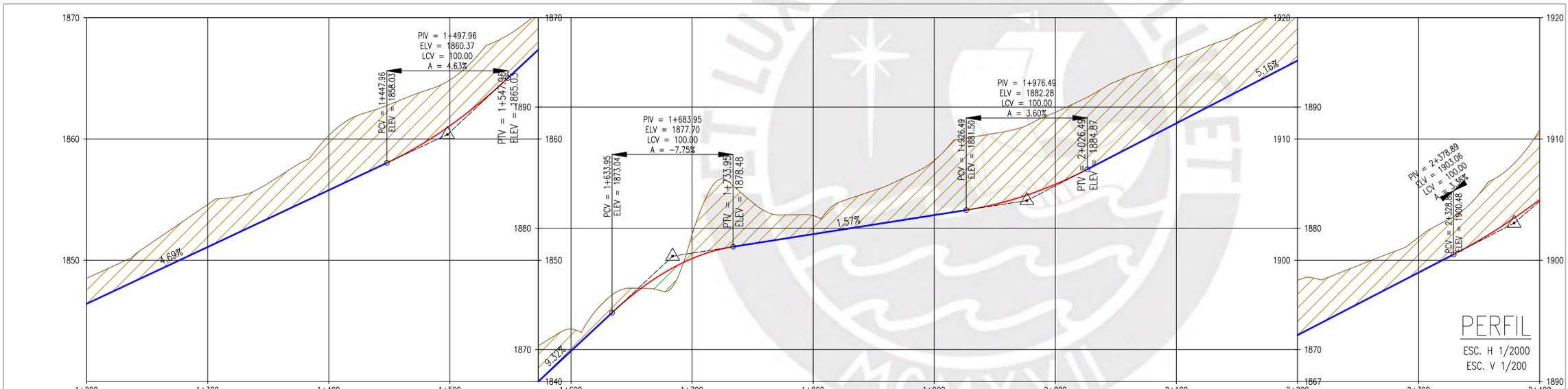


ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL

Nº PI	Ve	R	S	Δ	L	LC	M	E	T	PC o EC	PI	PT o CE	Este	Norte	P%	Sa	LIP 1	LIP 2
PI-18	60	400	D	4° 54' 34"	34.274	34.263	0.367	0.367	17.147	1+315.81	1+332.96	1+350.08	433762.609	8537963.958	4.8	0.60	13	13
PI-19	60	300	I	9° 27' 01"	49.482	49.426	1.020	1.023	24.797	1+376.80	1+401.60	1+426.29	433724.062	8538020.783	5.6	0.70	14	14
PI-20	60	400	D	10° 55' 02"	76.217	76.101	1.814	1.822	38.224	1+486.32	1+524.54	1+562.54	433639.198	8538109.893	4.8	0.60	13	13
PI-21	30	80	I	42° 39' 09"	59.554	58.189	5.478	5.881	31.233	1+590.22	1+621.46	1+649.78	433598.739	8538191.654	5.5	1.70	11	11
PI-22	15	15	D	101° 39' 18"	26.613	23.257	5.525	8.747	18.410	1+676.58	1+694.99	1+703.20	433512.779	8538211.006	8.0	3.00	15	0
PI-23	15	15	D	101° 39' 18"	26.613	23.257	5.525	8.747	18.410	1+703.20	1+721.61	1+729.81	433529.103	8538244.009	8.0	3.00	0	15
PI-24	30	55	I	18° 46' 39"	18.025	17.945	0.737	0.747	9.094	1+753.34	1+762.44	1+771.37	433509.338	8538212.607	6.4	2.40	13	13
PI-25	30	55	D	28° 15' 43"	27.129	26.855	1.664	1.716	13.847	1+794.84	1+808.09	1+821.97	433613.169	8538197.346	6.4	2.40	13	13
PI-26	50	150	I	12° 28' 22"	32.654	32.590	0.888	0.893	16.392	1+863.30	1+899.89	1+915.95	433675.081	8538129.883	6.5	1.20	15	15
PI-27	60	500	I	12° 24' 32"	108.287	108.075	2.929	2.946	54.356	1+955.74	2+010.09	2+064.02	433765.639	8538066.510	4.1	0.50	11	11
PI-28	60	600	D	11° 25' 37"	119.662	119.464	2.981	2.996	60.030	2+100.28	2+160.31	2+218.94	433904.743	8538008.677	3.6	0.40	9	9
PI-29	50	190	I	42° 36' 50"	141.313	138.079	12.987	13.940	74.105	2+327.96	2+402.06	2+468.27	434105.488	8537873.260	5.8	0.90	14	14

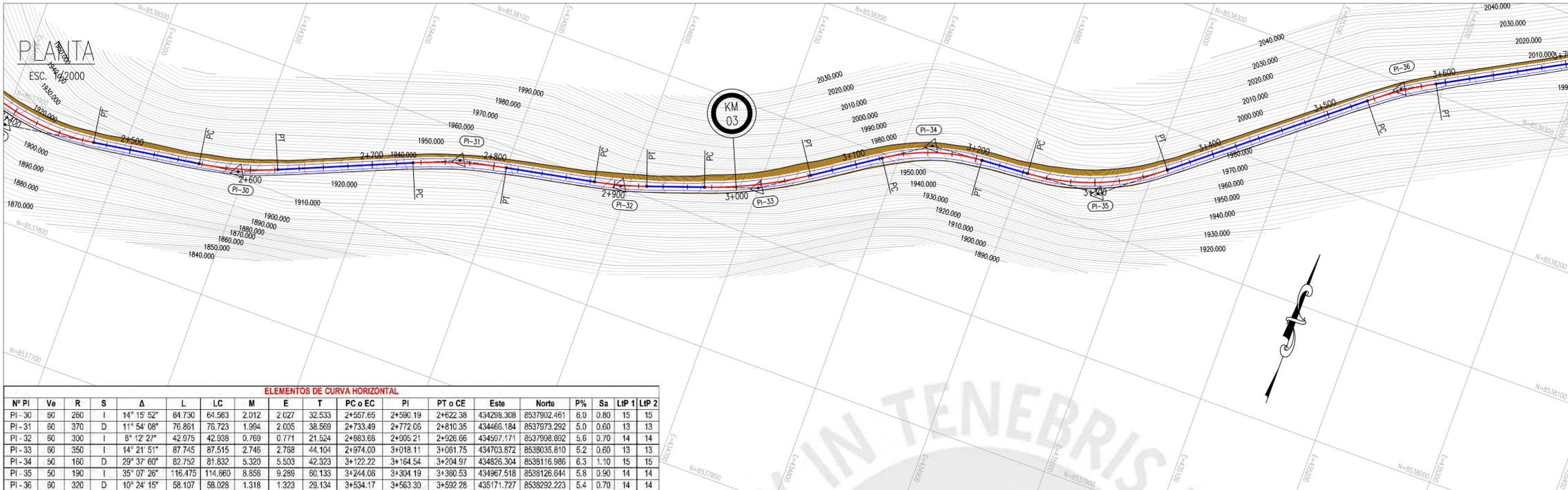


- NOTAS:
- 1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84
 - 2.- ELEVACIONES EN M.S.N.M.
 - 3.- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DOS METROS

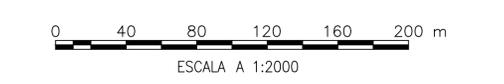
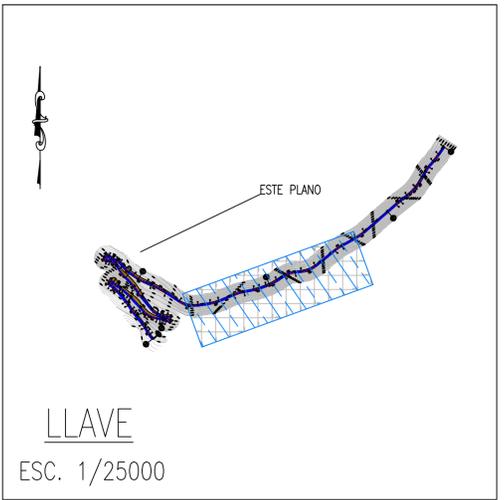


COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE (+) RELLENO (-)	PENDIENTE	DIAGRAMA DE CURVAS HORIZ.	DIAGRAMA DE CURVAS VERT.	DIAGRAMA DE PERALTES
1846.51	1846.44	2.10	4.69% en 486.63 m	T: 123.43	Pend: 4.69% Long: 351.63	A1: 1269.94 B1: 1267.71 D1: 1267.92
1849.43	1849.35	2.08		PI: 17 R: 400		D1: 1267.92 D1: 1267.92
1850.47	1849.22	2.19		T: 26.72		D1: 1267.92
1851.87	1849.22	2.65		PI: 18 R: 300		D1: 1267.92
1853.24	1850.16	3.08		T: 60.03		D1: 1267.92
1854.60	1851.10	3.50		PI: 19 R: 400		D1: 1267.92
1855.18	1852.03	3.15		T: 27.69		D1: 1267.92
1855.78	1852.97	2.81		PI: 20 R: 80		D1: 1267.92
1856.18	1853.91	3.08		T: 26.81		D1: 1267.92
1856.76	1854.84	3.35		PI: 21 R: 15		D1: 1267.92
1857.18	1855.78	4.50		T: 23.53		D1: 1267.92
1857.46	1856.72	5.06		PI: 22 R: 15		D1: 1267.92
1858.37	1857.66	4.81		T: 23.47		D1: 1267.92
1863.25	1858.63	4.62		PI: 23 R: 55		D1: 1267.92
1863.99	1859.77	4.22		T: 61.33		D1: 1267.92
1864.88	1861.09	3.78		PI: 24 R: 150		D1: 1267.92
1866.56	1862.61	3.96		T: 39.78		D1: 1267.92
1868.13	1864.30	3.83		PI: 25 R: 500		D1: 1267.92
1869.38	1866.15	3.23		T: 36.26		D1: 1267.92
1870.74	1868.01	2.73		PI: 26 R: 600		D1: 1267.92
1871.70	1869.88	1.82		T: 108.02		D1: 1267.92
1873.15	1871.74	1.41		PI: 27 R: 190		D1: 1267.92
1874.87	1873.59	1.28		T: 26.72		D1: 1267.92
1875.04	1875.20	-0.16		PI: 28 R: 300		D1: 1267.92
1876.51	1876.51	-1.68		T: 26.81		D1: 1267.92
1877.50	1877.50	1.96		PI: 29 R: 15		D1: 1267.92
1878.15	1878.19	5.67		T: 23.53		D1: 1267.92
1882.96	1878.56	4.40		PI: 30 R: 55		D1: 1267.92
1882.97	1878.56	4.40		T: 23.47		D1: 1267.92
1888.43	1878.89	2.54		PI: 31 R: 150		D1: 1267.92
1888.11	1879.20	1.91		T: 61.33		D1: 1267.92
1888.05	1879.52	1.54		PI: 32 R: 150		D1: 1267.92
1885.59	1881.08	4.50		T: 39.78		D1: 1267.92
1887.33	1881.40	5.93		PI: 33 R: 500		D1: 1267.92
1887.66	1881.74	5.92		T: 36.26		D1: 1267.92
1888.00	1882.23	5.78		PI: 34 R: 600		D1: 1267.92
1888.66	1882.85	5.80		T: 108.02		D1: 1267.92
1889.59	1883.62	5.94		PI: 35 R: 190		D1: 1267.92
1889.56	1883.62	5.94		T: 26.72		D1: 1267.92
1890.50	1884.54	5.96		PI: 36 R: 300		D1: 1267.92
1891.58	1885.56	6.02		T: 26.81		D1: 1267.92
1892.52	1886.60	5.93		PI: 37 R: 150		D1: 1267.92
1893.27	1887.63	5.64		T: 61.33		D1: 1267.92
1894.01	1888.66	5.35		PI: 38 R: 150		D1: 1267.92
1894.78	1889.69	5.09		T: 39.78		D1: 1267.92
1895.53	1890.73	4.81		PI: 39 R: 500		D1: 1267.92
1896.59	1891.76	4.83		T: 36.26		D1: 1267.92
1897.56	1892.79	4.77		PI: 40 R: 600		D1: 1267.92
1898.36	1893.82	4.53		T: 108.02		D1: 1267.92
1898.38	1894.86	3.53		PI: 41 R: 190		D1: 1267.92
1899.17	1895.89	3.28		T: 26.72		D1: 1267.92
1899.96	1896.92	3.04		PI: 42 R: 300		D1: 1267.92
1900.73	1897.95	2.77		T: 26.81		D1: 1267.92
1901.89	1898.99	2.91		PI: 43 R: 150		D1: 1267.92
1903.12	1900.02	3.10		T: 61.33		D1: 1267.92
1904.40	1901.07	3.33		PI: 44 R: 150		D1: 1267.92
1906.58	1902.25	4.33		T: 39.78		D1: 1267.92
1908.09	1903.56	4.54		PI: 45 R: 500		D1: 1267.92
1910.75	1904.90	6.75		T: 26.72		D1: 1267.92

REVISIONES	PROYECTO:	
DIBUJADO POR: JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DISEÑADO POR: JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO Y PERFIL LONGITUDINAL	
REVISADO POR: ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	ESCALA: INDICADA	
APROBADO POR: ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 1+200 - 2+400	
CLIENTE: PUCP	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021

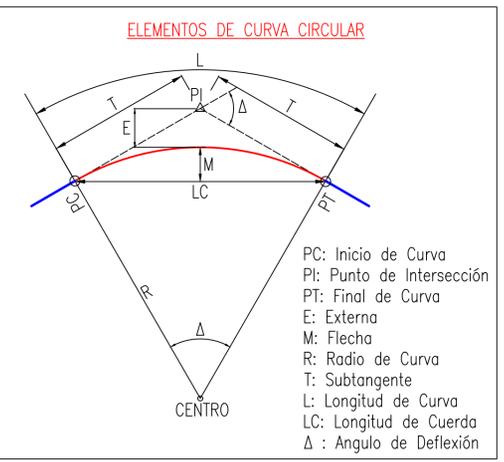
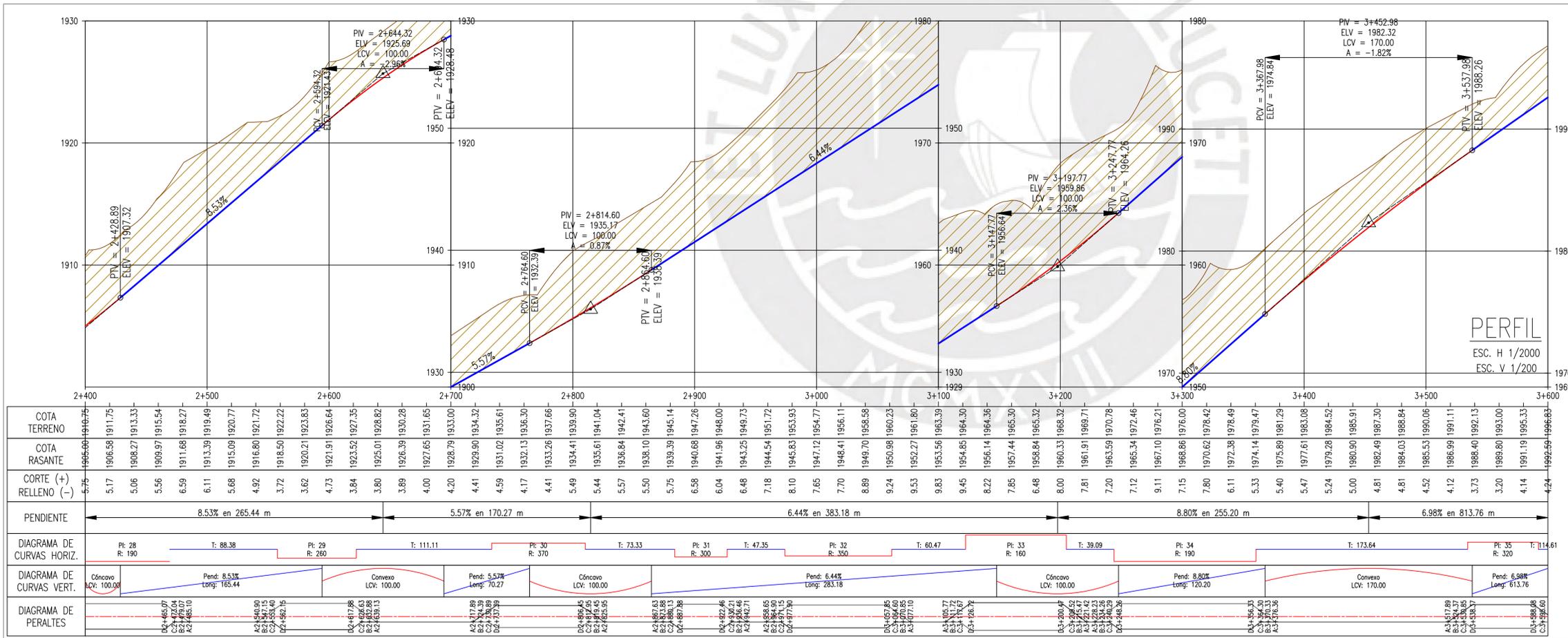


ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL																		
Nº PI	Va	R	S	Δ	L	LC	M	E	T	PC o EC	PI	PT o CE	Este	Norte	P%	Sa	LIP 1	LIP 2
PI-30	80	280	I	14° 15' 52"	84.730	64.583	2.012	2.027	32.533	2+557.65	2+590.19	2+622.38	434286.308	8537902.461	6.0	0.80	15	15
PI-31	60	370	D	11° 54' 08"	76.861	76.723	1.994	2.005	38.569	2+733.49	2+772.06	2+810.35	434466.184	8537973.292	5.0	0.60	13	13
PI-32	60	300	I	8° 12' 27"	42.975	42.938	0.769	0.771	21.524	2+883.68	2+905.21	2+926.06	434597.171	8537998.892	5.6	0.70	14	14
PI-33	60	350	I	14° 21' 51"	87.745	87.515	2.746	2.768	44.104	2+974.00	3+018.11	3+061.75	434703.872	8538035.810	5.2	0.60	13	13
PI-34	50	160	D	29° 37' 60"	82.752	81.832	5.320	5.503	42.323	3+122.22	3+164.54	3+204.97	434826.304	8538116.986	6.3	1.10	15	15
PI-35	50	190	I	35° 07' 26"	116.475	114.860	8.856	9.289	60.133	3+244.06	3+304.19	3+360.53	434967.518	8538126.644	5.8	0.90	14	14
PI-36	60	320	D	10° 24' 15"	58.107	58.028	1.318	1.323	29.134	3+534.17	3+563.30	3+592.28	435171.727	8538292.223	5.4	0.70	14	14



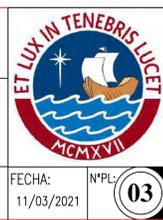
LLAVE
ESC. 1/25000

NOTAS:
1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84
2.- ELEVACIONES EN M.S.N.M.
3.- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DOS METROS

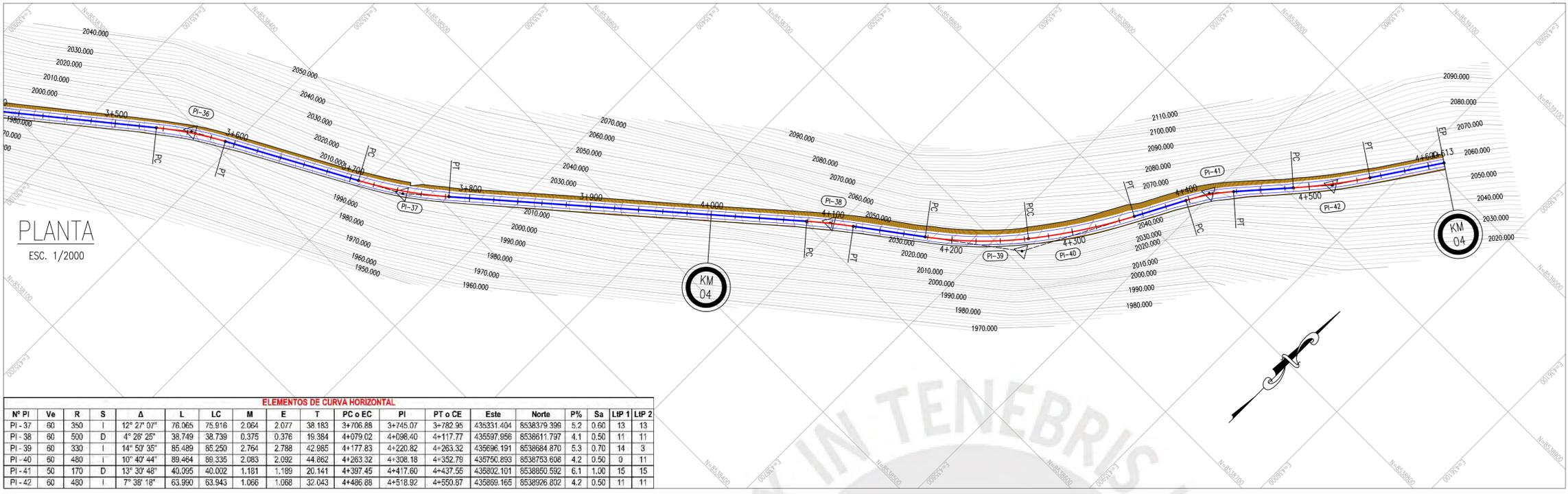


COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE (+) RELLENO (-)	PENDIENTE	DIAGRAMA DE CURVAS HORIZ.	DIAGRAMA DE CURVAS VERT.	DIAGRAMA DE PERALTES
1905.69	1905.69	5.75	8.53% en 265.44 m	PI: 28 R: 190 T: 88.38	Cóncavo LCV: 100.00 Pend: 8.53% Long: 165.44	D2+465.07 D2+472.04 D2+485.10
1906.58	1906.58	5.17	5.57% en 170.27 m	PI: 29 R: 260 T: 111.11	Convexo LCV: 100.00 Pend: 5.57% Long: 70.27	A2+540.80 B2+547.15 C2+558.40 D2+562.15
1908.27	1908.27	5.06	6.44% en 383.18 m	PI: 30 R: 370 T: 73.33	Cóncavo LCV: 100.00 Pend: 6.44% Long: 283.18	D2+617.89 D2+626.63 D2+639.13 D2+650.13
1909.97	1909.97	5.56	8.80% en 255.20 m	PI: 31 R: 300 T: 47.35	Convexo LCV: 100.00 Pend: 8.80% Long: 120.20	A2+717.89 B2+724.39 C2+737.39 D2+757.39
1911.68	1911.68	6.59	6.98% en 813.76 m	PI: 32 R: 350 T: 60.47	Cóncavo LCV: 100.00 Pend: 6.98% Long: 613.76	D2+804.5 D2+812.39 D2+827.88 D2+847.15
1913.39	1913.39	6.11		PI: 33 R: 160 T: 39.09		A3+057.46 B3+064.66 C3+077.10 D3+097.77
1915.09	1915.09	5.68		PI: 34 R: 190 T: 173.64		A3+157.37 B3+167.33 C3+173.33 D3+187.36
1916.80	1916.80	4.92		PI: 35 R: 320 T: 114.61		D3+262.37 D3+273.37 D3+287.37 D3+307.37
1918.50	1918.50	3.72				D3+392.37 D3+407.37 D3+427.37 D3+447.37
1920.21	1920.21	3.62				D3+527.37 D3+542.37 D3+562.37 D3+582.37
1921.91	1921.91	4.73				D3+617.37 D3+632.37 D3+652.37 D3+672.37
1923.52	1923.52	3.84				D3+767.37 D3+782.37 D3+802.37 D3+822.37
1925.01	1925.01	3.80				D3+872.37 D3+887.37 D3+907.37 D3+927.37
1926.39	1926.39	3.89				D3+972.37 D3+987.37 D3+1007.37 D3+1027.37
1927.65	1927.65	4.00				D3+1127.37 D3+1142.37 D3+1162.37 D3+1182.37
1928.79	1928.79	4.20				D3+1272.37 D3+1287.37 D3+1307.37 D3+1327.37
1929.90	1929.90	4.41				D3+1422.37 D3+1437.37 D3+1457.37 D3+1477.37
1931.02	1931.02	4.59				D3+1572.37 D3+1587.37 D3+1607.37 D3+1627.37
1932.13	1932.13	4.17				D3+1722.37 D3+1737.37 D3+1757.37 D3+1777.37
1933.26	1933.26	4.41				D3+1872.37 D3+1887.37 D3+1907.37 D3+1927.37
1934.41	1934.41	5.49				D3+2022.37 D3+2037.37 D3+2057.37 D3+2077.37
1935.61	1935.61	5.44				D3+2122.37 D3+2137.37 D3+2157.37 D3+2177.37
1936.84	1936.84	5.57				D3+2222.37 D3+2237.37 D3+2257.37 D3+2277.37
1938.10	1938.10	5.50				D3+2322.37 D3+2337.37 D3+2357.37 D3+2377.37
1939.39	1939.39	5.75				D3+2422.37 D3+2437.37 D3+2457.37 D3+2477.37
1940.68	1940.68	6.58				D3+2522.37 D3+2537.37 D3+2557.37 D3+2577.37
1941.96	1941.96	6.04				D3+2622.37 D3+2637.37 D3+2657.37 D3+2677.37
1943.25	1943.25	6.48				D3+2722.37 D3+2737.37 D3+2757.37 D3+2777.37
1944.54	1944.54	7.18				D3+2822.37 D3+2837.37 D3+2857.37 D3+2877.37
1945.83	1945.83	8.10				D3+2922.37 D3+2937.37 D3+2957.37 D3+2977.37
1947.12	1947.12	7.65				D3+3022.37 D3+3037.37 D3+3057.37 D3+3077.37
1948.41	1948.41	7.70				D3+3122.37 D3+3137.37 D3+3157.37 D3+3177.37
1949.70	1949.70	8.89				D3+3222.37 D3+3237.37 D3+3257.37 D3+3277.37
1950.98	1950.98	9.24				D3+3322.37 D3+3337.37 D3+3357.37 D3+3377.37
1952.27	1952.27	9.53				D3+3422.37 D3+3437.37 D3+3457.37 D3+3477.37
1953.56	1953.56	9.83				D3+3522.37 D3+3537.37 D3+3557.37 D3+3577.37
1954.85	1954.85	9.45				D3+3622.37 D3+3637.37 D3+3657.37 D3+3677.37
1956.14	1956.14	8.22				D3+3722.37 D3+3737.37 D3+3757.37 D3+3777.37
1957.44	1957.44	7.85				D3+3822.37 D3+3837.37 D3+3857.37 D3+3877.37
1958.84	1958.84	6.48				D3+3922.37 D3+3937.37 D3+3957.37 D3+3977.37
1960.33	1960.33	8.00				D3+4022.37 D3+4037.37 D3+4057.37 D3+4077.37
1961.91	1961.91	7.81				D3+4122.37 D3+4137.37 D3+4157.37 D3+4177.37
1963.59	1963.59	7.20				D3+4222.37 D3+4237.37 D3+4257.37 D3+4277.37
1965.34	1965.34	7.12				D3+4322.37 D3+4337.37 D3+4357.37 D3+4377.37
1967.10	1967.10	9.11				D3+4422.37 D3+4437.37 D3+4457.37 D3+4477.37
1968.86	1968.86	7.15				D3+4522.37 D3+4537.37 D3+4557.37 D3+4577.37
1970.62	1970.62	7.80				D3+4622.37 D3+4637.37 D3+4657.37 D3+4677.37
1972.38	1972.38	6.11				D3+4722.37 D3+4737.37 D3+4757.37 D3+4777.37
1974.14	1974.14	5.33				D3+4822.37 D3+4837.37 D3+4857.37 D3+4877.37
1975.89	1975.89	5.40				D3+4922.37 D3+4937.37 D3+4957.37 D3+4977.37
1977.61	1977.61	5.47				D3+5022.37 D3+5037.37 D3+5057.37 D3+5077.37
1979.28	1979.28	5.24				D3+5122.37 D3+5137.37 D3+5157.37 D3+5177.37
1980.90	1980.90	5.00				D3+5222.37 D3+5237.37 D3+5257.37 D3+5277.37
1982.49	1982.49	4.81				D3+5322.37 D3+5337.37 D3+5357.37 D3+5377.37
1984.03	1984.03	4.81				D3+5422.37 D3+5437.37 D3+5457.37 D3+5477.37
1985.53	1985.53	4.52				D3+5522.37 D3+5537.37 D3+5557.37 D3+5577.37
1986.99	1986.99	4.12				D3+5622.37 D3+5637.37 D3+5657.37 D3+5677.37
1988.40	1988.40	3.73				D3+5722.37 D3+5737.37 D3+5757.37 D3+5777.37
1989.80	1989.80	3.20				D3+5822.37 D3+5837.37 D3+5857.37 D3+5877.37
1991.19	1991.19	4.14				D3+5922.37 D3+5937.37 D3+5957.37 D3+5977.37
1992.59	1992.59	4.24				D3+6022.37 D3+6037.37 D3+6057.37 D3+6077.37

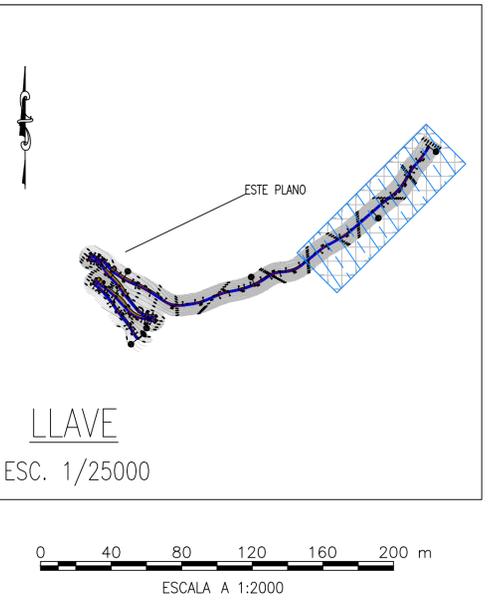
REVISIONES		PROYECTO:	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO Y PERFIL LONGITUDINAL	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	ESCALA:	INDICADA
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 2+400 - 3+600
CLIENTE:	PUCP	FORMATO:	A1



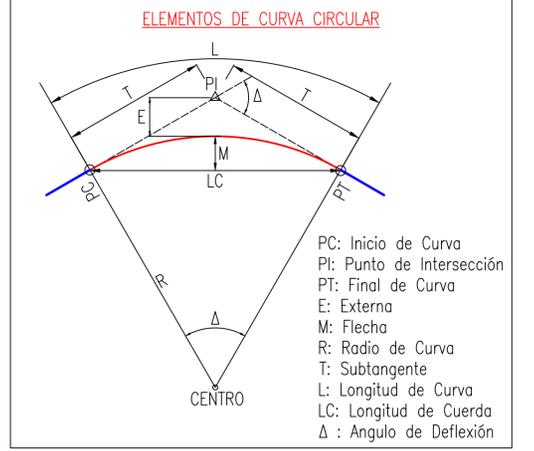
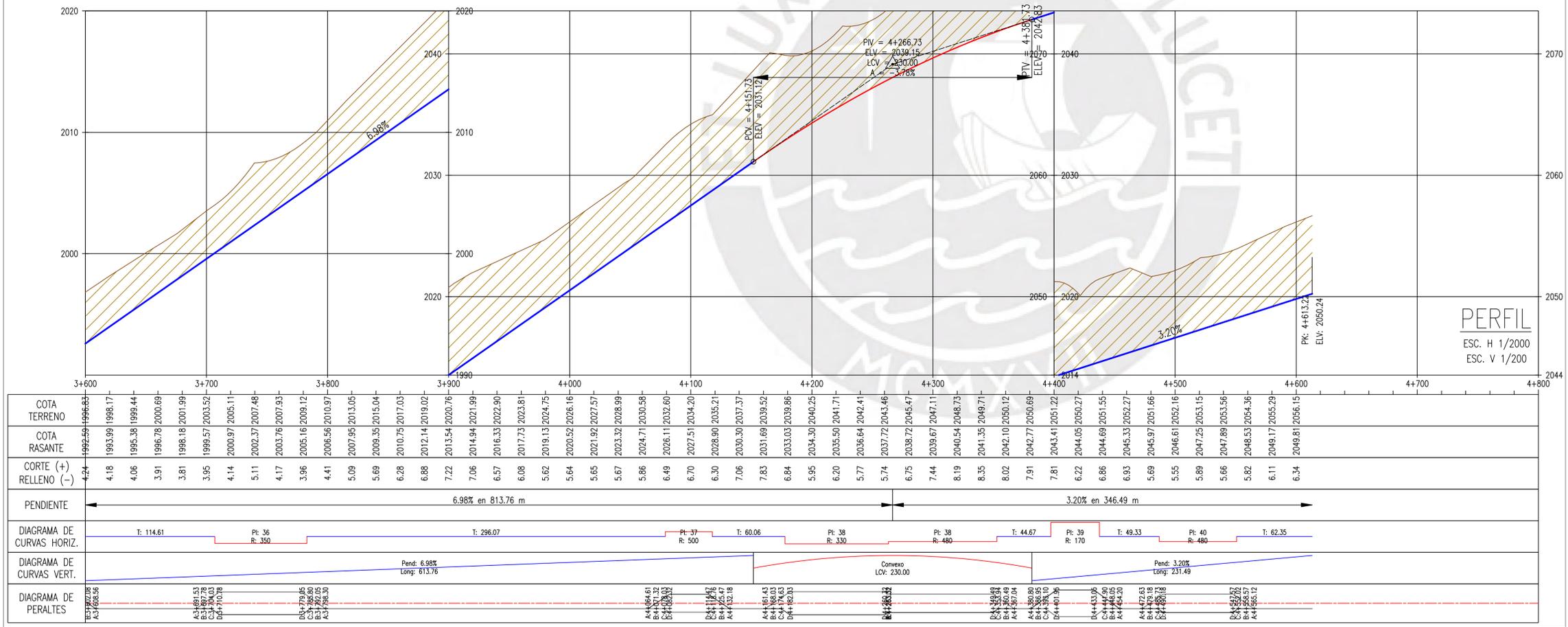
FECHA: 11/03/2021
Nº PL: 03



ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL																		
Nº PI	Ve	R	S	Δ	L	LC	M	E	T	PC o EC	PI	PT o CE	Este	Norte	P%	Sa	LIP	LIP 2
PI-37	60	350	I	12° 27' 07"	76.065	75.916	2.064	2.077	19.364	3+706.88	3+745.07	3+782.95	435331.404	8538379.398	5.2	0.60	13	13
PI-38	60	500	D	4° 26' 25"	38.749	38.739	0.375	0.376	19.364	4+079.02	4+096.40	4+117.77	435597.956	8538611.797	4.1	0.50	11	11
PI-39	60	330	I	14° 50' 35"	85.489	85.250	2.764	2.788	42.985	4+177.83	4+220.82	4+263.32	435696.191	8538684.870	5.3	0.70	14	3
PI-40	60	480	I	10° 40' 44"	89.464	89.335	2.083	2.092	44.862	4+263.32	4+308.18	4+352.79	435750.893	8538753.608	4.2	0.50	0	11
PI-41	50	170	D	13° 30' 48"	40.095	40.002	1.181	1.189	20.141	4+397.45	4+417.60	4+437.55	435802.101	8538850.592	6.1	1.00	15	15
PI-42	60	480	I	7° 38' 18"	63.990	63.943	1.066	1.068	32.043	4+486.88	4+518.92	4+550.87	435869.165	8538896.802	4.2	0.50	11	11



- NOTAS:**
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84
 - ELEVACIONES EN M.S.N.M.
 - LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DOS METROS



REVISIONES	PROYECTO:	
DIBUJADO POR:	Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DISEÑADO POR:	PLANO:	
REVISADO POR:	Y	
APROBADO POR:	PERFIL LONGITUDINAL	
CLIENTE:	ESCALA:	TRAMO:
PUCP	INDICADA	KM 3+600 - 4+613
		FORMATO:
		A1
		FECHA:
		11/03/2021
		Nº PL:
		04

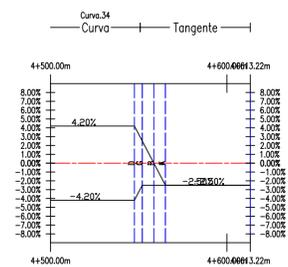
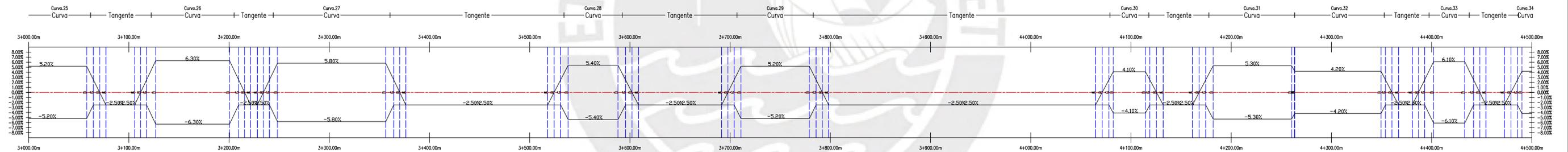
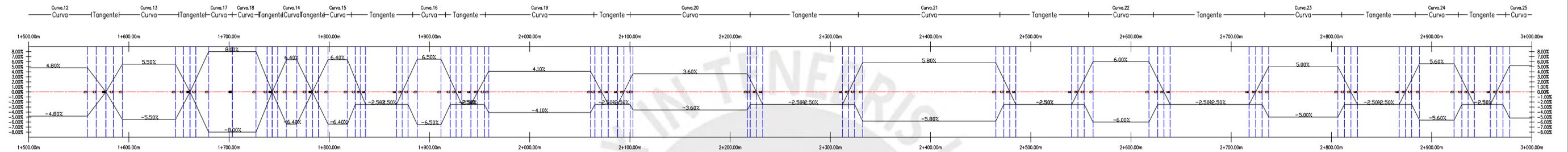
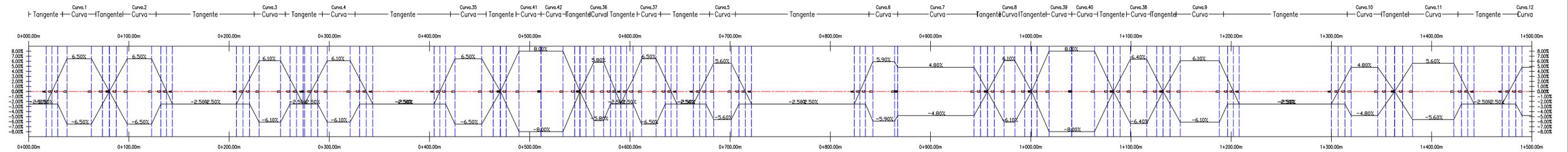


DIAGRAMA DE PERALTES
ESC. 1/2000

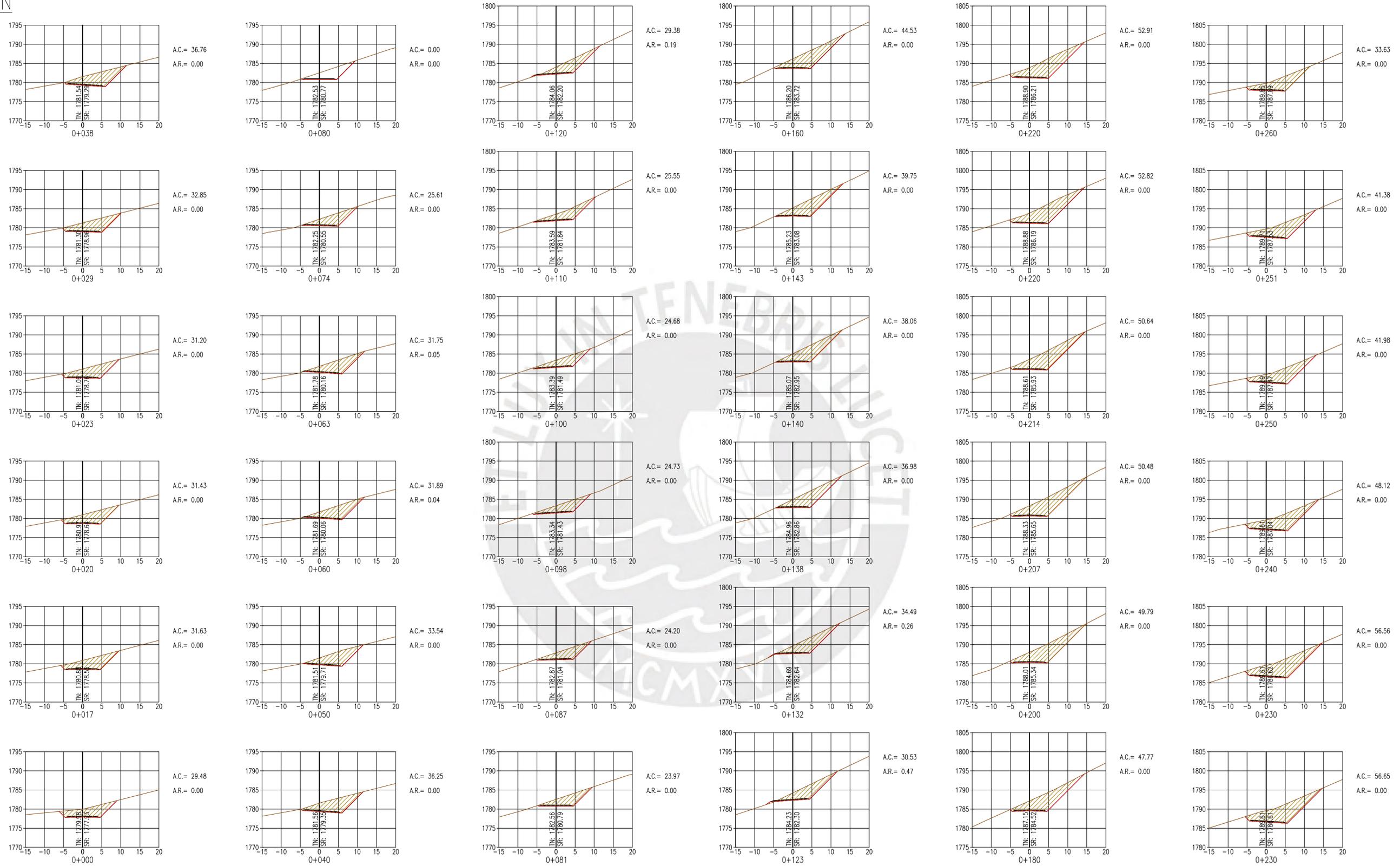
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: DIAGRAMA DE PERALTES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: INDICADA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 0+000 - 4+613	FORMATO: A1	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 1	
CLIENTE:	PUCP			



PLANO
DISEÑO GEOMÉTRICO
SECCIONES TRANSVERSALES

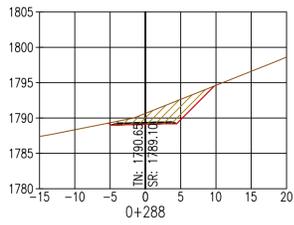
SECCION

ESC. 1/500

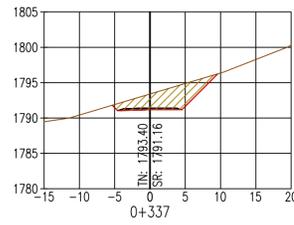


REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: INDICADA	TRAMO: KM 0+000 - 0+260	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ			Nº PL: 01
CLIENTE:	PUCP			

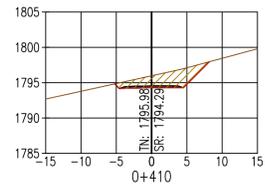
SECCION
ESC. 1/500



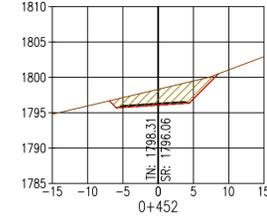
A.C. = 23.35
A.R. = 0.00



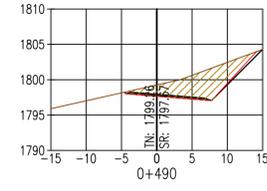
A.C. = 29.98
A.R. = 0.00



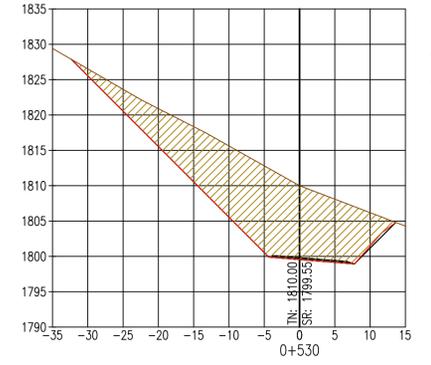
A.C. = 20.75
A.R. = 0.00



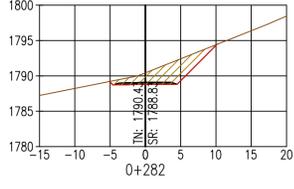
A.C. = 28.41
A.R. = 0.00



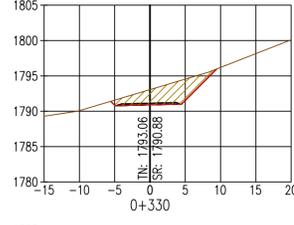
A.C. = 41.55
A.R. = 0.00



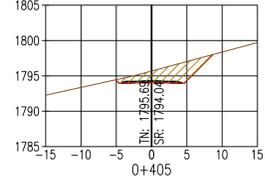
A.C. = 318.38
A.R. = 0.00



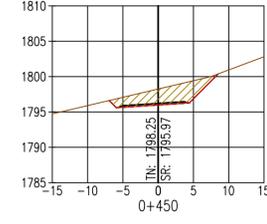
A.C. = 25.67
A.R. = 0.00



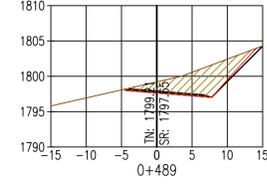
A.C. = 28.36
A.R. = 0.00



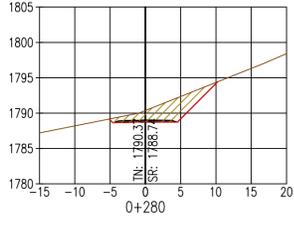
A.C. = 21.98
A.R. = 0.00



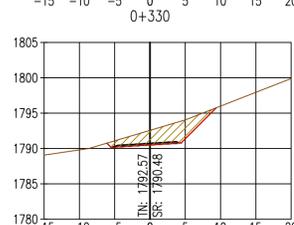
A.C. = 28.75
A.R. = 0.00



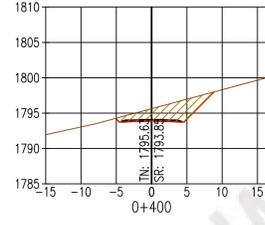
A.C. = 41.05
A.R. = 0.00



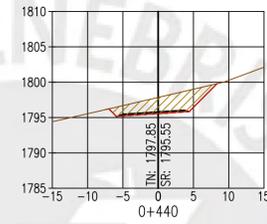
A.C. = 26.42
A.R. = 0.00



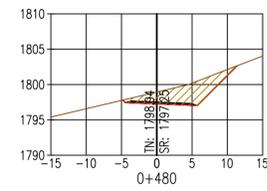
A.C. = 27.24
A.R. = 0.00



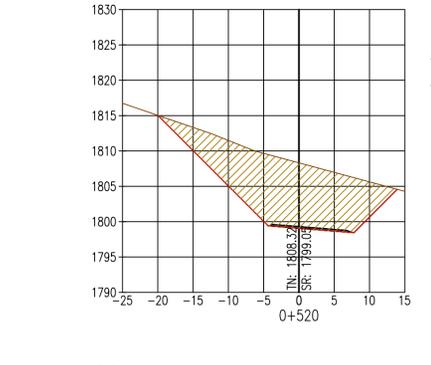
A.C. = 23.67
A.R. = 0.00



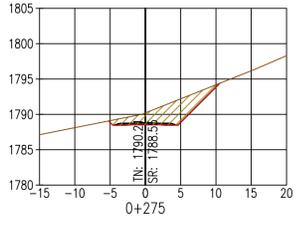
A.C. = 29.04
A.R. = 0.01



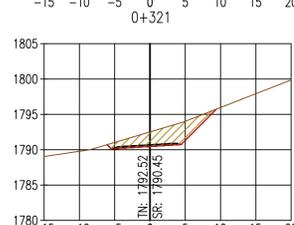
A.C. = 29.04
A.R. = 0.00



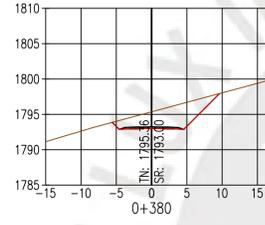
A.C. = 211.40
A.R. = 0.00



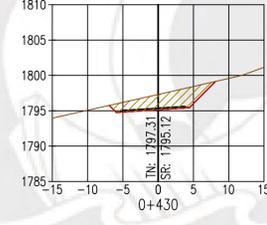
A.C. = 28.34
A.R. = 0.00



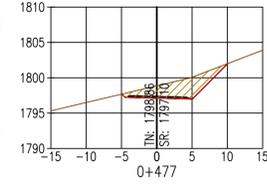
A.C. = 27.16
A.R. = 0.00



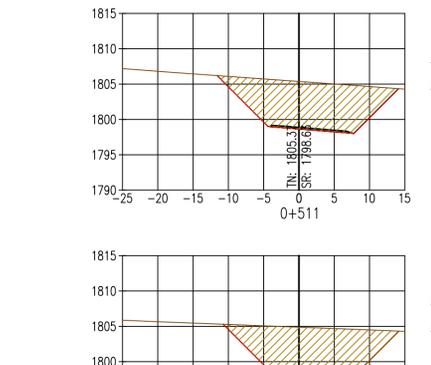
A.C. = 0.00
A.R. = 0.00



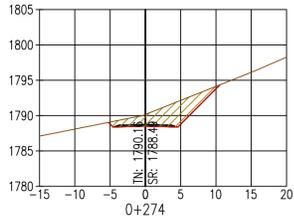
A.C. = 27.27
A.R. = 0.00



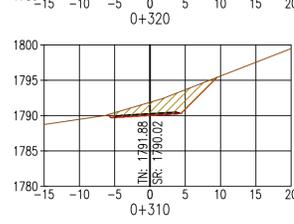
A.C. = 25.33
A.R. = 0.00



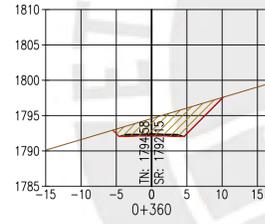
A.C. = 127.77
A.R. = 0.00



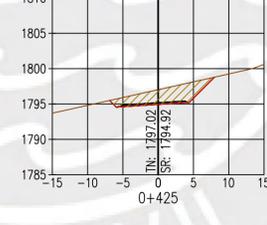
A.C. = 28.66
A.R. = 0.00



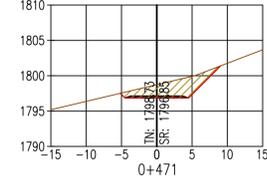
A.C. = 25.59
A.R. = 0.00



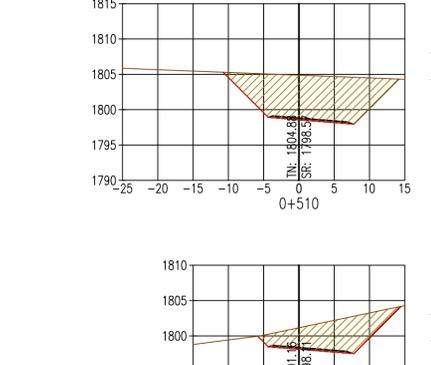
A.C. = 34.23
A.R. = 0.00



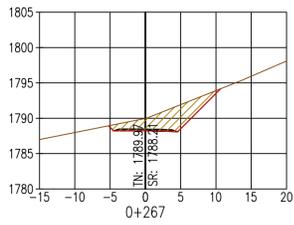
A.C. = 25.91
A.R. = 0.00



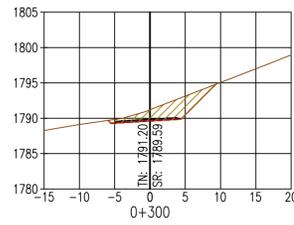
A.C. = 23.69
A.R. = 0.00



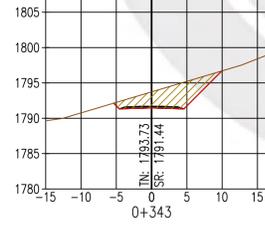
A.C. = 118.05
A.R. = 0.00



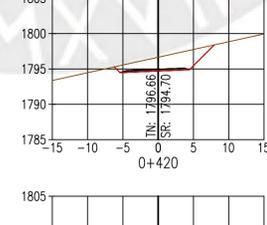
A.C. = 29.75
A.R. = 0.00



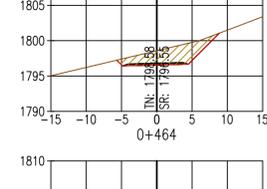
A.C. = 22.95
A.R. = 0.00



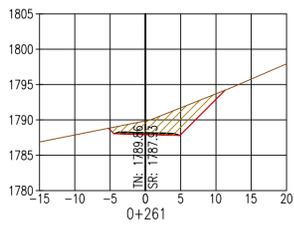
A.C. = 32.03
A.R. = 0.00



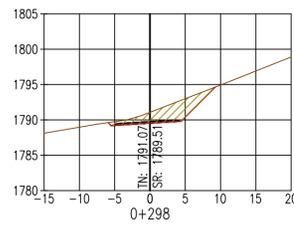
A.C. = 0.00
A.R. = 0.00



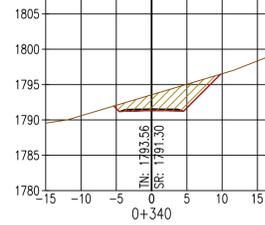
A.C. = 25.13
A.R. = 0.00



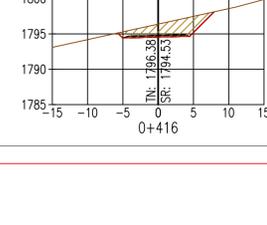
A.C. = 33.03
A.R. = 0.00



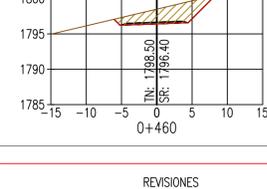
A.C. = 22.34
A.R. = 0.00



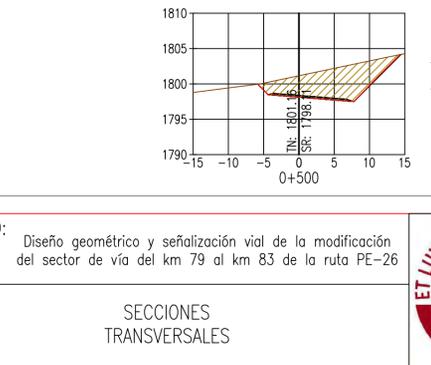
A.C. = 30.96
A.R. = 0.00



A.C. = 22.09
A.R. = 0.00



A.C. = 26.11
A.R. = 0.00

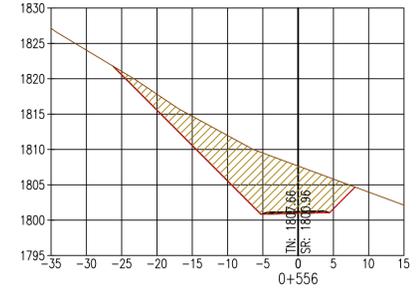


A.C. = 61.46
A.R. = 0.00

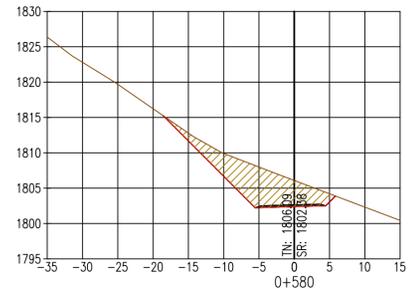
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: INDICADA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 0+261 - 0+530		
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 02
CLIENTE:	PUCP			

SECCION

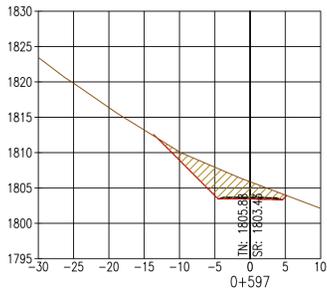
ESC. 1/500



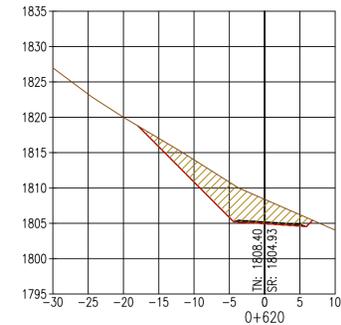
A.C.= 160.55
A.R.= 0.00



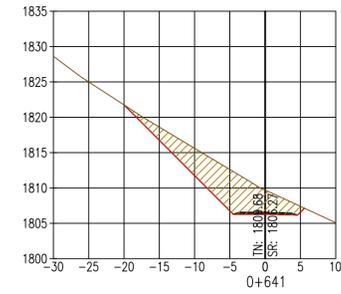
A.C.= 73.99
A.R.= 0.00



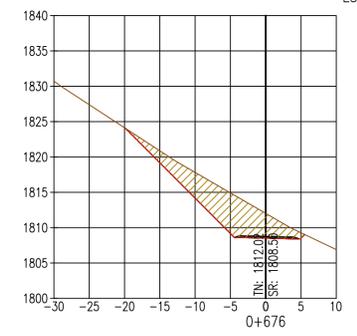
A.C.= 39.74
A.R.= 0.06



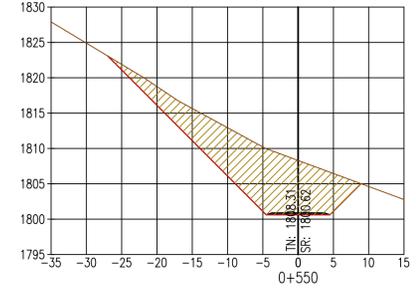
A.C.= 69.70
A.R.= 0.00



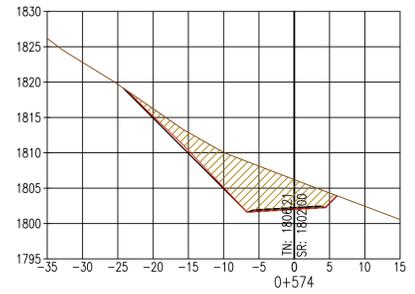
A.C.= 78.87
A.R.= 0.00



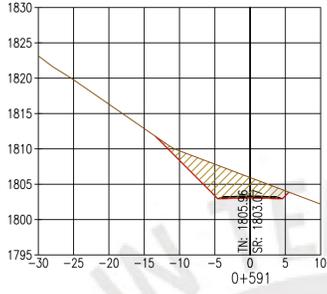
A.C.= 76.39
A.R.= 0.00



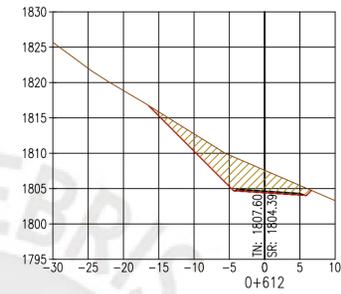
A.C.= 182.58
A.R.= 0.00



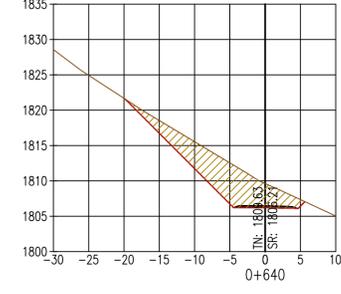
A.C.= 103.76
A.R.= 0.00



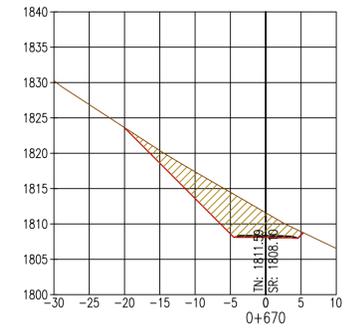
A.C.= 46.02
A.R.= 0.00



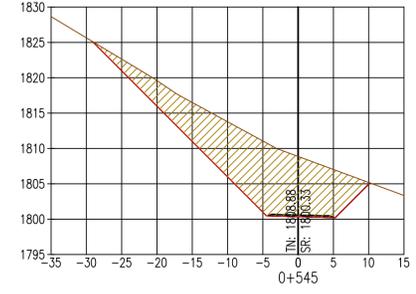
A.C.= 58.26
A.R.= 0.00



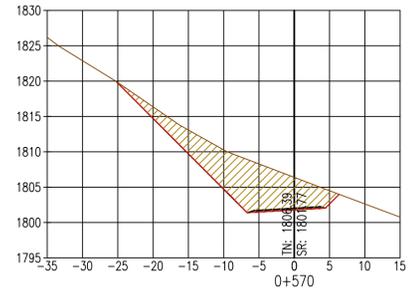
A.C.= 78.56
A.R.= 0.00



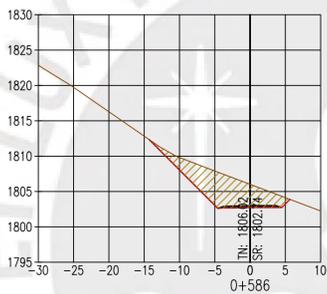
A.C.= 77.88
A.R.= 0.00



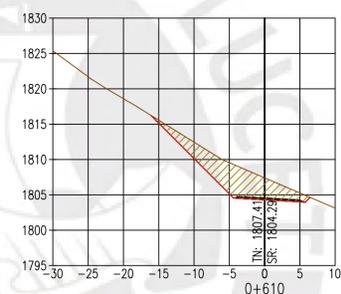
A.C.= 221.06
A.R.= 0.00



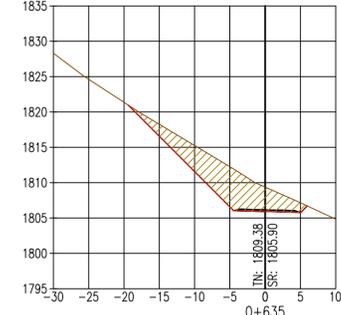
A.C.= 119.53
A.R.= 0.00



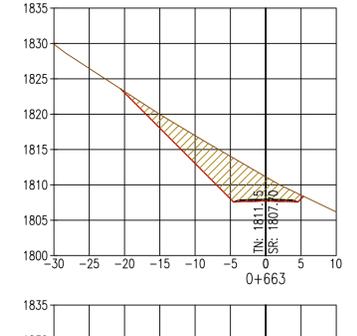
A.C.= 53.15
A.R.= 0.00



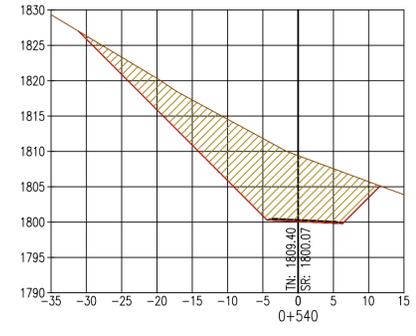
A.C.= 55.78
A.R.= 0.00



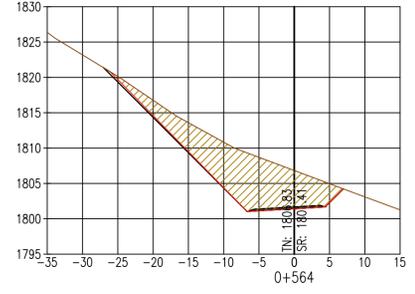
A.C.= 77.19
A.R.= 0.00



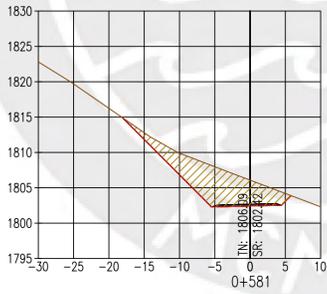
A.C.= 80.65
A.R.= 0.00



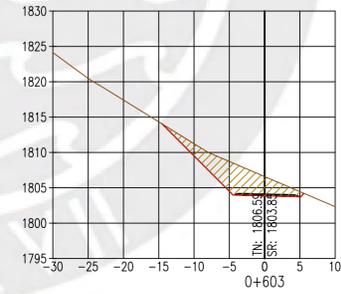
A.C.= 261.92
A.R.= 0.00



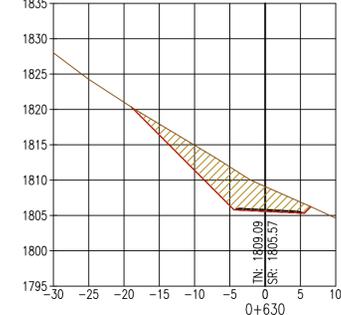
A.C.= 142.76
A.R.= 0.00



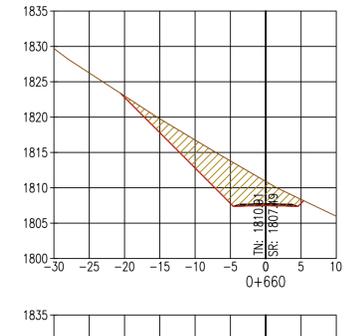
A.C.= 71.26
A.R.= 0.00



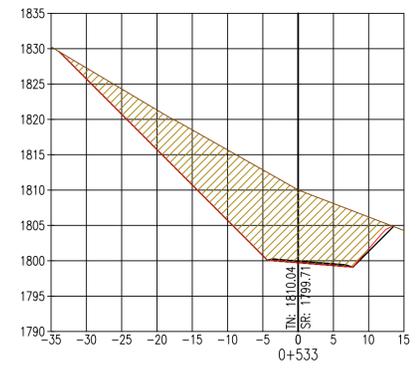
A.C.= 45.85
A.R.= 0.00



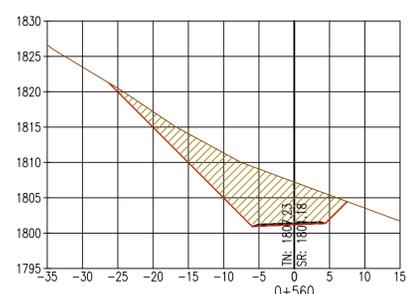
A.C.= 76.10
A.R.= 0.00



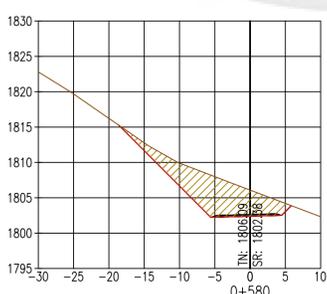
A.C.= 80.58
A.R.= 0.00



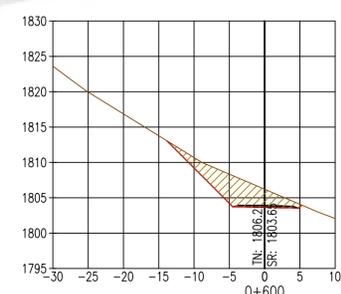
A.C.= 321.51
A.R.= 0.00



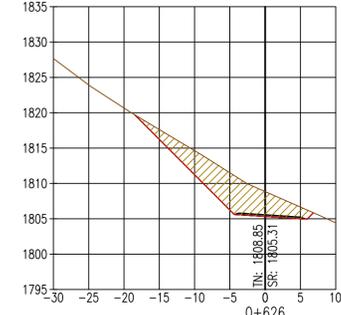
A.C.= 151.34
A.R.= 0.00



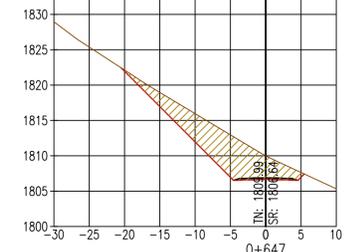
A.C.= 73.99
A.R.= 0.00



A.C.= 42.15
A.R.= 0.00

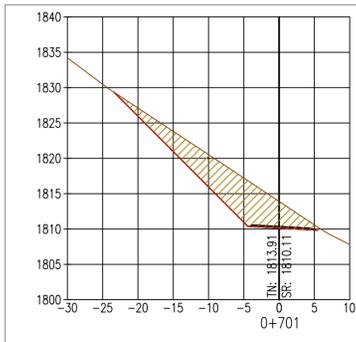


A.C.= 74.19
A.R.= 0.00

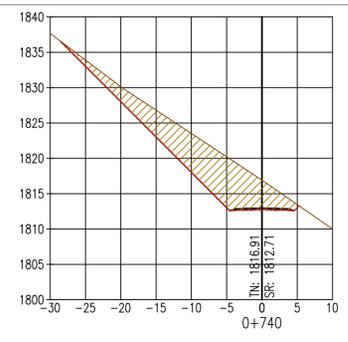


A.C.= 81.07
A.R.= 0.00

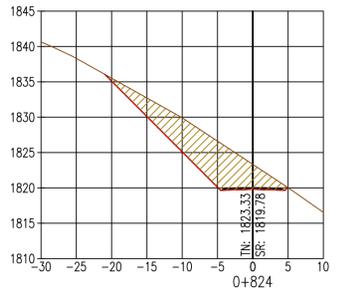
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	INDICADA	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 0+533 - 0+676	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1	
CLIENTE:	PUCP	FECHA:	11/03/2021	Nº PL: 03



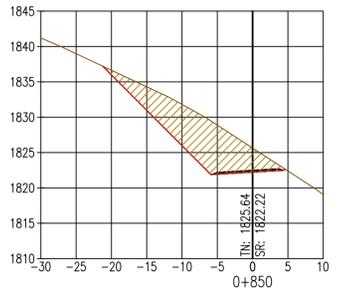
A.C.= 95.68
A.R.= 0.00



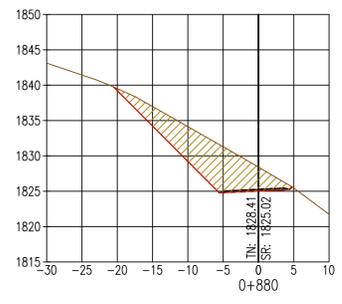
A.C.= 121.12
A.R.= 0.00



A.C.= 90.93
A.R.= 0.00

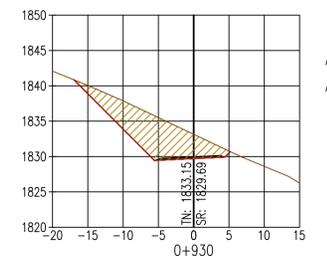


A.C.= 101.83
A.R.= 0.00

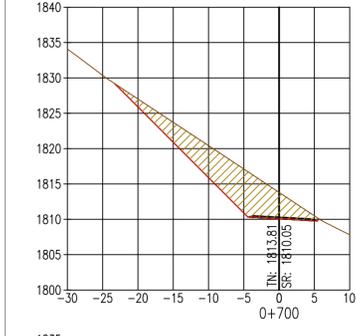


A.C.= 91.08
A.R.= 0.00

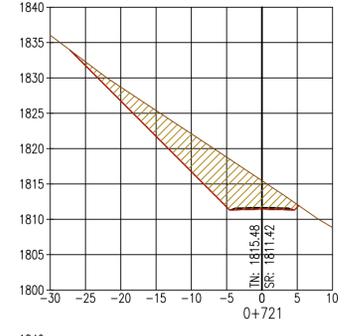
SECCION
ESC. 1/500



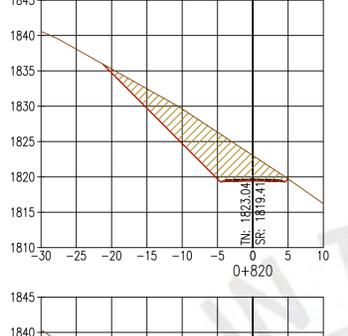
A.C.= 74.93
A.R.= 0.00



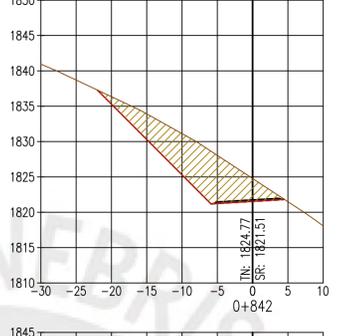
A.C.= 94.89
A.R.= 0.00



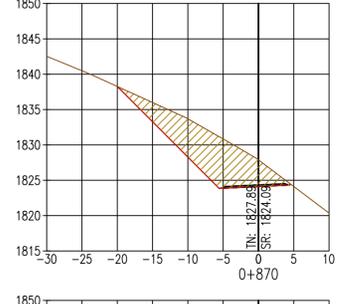
A.C.= 115.57
A.R.= 0.00



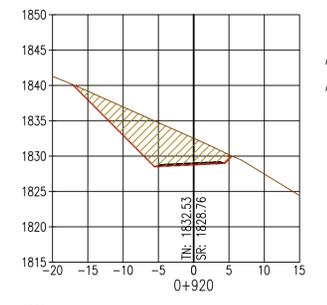
A.C.= 93.20
A.R.= 0.00



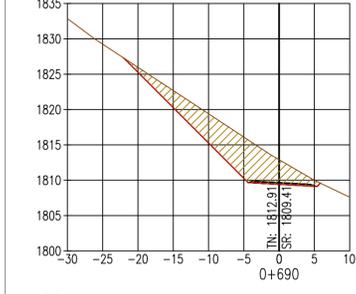
A.C.= 103.40
A.R.= 0.00



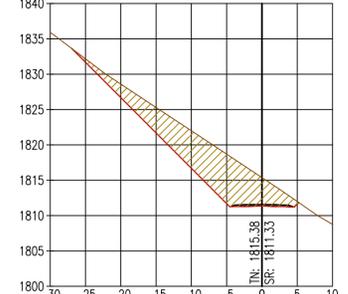
A.C.= 95.70
A.R.= 0.00



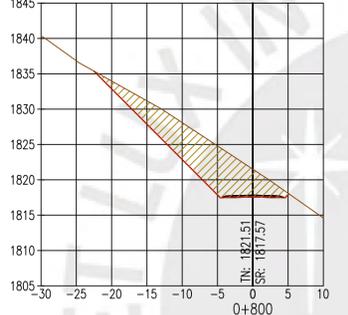
A.C.= 78.85
A.R.= 0.00



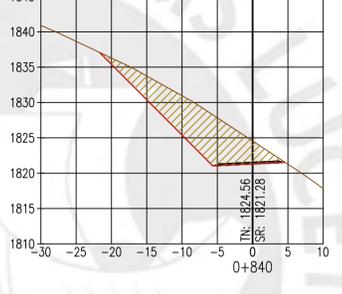
A.C.= 85.97
A.R.= 0.00



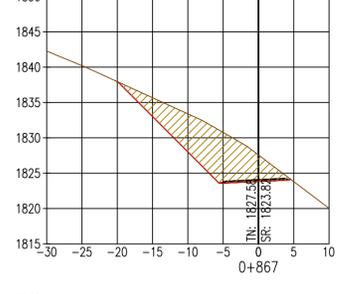
A.C.= 114.14
A.R.= 0.00



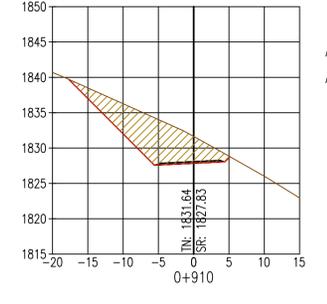
A.C.= 104.15
A.R.= 0.00



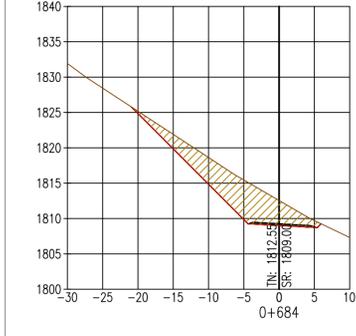
A.C.= 99.53
A.R.= 0.00



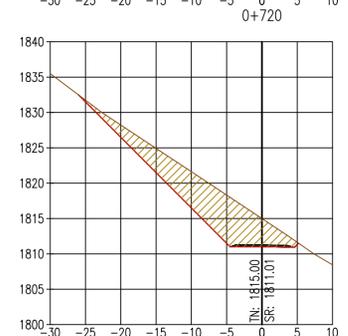
A.C.= 96.38
A.R.= 0.00



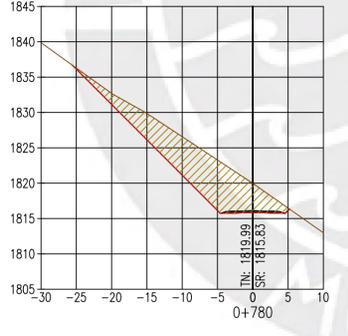
A.C.= 81.84
A.R.= 0.00



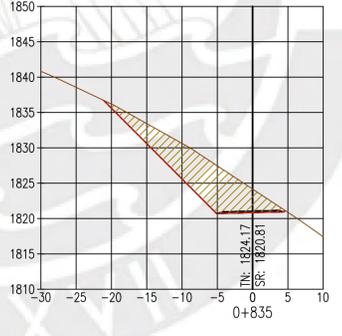
A.C.= 79.99
A.R.= 0.00



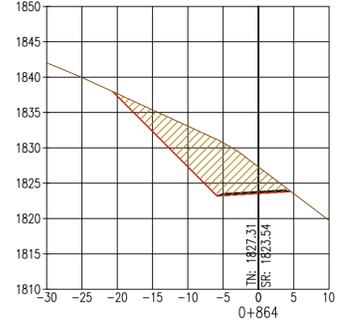
A.C.= 108.95
A.R.= 0.00



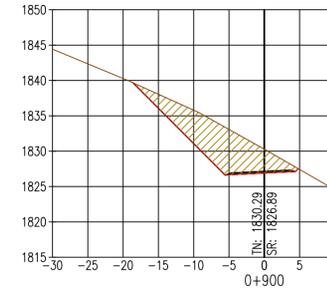
A.C.= 113.45
A.R.= 0.00



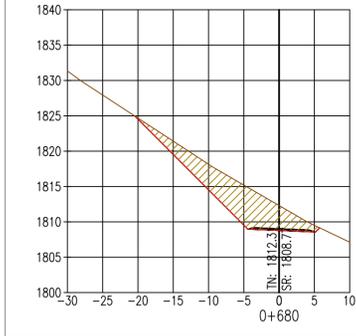
A.C.= 92.21
A.R.= 0.00



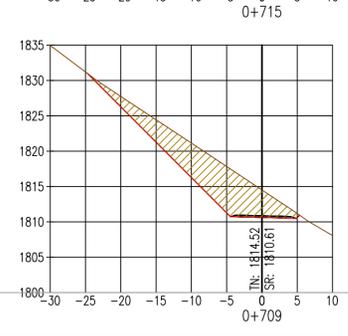
A.C.= 103.21
A.R.= 0.00



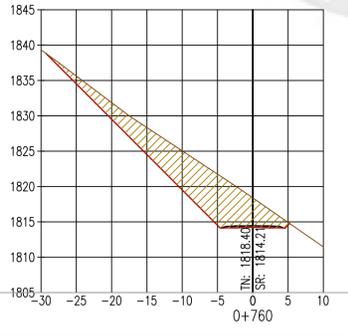
A.C.= 83.31
A.R.= 0.00



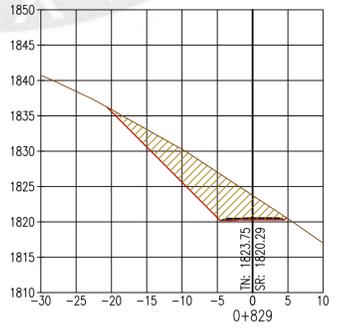
A.C.= 77.92
A.R.= 0.00



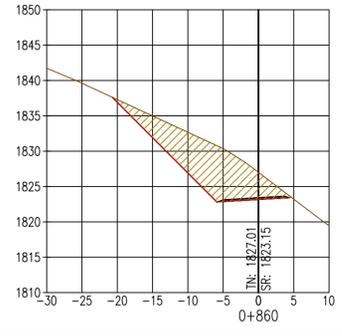
A.C.= 102.88
A.R.= 0.00



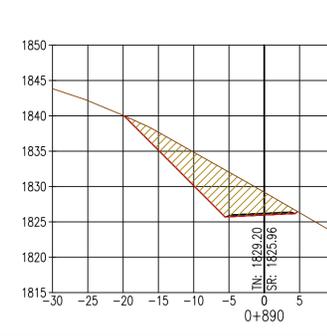
A.C.= 123.77
A.R.= 0.00



A.C.= 87.43
A.R.= 0.00



A.C.= 103.87
A.R.= 0.00

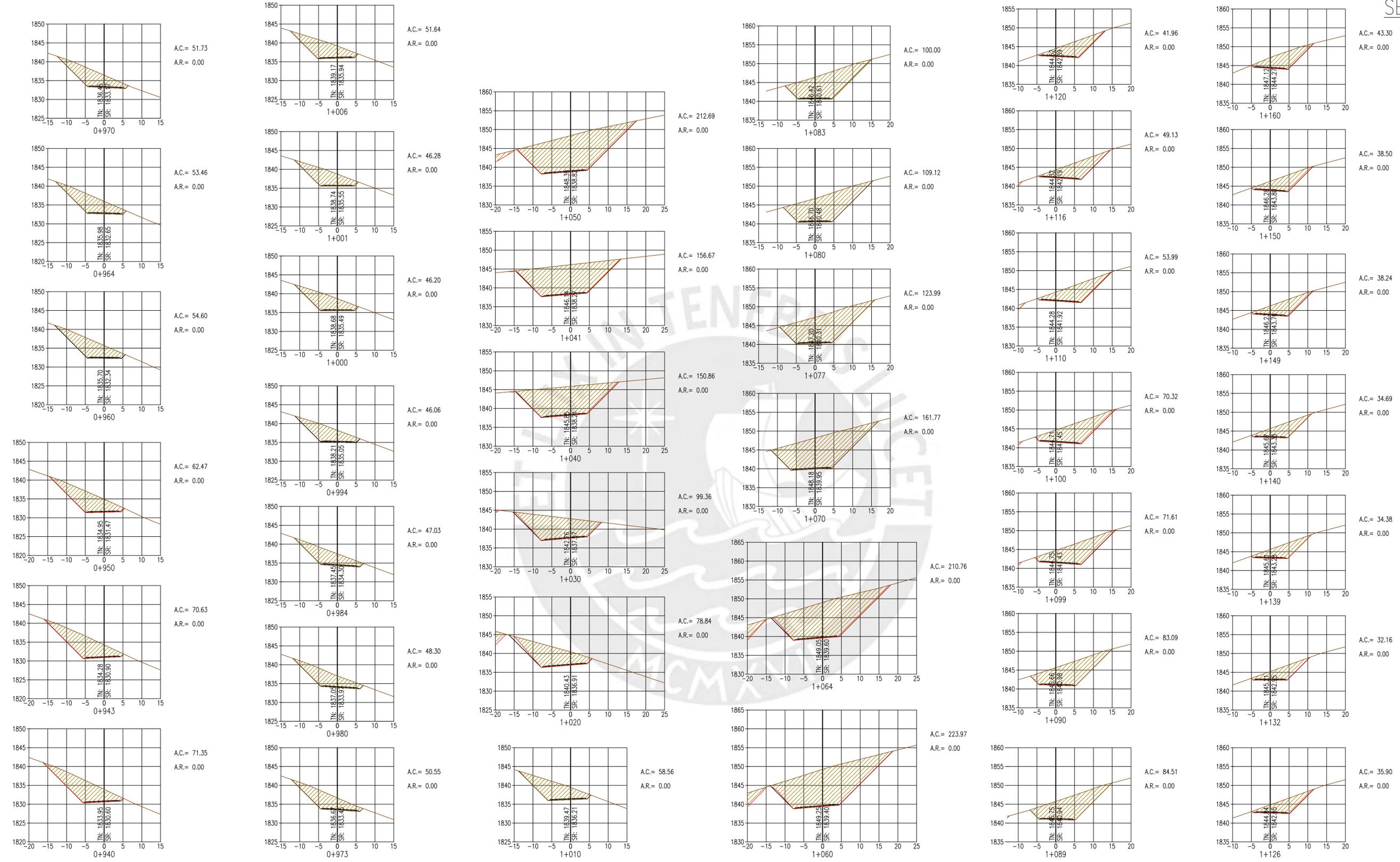


A.C.= 85.79
A.R.= 0.00

REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	INDICADA	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 0+680 - 0+930	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1	
CLIENTE:	PUCP	FECHA:	11/03/2021	Nº PL: 04

SECCION

ESC. 1/500

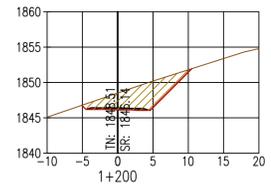


REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 a km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	ESCALA: INDICADA	TRAMO: KM 0+940 - 1+160
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	Nº PL: 05
CLIENTE:	PUCP	FECHA: 11/03/2021	

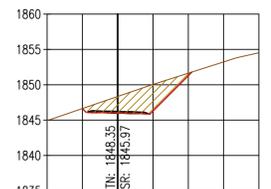


SECCION

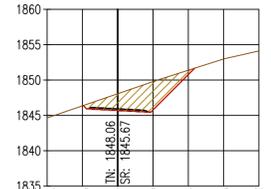
ESC. 1/500



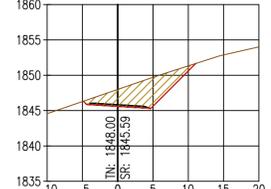
A.C. = 34.03
A.R. = 0.00



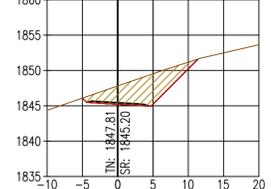
A.C. = 33.94
A.R. = 0.00



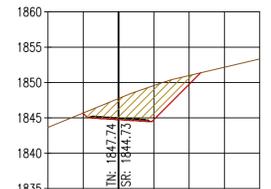
A.C. = 35.60
A.R. = 0.00



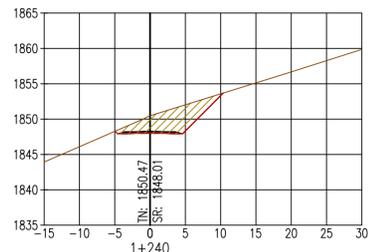
A.C. = 36.36
A.R. = 0.00



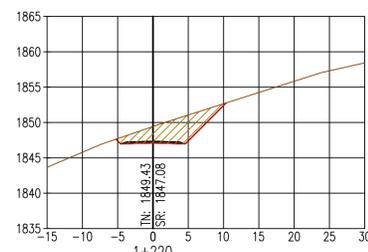
A.C. = 39.76
A.R. = 0.00



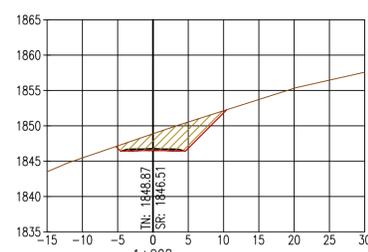
A.C. = 45.96
A.R. = 0.00



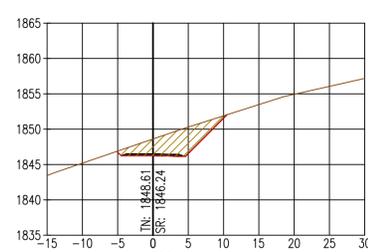
A.C. = 33.28
A.R. = 0.00



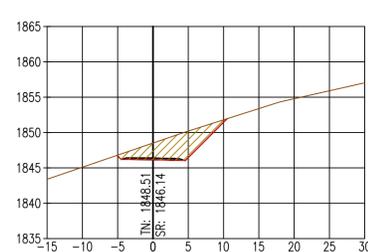
A.C. = 33.74
A.R. = 0.00



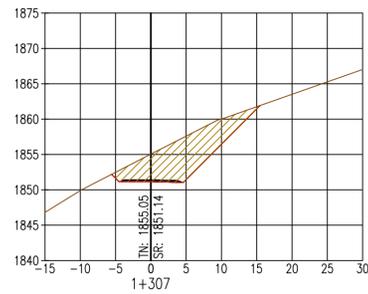
A.C. = 34.24
A.R. = 0.00



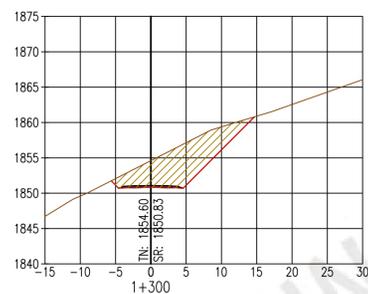
A.C. = 34.09
A.R. = 0.00



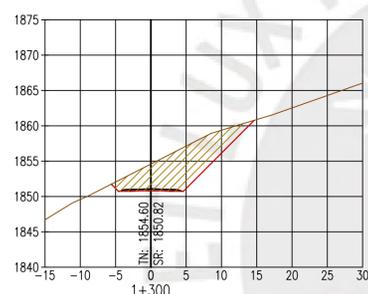
A.C. = 34.03
A.R. = 0.00



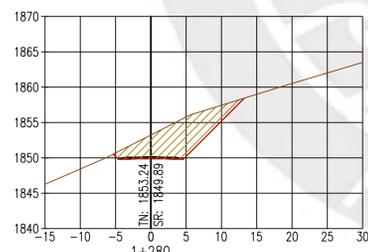
A.C. = 73.69
A.R. = 0.00



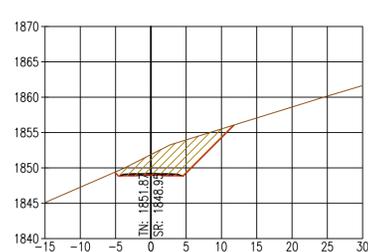
A.C. = 69.69
A.R. = 0.00



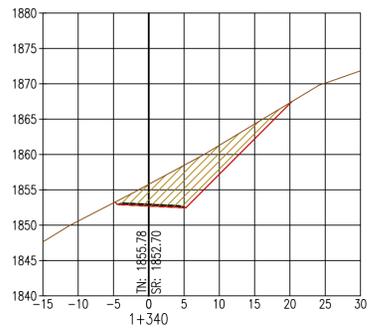
A.C. = 69.66
A.R. = 0.00



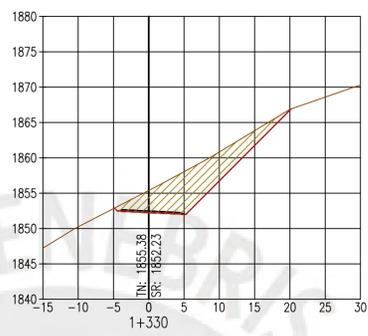
A.C. = 57.49
A.R. = 0.00



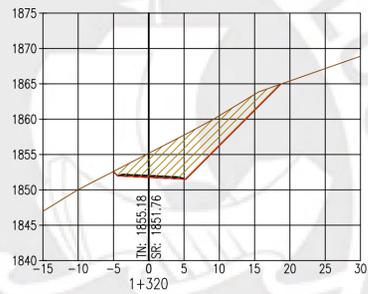
A.C. = 45.23
A.R. = 0.00



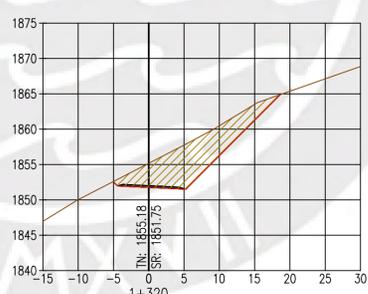
A.C. = 77.48
A.R. = 0.00



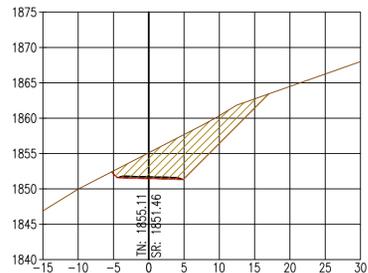
A.C. = 78.39
A.R. = 0.00



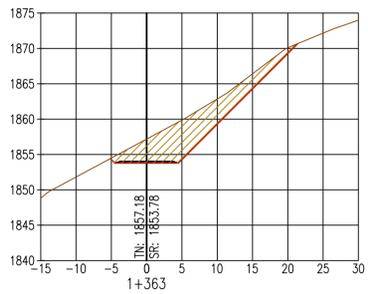
A.C. = 81.22
A.R. = 0.00



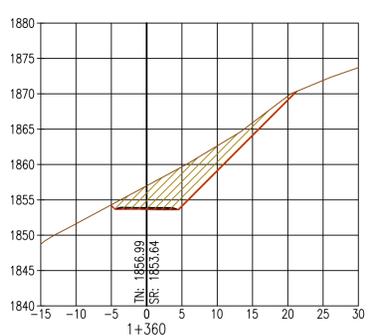
A.C. = 81.30
A.R. = 0.00



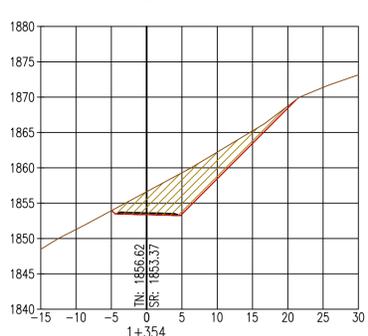
A.C. = 76.72
A.R. = 0.00



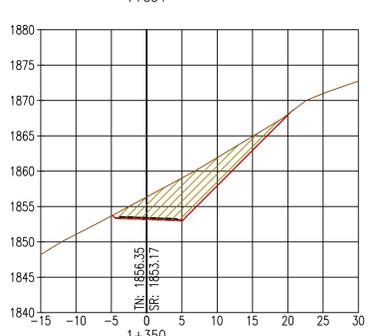
A.C. = 78.79
A.R. = 0.00



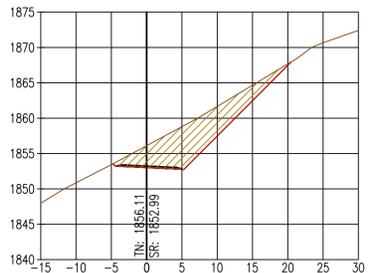
A.C. = 75.73
A.R. = 0.00



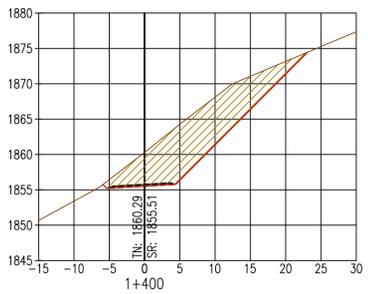
A.C. = 75.07
A.R. = 0.00



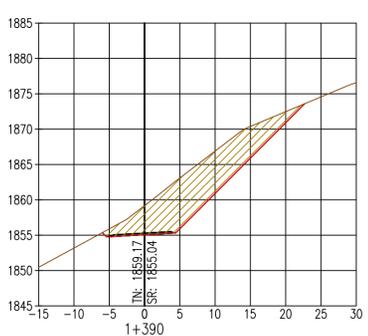
A.C. = 76.40
A.R. = 0.02



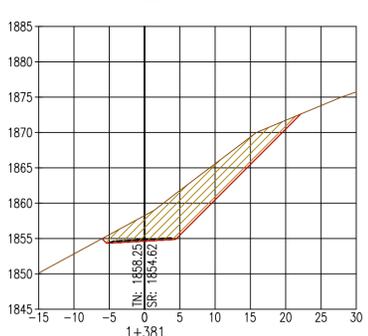
A.C. = 78.90
A.R. = 0.00



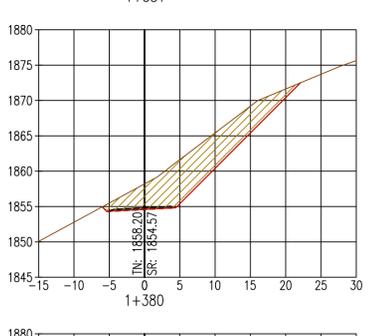
A.C. = 133.97
A.R. = 0.00



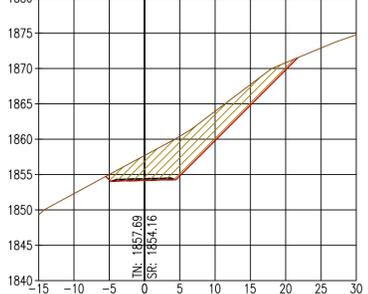
A.C. = 119.83
A.R. = 0.00



A.C. = 104.17
A.R. = 0.00



A.C. = 102.55
A.R. = 0.00



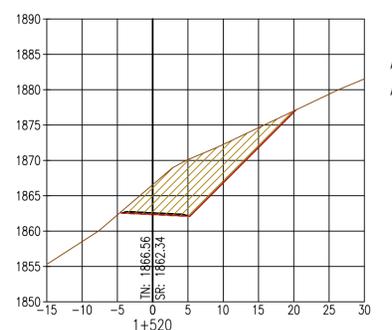
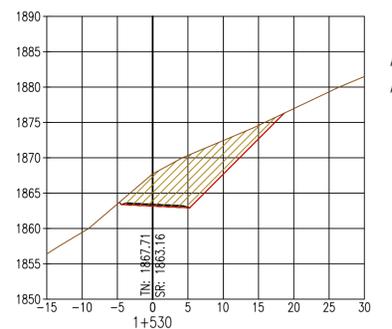
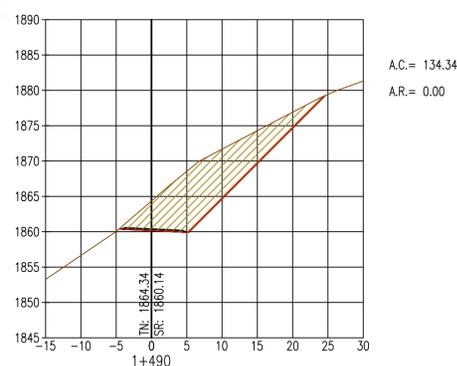
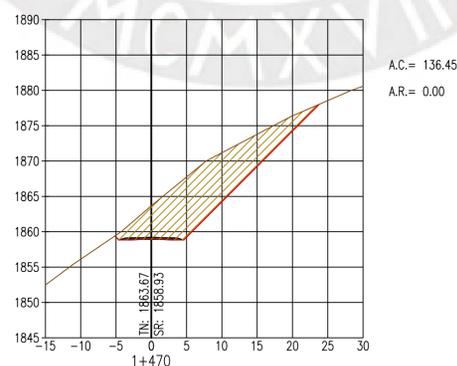
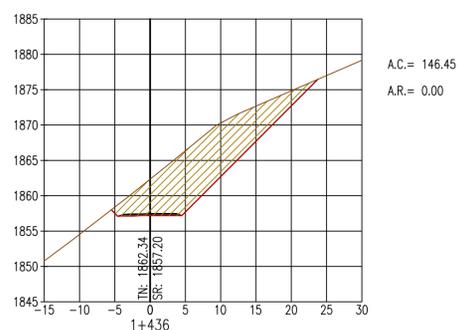
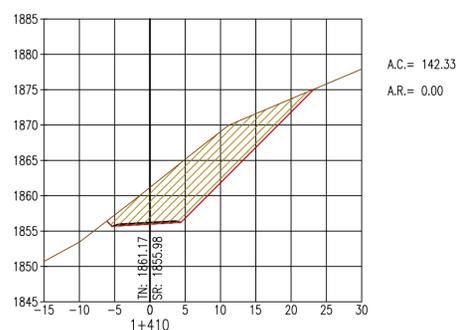
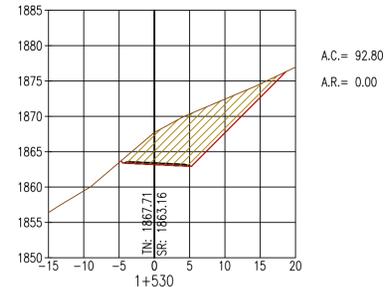
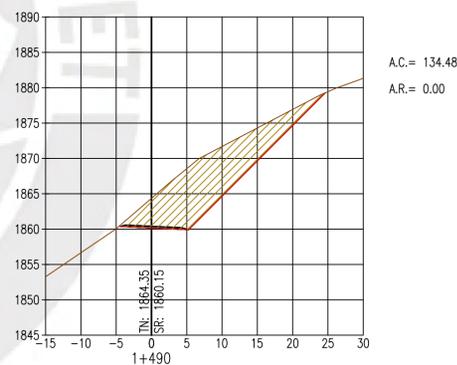
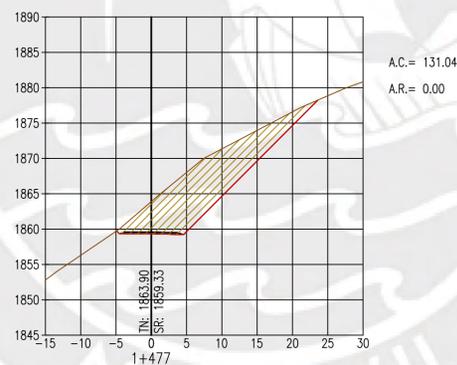
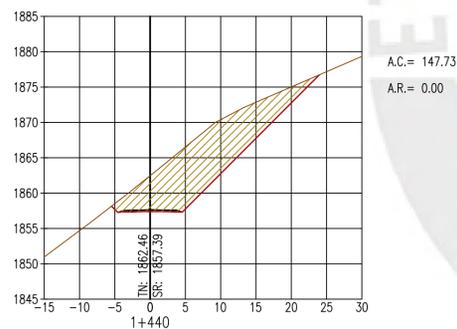
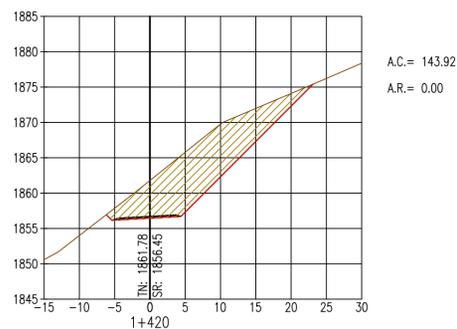
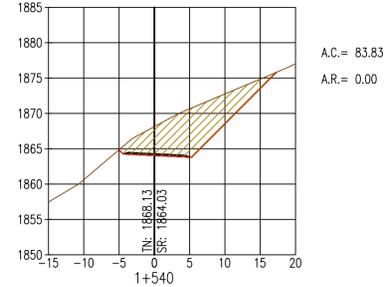
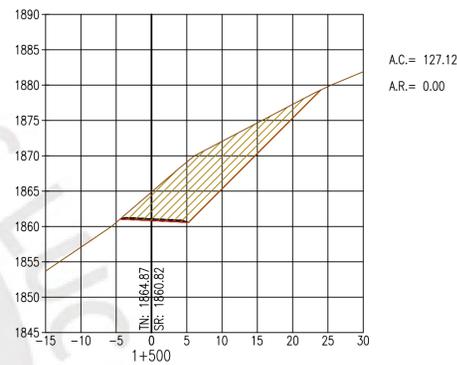
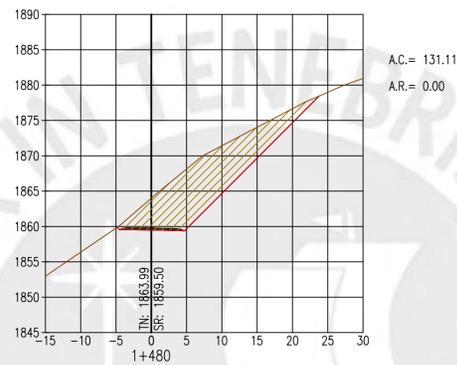
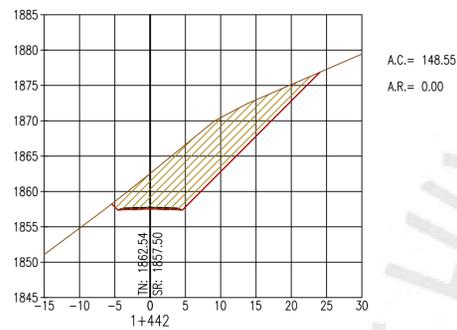
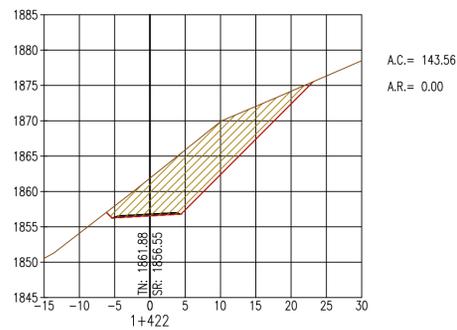
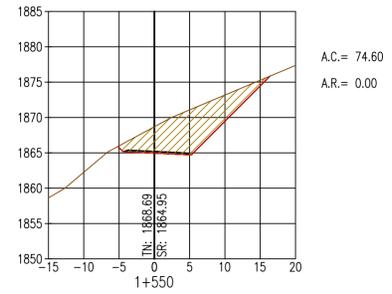
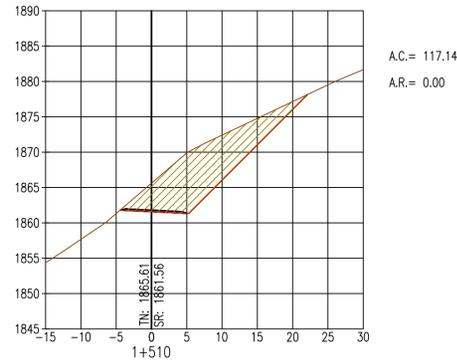
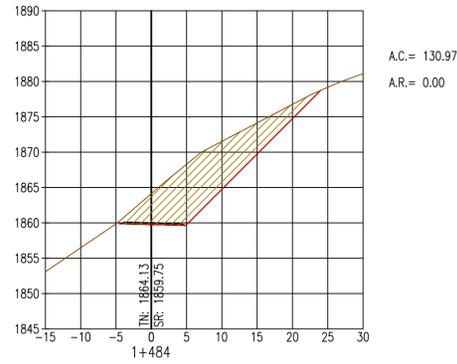
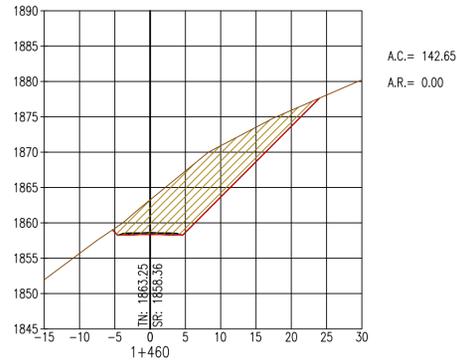
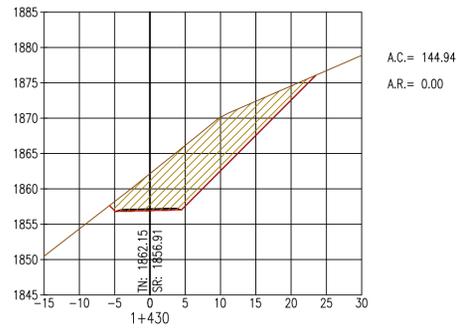
A.C. = 88.58
A.R. = 0.00

REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA: INDICADA TRAMO: KM 1+170 - 1+400 FORMATO: A1	
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
CLIENTE:	PUCP	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 06



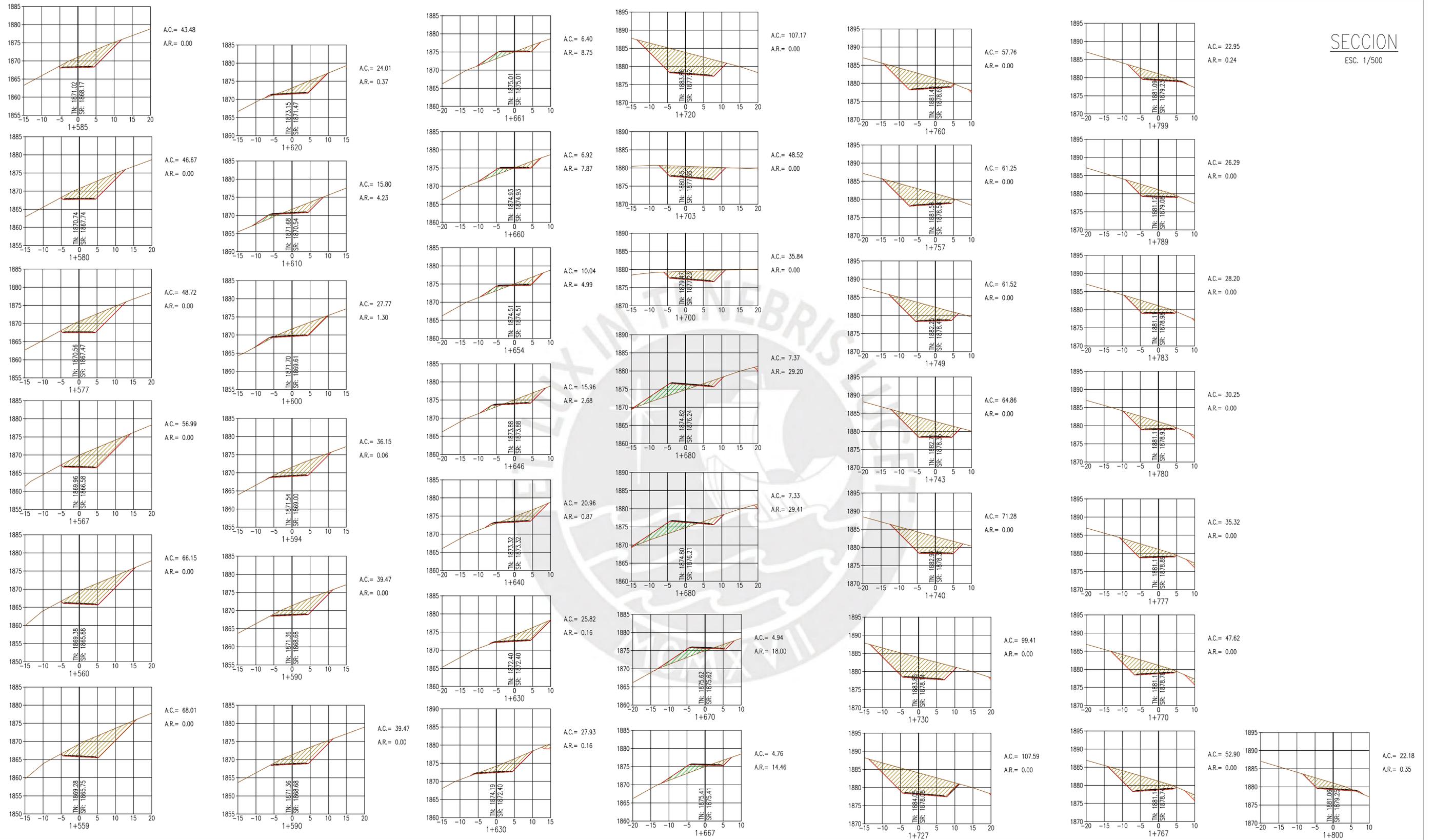
SECCION

ESC. 1/500



REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26 PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA: INDICADA TRAMO: KM 1+410 - 1+550 FORMATO: A1 FECHA: 11/03/2021 Nº PL: 07
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	
CLIENTE:	PUCP	

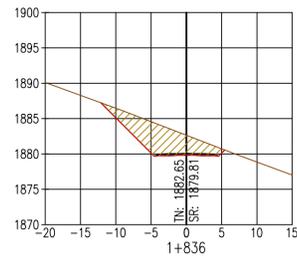




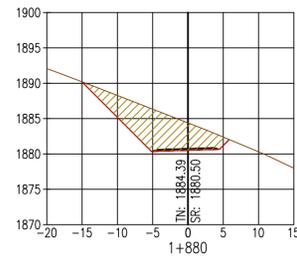
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO:	SECCIONES TRANSVERSALES
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	ESCALA:	INDICADA
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 1+559 - 1+800
CLIENTE:	PUCP	FORMATO:	A1
		FECHA:	11/03/2021
		Nº PL:	08



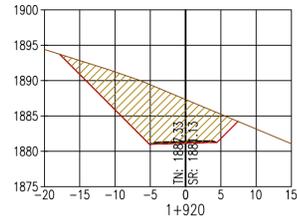
SECCION
ESC. 1/500



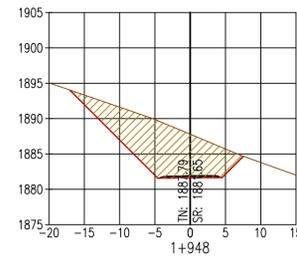
A.C.= 44.87
A.R.= 0.00



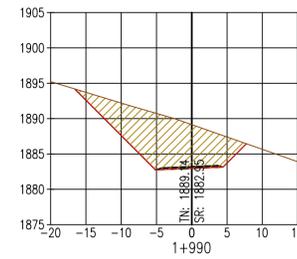
A.C.= 70.22
A.R.= 0.00



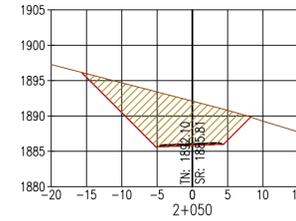
A.C.= 121.97
A.R.= 0.00



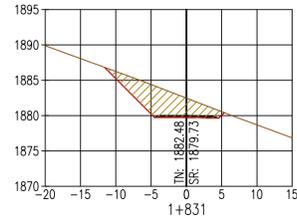
A.C.= 114.03
A.R.= 0.00



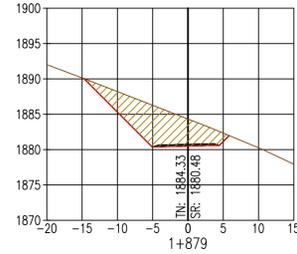
A.C.= 113.41
A.R.= 0.00



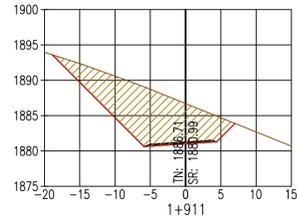
A.C.= 111.95
A.R.= 0.00



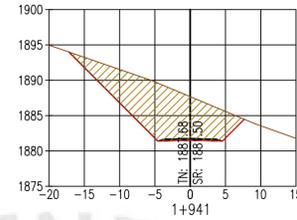
A.C.= 41.51
A.R.= 0.00



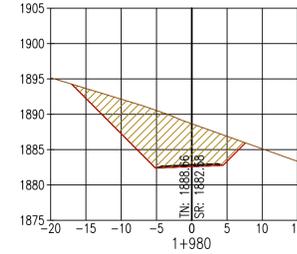
A.C.= 67.74
A.R.= 0.00



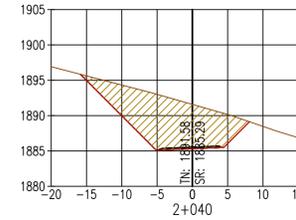
A.C.= 123.20
A.R.= 0.00



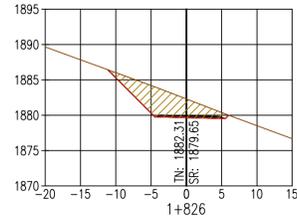
A.C.= 115.99
A.R.= 0.00



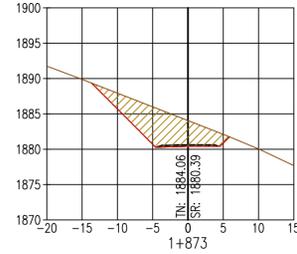
A.C.= 115.66
A.R.= 0.00



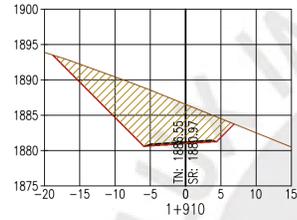
A.C.= 113.02
A.R.= 0.00



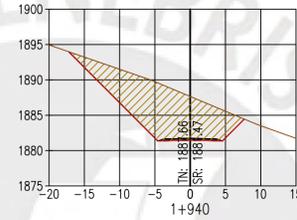
A.C.= 38.86
A.R.= 0.00



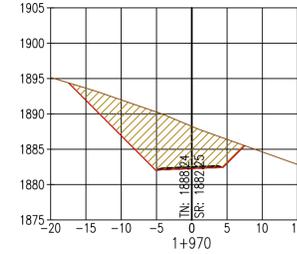
A.C.= 60.29
A.R.= 0.00



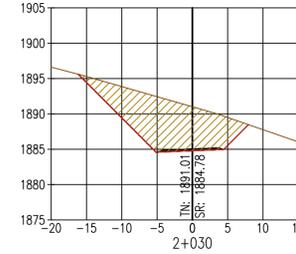
A.C.= 120.00
A.R.= 0.00



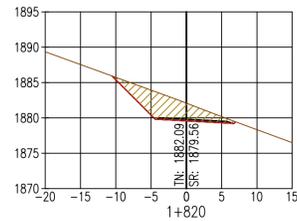
A.C.= 116.17
A.R.= 0.00



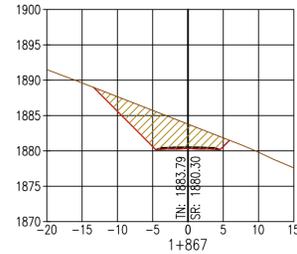
A.C.= 117.18
A.R.= 0.00



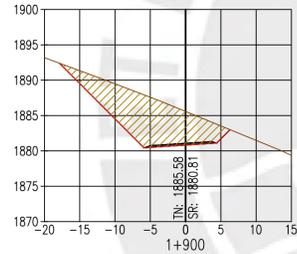
A.C.= 112.69
A.R.= 0.00



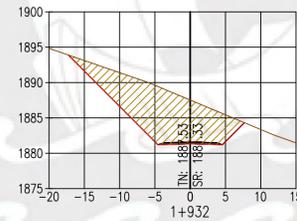
A.C.= 35.82
A.R.= 0.00



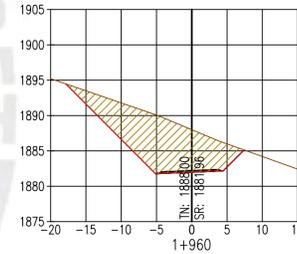
A.C.= 57.33
A.R.= 0.00



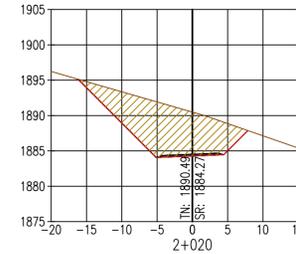
A.C.= 100.42
A.R.= 0.00



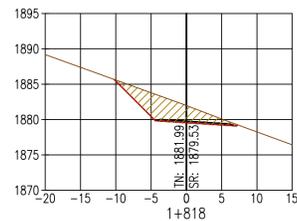
A.C.= 116.93
A.R.= 0.00



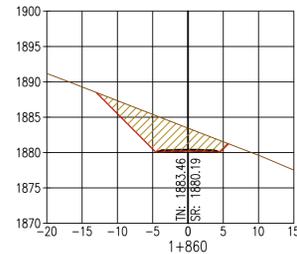
A.C.= 118.58
A.R.= 0.00



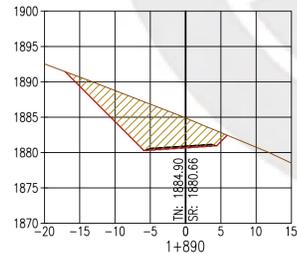
A.C.= 112.05
A.R.= 0.00



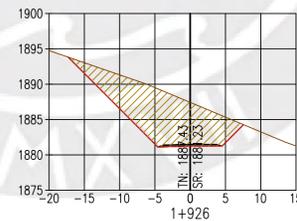
A.C.= 34.18
A.R.= 0.00



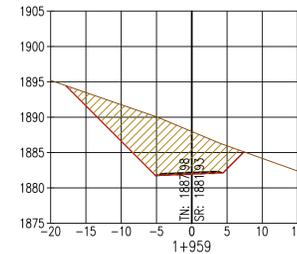
A.C.= 53.22
A.R.= 0.00



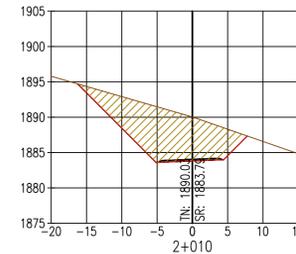
A.C.= 87.49
A.R.= 0.00



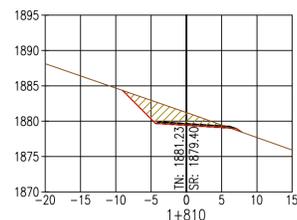
A.C.= 116.32
A.R.= 0.00



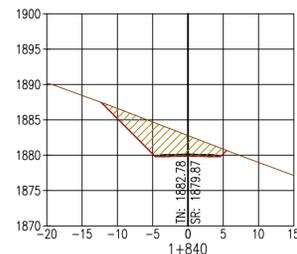
A.C.= 118.76
A.R.= 0.00



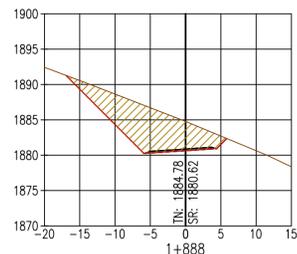
A.C.= 111.87
A.R.= 0.00



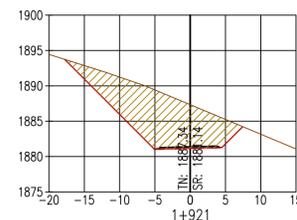
A.C.= 23.59
A.R.= 0.19



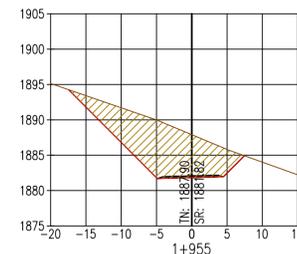
A.C.= 46.18
A.R.= 0.00



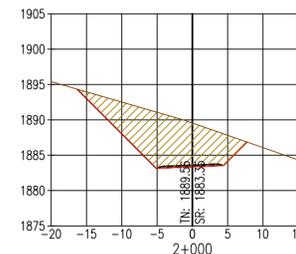
A.C.= 85.46
A.R.= 0.00



A.C.= 121.20
A.R.= 0.00

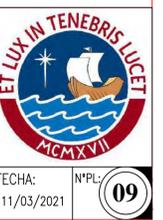


A.C.= 115.77
A.R.= 0.00

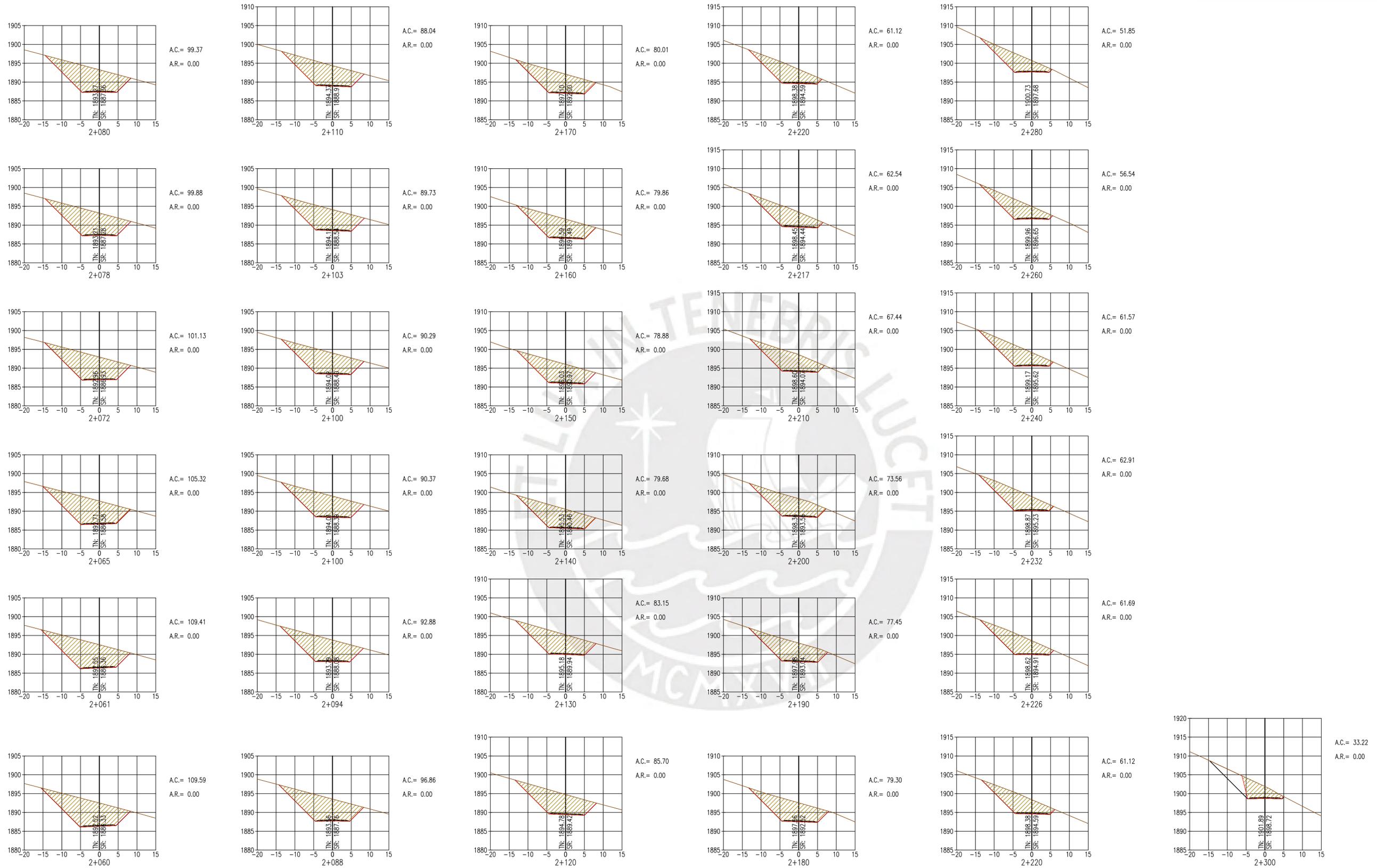


A.C.= 112.17
A.R.= 0.00

REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA: INDICADA TRAMO: KM 1+810 - 2+050 FORMATO: A1	
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
CLIENTE:	PUCP	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 09



SECCION
ESC. 1/500

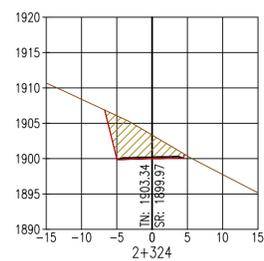


REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA: INDICADA TRAMO: KM 2+060 - 2+300 FORMATO: A1 FECHA: 11/03/2021 N°PL: 10	
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
CLIENTE:	PUCP		

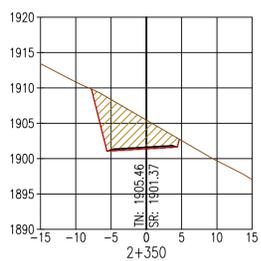


SECCION

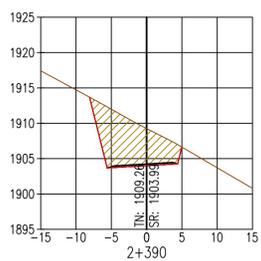
ESC. 1/500



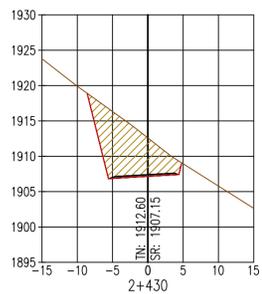
A.C. = 38.58
A.R. = 0.00



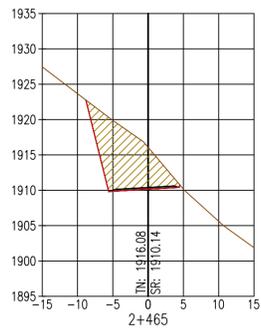
A.C. = 53.15
A.R. = 0.00



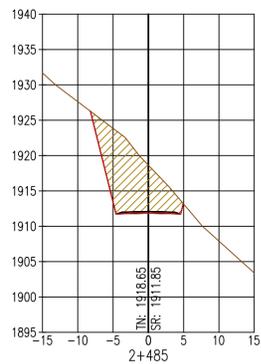
A.C. = 67.99
A.R. = 0.00



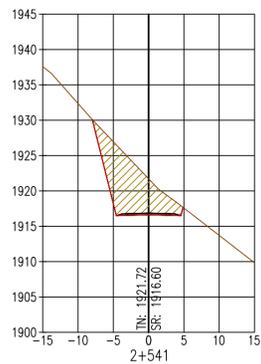
A.C. = 74.46
A.R. = 0.00



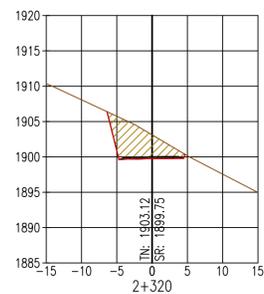
A.C. = 77.76
A.R. = 0.00



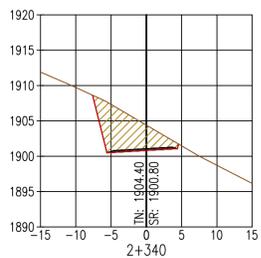
A.C. = 85.22
A.R. = 0.00



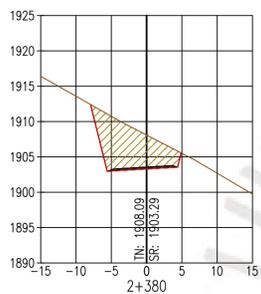
A.C. = 66.20
A.R. = 0.00



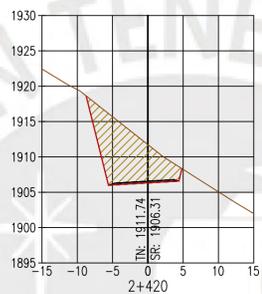
A.C. = 36.49
A.R. = 0.00



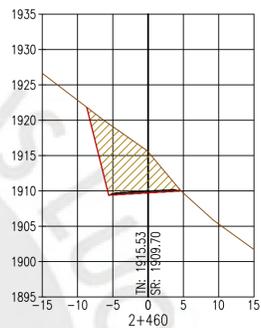
A.C. = 47.12
A.R. = 0.00



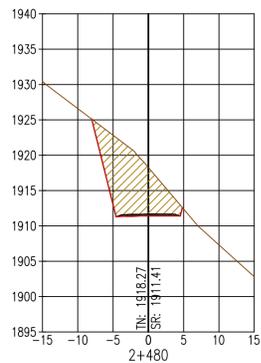
A.C. = 61.55
A.R. = 0.00



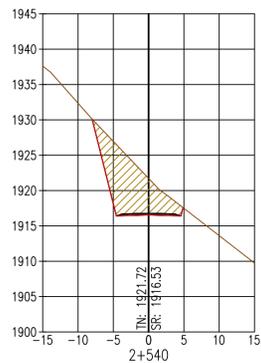
A.C. = 76.07
A.R. = 0.00



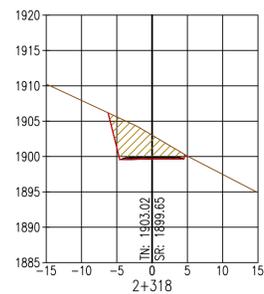
A.C. = 73.96
A.R. = 0.00



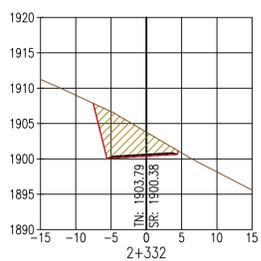
A.C. = 80.88
A.R. = 0.00



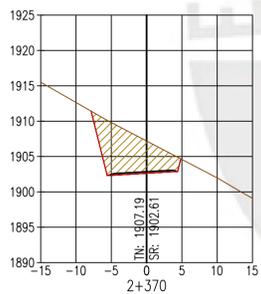
A.C. = 66.95
A.R. = 0.00



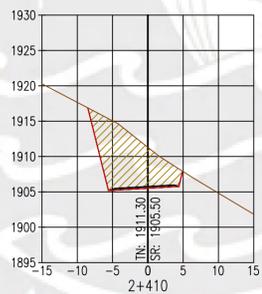
A.C. = 35.58
A.R. = 0.00



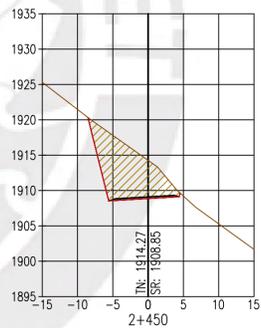
A.C. = 44.58
A.R. = 0.00



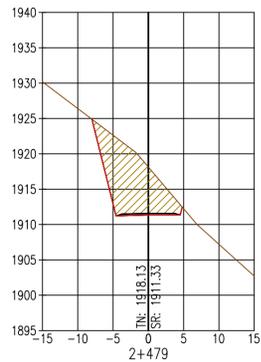
A.C. = 58.49
A.R. = 0.00



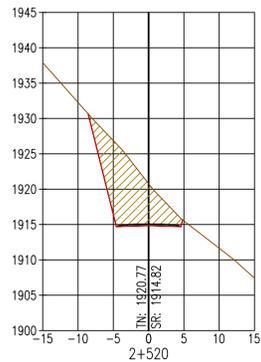
A.C. = 78.76
A.R. = 0.00



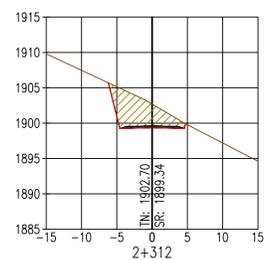
A.C. = 70.65
A.R. = 0.00



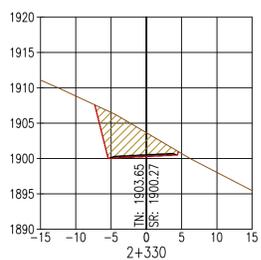
A.C. = 79.84
A.R. = 0.00



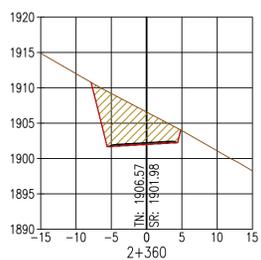
A.C. = 80.18
A.R. = 0.00



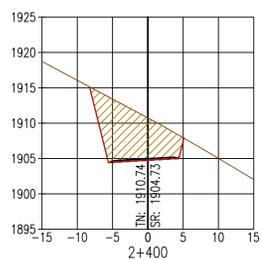
A.C. = 35.15
A.R. = 0.00



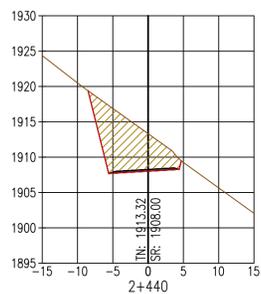
A.C. = 42.74
A.R. = 0.00



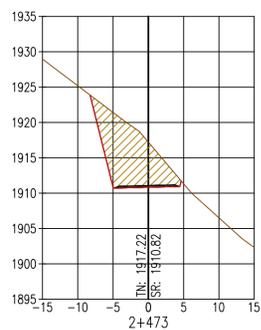
A.C. = 58.64
A.R. = 0.00



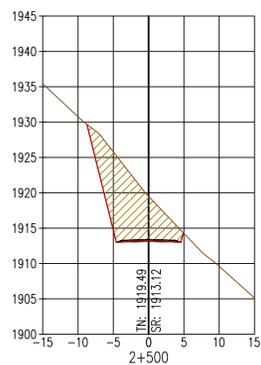
A.C. = 76.99
A.R. = 0.00



A.C. = 71.74
A.R. = 0.00

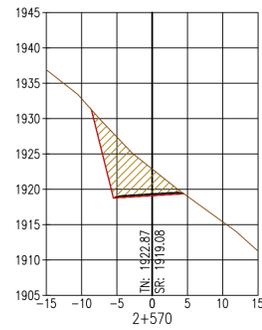


A.C. = 77.74
A.R. = 0.00

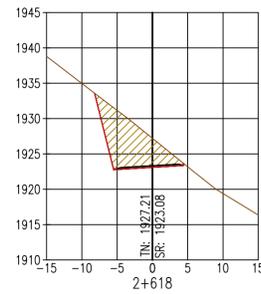


A.C. = 87.82
A.R. = 0.00

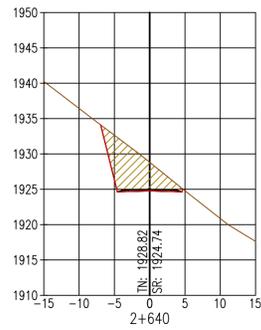
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	INDICADA	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 2+312 - 2+541	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1	
CLIENTE:	PUCP	FECHA:	11/03/2021	Nº PL: 11



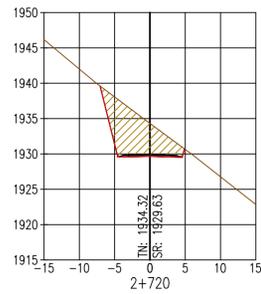
A.C.= 57.12
A.R.= 0.00



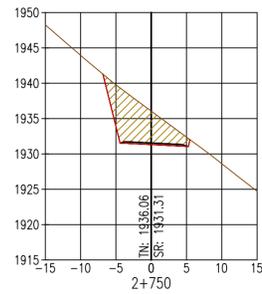
A.C.= 57.25
A.R.= 0.00



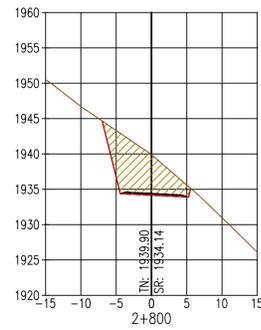
A.C.= 46.68
A.R.= 0.00



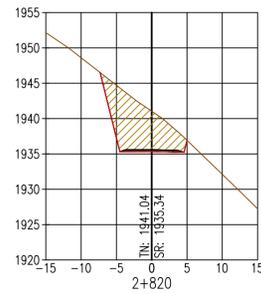
A.C.= 53.71
A.R.= 0.00



A.C.= 52.76
A.R.= 0.00

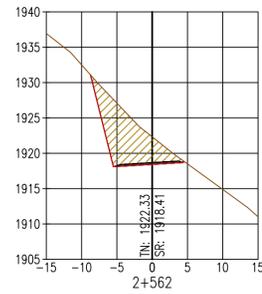


A.C.= 61.86
A.R.= 0.00

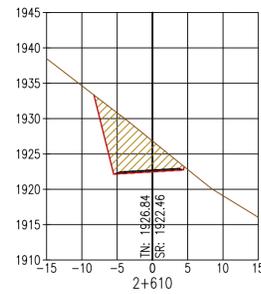


A.C.= 64.42
A.R.= 0.00

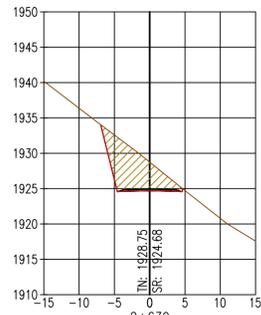
SECCION
ESC. 1/500



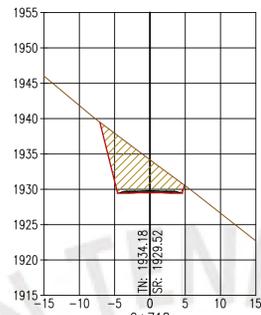
A.C.= 60.40
A.R.= 0.00



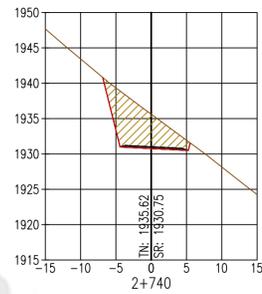
A.C.= 60.61
A.R.= 0.00



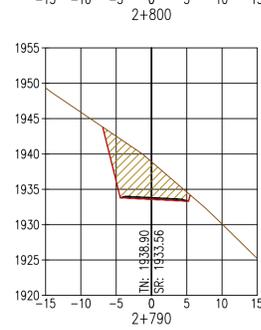
A.C.= 46.68
A.R.= 0.00



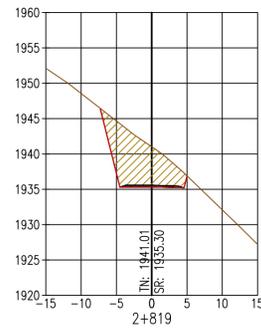
A.C.= 53.84
A.R.= 0.00



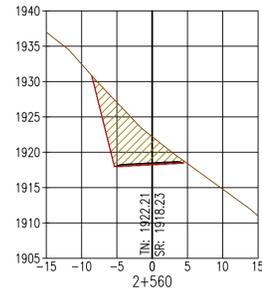
A.C.= 54.16
A.R.= 0.00



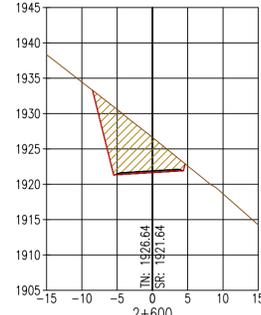
A.C.= 57.94
A.R.= 0.00



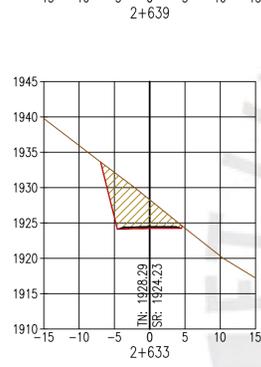
A.C.= 64.26
A.R.= 0.00



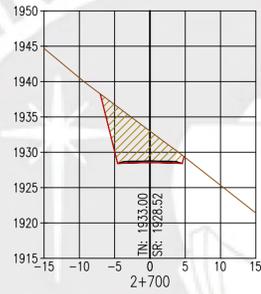
A.C.= 59.74
A.R.= 0.00



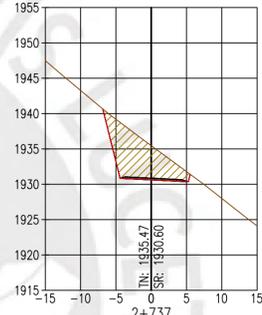
A.C.= 68.35
A.R.= 0.00



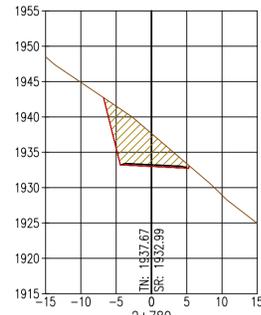
A.C.= 46.48
A.R.= 0.00



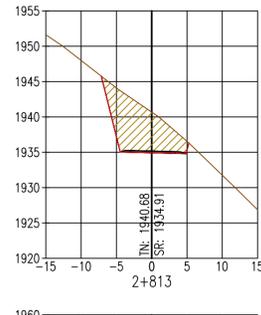
A.C.= 51.52
A.R.= 0.00



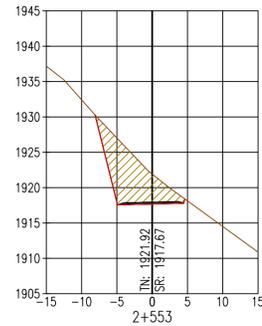
A.C.= 54.12
A.R.= 0.00



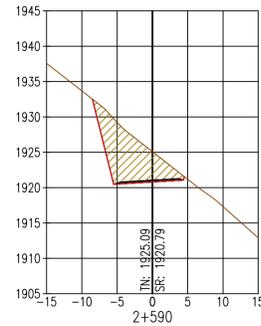
A.C.= 51.09
A.R.= 0.00



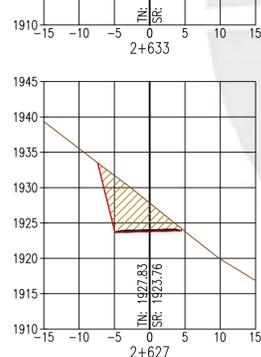
A.C.= 63.16
A.R.= 0.00



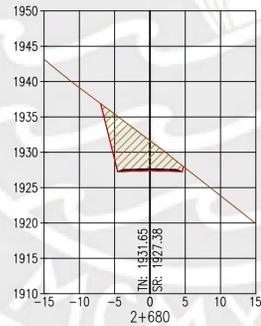
A.C.= 59.02
A.R.= 0.00



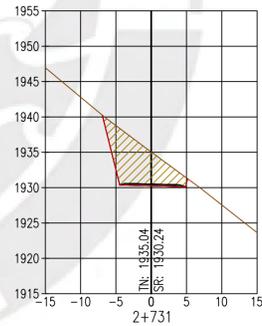
A.C.= 61.66
A.R.= 0.00



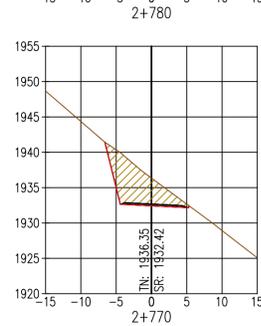
A.C.= 49.67
A.R.= 0.00



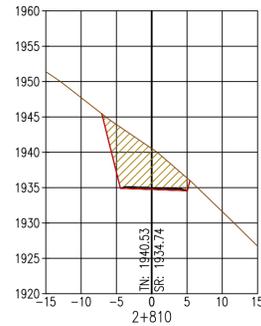
A.C.= 48.97
A.R.= 0.00



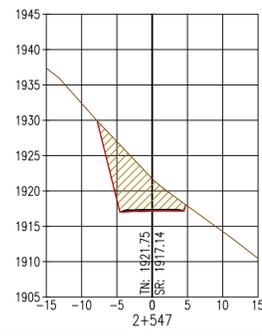
A.C.= 53.62
A.R.= 0.00



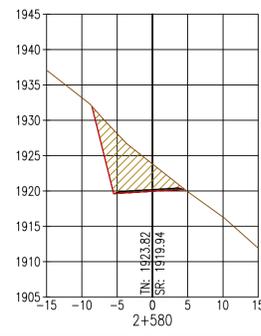
A.C.= 43.75
A.R.= 0.00



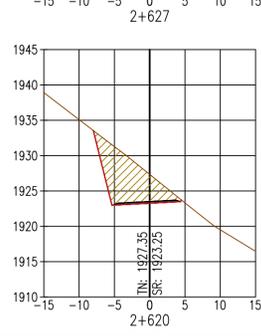
A.C.= 63.04
A.R.= 0.00



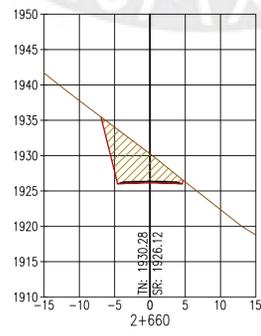
A.C.= 60.33
A.R.= 0.00



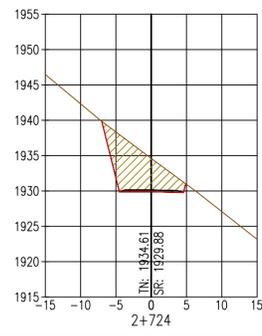
A.C.= 57.32
A.R.= 0.00



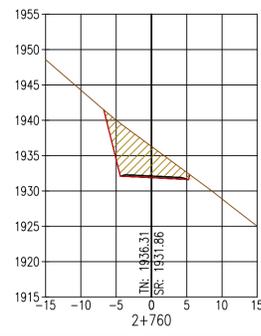
A.C.= 55.08
A.R.= 0.00



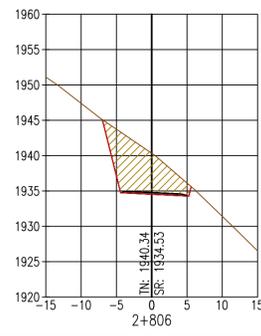
A.C.= 47.22
A.R.= 0.00



A.C.= 53.48
A.R.= 0.00

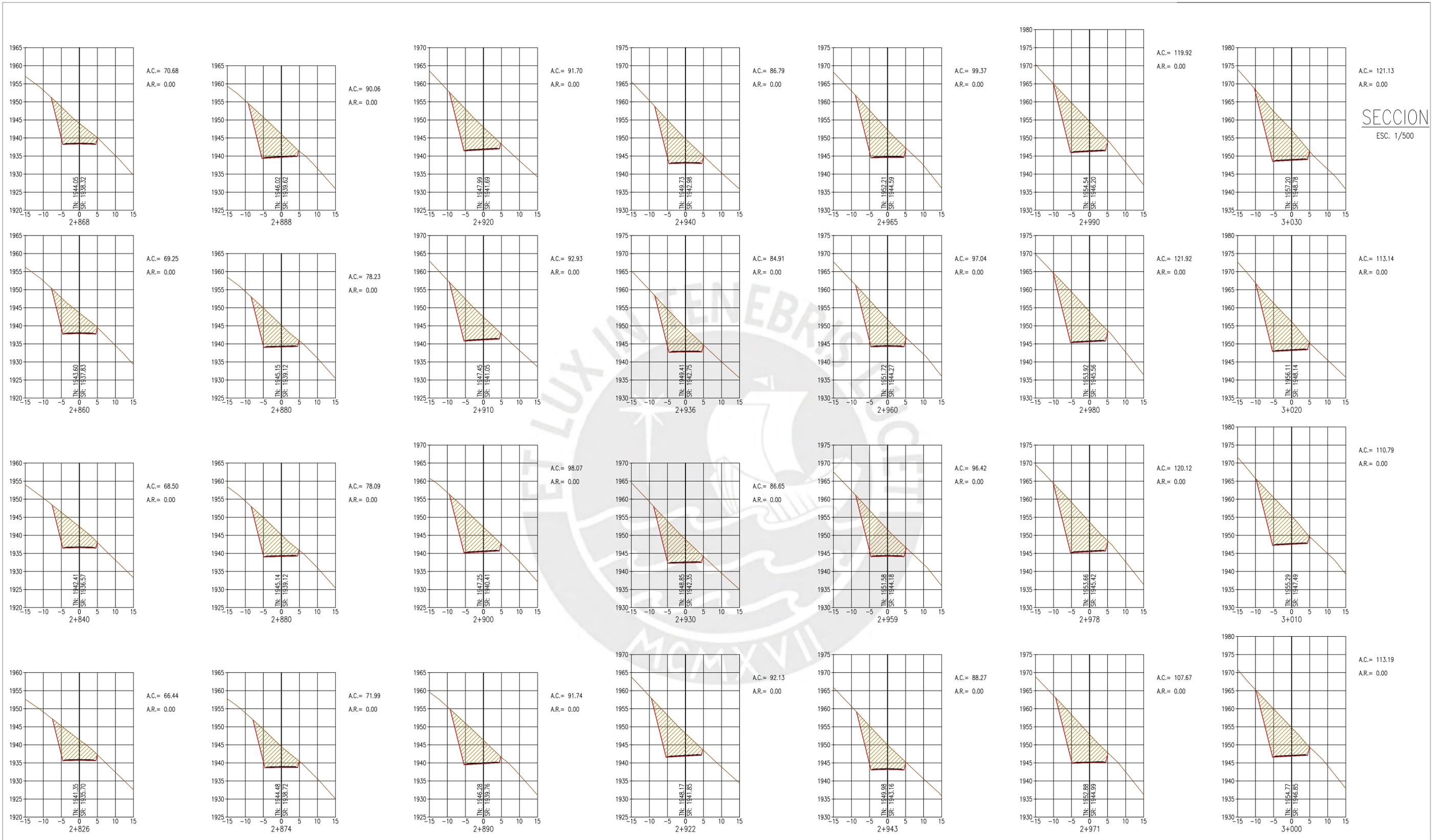


A.C.= 48.92
A.R.= 0.00



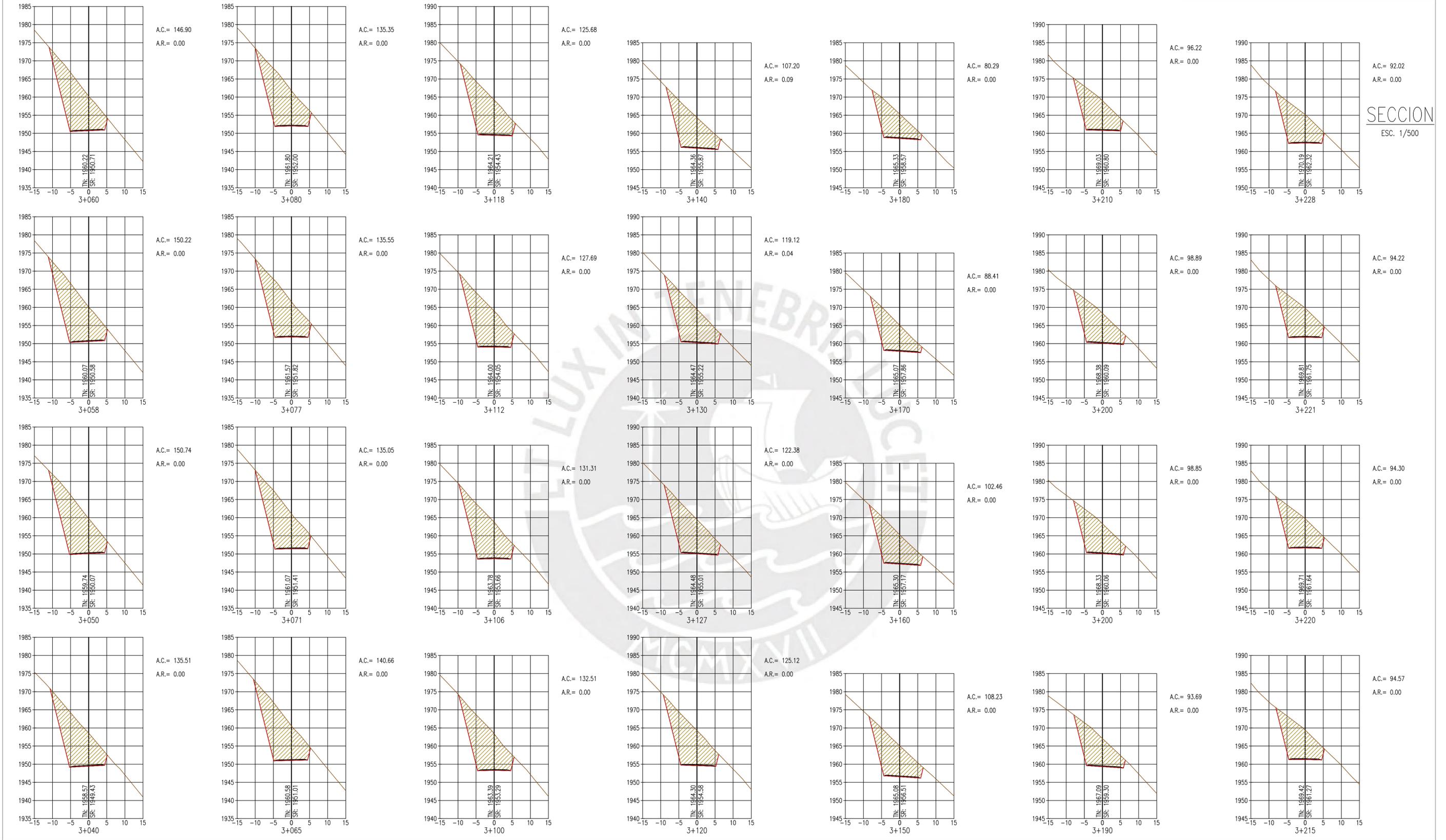
A.C.= 62.87
A.R.= 0.00

REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	INDICADA	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 2+547 - 2+820	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1	
CLIENTE:	PUCP	FECHA:	11/03/2021	Nº PL: 12



SECCION
ESC. 1/500

REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	INDICADA	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 2+826 - 3+030	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1	FECHA: 11/03/2021
CLIENTE:	PUCP			Nº PL: 13

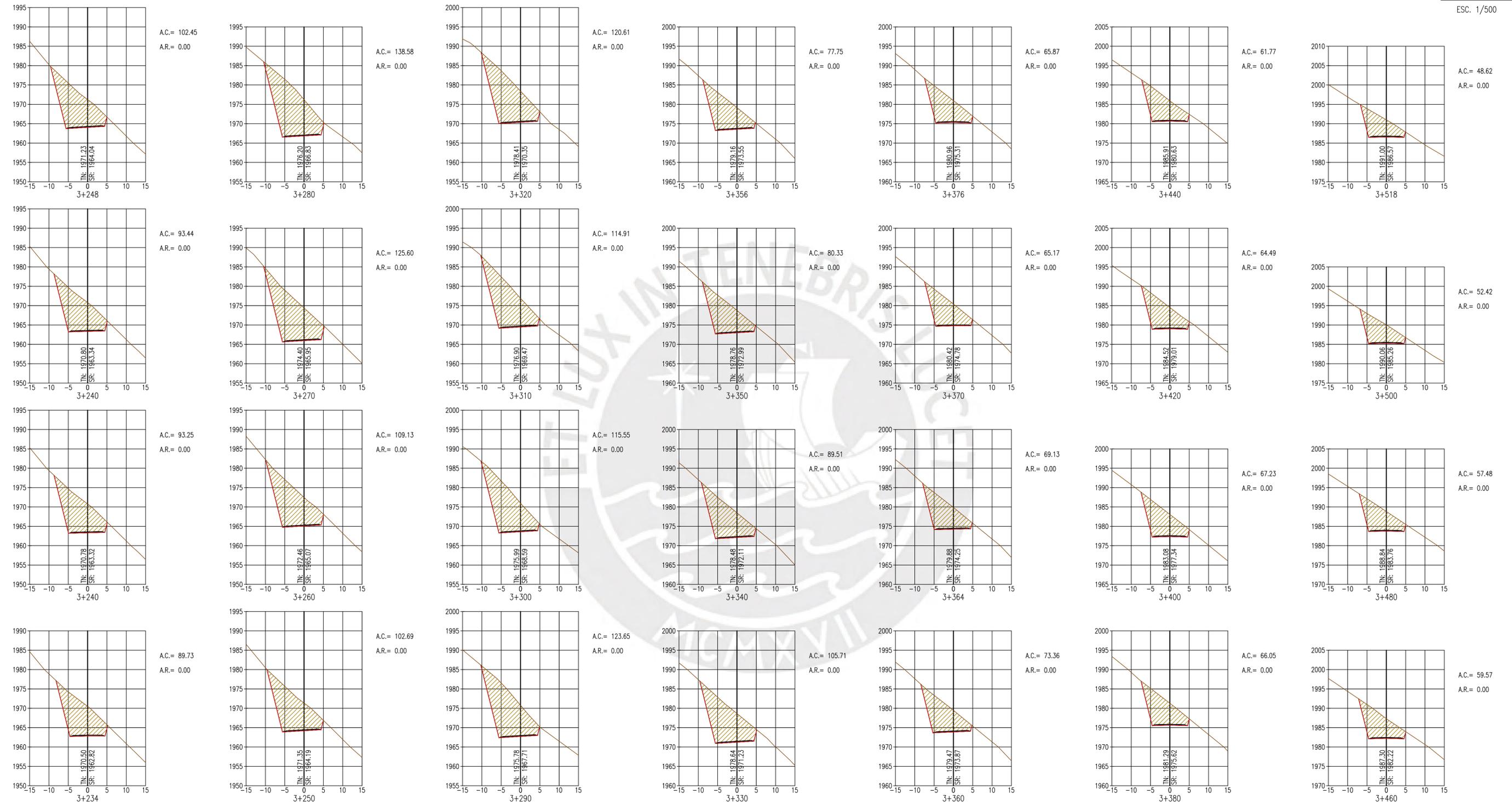


SECCION
ESC. 1/500

REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: INDICADA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 3+040 - 3+228	FORMATO: A1	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 14	
CLIENTE:	PUCP			

SECCION

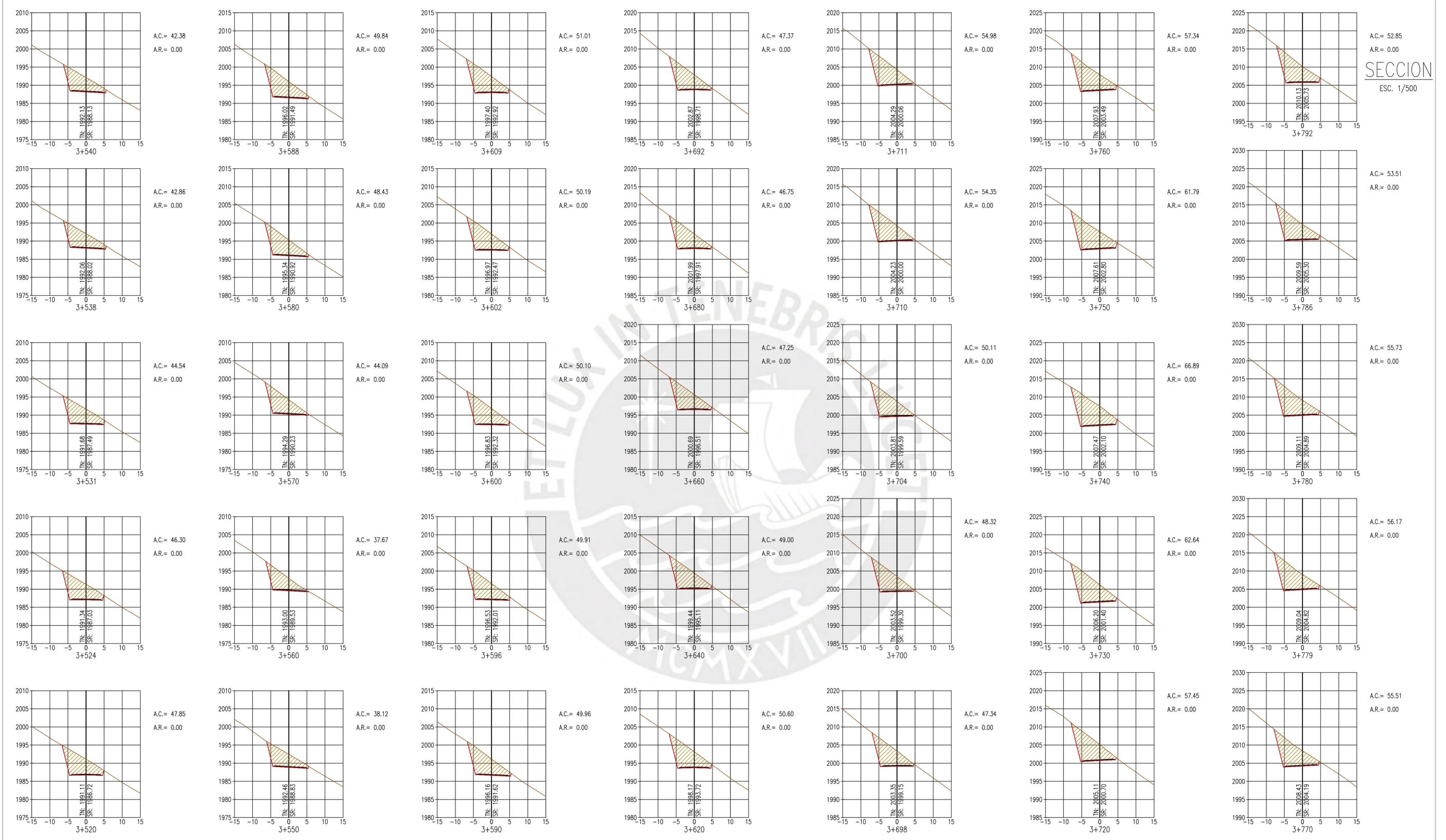
ESC. 1/500



REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	ESCALA: INDICADA	TRAMO: KM 3+234 - 3+518
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021
CLIENTE:	PUCP	N° PL: 15	

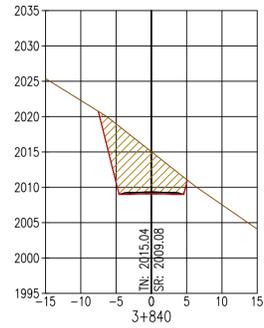


SECCION
ESC. 1/500

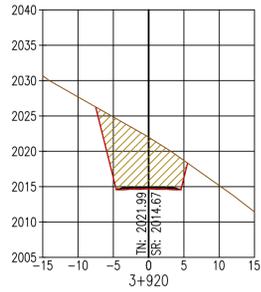


REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26	
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	FORMATO: A1
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ		
CLIENTE:	PUCP	ESCALA: INDICADA	TRAMO: KM 3+520 - 3+792
			FECHA: 11/03/2021
			N° PL: 16

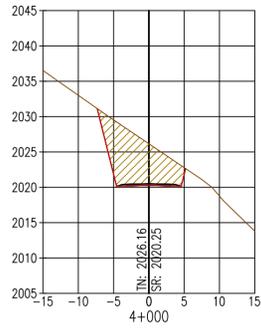
SECCION
ESC. 1/500



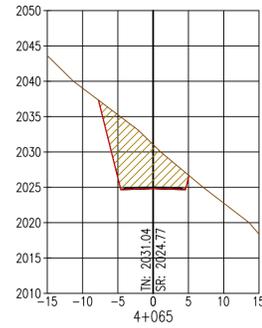
A.C. = 70.11
A.R. = 0.00



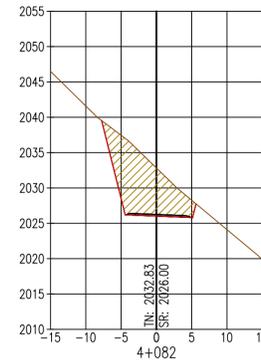
A.C. = 83.78
A.R. = 0.00



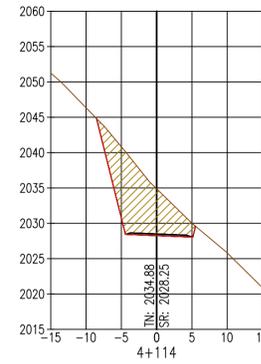
A.C. = 68.02
A.R. = 0.00



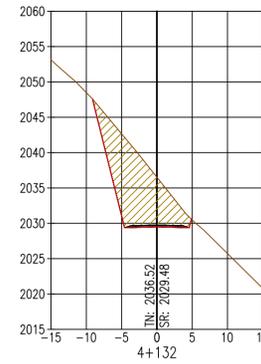
A.C. = 75.09
A.R. = 0.00



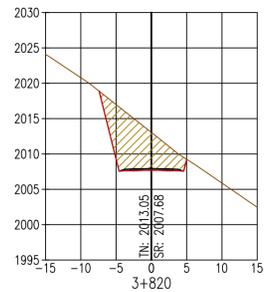
A.C. = 81.04
A.R. = 0.00



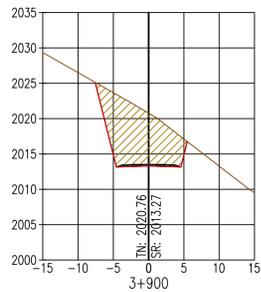
A.C. = 86.50
A.R. = 0.00



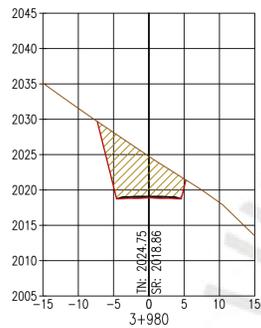
A.C. = 94.22
A.R. = 0.00



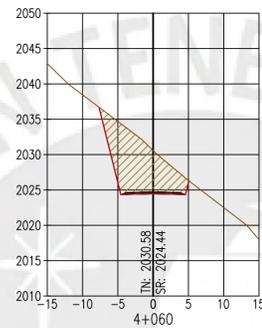
A.C. = 62.81
A.R. = 0.00



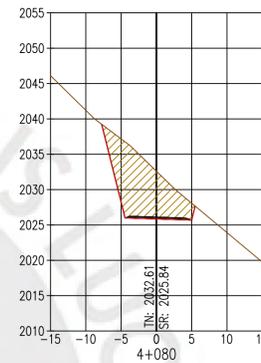
A.C. = 85.28
A.R. = 0.00



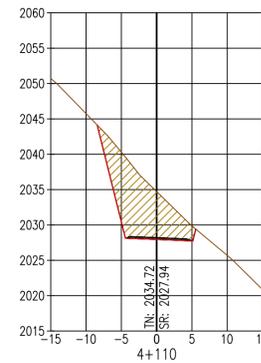
A.C. = 68.25
A.R. = 0.00



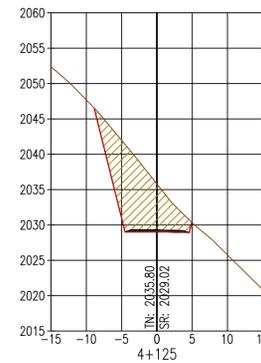
A.C. = 72.91
A.R. = 0.00



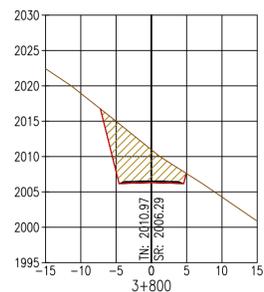
A.C. = 80.10
A.R. = 0.00



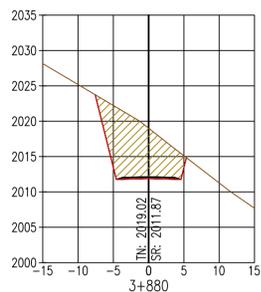
A.C. = 85.99
A.R. = 0.00



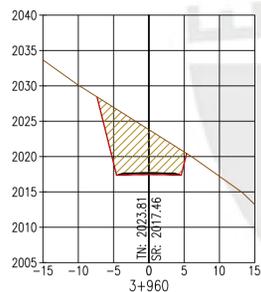
A.C. = 89.86
A.R. = 0.00



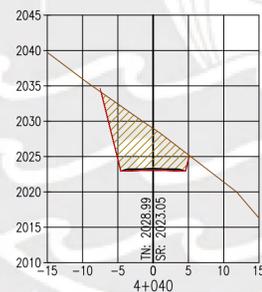
A.C. = 55.84
A.R. = 0.00



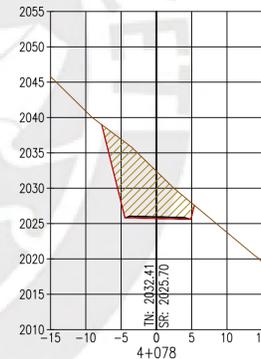
A.C. = 81.57
A.R. = 0.00



A.C. = 72.99
A.R. = 0.00



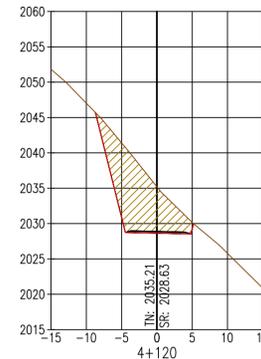
A.C. = 67.99
A.R. = 0.03



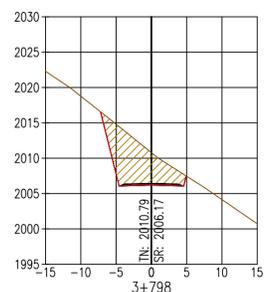
A.C. = 79.23
A.R. = 0.00



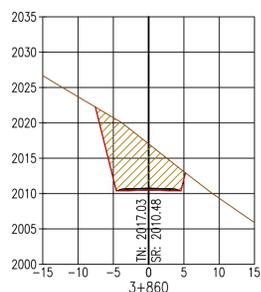
A.C. = 84.74
A.R. = 0.00



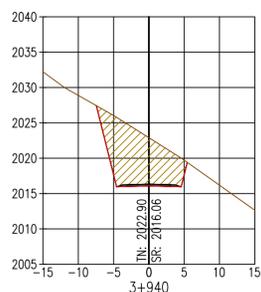
A.C. = 87.68
A.R. = 0.00



A.C. = 55.28
A.R. = 0.00



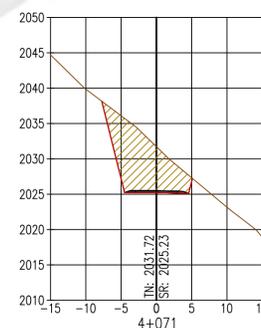
A.C. = 76.41
A.R. = 0.00



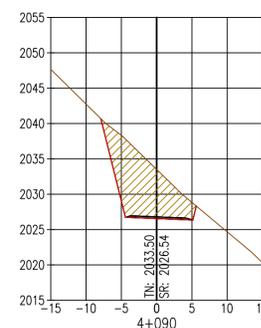
A.C. = 79.00
A.R. = 0.00



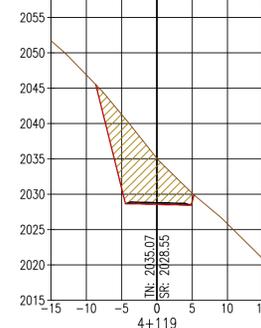
A.C. = 68.32
A.R. = 0.00



A.C. = 76.80
A.R. = 0.00



A.C. = 83.40
A.R. = 0.00

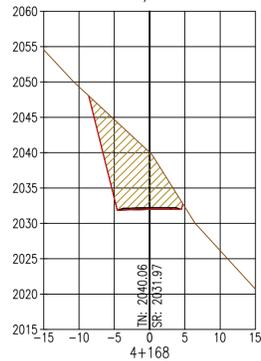


A.C. = 87.30
A.R. = 0.00

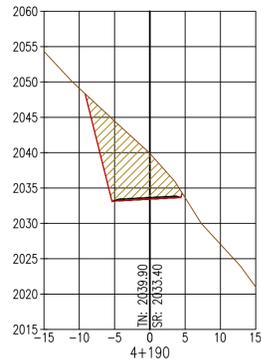
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: INDICADA	TRAMO: KM 3+798 - 4+132	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ			Nº PL: 17
CLIENTE:	PUCP			

SECCION

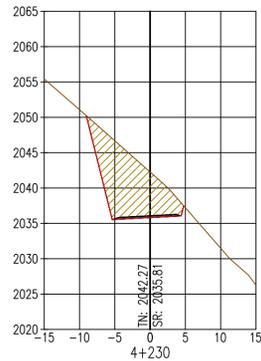
ESC. 1/500



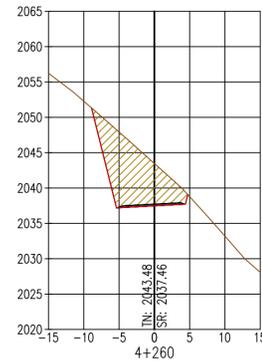
A.C.= 93.50
A.R.= 0.00



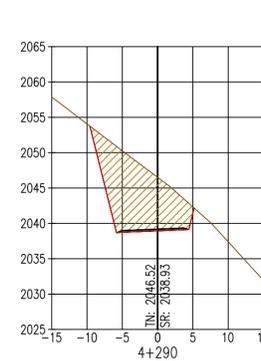
A.C.= 88.24
A.R.= 0.00



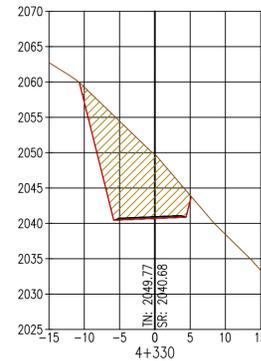
A.C.= 88.47
A.R.= 0.00



A.C.= 83.03
A.R.= 0.00



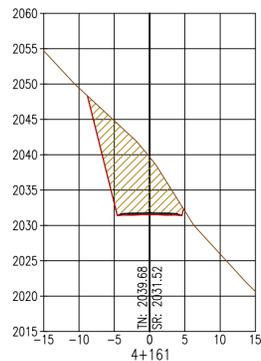
A.C.= 107.36
A.R.= 0.00



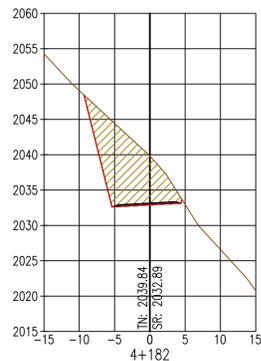
A.C.= 135.35
A.R.= 0.00



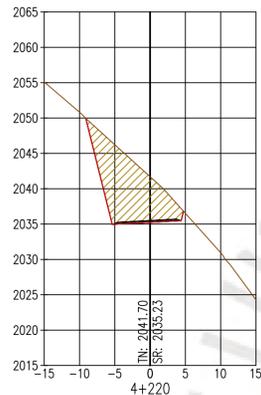
A.C.= 118.44
A.R.= 0.00



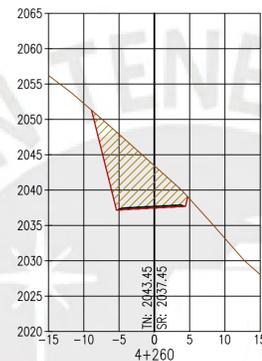
A.C.= 99.06
A.R.= 0.00



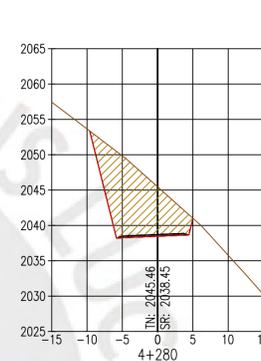
A.C.= 93.64
A.R.= 0.00



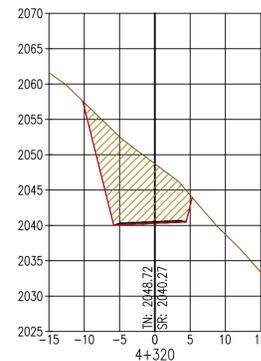
A.C.= 89.00
A.R.= 0.00



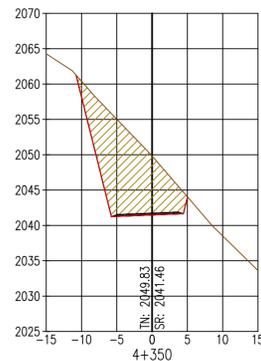
A.C.= 82.90
A.R.= 0.00



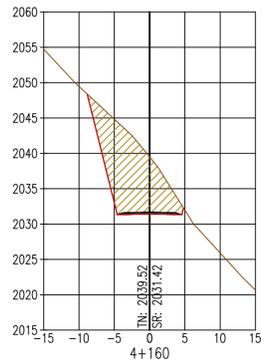
A.C.= 102.51
A.R.= 0.00



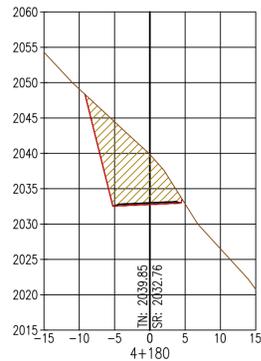
A.C.= 123.49
A.R.= 0.00



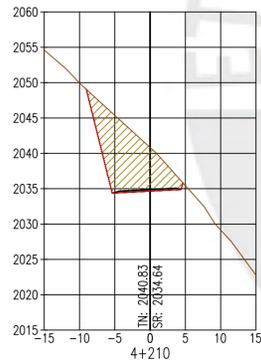
A.C.= 128.67
A.R.= 0.00



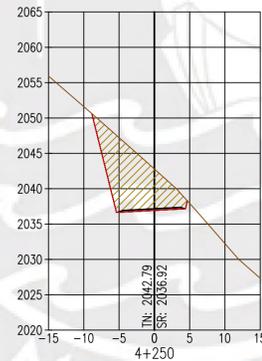
A.C.= 99.87
A.R.= 0.00



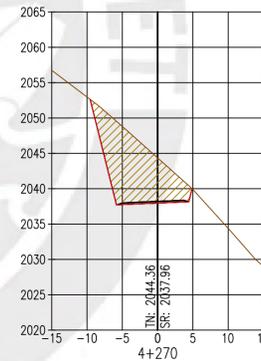
A.C.= 93.15
A.R.= 0.00



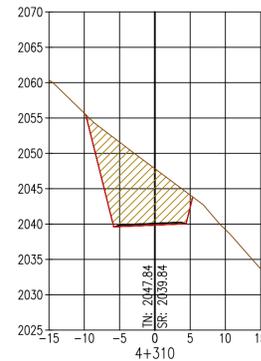
A.C.= 84.66
A.R.= 0.00



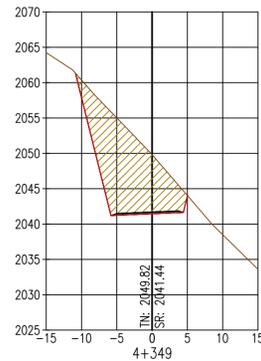
A.C.= 80.89
A.R.= 0.00



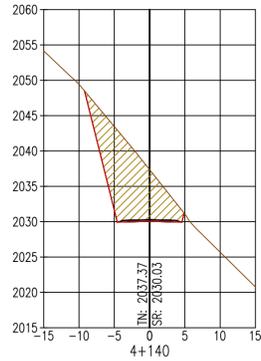
A.C.= 95.12
A.R.= 0.00



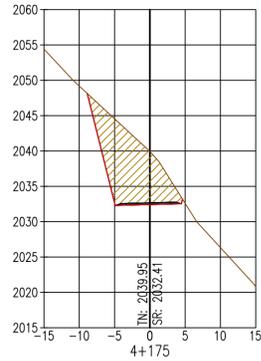
A.C.= 114.49
A.R.= 0.00



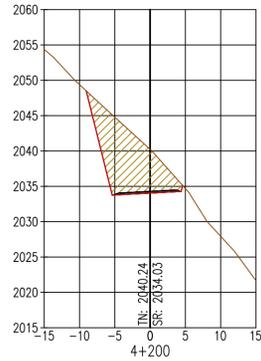
A.C.= 130.07
A.R.= 0.00



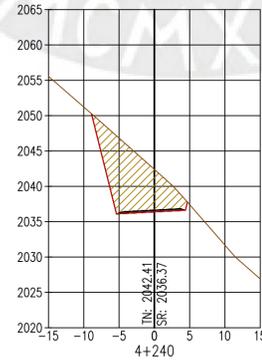
A.C.= 98.05
A.R.= 0.00



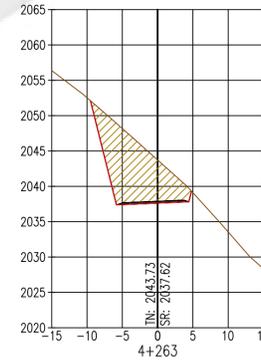
A.C.= 92.51
A.R.= 0.00



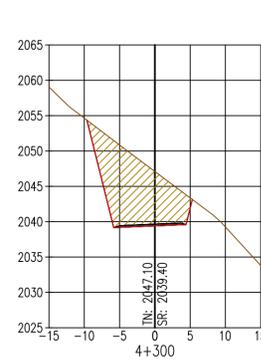
A.C.= 84.45
A.R.= 0.00



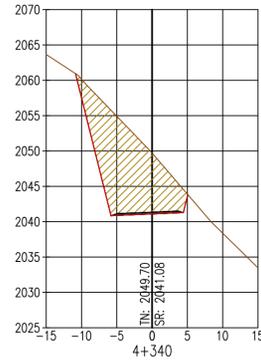
A.C.= 82.73
A.R.= 0.00



A.C.= 90.97
A.R.= 0.00



A.C.= 109.99
A.R.= 0.00

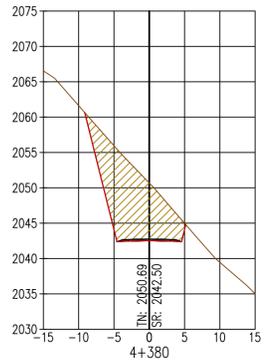


A.C.= 133.81
A.R.= 0.00

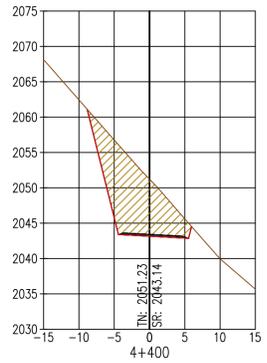
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: INDICADA		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 4+140 - 4+354	FORMATO: A1	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 18	
CLIENTE:	PUCP			

SECCION

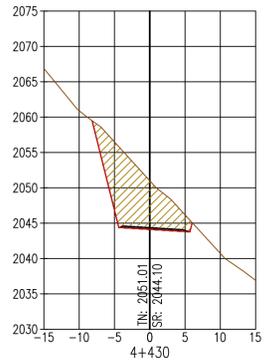
ESC. 1/500



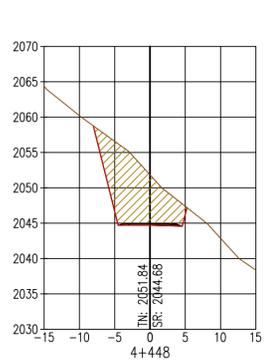
A.C.= 105.30
A.R.= 0.00



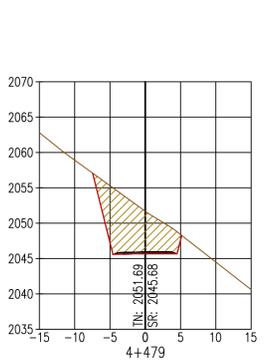
A.C.= 102.81
A.R.= 0.00



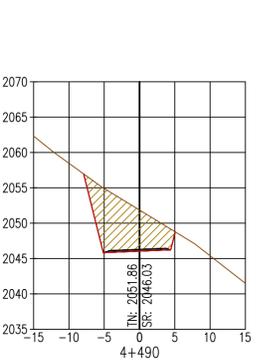
A.C.= 87.70
A.R.= 0.00



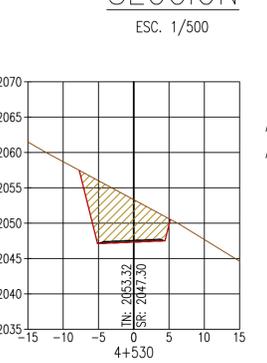
A.C.= 82.20
A.R.= 0.00



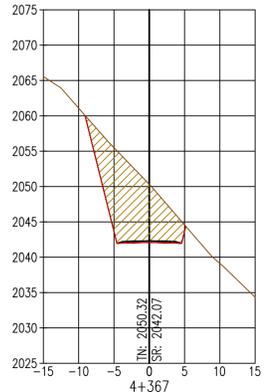
A.C.= 70.58
A.R.= 0.00



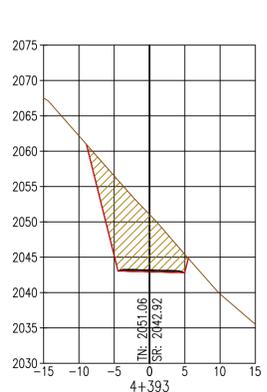
A.C.= 71.57
A.R.= 0.00



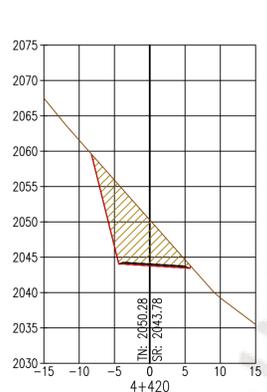
A.C.= 72.39
A.R.= 0.00



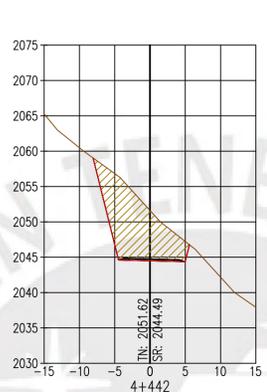
A.C.= 105.31
A.R.= 0.00



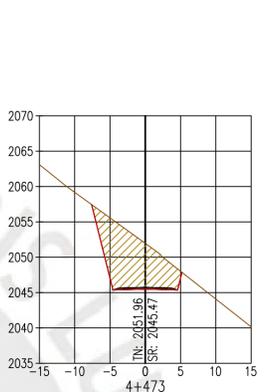
A.C.= 103.00
A.R.= 0.00



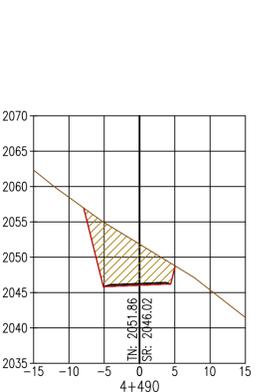
A.C.= 80.17
A.R.= 0.00



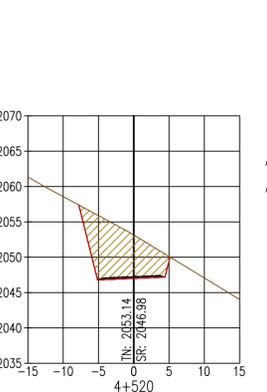
A.C.= 88.81
A.R.= 0.00



A.C.= 75.31
A.R.= 0.00



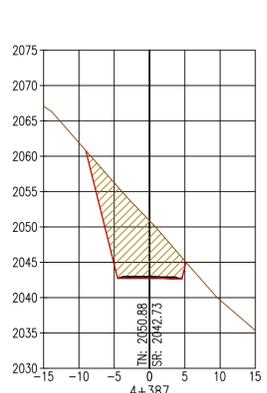
A.C.= 71.50
A.R.= 0.00



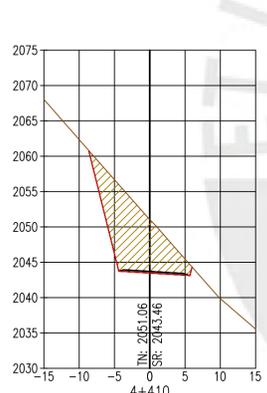
A.C.= 73.69
A.R.= 0.00



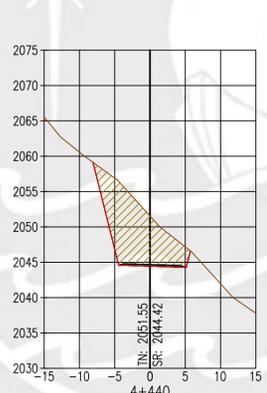
A.C.= 105.09
A.R.= 0.00



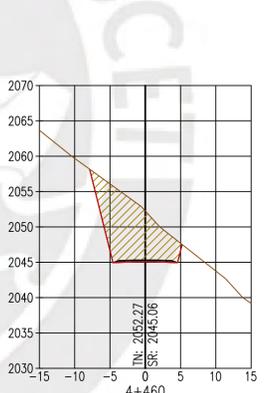
A.C.= 103.58
A.R.= 0.00



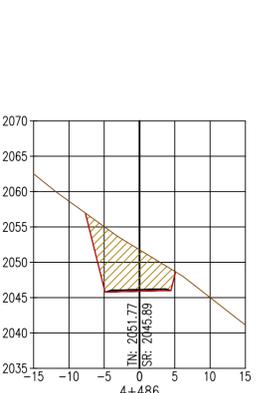
A.C.= 96.10
A.R.= 0.00



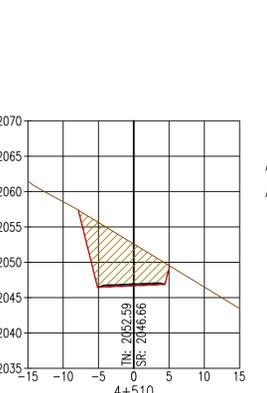
A.C.= 89.37
A.R.= 0.00



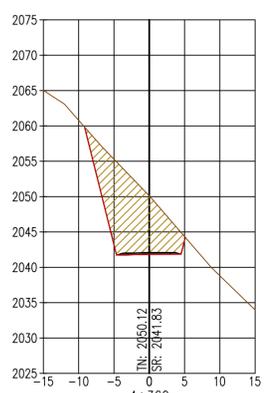
A.C.= 83.26
A.R.= 0.00



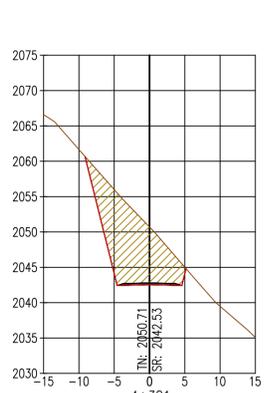
A.C.= 70.12
A.R.= 0.00



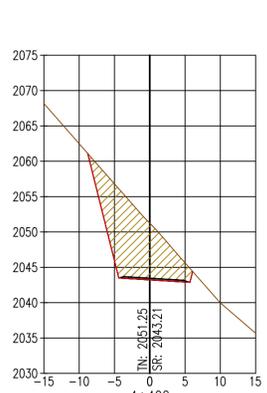
A.C.= 72.39
A.R.= 0.00



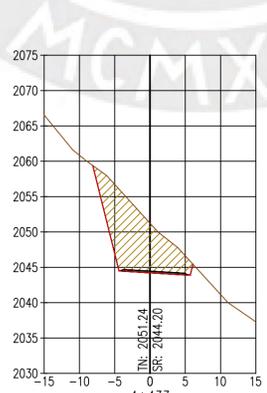
A.C.= 106.06
A.R.= 0.00



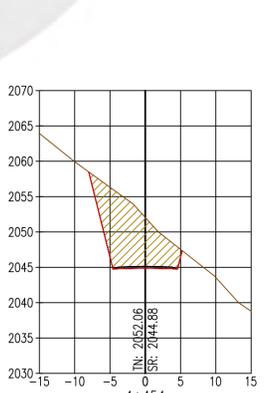
A.C.= 105.32
A.R.= 0.00



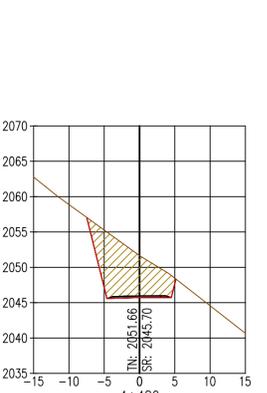
A.C.= 102.20
A.R.= 0.00



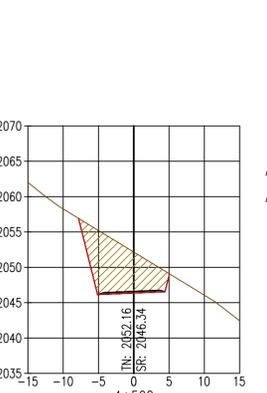
A.C.= 89.52
A.R.= 0.00



A.C.= 86.19
A.R.= 0.00



A.C.= 70.49
A.R.= 0.00

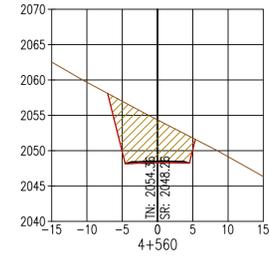


A.C.= 71.01
A.R.= 0.00

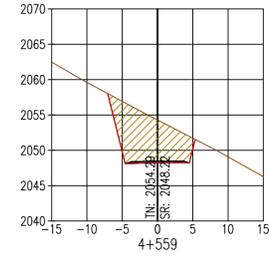
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	INDICADA	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 4+360 - 4+530	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1	FECCHA: 11/03/2021
CLIENTE:	PUCP			Nº PL: 19

SECCION

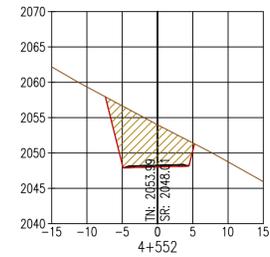
ESC. 1/500



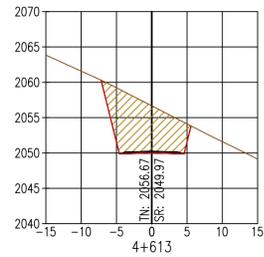
A.C. = 68.27
A.R. = 0.00



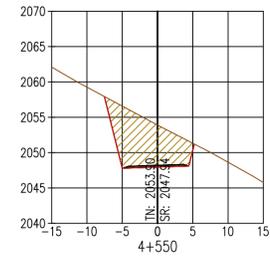
A.C. = 67.93
A.R. = 0.00



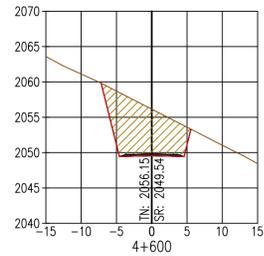
A.C. = 69.44
A.R. = 0.00



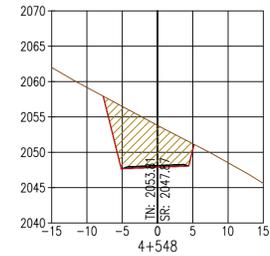
A.C. = 76.07
A.R. = 0.00



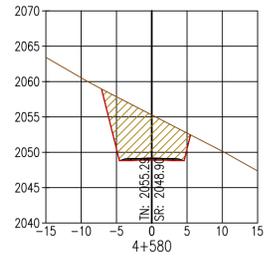
A.C. = 70.36
A.R. = 0.00



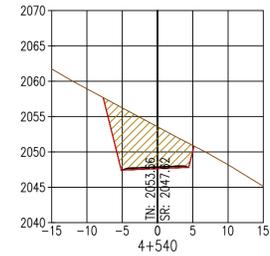
A.C. = 74.85
A.R. = 0.00



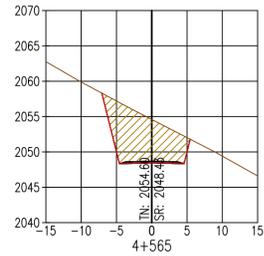
A.C. = 71.58
A.R. = 0.00



A.C. = 72.06
A.R. = 0.00



A.C. = 71.33
A.R. = 0.00



A.C. = 69.53
A.R. = 0.00



REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26			
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES			
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: INDICADA			
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 4+540 - 4+613	FORMATO: A1		
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 20		
CLIENTE:	PUCP				



TABLA

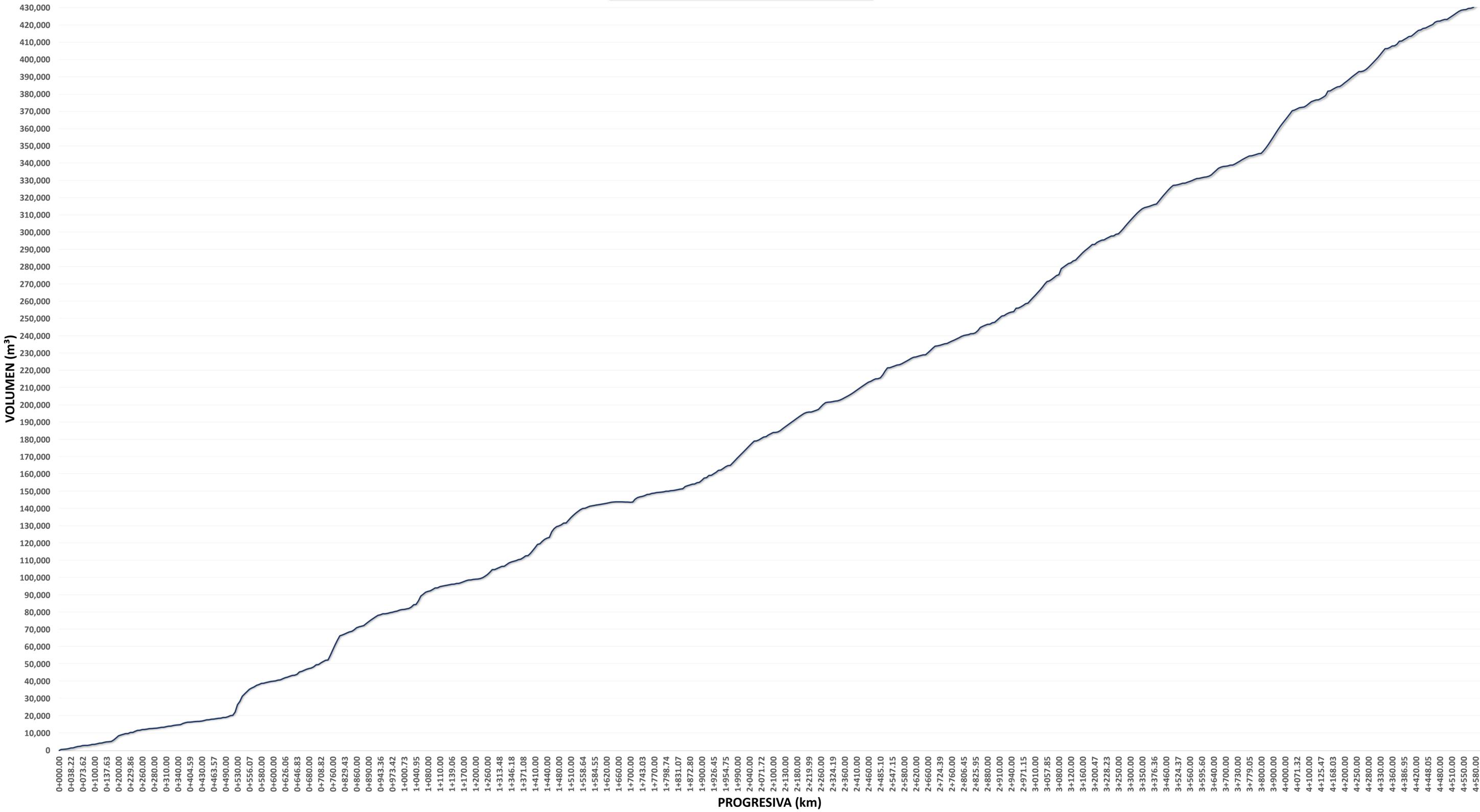
MOVIMIENTO DE TIERRAS

REGISTRO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Prograva (km)	Área (m²)		Volumen (m³)		Volumen de corte (m³)		Volumen de corte corregido (m³)			Volumen de relleno corregido (m³)	Diagrama de masas (m³)	MS	RS	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Material suelto	MS	RS	Factor = 1.25	Factor = 1.30					Σ
0-000.00	29.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100%	0%		
0-017.45	31.63	0.00	533.26	0.00	533.26	0.00	666.58	0.00	666.58	0.00	666.58	100%	0%	
0-020.00	31.43	0.00	80.41	0.00	80.41	0.00	100.51	0.00	100.51	0.00	767.09	100%	0%	
0-023.22	31.20	0.00	100.84	0.00	100.84	0.00	126.05	0.00	126.05	0.00	893.14	100%	0%	
0-028.99	32.85	0.00	184.81	0.00	184.81	0.00	231.01	0.00	231.01	0.00	1,124.15	100%	0%	
0-038.22	36.76	0.00	317.86	0.00	317.86	0.00	397.33	0.00	397.33	0.00	1,521.48	100%	0%	
0-040.00	36.25	0.00	64.98	0.00	64.98	0.00	81.23	0.00	81.23	0.00	1,602.70	100%	0%	
0-050.00	33.54	0.00	339.44	0.00	339.44	0.00	424.30	0.00	424.30	0.00	2,027.00	100%	0%	
0-060.00	31.89	0.04	317.47	0.22	317.47	0.00	396.94	0.00	396.94	0.31	2,423.53	100%	0%	
0-062.61	31.75	0.05	83.06	1.32	83.06	0.00	103.83	0.00	103.83	0.17	2,527.19	100%	0%	
0-073.62	25.61	0.00	312.27	0.26	312.27	0.00	390.34	0.00	390.34	0.36	2,917.17	100%	0%	
0-080.00	0.00	0.00	81.69	0.00	81.69	0.00	102.11	0.00	102.11	0.00	3,019.28	100%	0%	
0-080.51	23.97	0.00	6.11	0.00	6.11	0.00	7.64	0.00	7.64	0.00	3,026.92	100%	0%	
0-087.39	24.20	0.00	165.71	0.00	165.71	0.00	207.14	0.00	207.14	0.00	3,234.05	100%	0%	
0-098.40	24.73	0.00	271.15	0.00	271.15	0.00	338.94	0.00	338.94	0.00	3,572.99	100%	0%	
0-100.00	24.68	0.00	39.53	0.00	39.53	0.00	49.41	0.00	49.41	0.00	3,622.40	100%	0%	
0-110.00	25.55	0.00	255.37	0.00	255.37	0.00	319.21	0.00	319.21	0.00	3,941.62	100%	0%	
0-120.00	29.38	0.19	280.79	0.92	280.79	0.00	350.99	0.00	350.99	1.28	4,291.32	100%	0%	
0-122.63	30.53	0.47	80.77	0.84	80.77	0.00	100.96	0.00	100.96	1.17	4,391.12	100%	0%	
0-131.86	34.49	0.26	303.93	1.33	303.93	0.00	379.91	0.00	379.91	0.00	4,766.40	100%	0%	
0-137.63	36.98	0.00	206.19	0.76	206.19	0.00	257.74	0.00	257.74	1.06	5,023.08	100%	0%	
0-140.00	38.06	0.00	88.92	0.00	88.92	0.00	111.15	0.00	111.15	0.00	5,134.23	100%	0%	
0-143.40	39.75	0.00	132.28	0.00	132.28	0.00	165.35	0.00	165.35	0.00	5,299.58	100%	0%	
0-160.00	44.53	0.00	699.53	0.00	699.53	0.00	874.41	0.00	874.41	0.00	6,174.00	100%	0%	
0-180.00	47.77	0.00	923.00	0.00	923.00	0.00	1153.75	0.00	1153.75	0.00	7,327.75	100%	0%	
0-200.00	49.79	0.00	975.66	0.00	975.66	0.00	1219.58	0.00	1219.58	0.00	8,547.32	100%	0%	
0-207.30	50.48	0.00	366.00	0.00	366.00	0.00	457.50	0.00	457.50	0.00	9,004.82	100%	0%	
0-212.86	50.64	0.00	331.67	0.00	331.67	0.00	414.59	0.00	414.59	0.00	9,419.41	100%	0%	
0-220.00	52.82	0.00	317.61	0.00	317.61	0.00	397.01	0.00	397.01	0.00	9,816.42	100%	0%	
0-220.42	52.91	0.00	22.20	0.00	22.20	0.00	27.75	0.00	27.75	0.00	9,844.17	100%	0%	
0-229.86	56.65	0.00	512.44	0.00	512.44	0.00	640.55	0.00	640.55	0.00	10,484.72	100%	0%	
0-230.00	56.56	0.00	7.92	0.00	7.92	0.00	9.90	0.00	9.90	0.00	10,494.62	100%	0%	
0-240.00	48.12	0.00	514.57	0.00	514.57	0.00	643.21	0.00	643.21	0.00	11,137.83	100%	0%	
0-250.00	41.98	0.00	443.19	0.00	443.19	0.00	553.99	0.00	553.99	0.00	11,691.82	100%	0%	
0-251.35	41.38	0.00	56.27	0.00	56.27	0.00	70.34	0.00	70.34	0.00	11,762.16	100%	0%	
0-260.00	33.63	0.00	321.72	0.00	321.72	0.00	402.15	0.00	402.15	0.00	12,164.31	100%	0%	
0-260.79	33.03	0.00	26.33	0.00	26.33	0.00	32.91	0.00	32.91	0.00	12,197.22	100%	0%	
0-267.35	29.75	0.00	205.93	0.00	205.93	0.00	257.41	0.00	257.41	0.00	12,454.63	100%	0%	
0-273.91	28.66	0.00	191.58	0.00	191.58	0.00	239.48	0.00	239.48	0.00	12,694.11	100%	0%	
0-275.35	28.34	0.00	41.04	0.00	41.04	0.00	51.30	0.00	51.30	0.00	12,745.41	100%	0%	
0-280.00	26.42	0.00	127.33	0.00	127.33	0.00	159.16	0.00	159.16	0.00	12,904.57	100%	0%	
0-281.91	25.67	0.00	49.75	0.00	49.75	0.00	62.19	0.00	62.19	0.00	12,966.76	100%	0%	
0-288.47	23.35	0.00	160.79	0.00	160.79	0.00	200.99	0.00	200.99	0.00	13,167.75	100%	0%	
0-297.91	22.34	0.00	216.87	0.00	216.87	0.00	271.09	0.00	271.09	0.00	13,438.83	100%	0%	
0-300.00	22.95	0.00	47.33	0.00	47.33	0.00	59.16	0.00	59.16	0.00	13,498.00	100%	0%	
0-310.00	25.59	0.00	245.02	0.00	245.02	0.00	306.28	0.00	306.28	0.00	13,804.27	100%	0%	
0-320.00	27.16	0.00	265.99	0.00	265.99	0.00	332.49	0.00	332.49	0.00	14,136.76	100%	0%	
0-320.82	27.24	0.00	22.30	0.00	22.30	0.00	27.88	0.00	27.88	0.00	14,164.63	100%	0%	
0-330.26	28.36	0.00	263.53	0.00	263.53	0.00	329.41	0.00	329.41	0.00	14,494.05	100%	0%	
0-336.82	29.98	0.00	191.35	0.00	191.35	0.00	239.19	0.00	239.19	0.00	14,733.23	100%	0%	
0-340.00	30.96	0.00	96.89	0.00	96.89	0.00	121.11	0.00	121.11	0.00	14,854.35	100%	0%	
0-343.38	32.03	0.00	106.65	0.00	106.65	0.00	133.06	0.00	133.06	0.00	14,987.41	100%	0%	
0-360.00	34.23	0.00	550.67	0.00	550.67	0.00	688.34	0.00	688.34	0.00	15,675.75	100%	0%	
0-380.00	0.00	0.00	342.35	0.00	342.35	0.00	427.94	0.00	427.94	0.00	16,103.68	100%	0%	
0-400.00	23.67	0.00	236.72	0.00	236.72	0.00	295.90	0.00	295.90	0.00	16,399.58	100%	0%	
0-404.59	21.98	0.00	50.45	0.00	50.45	0.00	63.06	0.00	63.06	0.00	16,462.65	100%	0%	
0-410.36	20.75	0.00	123.28	0.00	123.28	0.00	154.10	0.00	154.10	0.00	16,616.75	100%	0%	
0-416.13	22.09	0.00	123.59	0.00	123.59	0.00	154.49	0.00	154.49	0.00	16,771.23	100%	0%	
0-420.00	0.00	0.00	42.74	0.00	42.74	0.00	53.43	0.00	53.43	0.00	16,824.66	100%	0%	
0-425.36	25.91	0.00	69.78	0.00	69.78	0.00	87.23	0.00	87.23	0.00	16,911.88	100%	0%	
0-430.00	27.27	0.00	124.12	0.00	124.12	0.00	155.15	0.00	155.15	0.00	17,067.03	100%	0%	
0-440.00	29.04	0.01	283.34	0.05	283.34	0.00	354.18	0.00	354.18	0.07	17,421.14	100%	0%	
0-450.00	28.75	0.00	290.83	0.05	290.83	0.00	363.54	0.00	363.54	0.00	17,784.61	100%	0%	
0-452.12	28.41	0.00	60.58	0.00	60.58	0.00	75.73	0.00	75.73	0.00	17,860.33	100%	0%	
0-460.00	26.11	0.00	215.84	0.00	215.84	0.00	269.80	0.00	269.80	0.00	18,130.13	100%	0%	
0-463.57	25.13	0.00	91.46	0.00	91.46	0.00	114.33	0.00	114.33	0.00	18,244.46	100%	0%	
0-470.73	23.69	0.00	174.78	0.00	174.78	0.00	218.48	0.00	218.48	0.00	18,462.93	100%	0%	
0-476.55	25.33	0.00	142.66	0.00	142.66	0.00	178.33	0.00	178.33	0.00	18,641.26	100%	0%	
0-480.00	29.04	0.00	93.79	0.00	93.79	0.00	117.24	0.00	117.24	0.00	18,758.50	100%	0%	
0-489.34	41.05	0.00	292.18	0.00	292.18	0.00	365.23	0.00	365.23	0.00	19,123.72	100%	0%	
0-490.00	41.55	0.00	16.68	0.00	16.68	0.00	20.85	0.00	20.85	0.00	19,144.57	100%	0%	
0-500.00	61.46	0.00	340.70	0.00	340.70	0.00	425.88	0.00	425.88	0.00	19,570.45	100%	0%	
0-510.00	118.05	0.00	516.69	0.00	516.69	0.00	645.86	0.00	645.86	0.00	20,216.31	100%	0%	
0-511.28	127.77	0.00	139.77	0.00	139.77	0.00	174.71	0.00	174.71	0.00	20,391.02	100%	0%	
0-520.00	211.40	0.00	1529.78	0.00	1529.78	0.00	1912.23	0.00	1912.23	0.00	22,303.25	100%	0%	
0-530.00	318.38	0.00	3432.18	0.00	3432.18	0.00	4290.23	0.00	4290.23	0.00	26,593.47	100%	0%	
0-533.23	321.51	0.00	1483.06	0.00	1483.06	0.00	1853.83	0.00	1853.83	0.00	28,447.30	100%	0%	
0-540.00	261.92	0.00	2384.28	0.00	2384.28	0.00	2965.35	0.00	2965.35	0.00	31,402.65	100%	0%	
0-544.83	221.66	0.00	1166.41	0.00	1166.41	0.00	1458.01	0.00	1458.01	0.00	32,860.66	100%	0%	
0-550.10	182.58	0.00	1063.60	0.00	1063.60	0.00	1329.50	0.00	1329.50	0.00	34,190.16	100%	0%	
0-556.07	160.55	0.00	1024.24	0.00	1024.24	0.00	1280.30	0.00	1280.30	0.00	35,470.46	100%	0%	
0-560.00	151.34	0.00	612.86	0.00	612.86	0.00	766.08	0.00	766.08	0.00	36,236.53	100%	0%	
0-563.97	142.76	0.00	530.31	0.00	530.31	0.00	662.89	0.00	662.89	0.00	36,899.42	100%	0%	
0-570.00	119.53	0.00	709.18	0.00	709.18	0.								

2-065.01	105.32	0.00	460.59	0.00	460.59	0.00	575.74	0.00	575.74	0.00	179,882.27	100%	0%
2-071.72	101.13	0.00	692.62	0.00	692.62	0.00	865.78	0.00	865.78	0.00	180,748.05	100%	0%
2-078.43	99.88	0.00	674.38	0.00	674.38	0.00	842.98	0.00	842.98	0.00	181,591.02	100%	0%
2-080.00	99.37	0.00	156.41	0.00	156.41	0.00	195.51	0.00	195.51	0.00	181,786.54	100%	0%
2-087.73	96.86	0.00	758.39	0.00	758.39	0.00	947.99	0.00	947.99	0.00	182,734.52	100%	0%
2-093.96	92.88	0.00	592.93	0.00	592.93	0.00	741.16	0.00	741.16	0.00	183,475.69	100%	0%
2-100.00	90.37	0.00	551.60	0.00	551.60	0.00	689.50	0.00	689.50	0.00	184,165.19	100%	0%
2-100.23	90.29	0.00	20.78	0.00	20.78	0.00	25.98	0.00	25.98	0.00	184,191.16	100%	0%
2-102.98	89.73	0.00	247.53	0.00	247.53	0.00	309.41	0.00	309.41	0.00	184,500.57	100%	0%
2-110.00	88.04	0.00	623.97	0.00	623.97	0.00	779.96	0.00	779.96	0.00	185,280.54	100%	0%
2-120.00	85.70	0.00	868.68	0.00	868.68	0.00	1085.85	0.00	1085.85	0.00	186,366.39	100%	0%
2-130.00	83.15	0.00	844.27	0.00	844.27	0.00	1055.34	0.00	1055.34	0.00	187,421.72	100%	0%
2-140.00	79.68	0.00	814.18	0.00	814.18	0.00	1017.73	0.00	1017.73	0.00	188,439.45	100%	0%
2-150.00	78.88	0.00	792.81	0.00	792.81	0.00	991.01	0.00	991.01	0.00	189,430.46	100%	0%
2-160.00	79.86	0.00	793.69	0.00	793.69	0.00	992.11	0.00	992.11	0.00	190,422.57	100%	0%
2-170.00	80.01	0.00	799.33	0.00	799.33	0.00	999.16	0.00	999.16	0.00	191,421.74	100%	0%
2-180.00	79.30	0.00	796.53	0.00	796.53	0.00	995.66	0.00	995.66	0.00	192,417.40	100%	0%
2-190.00	77.45	0.00	783.72	0.00	783.72	0.00	979.65	0.00	979.65	0.00	193,397.05	100%	0%
2-200.00	73.56	0.00	755.03	0.00	755.03	0.00	943.79	0.00	943.79	0.00	194,340.84	100%	0%
2-210.00	67.44	0.00	705.01	0.00	705.01	0.00	881.26	0.00	881.26	0.00	195,222.10	100%	0%
2-217.24	62.54	0.00	470.51	0.00	470.51	0.00	588.14	0.00	588.14	0.00	195,810.24	100%	0%
2-219.99	61.12	0.00	170.03	0.00	170.03	0.00	212.54	0.00	212.54	0.00	196,022.77	100%	0%
2-220.00	61.12	0.00	0.61	0.00	0.61	0.00	0.76	0.00	0.76	0.00	196,023.54	100%	0%
2-226.24	61.69	0.00	383.17	0.00	383.17	0.00	478.96	0.00	478.96	0.00	196,502.50	100%	0%
2-232.49	62.91	0.00	389.37	0.00	389.37	0.00	486.71	0.00	486.71	0.00	196,989.21	100%	0%
2-240.00	61.57	0.00	467.40	0.00	467.40	0.00	584.25	0.00	584.25	0.00	197,573.46	100%	0%
2-260.00	56.54	0.00	1181.11	0.00	1181.11	0.00	1476.39	0.00	1476.39	0.00	199,049.85	100%	0%
2-280.00	51.85	0.00	1083.94	0.00	1083.94	0.00	1354.93	0.00	1354.93	0.00	200,404.77	100%	0%
2-300.00	33.22	0.00	850.73	0.00	850.73	0.00	1063.41	0.00	1063.41	0.00	201,468.19	100%	0%
2-318.16	35.58	0.00	213.27	0.00	213.27	0.00	277.25	0.00	277.25	0.00	201,726.51	100%	0%
2-320.00	36.49	0.00	66.31	0.00	66.31	0.00	86.20	0.00	86.20	0.00	201,831.64	100%	0%
2-324.19	38.58	0.00	157.26	0.00	157.26	0.00	204.44	0.00	204.44	0.00	202,036.08	100%	0%
2-330.00	42.74	0.00	236.22	0.00	236.22	0.00	307.09	0.00	307.09	0.00	202,343.16	100%	0%
2-332.16	44.58	0.00	94.30	0.00	94.30	0.00	122.59	0.00	122.59	0.00	202,465.75	100%	0%
2-340.00	47.12	0.00	354.49	0.00	354.49	0.00	460.84	0.00	460.84	0.00	202,926.59	100%	0%
2-350.00	53.15	0.00	494.65	0.00	494.65	0.00	643.05	0.00	643.05	0.00	203,569.64	100%	0%
2-360.00	58.64	0.00	552.01	0.00	552.01	0.00	717.61	0.00	717.61	0.00	204,287.25	100%	0%
2-370.00	58.49	0.00	578.69	0.00	578.69	0.00	752.30	0.00	752.30	0.00	205,039.55	100%	0%
2-380.00	61.55	0.00	593.14	0.00	593.14	0.00	771.08	0.00	771.08	0.00	205,810.63	100%	0%
2-390.00	67.99	0.00	640.22	0.00	640.22	0.00	832.29	0.00	832.29	0.00	206,642.91	100%	0%
2-400.00	76.99	0.00	716.71	0.00	716.71	0.00	931.72	0.00	931.72	0.00	207,574.64	100%	0%
2-410.00	78.76	0.00	769.21	0.00	769.21	0.00	999.97	0.00	999.97	0.00	208,574.61	100%	0%
2-420.00	76.07	0.00	763.42	0.00	763.42	0.00	992.45	0.00	992.45	0.00	209,567.06	100%	0%
2-430.00	74.46	0.00	741.94	0.00	741.94	0.00	964.52	0.00	964.52	0.00	210,531.58	100%	0%
2-440.00	71.74	0.00	720.74	0.00	720.74	0.00	936.96	0.00	936.96	0.00	211,468.54	100%	0%
2-460.00	70.65	0.00	701.70	0.00	701.70	0.00	912.21	0.00	912.21	0.00	212,380.75	100%	0%
2-460.00	73.96	0.00	712.06	0.00	712.06	0.00	925.68	0.00	925.68	0.00	213,306.43	100%	0%
2-465.07	77.76	0.00	378.60	0.00	378.60	0.00	492.18	0.00	492.18	0.00	213,798.61	100%	0%
2-472.04	77.74	0.00	614.95	0.00	614.95	0.00	799.44	0.00	799.44	0.00	214,598.04	100%	0%
2-479.07	79.84	0.00	475.09	0.00	475.09	0.00	617.62	0.00	617.62	0.00	215,215.66	100%	0%
2-480.00	80.88	0.00	74.74	0.00	74.74	0.00	97.16	0.00	97.16	0.00	215,312.82	100%	0%
2-485.10	85.22	0.00	423.58	0.00	423.58	0.00	550.65	0.00	550.65	0.00	215,863.48	100%	0%
2-500.00	87.82	0.00	1289.11	0.00	1289.11	0.00	1675.92	0.00	1675.92	0.00	217,539.40	100%	0%
2-520.00	80.18	0.00	1680.01	0.00	1680.01	0.00	2184.01	0.00	2184.01	0.00	219,723.41	100%	0%
2-540.00	66.95	0.00	1471.33	0.00	1471.33	0.00	1912.73	0.00	1912.73	0.00	221,636.14	100%	0%
2-540.90	66.20	0.00	59.92	0.00	59.92	0.00	77.90	0.00	77.90	0.00	221,714.03	100%	0%
2-547.15	60.33	0.00	395.41	0.00	395.41	0.00	514.03	0.00	514.03	0.00	222,228.07	100%	0%
2-553.40	59.02	0.00	372.95	0.00	372.95	0.00	484.84	0.00	484.84	0.00	222,712.90	100%	0%
2-560.00	59.74	0.00	391.91	0.00	391.91	0.00	509.48	0.00	509.48	0.00	223,222.39	100%	0%
2-562.15	60.40	0.00	129.15	0.00	129.15	0.00	167.90	0.00	167.90	0.00	223,390.28	100%	0%
2-570.00	57.12	0.00	455.40	0.00	455.40	0.00	592.02	0.00	592.02	0.00	223,982.30	100%	0%
2-580.00	57.32	0.00	565.03	0.00	565.03	0.00	734.54	0.00	734.54	0.00	224,716.84	100%	0%
2-590.00	61.66	0.00	587.72	0.00	587.72	0.00	764.04	0.00	764.04	0.00	225,480.88	100%	0%
2-600.00	68.25	0.00	642.76	0.00	642.76	0.00	835.59	0.00	835.59	0.00	226,316.46	100%	0%
2-610.00	60.61	0.00	637.72	0.00	637.72	0.00	829.04	0.00	829.04	0.00	227,145.50	100%	0%
2-617.88	57.25	0.00	459.09	0.00	459.09	0.00	596.82	0.00	596.82	0.00	227,742.32	100%	0%
2-620.00	55.08	0.00	119.07	0.00	119.07	0.00	154.79	0.00	154.79	0.00	227,997.11	100%	0%
2-626.63	49.67	0.00	347.23	0.00	347.23	0.00	451.40	0.00	451.40	0.00	228,348.51	100%	0%
2-632.88	46.48	0.00	300.45	0.00	300.45	0.00	390.59	0.00	390.59	0.00	228,739.09	100%	0%
2-639.13	46.68	0.00	291.12	0.00	291.12	0.00	378.46	0.00	378.46	0.00	229,117.55	100%	0%
2-640.00	46.68	0.00	40.61	0.00	40.61	0.00	52.79	0.00	52.79	0.00	229,170.34	100%	0%
2-660.00	47.22	0.00	938.98	0.00	938.98	0.00	1220.67	0.00	1220.67	0.00	230,391.01	100%	0%
2-680.00	48.47	0.00	961.93	0.00	961.93	0.00	1250.51	0.00	1250.51	0.00	231,641.52	100%	0%
2-700.00	51.52	0.00	1004.95	0.00	1004.95	0.00	1306.44	0.00	1306.44	0.00	232,947.96	100%	0%
2-717.89	53.84	0.00	942.47	0.00	942.47	0.00	1225.21	0.00	1225.21	0.00	234,173.17	100%	0%
2-720.00	53.71	0.00	113.47	0.00	113.47	0.00	147.51	0.00	147.51	0.00	234,320.68	100%	0%
2-724.39	53.48	0.00	235.29	0.00	235.29	0.00	305.88	0.00	305.88	0.00	234,626.56	100%	0%
2-730.89	53.62	0.00	348.08	0.00	348.08	0.00	452.50	0.00	452.50	0.00	235,079.06	100%	0%
2-737.39	54.12	0.00	350.14	0.00	350.14	0.00	455.18	0.00	455.18	0.00	235,534.24	100%	0%
2-740.00	54.16	0.00	141.30	0.00	141.30	0.00	183.69	0.00	183.69	0.00	235,717.93	100%	0%
2-750.00	52.76	0.00	536.82	0.00	536.82	0.00	697.87	0.00	697.87	0.00	236,415.80	100%	0%
2-760.00	48.92	0.00	510.58	0.00	510.58	0.00	663.75	0.00	663.75	0.00	237,079.55	100%	0%
2-770.00	43.75	0.00	465.51	0.00	465.51	0.00	605.16	0.00	605.16	0.00	237,684.72	100%	0%
2-780.00	51.09	0.00	476.53	0.00	476.53	0.00	619.49	0.00	619.49	0.00	238,304.21	100%	0%
2-790.00	57.94	0.00	547.63	0.00	547.63	0.00	711.92	0.00	711.92	0.00	239,016.12	100%	0%
2-800.00	61												

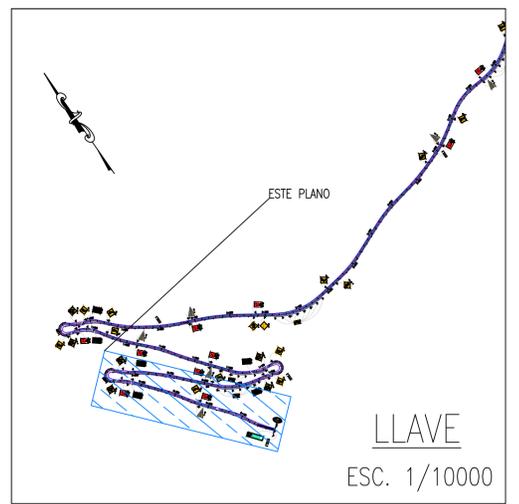
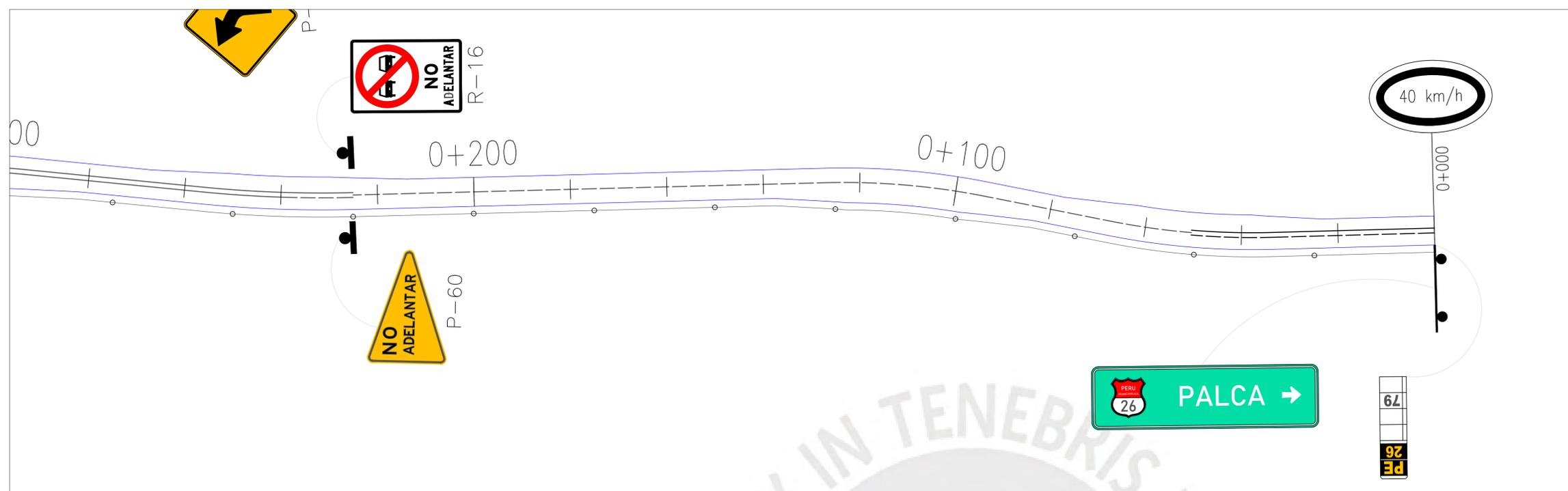
DIAGRAMA DE MASAS





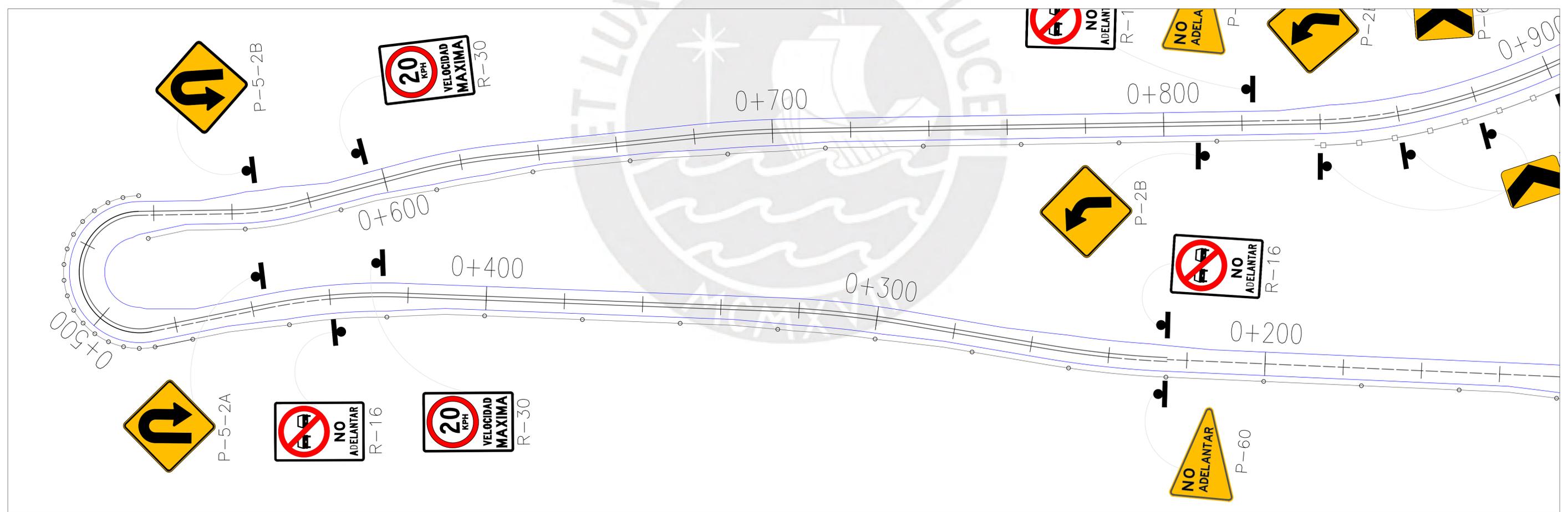
PLANO

SEÑALIZACIÓN VIAL

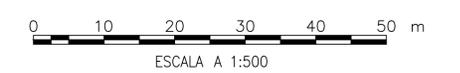
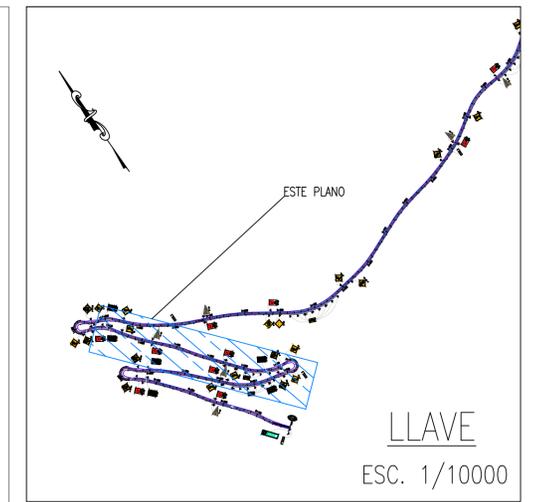
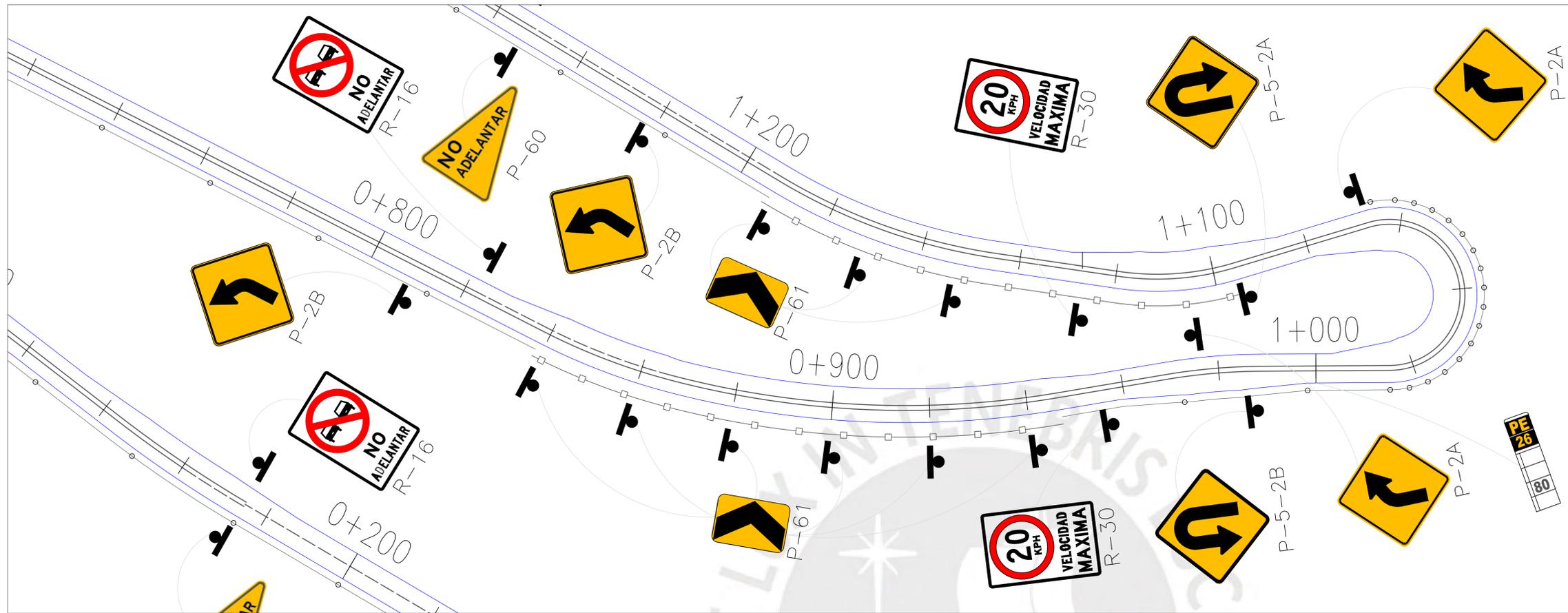


LEYENDA

Poste de señal vertical	
Poste de señal Informativa	
Postes Delineadores	
Barreras de seguridad	

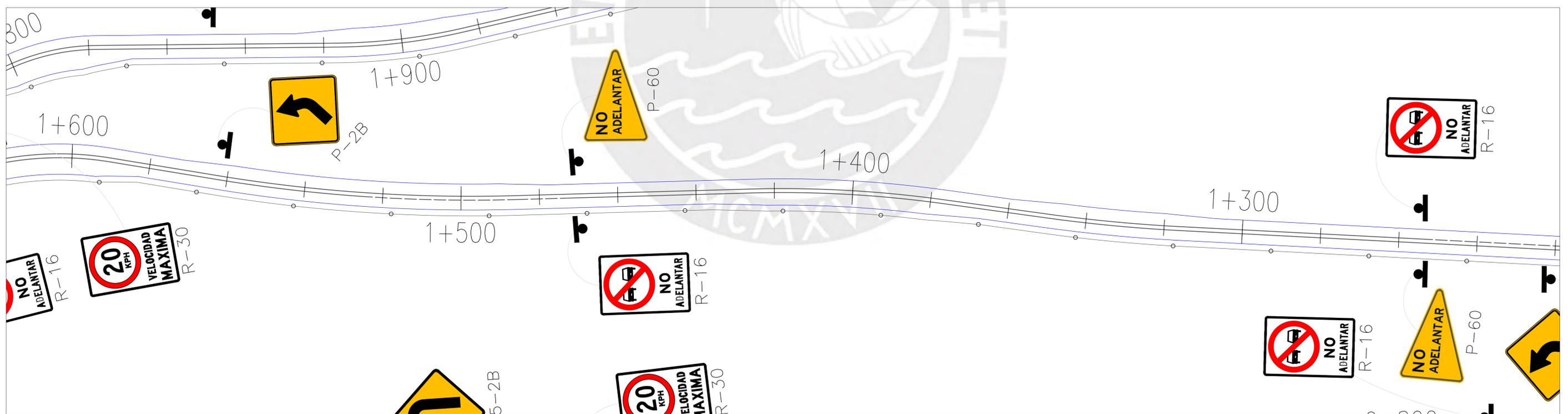


REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SEÑALIZACIÓN VIAL		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: 1/500		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 0+000 - 0+800	FORMATO: A1	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 01	
CLIENTE:	PUCP			

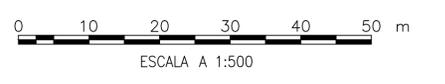
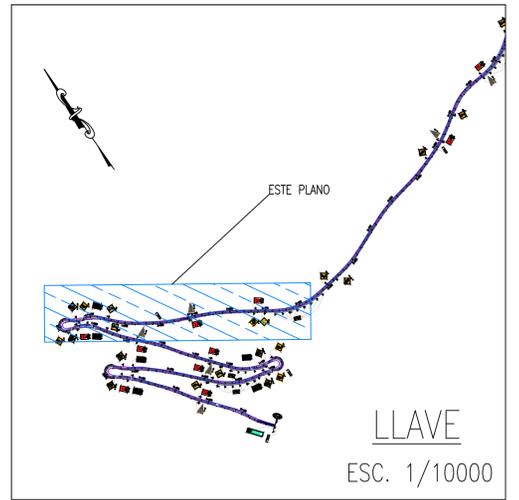
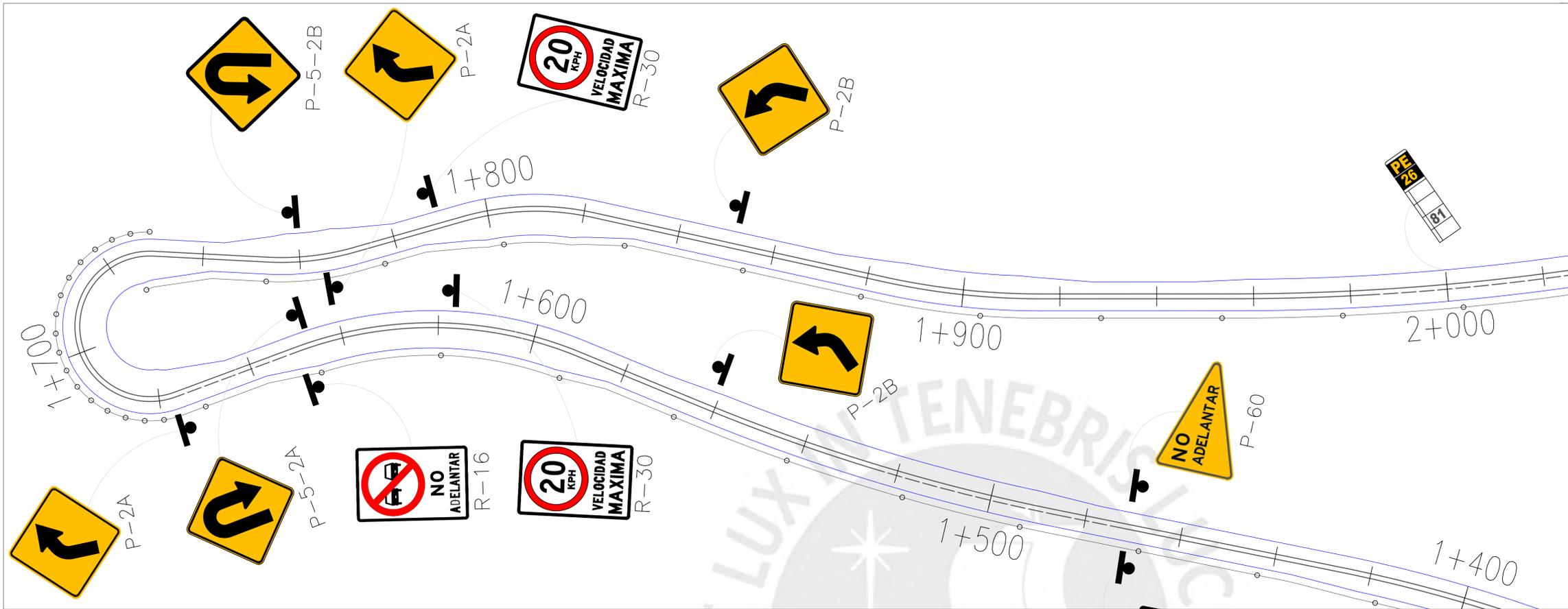


LEYENDA

Poste de señal vertical	
Poste de señal informativa	
Postes Delineadores	
Barreras de seguridad	

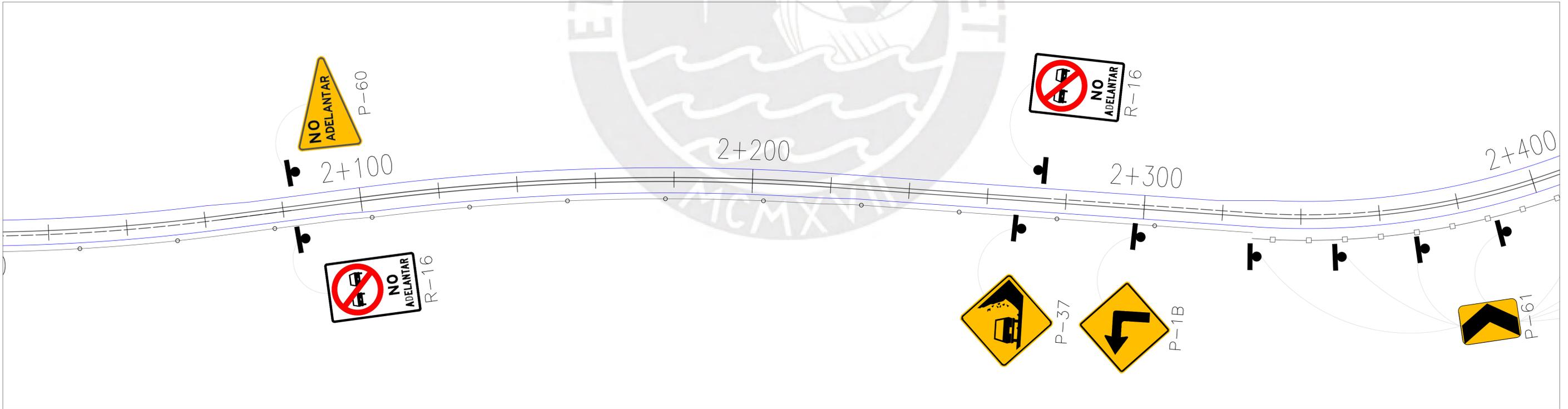


REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SEÑALIZACIÓN VIAL		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: 1/500	TRAMO: KM 0+800 - 1+600	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	Nº PL: 02		
CLIENTE:	PUCP			

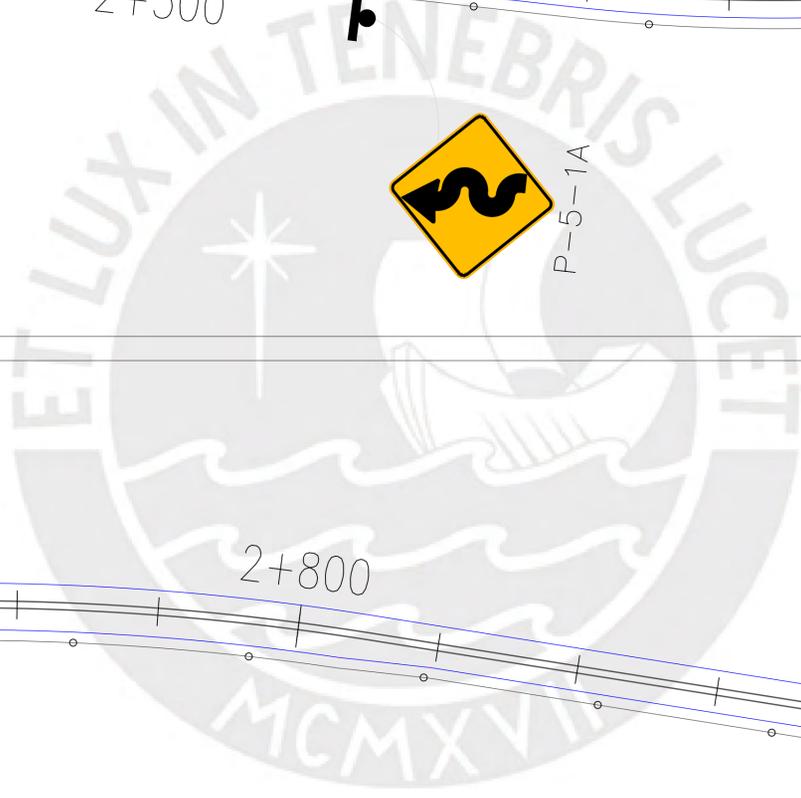
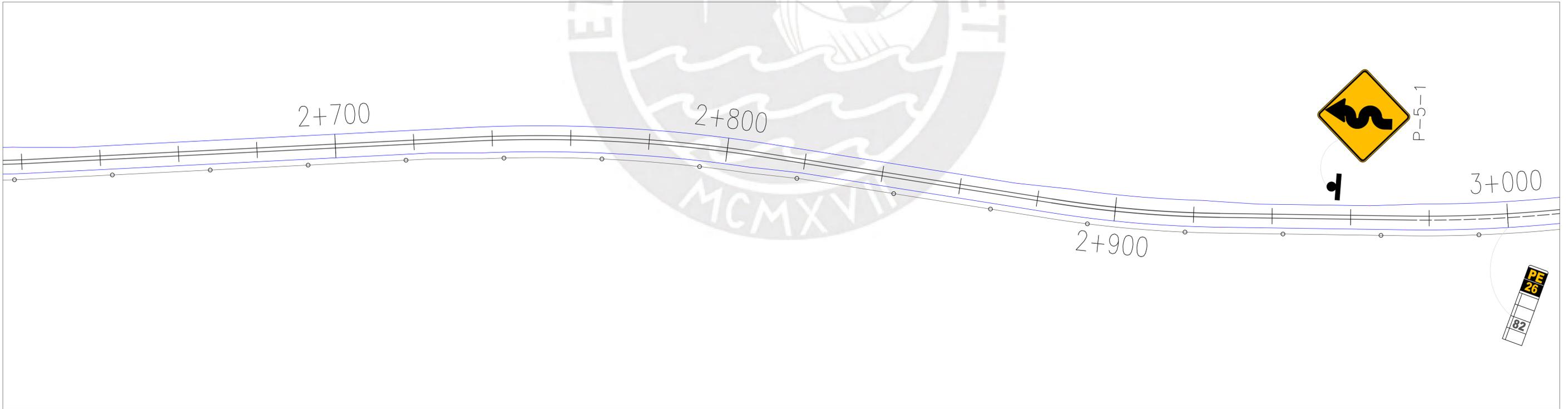
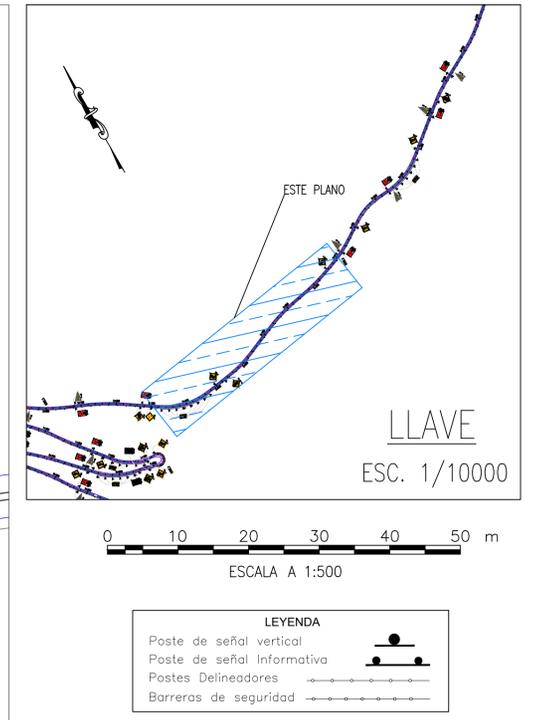
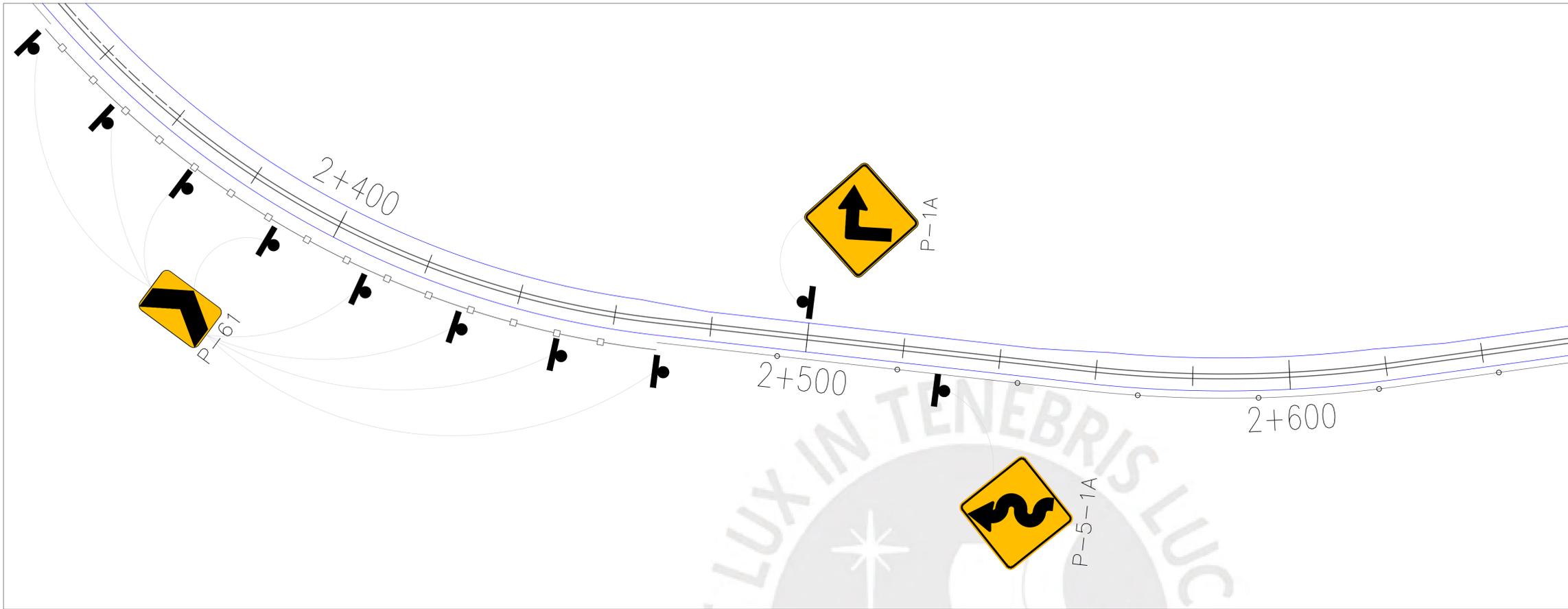


LEYENDA

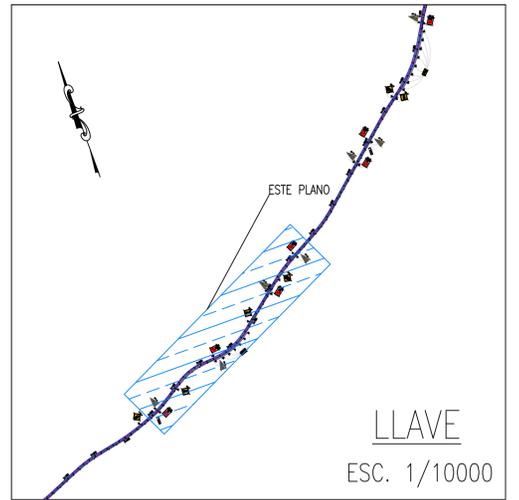
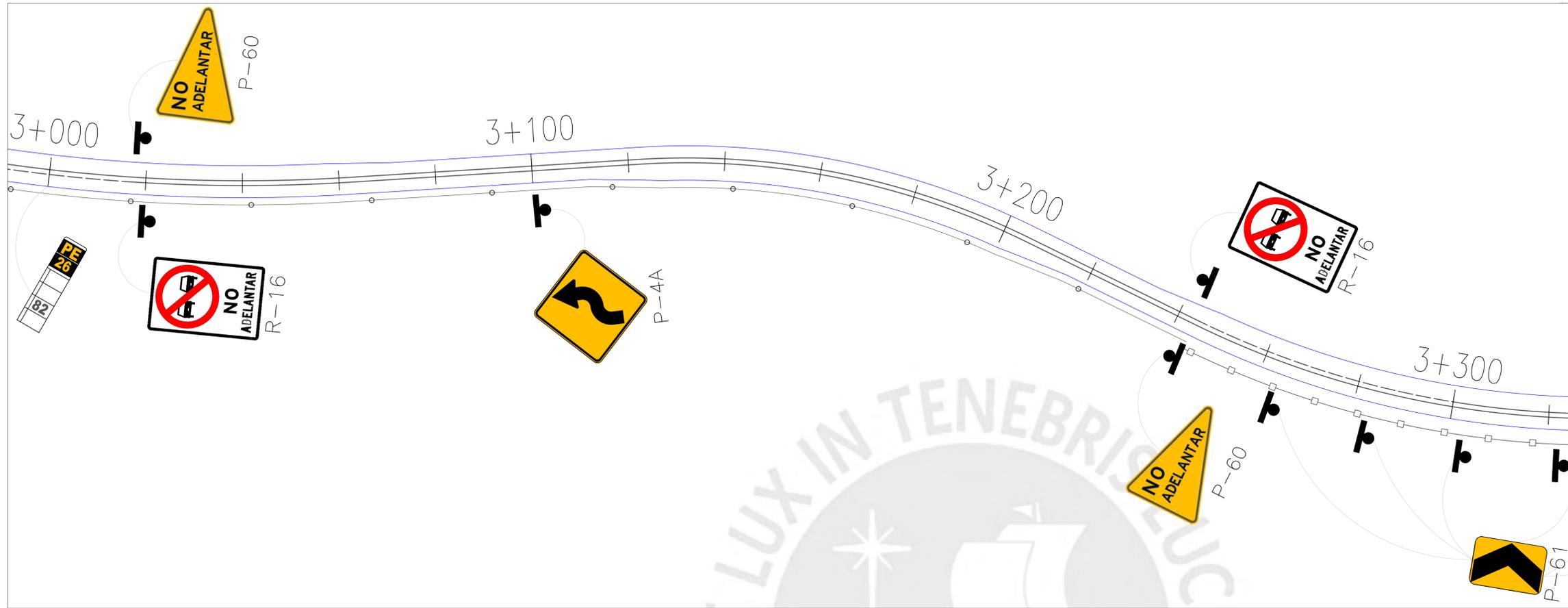
Poste de señal vertical	
Poste de señal Informativa	
Postes Delineadores	
Barreras de seguridad	



REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SEÑALIZACIÓN VIAL		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: 1/500		
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO: KM 1+600 - 2+400	FORMATO: A1	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FECHA: 11/03/2021	Nº PL: 03	
CLIENTE:	PUCP			

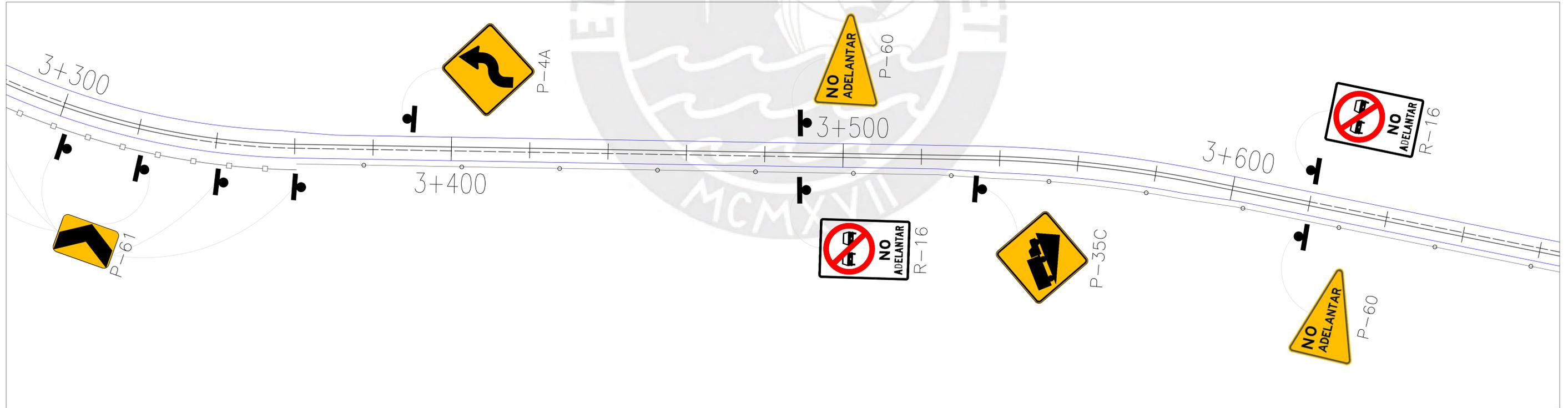


REVISIONES		PROYECTO:			
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26			
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO:			
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	SEÑALIZACIÓN VIAL			
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	ESCALA:			
CLIENTE:	PUCP	1/500	TRAMO: KM 2+400 - 3+000	FORMATO:	A1
				FECHA:	11/03/2021
				Nº PL:	04

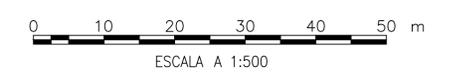
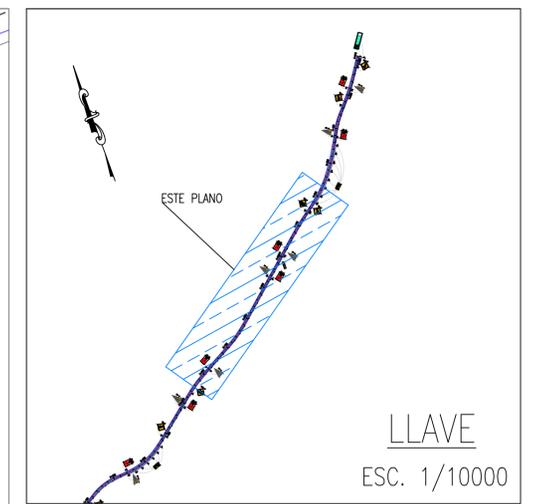
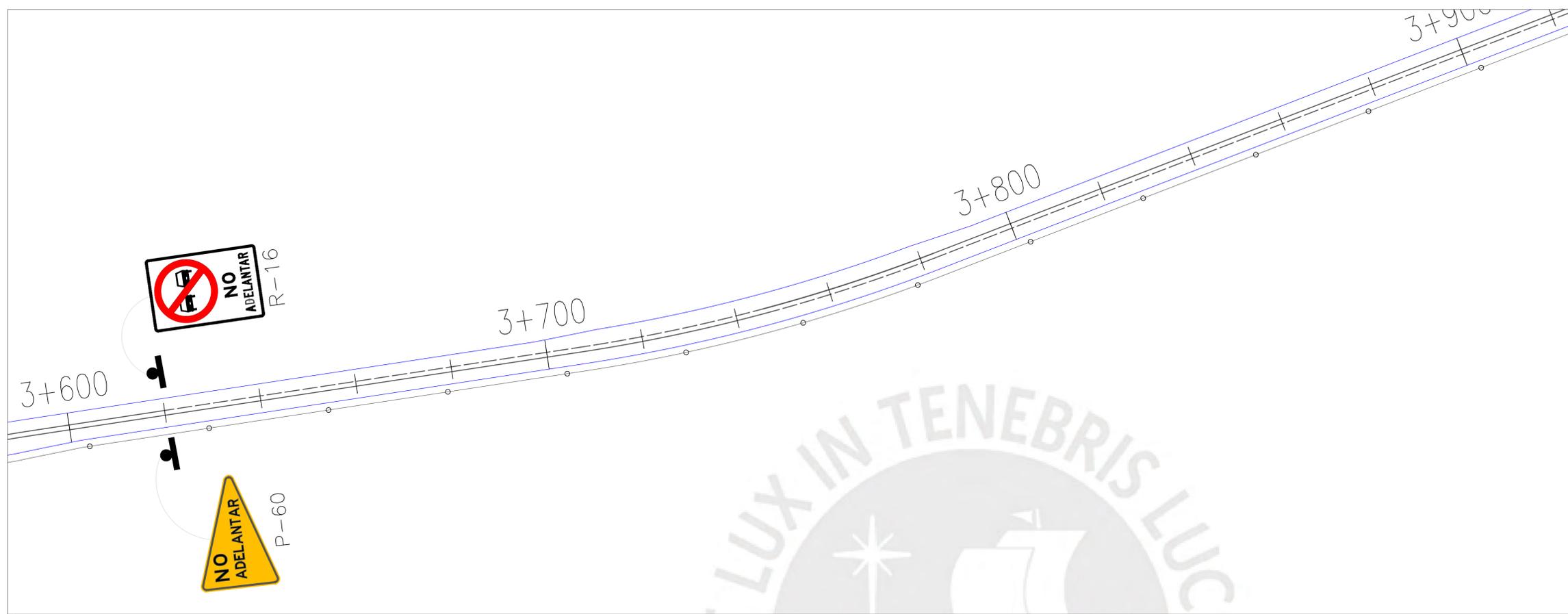


0 10 20 30 40 50 m
ESCALA A 1:500

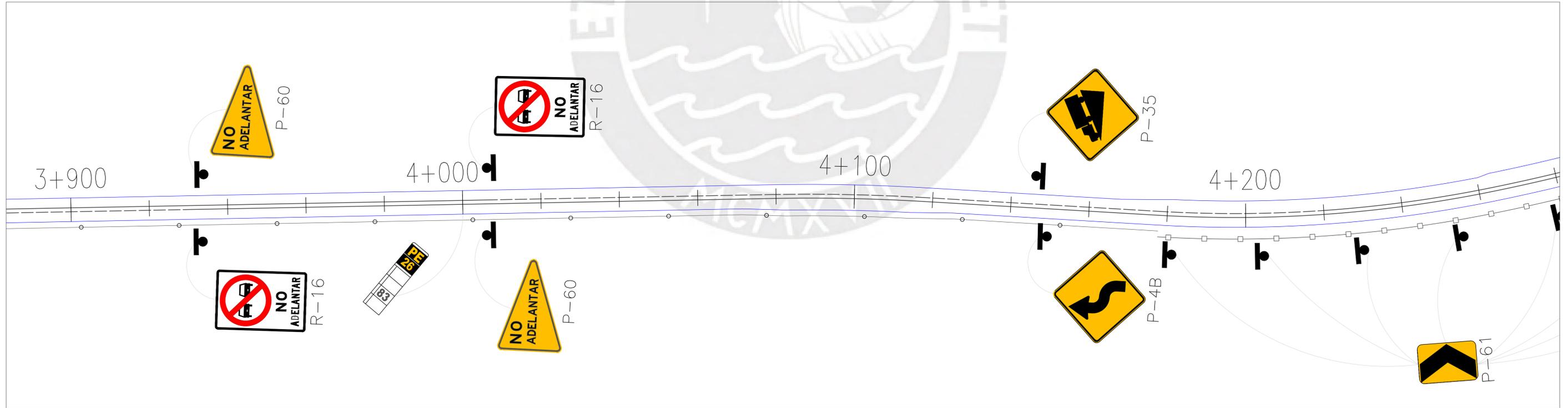
LEYENDA	
Poste de señal vertical	
Poste de señal informativa	
Postes Delineadores	
Barreras de seguridad	



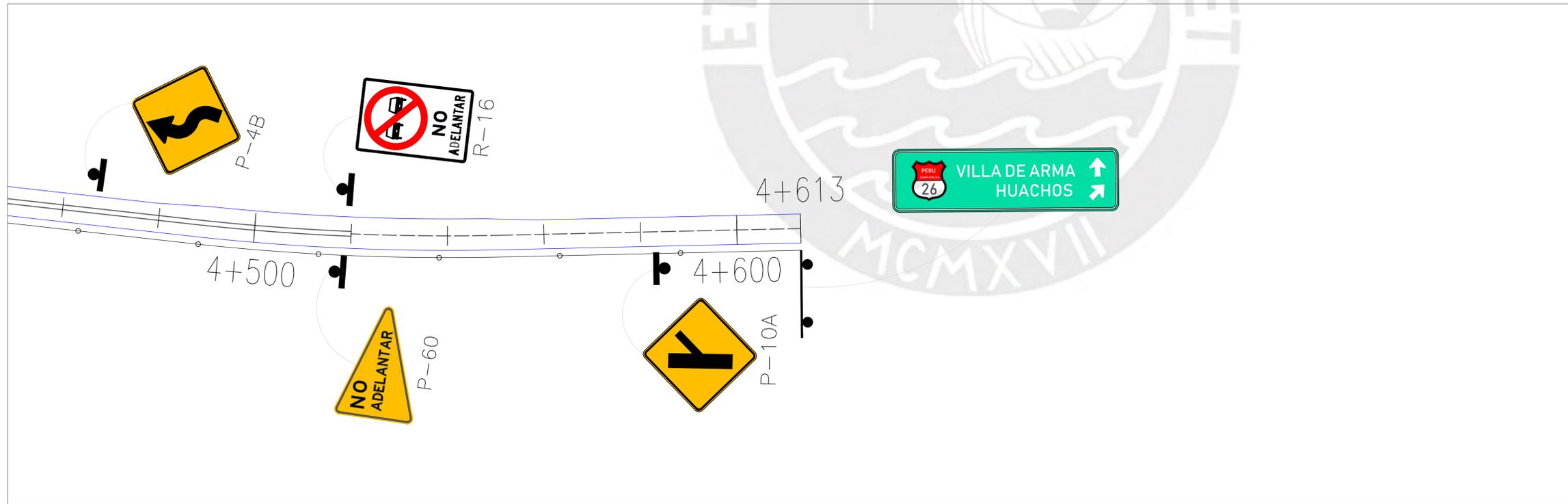
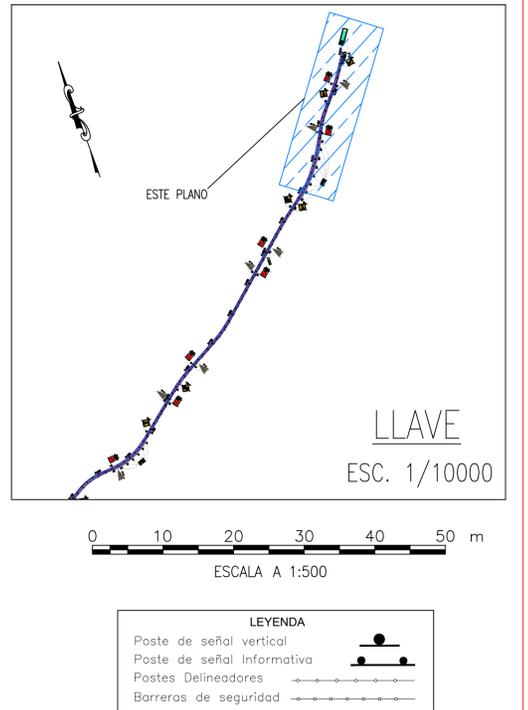
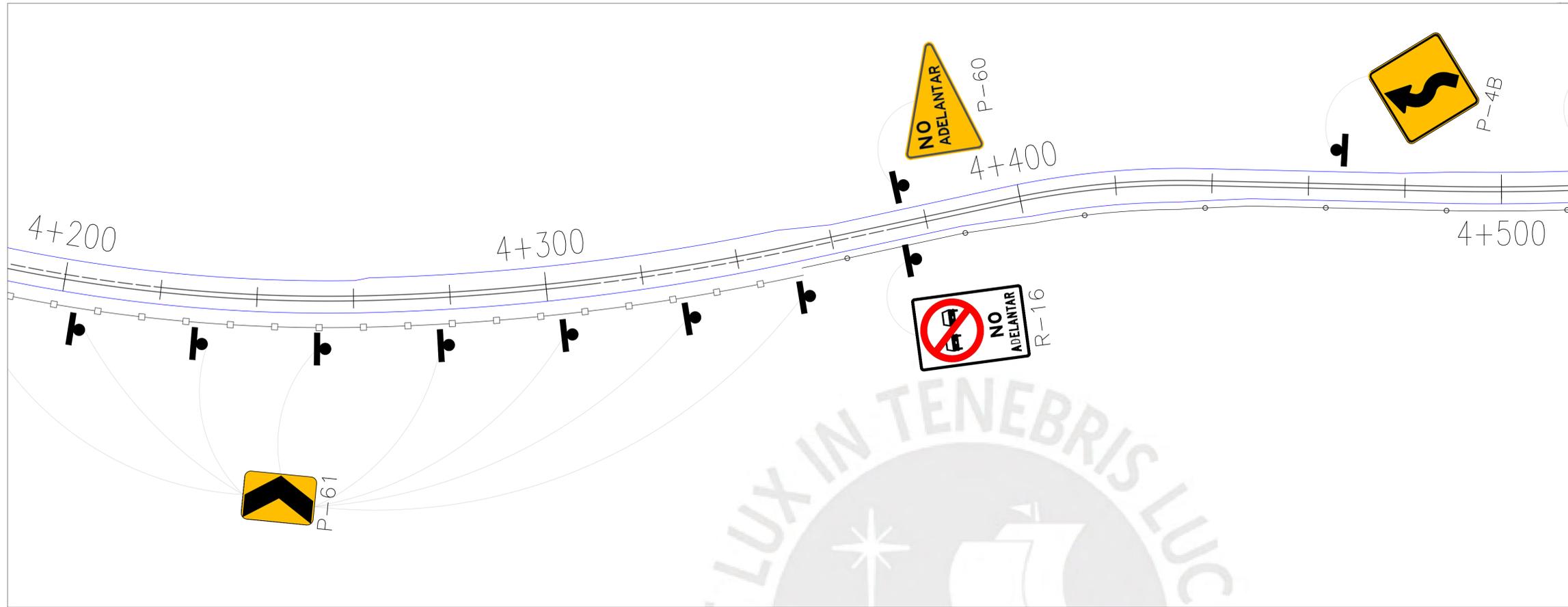
REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SEÑALIZACIÓN VIAL		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: 1/500	TRAMO: KM 3+000 - 3+600	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	Nº PL: 05		
CLIENTE:	PUCP			



LEYENDA	
Poste de señal vertical	
Poste de señal Informativa	
Postes Delineadores	
Barreras de seguridad	



REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SEÑALIZACIÓN VIAL		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA:	1/500	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	TRAMO:	KM 3+600 - 4+200	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO:	A1	
CLIENTE:	PUCP	FECHA:	11/03/2021	Nº PL: 06



REVISIONES		PROYECTO: Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 al km 83 de la ruta PE-26		
DIBUJADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	PLANO: SEÑALIZACIÓN VIAL		
DISEÑADO POR:	JUAN E. SIGUAS BERNAOLA	ESCALA: 1/500	TRAMO: KM 4+200 - 4+613	
REVISADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ	FORMATO: A1	FECHA: 11/03/2021	
APROBADO POR:	ING. FERNANDO J. CAMPOS DE LA CRUZ			Nº PL: 07
CLIENTE:	PUCP			