

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
GEOMÉTRICAS DE UNA CARRETERA PARA LA SEGURIDAD
VIAL.

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER
ROMERO MORALES, MIGUEL ANGEL

ASESOR
MAG. ING. ALVA VILLACORTA, OSCAR FREDY

HUARAZ – ANCASH – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A mis padres Tobias e Ylda, por haberme inculcado la importancia del estudio y por ser mi apoyo a lo largo de toda mi vida; a mi hermano Alejandro por estar siempre presente siendo mi cómplice y mano derecha; a mi hija Cielo por ser parte de mi inspiración en superarme cada día; a mi pareja Pamela por apoyarme y darme aliento en culminar este proyecto.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi mayor agradecimiento a los docentes de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” por haberme inculcado conocimientos y valores para mi integra formación profesional.



ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
Planteamiento Del Problema	3
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	3
1.2. Formulación del Problema	6
1.2.1 Problema General.....	6
1.2.2 Problemas Específicos	6
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación	7
1.4. Delimitación Espacial y Temporal.....	8
1.5. Objetivos de la Tesis	9
1.5.1. Objetivo General	9
1.5.2. Objetivos Específicos.....	9
CAPÍTULO II	10

Marco Referencial.....	10
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	10
2.2. Bases Teóricas.....	18
2.2.1. Clasificación de las Carreteras	18
2.2.2. Vehículo de Diseño	18
2.2.3. Velocidad de Diseño	19
2.2.4. Distancia de Visibilidad	19
2.2.5. Diseño Geométrico de Carreteras	20
2.2.6. Seguridad Vial y Señalización	25
2.3. Marco Técnico Normativo.....	26
2.3.1. Clasificación de las Carreteras	26
2.3.2. Vehículo de Diseño	27
2.3.4. Distancia de Visibilidad	29
2.3.5. Diseño Geométrico en Planta.....	30
2.3.6. Diseño Geométrico en Perfil.....	35
2.3.7. Diseño Geométrico de la Sección Transversal.....	38
2.3.8. Seguridad Vial y Señalización	41
2.4. Hipótesis.....	47
2.4.1. Hipótesis General	47
2.4.2. Hipótesis Específicas	47

2.5. Variables Intervinientes	47
CAPÍTULO III.....	49
Metodología de Investigación.....	49
3.1. Orientación y Enfoque de la Investigación	49
3.2. Tipo de la Investigación.....	50
3.3. Nivel de la Investigación.....	50
3.4. Diseño de la Investigación	50
3.5. Población Y Muestra.....	50
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	51
3.6.1. Técnicas de Recolección de Información	51
3.6.2. Instrumentos Recolección de Información.....	51
3.6.3. Validez y Fiabilidad del Instrumento	52
CAPÍTULO IV	53
Resultados y Análisis de Resultados.....	53
4.1. Análisis y Evaluación de las Características del Diseño Geométrico en Base a la Norma DG-2001	53
4.1.1. Clasificación de la Carretera	54
4.1.2. Vehículo de Diseño	59
4.1.3. Velocidad de Diseño	60
4.1.4. Distancia de Visibilidad	60

4.1.5. Componentes del Diseño Geométrico en Planta.....	61
4.1.6. Componentes del Diseño Geométrico en Perfil	67
4.1.7. Componentes del Diseño Geométrico de la Sección Transversal.....	71
4.1.8. Análisis y Evaluación del Diseño Geométrico en Planta.....	73
4.1.9. Análisis del Diseño Geométrico en Perfil	93
4.1.10. Análisis del Diseño Geométrico de la Sección Transversal.....	97
4.2. Propuesta de alternativas de solución del Diseño Geométrico y Señalización en tramos críticos en Base a la norma vigente DG-2018. ...	101
4.2.1. Parámetros de Diseño Geométrico de la Vía según la norma vigente DG-2018.....	101
4.2.2. Propuesta de alternativas de solución de los tramos observados en base al DG-2018 y Uso de Señalización	112
4.3. Contratación de Hipótesis.....	123
4.4. Discusión de Resultados	123
CONCLUSIONES.....	125
RECOMENDACIONES.....	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXOS	131
Anexo 01: Registros Fotográficos de Señalizaciones en la Vía.....	132
Anexo 02: Matriz de Consistencia	143

Anexo 03: Informe de accidentes de tránsito en el distrito de Yautan (Sector Cruz Punta- Pariacoto).....	144
Anexo 04: Climograma del Distrito de Yautan-Casma	145
Anexo 05: Secciones en Planta de reemplazo de curvas del mismo sentido con tangente corta por una sola curva	146
Anexo 06: Planos del Replanteo del Tramo Km: 39+900 al Km:54+800	174



LISTA DE TABLAS

- Tabla 1: Víctimas de accidentes de tránsito fatales, según departamento, 2011 – 2017
- Tabla 2: Clasificación Según su Demanda
- Tabla 3: Clasificación Según su Orografía
- Tabla 4: Datos básicos de los vehículos de diseño (medida en metros)
- Tabla 5: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera
- Tabla 6: Longitud mínima de curva (L)
- Tabla 7: Longitudes de tramos en tangente
- Tabla 8: Radio mínimo y peralte máximo
- Tabla 9: Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase
- Tabla 10: Pendiente máximas (%)
- Tabla 11: Ancho mínimos de calzada en tangente
- Tabla 12: Ancho de bermas
- Tabla 13: Valores del bombeo de la calzada
- Tabla 14: Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte
- Tabla 15: Valores de peralte máximo
- Tabla 16: Valores de radios con Peralte Mínimo (2%)
- Tabla 17: Valores de la Tasa de crecimiento de vehiculos
- Tabla 18: Trafico IMDA del tramo
- Tabla 19: Trafico IMDA proyectado a la actualidad
- Tabla 20: Clasificación por Orografía de Tramos homogéneos
- Tabla 21: Parametros de Diseño Según el Expediente Técnico
- Tabla 22: Datos del alineamiento horizontal según el levantamiento topografico
- Tabla 23: Longitudes de tramos en tangente según el levantamiento topografico
- Tabla 24: Datos de alineamiento vertical del levantamiento topografico
- Tabla 25: Datos de alineamiento vertical para estudio del proyecto

- Tabla 26: Análisis de la Longitud de curva mínima en comparación con lo establecido por el DG-2001
- Tabla 27: Condición de cumplimiento de Longitud Mínima de Curva
- Tabla 28: Análisis de longitudes mínimas y máximas en tramos en tangente en comparación con lo establecido por el DG-2001
- Tabla 29: Tramos observados en longitud en tangente para radios de sentido contrario “S”
- Tabla 30: Tramos observados en longitud en tangente para radios del mismo sentido “O”
- Tabla 31: Tramo observado en longitud máxima en tangente
- Tabla 32: Condición de cumplimiento de longitud en tangente
- Tabla 33: Análisis del Radio Mínimo en comparación con lo establecido en el DG-2001
- Tabla 34: Tramos observados de Radio mínimo de Curva
- Tabla 35: Condición de cumplimiento de Radio Mínima de Curva
- Tabla 36: Análisis de la curva de transición en comparación a lo establecido en el DG-2001
- Tabla 37: Análisis del sobreancho en curvas de menor radio en comparación a lo establecido en el DG-2001
- Tabla 38: Condición de cumplimiento de Sobreancho en curvas de menor radio
- Tabla 39: Análisis de pendiente del tramo en estudio en comparación a lo establecido en el DG-2001
- Tabla 40: Análisis de longitud mínima de las curvas convexas en comparación a lo establecido en el DG-2001
- Tabla 41: Análisis de longitud mínima de las curvas cóncavas en comparación a lo establecido en el DG-2001
- Tabla 42: Clasificación Según su Demanda DG-2018
- Tabla 43: Clasificación Según su Orografía DG-2018
- Tabla 44: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera DG-2018
- Tabla 45: Velocidad de Diseño asignado al tramo en estudio según el DG-2018
- Tabla 46: Distancia de Visibilidad de Parada DG-2018

- Tabla 47: Distancia de Visibilidad de Paso DG-2018
- Tabla 48: Longitud mínima de curva (L) DG-2018
- Tabla 49: Longitud mínima de curva (L) según el DG-2018
- Tabla 50: Longitudes de tramos en tangente mínimas y máximas admisibles DG-2018
- Tabla 51: Radio mínimo y peralte máximo admisibles según el DG-2018
- Tabla 52: Radios máximos y mínimos para semirremolque simple (T3S3)
- Tabla 53: Radios circulares límites que permiten prescindir de la curva de transición DG-2018
- Tabla 54: Radios límites que permiten prescindir de la curva de transición según DG-2018
- Tabla 55: Sobranchos en las curvas de radio mínimo admisibles según el DG-2018
- Tabla 56: Pendientes máximas (%) DG-2018
- Tabla 57: Pendientes máximas para el tramo en estudio (%) DG-2018
- Tabla 58: Anchos mínimos de calzada en tangente DG-2018
- Tabla 59: Ancho mínimo de calzada en tangente de la vía en estudio según el DG-2018
- Tabla 60: Anchos de Bermas DG-2018
- Tabla 61: Ancho mínimo de bermas en el tramo en estudio según el DG-2018
- Tabla 62: Peraltes para los radios mínimos admisibles DG 2018
- Tabla 63: Longitud mínima a considerar de los tramos observados según el DG-2018
- Tabla 64: Relación entre radios consecutivos según el DG-2018
- Tabla 65: Propuesta de la Relación entre Radios Consecutivos para $L_s < 200m$
- Tabla 66: Propuesta de reemplazo de curvas del mismo sentido con tangente corta por una sola curva
- Tabla 67: Propuesta de Radio de Curva Mínima a considerar
- Tabla 68: Requerimiento de señal de prohibido adelantar R-16 en curvas Convexas
- Tabla 69: Requerimiento de Contención de Vehículos tipo Barreras de Seguridad

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01: Accidentes de tránsito 2006-2017.
- Figura 02: Distancia de visibilidad de parada (D_p)
- Figura 03: Distancia de visibilidad de paso (D_a)
- Figura 04: Elementos de la curva horizontal circular
- Figura 05: Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada
- Figura 06: Longitud mínima de curvas verticales cóncavas
- Figura 07: Ejemplo de tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”
- Figura 08: Ejemplo de postes delineadores
- Figura 09: Secciones de Inclinaciones Transversales del terreno por donde discurre su trazo
- Figura 10: Vehículo de diseño para la vía en estudio
- Figura 11: Distancia de visibilidad de parada para la vía en estudio
- Figura 12: Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento para la vía en estudio
- Figura 13: Medición de sección típica en tangente de la vía en estudio
- Figura 14: Bombeo típico en tangente de la vía en estudio
- Figura 15: Medición de sección de calzada en curvas de menor radio de la vía
- Figura 16: Longitud mínima de curva del tramo en estudio
- Figura 17: Tramo en tangente del tramo en estudio
- Figura 18: Cumplimiento de longitudes máximas y mínimas en alineaciones en tangente según el DG-2001
- Figura 19: Radio Mínimo y Peralte Máximo del tramo en estudio
- Figura 20: Cumplimiento de Radio mínimo de curva según el DG-2001.
- Figura 21: Curva de Transición del tramo en estudio.
- Figura 22: Pendiente del tramo en estudio.
- Figura 23: Ancho de la calzada en tangente del tramo en estudio.
- Figura 24: Ancho de berma del tramo en estudio

- Figura 25: Bombeo del tramo en estudio
- Figura 26: Radio donde no es necesario un peralte del tramo en estudio
- Figura 27: Peralte máximo medido del tramo en estudio
- Figura 28: Valores de radios con Peralte Mínimo (2%), según el DG-2001
- Figura 29: Peralte en Zona rural Tipo 1,2 o 3.
- Figura 30: Ejemplo de coordinación entre curvas circulares para tramos de alineamientos de curvas en “S”.
- Figura 31: Señal de Prohibido Adelantar (R-16).
- Figura 32: Señal de Velocidad máxima permitida 50km/h (R-30).
- Figura 33: Señales preventivas – curva horizontal.
- Figura 34: Señales preventivas – por características operativas de la vía.

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo analizar y evaluar las características del diseño geométrico para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001 de la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800. La presente investigación tiene una orientación Aplicada, con un enfoque Cuantitativo, de tipo Descriptivo, nivel Descriptivo; de diseño No Experimental, Transversal y Retrospectivo. La técnica de la investigación fue de análisis documental y observacional, se realizó el levantamiento topográfico, fichas técnicas y registros fotográficos como herramienta de recolección de datos. La conclusión obtenida fue que con el análisis y evaluación de las características del diseño geométrico se identificó que en varios tramos se encuentran observaciones las cuales no cumplen con los factores geométricos recomendados por la norma DG 2001, por lo cual no garantiza la seguridad vial.

Palabras Claves: Diseño geométrico, Seguridad Vial, Señalización.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to analyze and evaluate the characteristics of the geometric design for road safety based on the DG-2001 Standard of the Casma – Cruz Punta – Pariacoto highway in the Section Km 39 + 900 to Km 54 + 800. The present investigation has an Applied orientation, with a Quantitative approach, Descriptive type, Descriptive level; non-experimental, cross-sectional and retrospective design. The research technique was documentary and observational analysis, the topographical survey, technical sheets and photographic records were carried out as a data collection tool. The conclusion obtained was that with the analysis and evaluation of the characteristics of the geometric design, it was identified that in several sections there are observations which do not comply with the geometric factors recommended by the DG 2001 standard, for which it does not guarantee road safety.

Keywords: Geometric design, Road Safety, Signage.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de tesis se analiza y evalúa el diseño geométrico de la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800 ello debido a los accidentes de tránsito en este tramo y a sus sectores sinuosos y de fuertes pendientes, con la finalidad de mejorar las características funcionales de la vía y así mejorar la seguridad vial de la carretera en estudio.

El interés de este trabajo de tesis se da porque la deficiencia en el diseño geométrico de la carretera puede afectar considerablemente a la seguridad vial, donde los vehículos se ven en la necesidad de reducir la velocidad de marcha, retroceder, invadir el carril contrario, realizar maniobras peligrosas, tener problemas mecánicos, provocando accidentes de tránsito y elevando los costos de operación, transporte y mantenimiento de los vehículos.

El presente trabajo de tesis realiza el análisis de las características del diseño geométrico en base a la Norma con la que fue diseñada (DG 2001), para examinar y comparar los valores medidos con lo recomendado por la norma, para así encontrar los tramos críticos. Luego se realiza la evaluación de los tramos observados para determinar el grado de cumplimiento de los factores geométricos comparados con lo recomendado por la norma DG-2001. Finalmente se propone alternativas de solución en base a la implementación de señalización y recomendación del diseño geométrico en base a las normas vigentes.

La investigación está estructurada en cuatro capítulos, de la siguiente manera: El primer capítulo contiene el planteamiento del problema, donde se ha plasmado la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema, justificación e

importancia, delimitación espacial y temporal y objetivos de la tesis. El segundo capítulo se desarrolla el marco referencial, se encuentra los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y técnicas, la formulación de hipótesis y variables intervinientes. En el tercer capítulo se describe la metodología de investigación, contiene la orientación, enfoque, tipo, nivel, diseño y técnicas e instrumentos de la investigación. El cuarto capítulo se expone los resultados y análisis de resultados, de la misma manera se presenta la contrastación de hipótesis y discusión de resultados. Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

Planteamiento Del Problema

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El trazado vial (diseño geométrico) puede afectar considerablemente a la seguridad. Teóricamente, todas las vías se deberían concebir teniendo en cuenta la seguridad de todos los usuarios (Organización mundial de la salud, 2019).

En el Perú el número de accidentes de tránsito totales en el año 2017 fue de 3327 personas, debido a volcaduras y choques en carreteras (ver la Figura 01) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017).

Figura 01

Accidentes de tránsito 2006-2017.



Fuente: MTC-Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial

En el departamento de Ancash en el año 2017 el número de víctimas de accidente de tránsito fatales fue de 102 personas y heridos fue de 102 personas (ver la Tabla 1) (Ministerio del Interior -MININTER- Dirección de Gestión en Tecnología de la Información y Comunicaciones, 2017).

Tabla 1

Víctimas de accidentes de tránsito fatales, según departamento, 2011 – 2017

Departamento	Heridos						Muertos					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total	3 559	2 462	887	2 863	2 672	2 578	4 037	3 176	2 798	2 965	2 696	2 826
Amazonas	92	39	31	40	36	99	94	29	23	39	33	44
Ancash	457	114	106	130	103	102	675	123	169	195	137	102
Apurímac	26	14	101	39	55	89	39	46	49	74	93	44
Arequipa	231	226	166	193	223	170	219	221	189	197	189	174
Ayacucho	207	70	95	144	178	74	122	59	111	104	113	65
Cajamarca	29	75	114	42	185	93	47	61	92	77	118	102
Callao	16	56	32	9	0	50	28	63	52	74	21	46
Cusco	222	316	242	359	220	214	325	348	198	177	231	233

Fuente: Ministerio del Interior -MININTER- Dirección de Gestión en Tecnología de la Información y Comunicaciones.

Según el reporte policial con el Informe N° 424-19-XII MACREPOL ANCASH/DIVPOL-CH/CR.PNP.YAUTAN “D”, de la jurisdicción policial de la Comisaria Rural PNP Yautan, de jurisdicción que comprende desde el Km 25+00 (Cruz Punta) hasta el Km 47+500 (Sector Tutuma). Manifiesta que durante el año 2015 se suscitaron la cantidad de Quince (15) accidentes de tránsito por diversos motivos, durante el año 2016 se produjo Veintisiete (27) accidentes de tránsito, en el año 2017 se suscitaron la cantidad de Ocho (08) accidentes de tránsito, en el año 2018 se suscitó la cantidad de Ocho (08), el año 2019 se han suscitado la cantidad de Diecinueve (19) accidentes de tránsito.

Según el expediente técnico: Estudio Definitivo De Ingeniería Para La Rehabilitación Y Mejoramiento De La Carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto, Sector: Cruz Punta – Pariacoto (Km. 27+980 al Km. 56+480), realizado por la Dirección de Desarrollo Vial de la DGCF (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles), nos describe que el trazo de la carretera del Km. 39+900 al Km. 54+800, son sectores sinuosos y de fuertes pendiente.

En el presente trabajo de tesis se analizó y evaluó el diseño geométrico de la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800 ello debido a los accidentes de tránsito en este tramo y a sus sectores sinuosos y de fuertes pendientes. Con la finalidad de mejorar las características funcionales de la vía.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Las características geométricas son óptimas para la seguridad vial de la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800, en base a la Norma DG-2001?

1.2.2 Problemas Específicos

- 1) ¿En qué medida el análisis de las características geométricas de la carretera, contribuirá a determinar la seguridad vial en base a la Norma DG-2001?
- 2) ¿Cuál es el grado de cumplimientos de los factores geométricos, para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001?
- 3) ¿Qué alternativas de solución al diseño geométrico y señalización se podrá plantear en los tramos críticos para contribuir a la seguridad vial en base a la Normas Vigente DG-2018?

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

El estudio del diseño geométrico de carreteras es de vital importancia pues nos permite verificar los componentes geométricos de acuerdo a los parámetros del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes. Pues la deficiencia en el diseño geométrico de la carretera puede afectar considerablemente a la seguridad vial, donde los vehículos se ven en la necesidad de reducir la velocidad de marcha, retroceder, invadir el carril contrario, realizar maniobras peligrosas, tener problemas mecánicos, provocando accidentes de tránsito y elevando los costos de operación, transporte y mantenimiento de los vehículos.

En la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto, circulan buses de transporte de pasajeros que se desplazan desde la ciudad de Huaraz hacia las ciudades del norte, los mismos que están expuestos a accidentes de tránsito, tal como lo reporta la MACREPOL ANCASH, indicando que en el sector Yaután-Cruz Punta-Pariacoto, que durante los años de 2015 al 2019 se registraron 77 accidentes de tránsito, es por ello que es de vital importancia el estudio de los tramos Km 39+900 – Km 54+800, por ser tramos con sectores sinuosos y de fuertes pendientes. Con el resultado de estos estudios se determinó las propuestas del diseño geométrico y señalización de tránsito en base al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, para mejorar el buen funcionamiento de la circulación en la vía de estudio. La presente investigación se orienta en el análisis y evaluación de las características geométricas del tramo en estudio para medir su efectividad de cumplimiento con la Norma con la que fue realizada (DG-2001), para luego proponer alternativas para mejorar la transitabilidad con seguridad en la carretera, ya que es de importancia mejorar la seguridad vial, por los accidentes de tránsitos ocurridos en este tramo de estudio.

En la parte académica este estudio de esta investigación propiciará iniciativas de otros estudios viales similares en las carreteras de nuestra región y el Perú.

1.4. Delimitación Espacial y Temporal

Delimitación Espacial:

La carretera en estudio Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800, se encuentra localizado en la Región Ancash, entre el distrito de Yaután provincia de Casma y el distrito de Pariacoto provincia de Huaraz.

Delimitación Temporal:

El expediente técnico: Estudio Definitivo De Ingeniería Para La Rehabilitación Y Mejoramiento De La Carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto, Sector: Cruz Punta – Pariacoto (Km. 27+980 al Km. 56+480), realizado por la Dirección de Desarrollo Vial de la DGCF (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles), fue realizado el año 2004, los parámetros del diseño geométrico del tramo en estudio, se han determinado de acuerdo a la normatividad Manual De Diseño Geométrico De Carreteras Dg-2001.

El Informe de accidentes de tránsito en el distrito de Yautan (Sector Cruz Punta-Pariacoto), fueron de los años 2015 al 2019.

La recolección y tratamiento de datos se realizados en el año 2021 por el Tesista.

1.5. Objetivos de la Tesis

1.5.1. Objetivo General

Analizar y evaluar las características del diseño geométrico para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001 de la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800.

1.5.2. Objetivos Específicos

- 1) Analizar las características del diseño geométrico para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001.
- 2) Evaluar el grado de cumplimiento de los factores geométricos, para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001.
- 3) Plantear las posibles alternativas de solución del diseño geométrico y señalización en los tramos críticos para mejorar la seguridad vial en base a la Norma Vigente DG-2018.

CAPÍTULO II

Marco Referencial

2.1. Antecedentes de la Investigación

Internacionales

Valencia D. y Cruz M. (2021), manifestaron en su tesis de grado titulada “Análisis diseño geométrico y estructura de pavimento de cuatro segmentos viales, para el mejoramiento de la movilidad localizados en la carrera 51d entre calle 38-06 sur hasta calle 38a-19 sur, barrio Muzú, localidad puente Aranda Bogotá”, que el objetivo fue presentar una solución geométrica y estructura de pavimento que se adapten de manera adecuada a los segmentos viales en estudio, siguiendo las pautas de AASHTO y las especificaciones de diseño geométrico de IDU. Para obtener las características

geométricas actuales, la investigación tuvo como base la información geográfica que se encuentra en los archivos del instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), además se realizó un análisis de tránsito enfocado al diseño de pavimento, dicho estudio se hizo por medio de aforos visuales en campo con el fin de analizar los niveles de servicio, una vez obtenida y procesada esta información se dio inicio al diseño geométrico, estructura de pavimento y el análisis de los respectivos materiales, con el software y los estudios de suelos pertinente siguiendo la norma establecida por el instituto nacional de vías (INVIAS). Como resultado final se ha obtenido que el diseño geométrico de las vías se realiza con las restricciones existentes para cumplir con el nivel de acceso a las viviendas, por tanto, no se pueden considerar muchas condiciones como si fuera un tramo nuevo.

Zea J., Ortiz G. y Zamudio P. (2009), manifestaron en su tesis de grado titulada “Diagnóstico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del tramo comprendido entre el k0+000 hasta el k3+000 de la vía municipio de Tena - Los Alpes Cundinamarca”, que el objetivo fue adelantar un análisis de la geometría de la vía existente entre los Alpes y la localidad de Tena en Cundinamarca, a fin de diagnosticar su estado. El diseño metodológico que se utilizó en la presente investigación fue Investigación Acción que consiste en análisis, recolección de información, conceptualización, planeación, ejecución y evaluación, pasos que luego se repetían. Como resultado de la revisión y análisis se puede concluir que la vía es de muy bajas especificaciones, se obtuvieron las siguientes características típicas actuales: calzada de 5.50m promedio de dos carriles, berma no hay, cuneta revestida no hay en un 60% del recorrido, radio promedio de 30m, velocidad de diseño resultante de 30km/h., curvas circulares simples, entre tangencias de difícil cumplimiento por las condiciones del

terreno, con la propuesta realizada en cuanto a diseño geométrico, se contempló un presupuesto para la alternativa y el mejoramiento dando como resultado un valor más alto en el mejoramiento ya que este contemplaba ampliación hacia el talud y grandes movimientos de tierra, factores por la cual eleva costos de operación y tiempo.

Romero, J. (2015), manifestó en su tesis de grado titulada “Diseño Geométrico De La Vía Balosa Sector Guarumales, Desde La Abscisa 9+500 Hasta La Abscisa 10+700”, que el objetivo fue Realizar el Diseño Geométrico Vial, basándonos en las normas de Diseño Geométrico de carreteras MTOP- 2003 y la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-2012, para reducir la accidentalidad en la vía Balosa, sector Guarumales, desde la abscisa 9+500, hasta la abscisa 10+700. se realizó una observación íntegra a la vía, registrando la mayor cantidad de datos posibles, los mismos que nos permitieron realizar un primer diagnóstico, en una segunda etapa conociendo las características de la vía se definió que estudios de ingeniería deberíamos realizar para poder ratificar o desmentir el diagnóstico que se hizo inicialmente. Como resultado de la revisión y análisis se puede concluir que la vía Balosa es potencialmente peligrosa ya que las características geométricas actuales corresponden a una vía de IV orden, cuando la demanda según los estudios realizados corresponde a una autopista, razón por la cual se recomienda realizar el diseño geométrico teniendo presente los resultados obtenidos y siguiendo los criterios y normativas del Manual de diseño geométrico de carreteras del MOP 2003.

Brito Z. y Rapposelli P. (2016), manifestaron en su tesis de grado titulada “Estudio comparativo del diseño geométrico de la autopista San Félix-Upata con un diseño para una velocidad mayor”, que el objetivo fue realizar un estudio comparativo del diseño geométrico de la autopista San Félix-Upata con un diseño para una velocidad mayor. Para obtener las características geométricas actuales, la investigación se realizó

en dos fases, siendo la primera un análisis documental, el cual se realizó a través de varias actividades de recopilación de datos, en esta fase se contó con la colaboración de la Gerencia de Infraestructura de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), quienes suministraron los planos del proyecto. Con los planos de vialidad se estudió los parámetros del diseño, lo cual permitió analizar y entender las variables en la que se basaron para construir esta autopista, la segunda fase, realizada a partir de los datos recopilados, consistió en el análisis de las características del diseño geométrico de la autopista, comparando las deficiencias con respecto a una nueva velocidad de diseño. Como resultado final se ha obtenido que existe déficit en el peralte en toda la trayectoria de la vía, teniendo que aumentar su valor; asimismo mismo fue necesario aumentar el radio de curvatura en dos de las curvas, modificar la distancia de visibilidad de frenado y por ende la longitud de curva vertical, bajo las especificaciones de la Norma AASHTO 2001 y la Norma para el proyecto de carreteras, MTC 1997.

Murillo, H. (2019), manifestó en su tesis de grado titulada “Rediseño Geométrico Y Mejoramiento Del Camino Vecinal Gualea Cruz - Urcutambo”, que el objetivo fue el Rediseño geométrico y mejoramiento de la vía Gualea Cruz – Urcutambo de 19 Km de longitud mediante la utilización de las normas NEVI-2012_ VOLUMEN 2A para una fase preliminar de diseño. El diseño metodológico que se utilizó en la presente investigación fue la colocación de los hitos GPs en campo enlazados a la red del IGM (Instituto Geográfico Militar), con la que se obtuvo las coordenadas y cotas geométricas, se realizó también una nivelación geométrica de todos los vértices del polígono base, se realizó el levantamiento de una franja de 80 m. de ancho, 40 a cada lado del eje de la vía, en esta franja se levantó todos los detalles encontrados en el terreno, a partir de esta franja levantada y dibujada, se procederá al diseño de la nueva

vía. Como resultado de la revisión y análisis se puede concluir que según las normas NEVI-2012-MTOP la velocidad de circulación adoptada para esta vía es de 50 KPH, el radio mínimo a utilizarse es de 75 m para curvas circulares, sin embargo, se usó curvas de transición con tramos espirales y un tramo circular lo cual permitió usar radios de hasta 30m y longitudes espirales de 30m, por ser una vía que se desarrolla en una topografía montañosa – ondulada el peralte máximo utilizado fue del 10%, en las curvas con radios pequeños se utilizó sobreelevaciones de 1.4 m para brindar seguridad al usuario y evitar accidentes con los vehículos que circulan en sentido contrario, el ancho de la calzada que se utilizó fue de 6 m.

Nacionales

Romaní, L. (2017), manifestó en su tesis de grado titulada “Análisis del Diseño Geométrico de la carretera lima – canta, con relación a sus características operativas, tramo: km.66+000 - km.76+000”, que el objetivo fue realizar el análisis del Diseño Geométrico del alineamiento horizontal y vertical de la carretera y su relación con las características operativas actuales de los vehículos pesados, mediante el uso de las normas pertinentes y la observación in situ, e identificar las posibles mejoras o modificaciones a realizar. Se realizó el análisis de tramo en estudio con las Normas pertinentes (DG-2014 y AASHTO) se encontró que muchos parámetros del diseño geométrico de la carretera no cumplen con la norma, parámetros como: longitud mínima en tangente, radios mínimos, pendientes máximas, etc. Se realizó la evaluación in situ de los puntos de la carretera en la cual se encontraron las observaciones de los parámetros de diseño geométrico, con el fin de poder analizar las causas por la cual dicho diseño geométrico no cumple con la Norma. Como resultado del análisis de la carretera se pudo encontrar que muchos tramos de la carretera en estudio no cumplen con la Norma, por

las limitaciones de la topografía muy accidentada que presenta dicha carretera, similares al que encontramos en gran parte de la geografía peruana, si respetamos los parámetros de la norma, involucraría mucho movimiento de tierra, lo cual implica en gran parte la alteración del paisaje y altos presupuestos. Sin embargo, en la tesis se propone como solución económica y aplicable en el corto plazo, optimizar la señalización tanto horizontal como vertical, lo cual permita generar apariencia atractiva, visuales agradables y estructuras bellas en la carretera, además, de despertar el interés y la atención de los conductores.

Chingay, L. (2017), manifestó en su tesis de grado titulada “Características Geométricas de la Carretera Sunuden – San Miguel para la Seguridad Vial En Base a la Norma de Diseño Geométrico Dg-2014”, que el objetivo fue verificar las características geométricas de la carretera Sunuden - San Miguel, con los parámetros de la norma DG-2014 para la seguridad vial. Para obtener las características geométricas actuales, se realizó el levantamiento topográfico con GPS diferencial y luego se procedió a verificar cada característica con lo determinado en la DG-2014. Como resultado final se ha obtenido que en la mayoría de las características de la carretera no cumplen con la norma DG-2014 y esto genera que la carretera no sea segura y cómoda de transitar.

Bojórquez, C. (2007), manifestó en su tesis de grado titulada “Evaluación del Cumplimiento del manual de Diseño Geométrico en el mejoramiento y rehabilitación de la carretera Cátac-Huari-Pomabamba Tramo: San Marcos (Km 79+500)- Huari (Km. 107+700)”, que el objetivo fue evaluar el cumplimiento de los diferentes parámetros de diseño del Manual de Diseño Geométrico (DG-2001) en el mejoramiento y rehabilitación de la carretera. En el método se verifico las relaciones internas y externas de sus elementos, a fin de apreciar su naturaleza. Después de ejecutar tabulaciones se

analizó e interpreto datos para identificar las variables o factores que se interrelacionan, a efectos de determinar causas y efectos de los hechos o fenómenos a ser analizados. Como resultado se determinó que está de acuerdo al DG-2001, el Trafico inducido en el expediente son menores a los observados en vías tomadas como referencia.

Sevilla, J. (2013), manifestó en su tesis de grado titulada “Mejoramiento Del Diseño Geométrico Para Incrementar La Seguridad Vial Y Reducir Los Accidentes - Carretera Nazca – Puquio”, que el objetivo principal fue incrementar la seguridad vial de la carretera mediante el mejoramiento del diseño geométrico para que esté acorde a la normatividad vigente y se ofrezca un mejor nivel de servicio, ayudando a reducir los accidentes. Teniendo muy claro cuáles son los parámetros de diseño que deben ajustarse, se tomaron las medidas de intervención con mejoras geométricas en los puntos críticos o en los lugares donde la probabilidad de ocurrencia es muy alta. El procedimiento consiste en plantear la mejora geométrica, aplicando correctamente la normativa vigente. Los resultados obtenidos nos demuestran que existe una relación muy clara entre los accidentes y el mal diseño geométrico, con ello se demuestra también que los accidentes no disminuyen a pesar del mantenimiento de la superficie de rodadura y de la aplicación de controles vehiculares. La solución fue mejorar la geometría por etapas para poder hacer viable la inversión, es decir intervenir con cambio geométrico donde realmente se necesite, previo análisis de los accidentes ocurridos, con ello se focaliza la inversión al lugar más probable.

Alvarado, W. (2017), manifestó en su tesis de grado titulada “Propuesta para la Actualización del Diseño Geométrico de la Carretera Chancos – Vicos – Wiyash según Criterios De Seguridad Y Economía”, que el objetivo fue Proponer una alternativa para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wiyash de 9.811

km ubicada en el departamento de Ancash basada en el manual de diseño geométrico DG 2014, bajo criterios de seguridad y economía. Se aplicó metodología mixta, donde se realizaron trabajos de campo corroborando la situación actual de la carretera y extraer los parámetros necesarios para el diseño, la actualización del diseño fue modelada en el software Vehicle Tracking con el objetivo de comprobar la trayectoria segura del vehículo de diseño dentro de las nuevas dimensiones y alineamientos, además se realizó un análisis económico para asegurar la viabilidad del proyecto. Como resultado de la propuesta se obtuvo la actualización del diseño geométrico con las siguientes características: radios mínimos de 25m, pendientes máximas de 8.00%, calzadas de 6.00 m de ancho y una velocidad diseño de 40 y 30 km/h según los tramos desarrollados.

Delzo, F. (2018), manifestó en su tesis de grado titulada “Propuesta de Diseño Geométrico y Señalización del Tramo 5 de la Red Vial Vecinal Empalme Ruta An-111 – Tingo Chico, Provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, Departamento de Huánuco”, que el objetivo principal fue mejorar el transporte de carga y pasajeros a partir de una propuesta de diseño geométrico de la vía (como alternativa a la existente), así mismo, es diseñar la señalización pertinente a modo de otorgarle la seguridad que toda carretera debe tener, ambos diseños a partir del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014 y el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016. A partir de estudios básicos de ingeniería, como son la topografía, geología y geotecnia, ha sido posible definir los mejores criterios y soluciones de diseño geométrico, también se ha desarrollado una rutina de cálculo (macro) en Microsoft Excel que permite el cálculo automático de ciertos parámetros de diseño basados en la norma DG-2014, la cual permite automatizar el diseño. Finalmente, como resultado a partir del diseño geométrico y la señalización planteada, se logra una mejora en el transporte de

carga y pasajeros, pues se reducirían tiempos y costos de viaje. Y esto es lo parte importante en lo que se refiere a rentabilidad del proyecto y el posterior crecimiento económico de la región.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Clasificación de las Carreteras

La clasificación de carreteras es la distinta tipología de vías que existe dentro de la red vial de un territorio “los diferentes países del mundo clasifican sus carreteras de muchas maneras, pero fundamentalmente, esto se hace de acuerdo con el fin que con ellas se persigue o por su transitabilidad” (Céspedes, 2001, p. 29).

2.2.1.1. Clasificación por Demanda. Está relacionado en función al IMDA, “el índice medio diario anual (IMDA) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2001).

2.2.1.2. Clasificación por Orografía. Determinada por la topografía predominante en el tramo en estudio. De allí que, a lo largo de una carretera pueden presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno. Éstos se clasifican con base en las pendientes de sus laderas naturales en el entorno y transversalmente a la vía. (Cárdenas, 2013, p. 3)

2.2.2. Vehículo de Diseño

Los vehículos de diseño son vehículos automotores seleccionados por el peso, las dimensiones y las características de operación que se usan para establecer los parámetros del diseño de la vía por la cual circulará tal clase de vehículos. Para efectos del diseño geométrico cada vehículo de diseño tiene dimensiones más desfavorables que la de casi todos los vehículos de su clase. (Agudelo, 2002, p.68)

2.2.3. Velocidad de Diseño

La velocidad es el elemento básico para el diseño geométrico de carreteras y el parámetro de cálculo de la mayoría de los diversos componentes del proyecto. La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que ella origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la carretera, de tal manera que siempre se garantice la seguridad. (Cárdenas, 2002, p. 174)

2.2.3.1. Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo. A cada tramo homogéneo se le puede asignar la Velocidad de Diseño, “La velocidad de diseño o velocidad de proyecto de un tramo de carretera es la velocidad guía o de referencia que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad” (Cárdenas, 2002, p. 6).

2.2.4. Distancia de Visibilidad

La distancia de visibilidad se define como la longitud continua de carretera que es visible hacia delante por el conductor de un vehículo que circula por ella. Esta distancia de visibilidad deberá ser de suficiente longitud, tal que le permita a los conductores desarrollar la velocidad de diseño y a su vez controlar la velocidad de operación de sus vehículos ante la realización de ciertas maniobras en la carretera. (Cárdenas, 2013, p. 358)

2.2.4.1. Distancia de Visibilidad de Parada. En un determinado punto de una carretera, la distancia de visibilidad de parada es la precisa para que el conductor de un vehículo, marchando a la velocidad directriz, pueda detenerse antes de llegar a un objeto fijo en su línea de circulación. (Céspedes, 2001, p. 205)

2.2.4.2. Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento. Un tramo de carretera de dos carriles y de circulación en dos sentidos, tiene distancia de visibilidad de

adelantamiento Da, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que, en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro, que circula por el mismo carril, a una velocidad menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible en el momento de iniciarse la maniobra de adelantamiento. (Cárdenas, 2013, p. 367)

2.2.5. Diseño Geométrico de Carreteras

El diseño geométrico de una carretera es el proceso de correlacionar sus elementos físicos tales como: alineamientos, pendientes, distancia de visibilidad, peralte, ancho de carril, con las características de operación, facilidades de frenado, aceleración, condiciones de seguridad, etc. En tal sentido, el diseño geométrico abarca el diseño de todos los aspectos de una carretera, excepto lo referente a los elementos estructurales. (Céspedes, 2001, p. 193)

2.2.5.1. Diseño Geométrico en Planta. El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. (Cárdenas, 2013, p. 38)

2.2.5.1.1. Tramos en Tangente.

a) Tramos en tangente mínima para curvas de distinto sentido:

Considerando el empleo de curvas espirales, se puede prescindir de tramos de entretangencia rectos. Si el alineamiento se hace con curvas circulares únicamente, la longitud de entretangencia debe satisfacer la mayor de las condiciones dadas por la longitud de transición, de acuerdo con los valores máximos y mínimos de la pendiente relativa m de los bordes de la calzada con respecto al eje, y por la distancia recorrida en un tiempo de 5 segundos a la

menor de las velocidades específicas, de las curvas adyacentes a la entre tangencia en estudio. (Cárdenas, 2013, p. 267)

b) Tramos en tangente mínima para curvas de igual sentido:

Por su misma naturaleza, las curvas del mismo sentido se deben considerar peligrosas en cualquier proyecto de carreteras, por la inseguridad y disminución de la estética que representan, pues la experiencia dice que los conductores mentalmente al tomar una curva de determinado sentido, esperan que la siguiente sea de sentido contrario, conservando de esta manera un movimiento armonioso. Sin embargo, ya que, por dificultades del terreno, son a veces imposibles de evitar, se debe intentar siempre el reemplazo de dos curvas del mismo sentido por una sola curva que las envuelva. (Cárdenas, 2013, p. 267)

c) Tramos en tangente máxima:

Se deben acondicionar entre tangencias suficientemente largas que permitan cumplir con la distancia de visibilidad de adelantamiento, pero en el caso que se excedan estas distancias por razones propias del diseño es necesario procurar que la longitud máxima de recta no sea superior a 15 veces la velocidad específica de la entre tangencia horizontal, expresada en kilómetros por hora (Km/h). Este criterio se aplica de igual forma para curvas de igual sentido como para curvas de diferente sentido. (Cárdenas, 2013, p. 268)

2.2.5.1.2. Curvas Horizontales Circulares. Las curvas circulares son, entonces los arcos de círculos que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. (Céspedes, 2001, p. 217)

2.2.5.1.3. Curva de Transición. El alineamiento horizontal con curvas circulares simples está compuesto por tramos rectos enlazados por arcos circulares. Un tramo

recto, o en tangente, presenta un radio de curvatura infinito mientras que un arco circular presenta un radio de curvatura constante lo que significa que en el PC y PT de una curva circular se presenta un cambio brusco y puntual de curvatura, ocasionando a su vez un cambio inmediato en la fuerza centrífuga. Lo anterior obliga a los conductores a desarrollar una trayectoria errónea durante un tramo de vía, principalmente a la entrada y salida de las curvas, mientras se asimila el cambio en dicha fuerza centrífuga. Por la razón expuesta anteriormente, se ha hecho necesario implementar una curva de transición que permita un cambio gradual de curvatura entre una recta y una curva circular mejorando de manera ostensible la comodidad, seguridad y estética en una vía. (Agudelo, 2002, p. 202)

2.2.5.1.4. Sobreancho. Cuando un vehículo circula sobre una curva horizontal sus ruedas traseras describen una trayectoria diferente a la de las ruedas delanteras. Dicha trayectoria corresponde a un arco de radio menor, es decir, que la rueda interna del eje posterior tiende a salirse de la vía. En algunas ocasiones se hace necesario especificar un ancho adicional de calzada en la curva con el fin de evitar que los vehículos se salgan de la vía. Este ancho es variable dependiendo las condiciones de la vía y la misma curva. (Agudelo, 2002, p. 459)

2.2.5.2. Diseño Geométrico en Perfil. El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o sub-rasante. Es necesario que los elementos del diseño vertical tengan la misma velocidad específica del sector en planta que coincide con el elemento vertical en estudio. (Cárdenas, 2013, p. 307)

2.2.5.2.1. Pendiente. La pendiente de una carretera se expresa por la tangente trigonométrica del ángulo de inclinación cuando el radio es igual a la unidad (Céspedes, 2001, p. 245).

- Pendiente mínima

Como se indicó, teóricamente, lo ideal será construir las carreteras a nivel; puesto que el motor no tiene q vencer las resistencias propias de las pendientes. En la práctica las carreteras a nivel tienen como inconveniente que las aguas de lluvia que se depositan en las depresiones quedan estancadas las ablandan y contribuyen a su rápida destrucción. Por esto, es prescindible en las Normas Peruanas que las pendientes no sean menos de 0.5%. (Céspedes, 2001, p. 247)

- Pendiente máxima

La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Su valor queda determinado por el volumen de tránsito futuro y su composición, por la configuración o tipo de terreno por donde pasará la vía y por la velocidad de diseño. (Cárdenas, 2013, p. 309)

2.2.5.2.2. Curvas Verticales. Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola de eje vertical. (Cárdenas, 2013, p. 313)

2.2.5.3. Diseño Geométrico de la Sección Transversal. El diseño geométrico transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de

los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera, se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera, y así estimar las áreas y volúmenes de tierra a mover. (Cárdenas, 2013, p. 405)

2.2.5.3.1. Calzada o Superficie de Rodadura. La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y compuesta por dos o más carriles y uno o dos sentidos de circulación. Se entiende por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. El ancho de calzada definido en un proyecto se refiere al ancho en tramo recto del alineamiento horizontal. Cuando se trata de tramos curvos el ancho puede aumentar y el exceso requerido se denomina sobreancho. (Agudelo, 2002, p. 264)

2.2.5.3.2. Bermas. Son fajas comprendidas entre las orillas de la calzada y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las bermas sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada. Eventualmente, se pueden utilizar para estacionamiento provisional y para dar seguridad al usuario de la carretera pues en este ancho adicional se pueden eludir accidentes potenciales o reducir su severidad. También se pueden utilizar para los trabajos de conservación. (Cárdenas, 2013, p. 407)

2.2.5.3.3. Bombeo. En los tramos rectos, la calzada tiene una pendiente transversal que va del eje hacia los bordes, denominada bombeo; el cual tiene por objeto facilitar el escurrimiento de las aguas lluvias hacia las bermas y cunetas. (Cárdenas, 2013, p. 408)

2.2.5.3.4. Peralte. Es la pendiente transversal que se le da a la calzada en tramos curvos con el fin para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga y evitar

que los vehículos se salgan de la vía. El valor del peralte depende básicamente de radio de la curva. (Aguedo, 2002, p. 263)

2.2.6. Seguridad Vial y Señalización

2.2.6.1. Seguridad Vial. Es la disciplina que estudia y aplica las acciones y mecanismos tendientes a garantizar el buen funcionamiento de la circulación en la vía pública, previniendo los accidentes de tránsito. (Bertotti, 2008, p. 06)

2.2.6.2. Señales de Tránsito Verticales. La función de una señal es la de controlar la operación de los vehículos de una carretera, propiciando el ordenamiento del flujo de tránsito o informando a los conductores de todo lo que se relaciona con la carretera que recorre. (Céspedes, 2001, p. 639)

2.2.6.2.1. Señales Regulatorias o de Reglamento. Tienen por objetivo la regulación del tránsito automotor. Indican por lo general restricciones y reglamentaciones que afectan el uso de la carretera. (Céspedes, 2001, p. 639)

2.2.6.2.2. Señales de Prevención. Para informar al conductor con anticipación de la existencia de una situación peligrosa ya sean estas eventuales o permanentes. Generalmente suponen una reducción de velocidad. (Céspedes, 2001, p. 639)

2.2.6.2.3. Señales de Información. Son las que tienen por objeto guiar en todo momento al conductor e informarle, tanto sobre la ruta a seguir como de las distancias que debe recorrer. (Céspedes, 2001, p. 639)

2.2.6.3. Marcas en el Pavimento o Demarcaciones. Las marcas sobre el pavimento son aquellas líneas, símbolos o palabras establecidas directamente sobre la calzada o bordillos, de forma oficial, con el propósito de regular o facilitar la circulación y de mejorar las condiciones de seguridad. (Céspedes, 2001, p. 645)

2.2.6.4. Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad. Los sistemas de contención de vehículos son aquellos dispositivos instalados en la carretera con la finalidad de proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control, que puede impactar contra algún objeto fijo (un puente, un pilar, un poste) o salirse de la carretera, mitigando los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para los otros usuarios de la carretera. (Directiva N° 007-2008-MTC/02 Sistema de contención de vehículos tipo barreras de seguridad, p. 03)

2.3. Marco Técnico Normativo

El presente ítem abarca todos los criterios, parámetros y herramientas básicos para el análisis de las características del diseño geométrico de la carretera de acuerdo con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2001 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.3.1. Clasificación de las Carreteras

2.3.1.1. Clasificación por Demanda. En función a la demanda bajo el IMDA (Índice Medio Diario Anual) (Manual DG 2001, p. 27).

Tabla 2
Clasificación Según su Demanda

	IMDA veh/día	Carriles Por Calzada	Observación
Autopistas (Ap)	> 4000	≥ 2	Control total de accesos
Carretera Dual (Mc)	> 4000	≥ 2	Control parcial de accesos
Carretera De 1ra. Clase (Dc)	2001 - 4000	2	-
Carretera De 2da. Clase (Dc)	400 - 2000	2	-
Carretera De 3ra. Clase (Dc)	< 400	2	< 200 sistema vecinal
Trochas Carrozables	-	1	-

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.2. Clasificación por Orografía.

En función a la orografía predominante por dónde discurre su trazo (Manual DG 2001, p. 28).

Tabla 3
Clasificación Según su Orografía

OROGRAFÍA	Tipo	Pendiente Transversal %
TERRENO	1	≤ 10
	2	11 - 50
	3	51 - 100
	4	> 100

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Vehículo de Diseño

Se examinará todos los tipos de vehículos, estableciendo grupos y seleccionar el tamaño representativo, dimensiones y características de operación “Las características de los vehículos de diseño condicionan los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera”, (Manual DG 2001, p. 33). En la Tabla 4 se resumen los datos básicos de los vehículos de diseño.

Tabla 4
Datos básicos de los vehículos de diseño (medida en metros)

TIPO DE VEHICULO	NOMENCLA-TURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHICULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
OMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
OMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7,6	12,80	7,40
COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2S1 / 2 / 3	4,10 *	2,60	15,20	4,00 / 7,00	12,20	5,80
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3S1 / 2 / 3	4,10	2,60	16,70	4,90 / 7,90	13,70	5,90
REMOLQUE 2 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C2 – R2 / 3	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80
REMOLQUE 3 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C3 – R2 / 3 / 4	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80

Fuente: Tabla 202.01 del Manual DG 2001.

2.3.3. Velocidad de Diseño

La velocidad directriz o de diseño es la escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. (Manual DG 2001, p. 45)

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Se debe considerar como longitud mínima de un tramo la distancia correspondiente a dos (2) Kilómetros, y entre tramos sucesivos no se deben presentar diferencias en las velocidades de diseño superiores a los 20 Km/h. (Manual DG 2001, p. 47)

2.3.3.1. Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo. A cada tramo homogéneo se le puede asignar la Velocidad de Diseño en el rango que se indica en la Tabla 5 (Manual DG 2001, p. 30).

Tabla 5
Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR				PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA (1)	> 4000				4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP (2)				MC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																
30 KPH																
40 KPH																
50 KPH																
60 KPH																
70 KPH																
80 KPH																
90 KPH																
100 KPH																
110 KPH																
120 KPH																
130 KPH																
140 KPH																
150 KPH																

Fuente: Tabla 101.01 del Manual DG 2001.

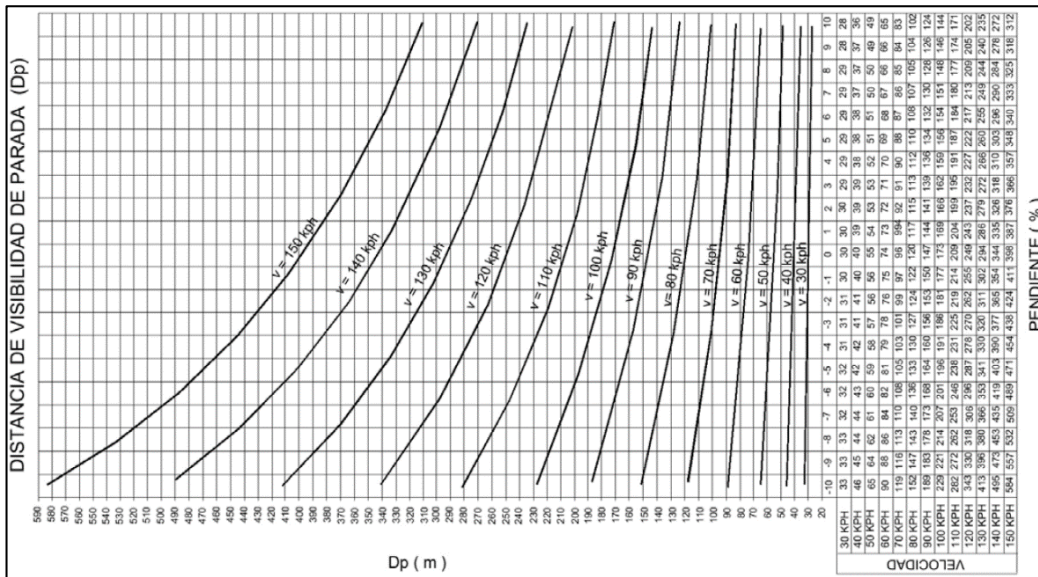
2.3.4. Distancia de Visibilidad

2.3.4.1. Distancia de Visibilidad de Parada. La Figura 02 muestra las

distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad de diseño y pendiente (Manual DG 2001, p. 126).

Figura 02

Distancia de visibilidad de parada (Dp)



Fuente: Figura 402.05 del Manual DG 2001

2.3.4.2. Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento. De acuerdo a la

velocidad de diseño la distancia de visibilidad de paso se determinará en la Figura 03 (Manual DG 2001, p. 127).

Figura 03

Distancia de visibilidad de paso (Da)

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Da (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Fuente: Figura 402.06 del Manual DG 2001

2.3.5. Diseño Geométrico en Planta

2.3.5.1. Consideración de Diseño. La Longitud mínima de curva (L) está limitada en la Tabla 6. No se usará nunca ángulos de deflexión menores de 59'. (Manual DG 2001, p. 101).

Tabla 6
Longitud mínima de curva (L)

Carretera Red Nacional	L (m)
Autopista ó Multicarril	6 V
Dos Carriles	3 V

V = Velocidad de diseño (km/h)
Fuente: Sección 402.02 del Manual DG 2001

2.3.5.2. Tramos en Tangente. Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente en función a la velocidad de diseño, serán indicadas en la Tabla 7 (Manual DG 2001, p. 102).

Tabla 7
Longitudes de tramos en tangente

V _d (Km/h)	L _{min.s} (m)	L _{min.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
140	195	390	2338
150	210	420	2510

Fuente: Tabla 402.01 del Manual DG 2001

Dónde:

L mín.s: Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx : Longitud máxima deseable (m).

Vd : Velocidad de diseño (km/h) (Manual DG 2001, p. 103)

2.3.5.3. Curvas Horizontales Circulares. Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que a continuación se indican, deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

Las medidas angulares se expresan en grados sexagesimales.

P.C.: Punto de inicio de la curva

P.I.: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T.: Punto de tangencia

E: Distancia a externa (m)

M: Distancia de la ordenada media (m)

R: Longitud del radio de la curva (m)

T: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L: Longitud de la curva (m)

L.C: Longitud de la cuerda (m)

Δ : Angulo de deflexión ($^{\circ}$)

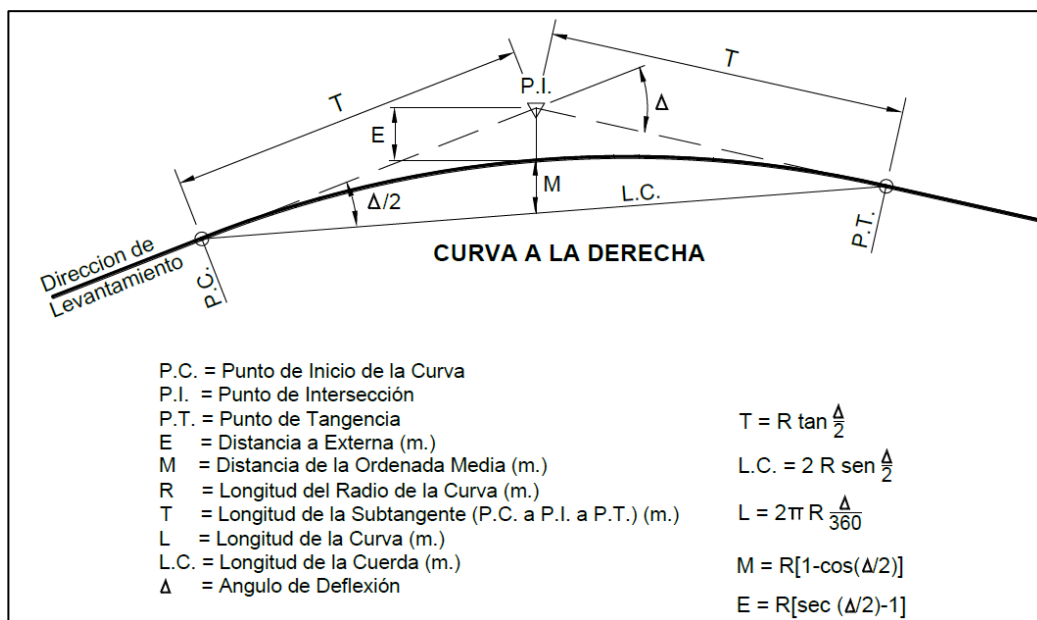
p: Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)

Sa: Sobreebancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)

En la Figura 04 se ilustra la simbología de la curva circular. (Manual DG 2001, p. 103)

Figura 04

Elementos de la curva horizontal circular



Fuente: Figura 402.01 del Manual DG 2001

2.3.5.3.1. Radios Mínimos. Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad. En la Tabla 8 se aprecia los radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras. (Manual DG 2001, p. 104)

Tabla 8
Radio mínimo y peralte máximo

Ubicación de la Vía	Velocidad dediseño (Kph)	P máx%	Radio Mínimo (m)
Area Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	35
	40	4,00	60
	50	4,00	100
	60	4,00	150
	70	4,00	215
	80	4,00	280
	90	4,00	375
	100	4,00	495
	110	4,00	635
	120	4,00	875
	130	4,00	1110
	140	4,00	1405
	150	4,00	1775
Area Rural (con peligro de Hielo)	30	6,00	30
	40	6,00	55
	50	6,00	90
	60	6,00	135
	70	6,00	195
	80	6,00	255
	90	6,00	335
	100	6,00	440
	110	6,00	560
	120	6,00	755
	130	6,00	950
	140	6,00	1190
Area Rural(Tipo 1,2 ó 3)	30	8,00	30
	40	8,00	50
	50	8,00	85

	60	8,00	125
	70	8,00	175
	80	8,00	230
	90	8,00	305
	100	8,00	395
	110	8,00	505
	120	8,00	670
	130	8,00	835
	140	8,00	1030
	150	8,00	1265
Area Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12,00	25
	40	12,00	45
	50	12,00	70
	60	12,00	105
	70	12,00	150
	80	12,00	195
	90	12,00	255
	100	12,00	330
	110	12,00	415
	120	12,00	540
	130	12,00	665
	140	12,00	815
150	12,00	985	

Fuente: Tabla 402.02 del Manual DG 2001

2.3.5.4. Curva de Transición. Se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A^2$$

R: Radio de curvatura en un punto cualquiera

L: Longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R

A: Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

(Manual DG 2001, p. 116)

Los radios circulares que permiten prescindir la Curva de Transición se aprecian en la Tabla 9 (Manual DG 2001, p. 120).

Tabla 9

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

V (Kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800	2000

Fuente: Tabla 402.08 del Manual DG 2001

2.3.5.5. Sobreancho. La ecuación para determinar el sobreancho se expresa de la siguiente forma. (Manual DG 2001, p. 110)

Para una calzada de “n” carriles:

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

Dónde:

Sa : Sobreancho (m)

n : Número de carriles

R : Radio de curvatura circular (m)

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

V : Velocidad de diseño (km/h)

Se considera apropiado un valor mínimo de 0.40 m de sobreancho para justificar su adopción (Manual DG 2001, p. 110).

2.3.6. Diseño Geométrico en Perfil

2.3.6.1. Pendiente

2.3.6.1.1. Pendiente Mínima. En los tramos en corte generalmente se evitará el empleo de pendientes menores de 0.5%, Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en

los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo superior a 2%. (Manual DG 2001, p. 140)

2.3.6.1.2. Pendiente Máxima. Las pendientes máximas están indicadas en la Tabla 10 (Manual DG 2001, p. 144).

Tabla 10
Pendiente máximas (%)

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA (1)	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP (2)				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																			10,00	12,00
50 KPH																		9,00	8,00	9,00
60 KPH																		8,00	9,00	8,00
70 KPH																		8,00	9,00	8,00
80 KPH																		8,00	9,00	8,00
90 KPH																		8,00	9,00	8,00
100 KPH																		8,00	9,00	8,00
110 KPH																		8,00	9,00	8,00
120 KPH																		8,00	9,00	8,00
130 KPH																		8,00	9,00	8,00
140 KPH																		8,00	9,00	8,00
150 KPH																		8,00	9,00	8,00

Fuente: Tabla 403.01 del Manual DG 2001

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5% se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m., con pendiente no mayor de 2%. (Manual DG 2001, p. 145)

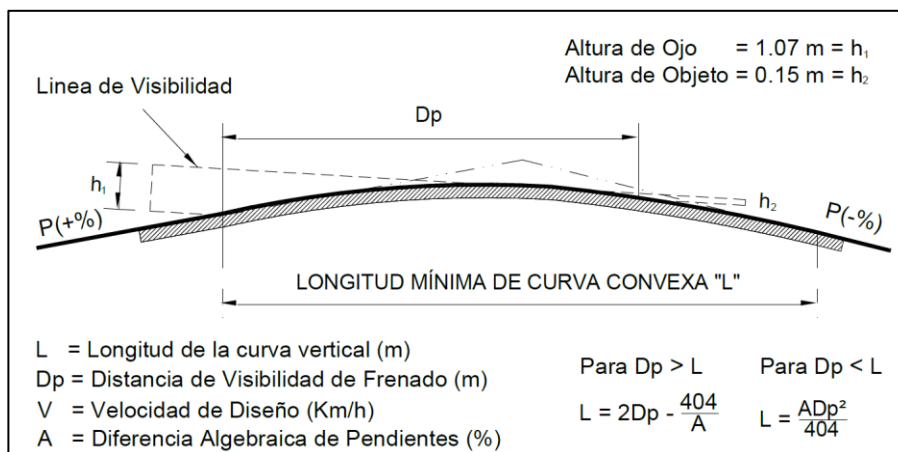
2.3.6.2. Curvas Verticales

2.3.6.2.1. Necesidad de Curvas Verticales. Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1%, para carreteras con pavimento de tipo superior y de 2% para las demás. (Manual DG 2001, p. 139).

2.3.6.2.2. Longitud de Las Curvas Convexas. La longitud de las curvas verticales convexas se mostrará en la Figura 05 (Manual DG 2001, p. 141).

Figura 05

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



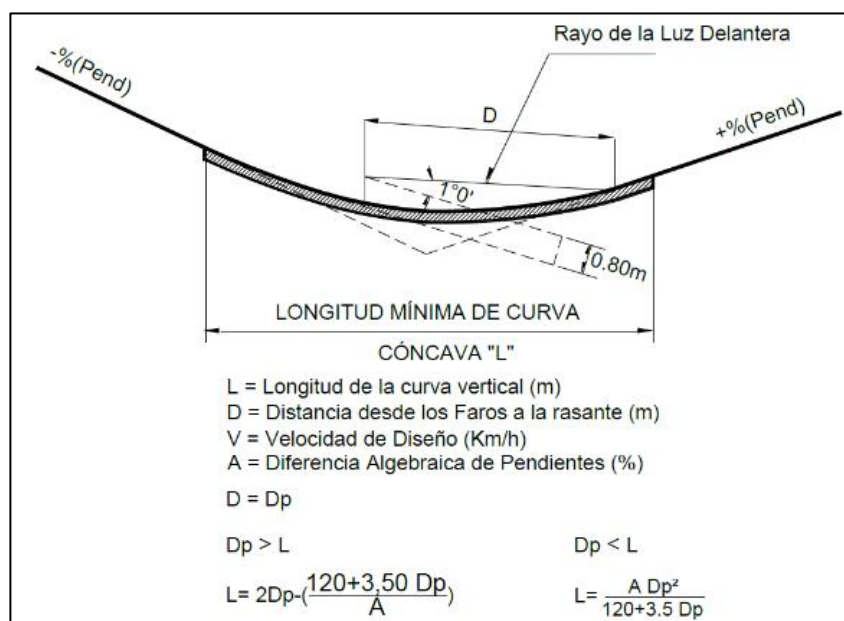
Fuente: Figura 403.01 del Manual DG 2001

2.3.6.2.3. Longitud de las Curvas Cóncavas. La longitud de las curvas verticales

cóncavas se mostrará en la Figura 06 (Manual DG 2001, p. 143).

Figura 06

Longitud mínima de curvas verticales cóncavas.



Fuente: Figura 403.03 del Manual DG 2001

2.3.7. Diseño Geométrico de la Sección Transversal

2.3.7.1. Calzada o Superficie de Rodadura. En la Tabla 2.10 se indica los valores apropiados del ancho del pavimento para cada velocidad directriz con relación a la importancia de la carretera, A los anchos mínimos de calzada en tangente indicados en la Tabla 11 se adicionarán los sobreanchos correspondientes a las curvas. (Manual DG 2001, p. 67)

Tabla 11
Ancho mínimos de calzada en tangente

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE				
	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400				
CARACTERÍSTICAS	AP ⁽²⁾				MC				DC				DC				DC				
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
VELOCIDAD DE DISEÑO:																					
30 KPH																				6,00	6,00
40 KPH																				6,00	6,00
50 KPH											7,00	7,00			6,60	6,60	6,60	6,60			
60 KPH					7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	6,60	6,60	6,60	6,60			
70 KPH			7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00				
80 KPH	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,00							
90 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,00	7,00							
100 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20				7,00								
110 KPH	7,30	7,30			7,30																
120 KPH	7,30	7,30			7,30																
130 KPH	7,30																				
140 KPH	7,30																				
150 KPH																					

Fuente: Tabla 304.01 del Manual DG 2001

2.3.7.2. Bermas. En la Tabla 12 se indican los valores apropiados del ancho de las bermas. El dimensionamiento entre los valores indicados, para cada velocidad directriz se hará teniendo en cuenta los volúmenes de tráfico y el costo de construcción. (Manual DG 2001, p. 67)

Tabla 12
Ancho de bermas

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
IMPORTANCIA (1)	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP ⁽²⁾				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DEDISEÑO:																				
30 KPH																			0,50	0,50
40 KPH																			0,90	0,90
50 KPH											1,20	1,20			1,20	1,20		0,90	0,90	
60 KPH					1,80	1,80	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,50	1,50	1,20	1,20		0,90	0,90	
70 KPH			1,80	1,80	1,80	1,80	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,50	1,50	1,50		1,20	1,20		
80 KPH	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50		1,20	1,20		
90 KPH	1,80	1,80			1,80	1,80	1,80		1,80	1,80			1,50	1,50						
100 KPH	2,00	2,00			2,00	2,00	1,80		1,80				1,50							
110 KPH	2,00	2,00			2,00	2,00														
120 KPH	2,50	2,50			2,00															
130 KPH	2,50																			
140 KPH	2,50																			
150 KPH																				

Fuente: Tabla 304.02 del Manual DG 2001

2.3.7.3. Bombeo. En la Tabla 13 especifica los valores de bombeo de la calzada (Manual DG 2001, p. 71).

Tabla 13
Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: > 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5 ^(*)	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5 ^(*)	3,0 – 4,0

Fuente: Tabla 304.03 del Manual DG 2001

2.3.7.4. Peralte. Las curvas horizontales deben ser peraltadas; con excepción de los valores establecidos fijados en la Tabla 14 (Manual DG 2001, p. 80).

Tabla 14
Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte

V (Km/h)	30	40	50	60	70	80	90	≥ 100
R (m)	1000	1400	1800	2300	2800	3400	4100	5000

Fuente: Tabla 304.08 del Manual DG 2001

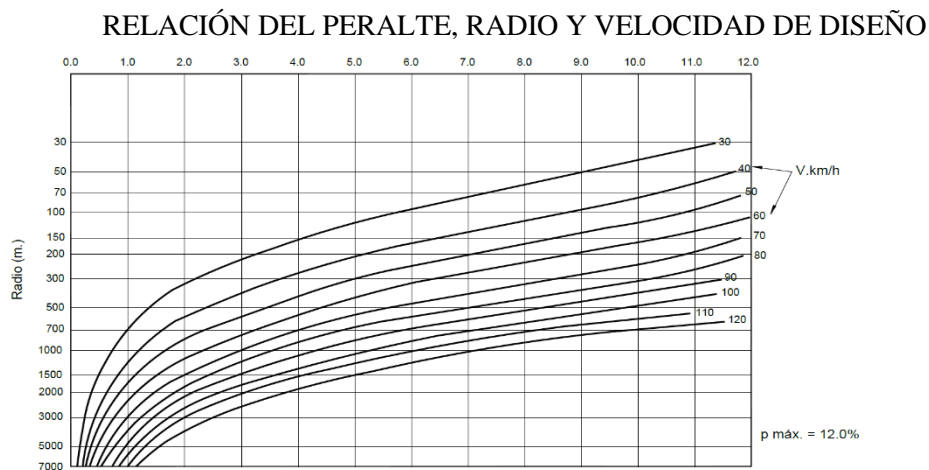
2.3.7.4.1. *Valores de peralte máximo y mínimo.* El peralte máximo se establece

en la Tabla 15 (Manual DG 2001, p. 76).

Tabla 15

Valores de peralte máximo

PUEBLO O CIUDAD	Peralte Máximo absoluto (p)	Ver Figura 304.05 del DG-2001
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12%	Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)



Fuente: Elaboración Propia

El peralte mínimo será del 2%, para radios y velocidades de diseño indicadas en la Tabla 16 (Manual DG 2001, p. 79).

Tabla 16

Valores de radios con Peralte Mínimo (2%)

Velocidad Directriz (Km/h)	Peralte 2% para curvas con radio mayor de m.
30	330
40	450
50	650
60	850
70	1150
80	1400
90	1700
100	2000
110	2400
≥ 120	3000

Fuente: Tabla 304.07 del Manual DG 2001

2.3.8. Seguridad Vial y Señalización

2.3.8.1. Seguridad Vial. Puede definirse como un atributo propio o característico de una vía, que aporta a garantizar el respeto a la integridad de los usuarios y los bienes materiales alrededor de ella. Por este motivo, la Seguridad Vial es un factor importante en el diseño, construcción, mantenimiento y operación de una obra vial. (Manual de Seguridad Vial 2016, p. 12)

2.3.8.2. Señales Verticales. Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos. De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican de acuerdo a los propósitos de reglamentar, prevenir e informar. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 13)

2.3.8.2.1. Señales Regulatorias o de Reglamento. Tienen por objeto notificar a los usuarios, las limitaciones, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones existentes que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación a las disposiciones contenidas en el Reglamento Nacional de Tránsito, vigente; así como a otras normas del MTC. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 25)

- **Ubicación:** La ubicación de las señales será establecida de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente; precisando que cuando las condiciones del tránsito así lo requieran, pueden colocarse al costado izquierdo o en pórticos, a fin de contribuir a su observación y respeto. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 26)
- **Clasificación:**

- a) Prioridad
- b) Prohibición
- c) Restricción
- d) Obligación
- e) Autorización

(Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 26)

2.3.8.2.2. Señales de Prevención. Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales ayudan a los conductores a tomar las precauciones del caso, por ejemplo, reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la de otros vehículos y de los peatones. Su ubicación se establecerá de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 32)

- **Ubicación:** Deben ubicarse de tal manera, que los conductores tengan el tiempo de percepción-respuesta adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere. Para velocidades de 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h, no se sugieren distancias, ya que el lugar de instalación depende, entre otras condiciones, de la existencia de otras señales en el lugar. Por ejemplo, una señal que prevenga de curva se podrá colocar a cualquier distancia hasta 30 m antes de la curva. Sin embargo, la señal preventiva de curva debe ser instalada a una distancia mínima de 30 m de otras señales.

(Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 34)

- Clasificación:

- a) Característica Geométrica de la vía
- b) Características de la superficie de rodadura
- c) Restricciones físicas de la vía
- d) Intersecciones con otras vías

(Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 35)

2.3.8.2.3. Señales de Información. Tienen la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales, en la forma más directa posible. De ser necesario las indicadas señales se complementarán con señales preventivas y/o reguladoras. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 41)

- Ubicación: La ubicación longitudinal de las señales informativas queda determinada por su función y se especifica más adelante para cada tipo de señal. No obstante, dicha ubicación puede variar en un rango de hasta 20%, dependiendo de las condiciones del lugar y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, composición de éste y otros. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 46)

- Clasificación:

- a) Señales de pre señalización
- b) Señales de dirección
- c) Balizas de acercamiento
- d) Señales de salida inmediata
- e) Señales de confirmación
- f) Señales de identificación vial
- g) Señales de localización
- h) Señales de servicios generales
- i) Señales de interés turístico

(Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 46)

2.3.8.3. Marcas en el Pavimento o Demarcaciones. Constituyen la señalización horizontal y está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 253)

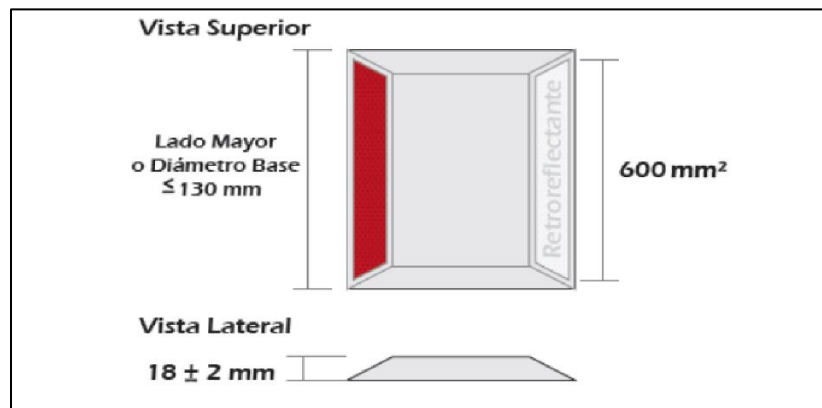
2.3.8.3.1. Marcas Planas en el Pavimento. Las marcas planas en el pavimento están constituidas por líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes. Se emplean para delimitar carriles y calzadas, indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril, zonas con prohibición de estacionamiento; delimitar carriles de uso exclusivo para determinados tipos de vehículos tales como carriles exclusivos para el tránsito de bicicletas, motocicletas, buses y otros. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 254)

2.3.8.3.2. Marcas Elevadas en el Pavimento. Son delineadores que se colocan en forma longitudinal y transversal en el pavimento, y tienen por función principal complementar las marcas planas en el pavimento. Las marcas elevadas en el pavimento se clasifican en delineadores de piso y delineadores elevados. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 321)

a) Delineadores de piso – Tachas retrorreflectivas u “ojo de gato”: Son aquellas que cuentan con un material retrorreflectivo en una o dos de sus caras que enfrentan el sentido del tráfico, pero también pueden ser iluminadas internamente en forma continua. En el caso de advertir la presencia de un reductor de velocidad o cruce peatonal, estas tachas podrán ser destellantes o intermitentes. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 321). En la Figura 07 se muestra un ejemplo de tacha retrorreflectiva.

Figura 07

Ejemplo de tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”.



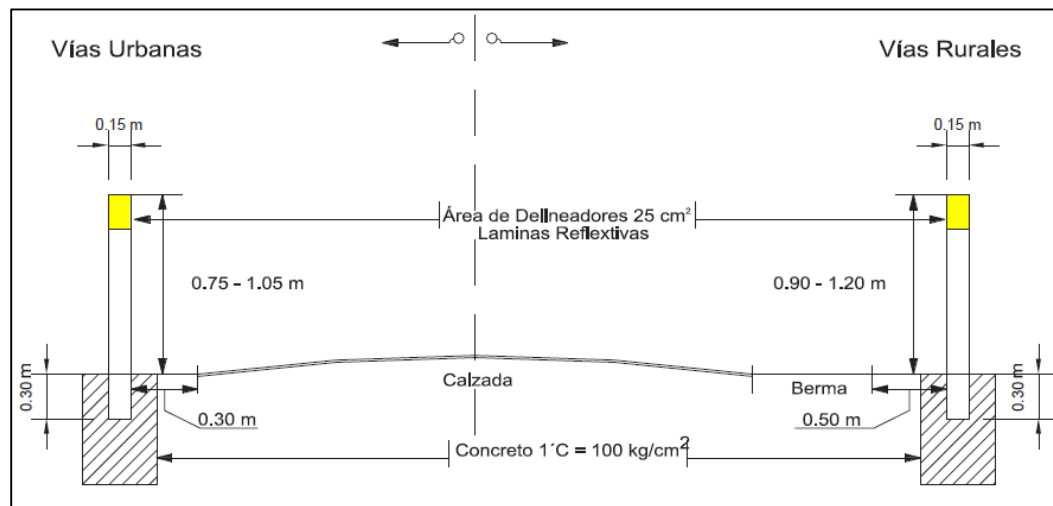
Fuente: Figura 3.54 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016

b) Delineador elevado – Postes delineadores: Conocidos también como hitos de arista, se colocan en forma longitudinal al borde de la vía, deben tener materiales

retroreflectivos y pueden ser de sección plana, circular, rectangular, ovalada o en forma de “A”, los materiales podrán ser de concreto, plástico, fibra de vidrio o similar, la altura del material retroreflectivo debe ser uniforme y puede variar entre 0.90 m. - 1.20 m. para vías rurales. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, p. 324). En la Figura 08 se muestra un ejemplo de altura, ubicación y área mínima de material retroreflectivo en postes delineadores.

Figura 08

Ejemplo de postes delineadores.



Fuente: Figura 3.59 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016

2.3.8.4. Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad. Los sistemas

de contención de vehículos son aquellos dispositivos instalados en la carretera con la finalidad de proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control, que puede impactar contra algún objeto fijo (un puente, un pilar, un poste) o salirse de la carretera, mitigando los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para los otros usuarios de la carretera. (Directiva N° 007-2008-MTC/02 (2008), p. 3).

2.3.8.4.1 Barreras de Seguridad. Se definen como barreras de seguridad a aquellos sistemas de contención de vehículos ubicados e instalados en los márgenes o en los separadores centrales de la carretera y en los bordes de los puentes (pretilos). Las barreras pueden ser flexibles, semirígidas o rígidas.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Las características geométricas de la carretera, no son las óptimas para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- 1) El análisis de las características geométricas de la carretera contribuye a la seguridad vial en base a la Norma DG-2001.
- 2) El grado de cumplimiento de los factores geométricos analizados no cumplen en gran porcentaje con la Norma DG-2001, por lo tanto, no favorece a la seguridad vial de la carretera.
- 3) Las alternativas propuestas del diseño geométrico y señalización, mejoran la seguridad vial en base a la Normas Vigente DG-2018.

2.5. Variables Intervinientes

Variable Independiente: Características Geométricas.

Variable Dependiente: Seguridad Vial

Operacionalización de variables

TITULO: “Características Geométricas para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001”					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDIDA
Variable Independiente: Características Geométricas	Las características del diseño geométrico correlacionan sus elementos físicos tales como: alineamientos, pendientes, distancia de visibilidad, peralte, ancho de carril, con las características de operación, facilidades de frenado, aceleración, condiciones de seguridad, etc. En tal sentido, el diseño geométrico abarca el diseño de todos los aspectos de una carretera, excepto lo referente a los elementos estructurales.	Es el proceso donde los elementos del diseño deben estar convenientemente relacionados para garantizar una circulación ininterrumpida de vehículos, tratando de conservar una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía.	Diseño geométrico en planta	Longitud mínima de curva	m
				L mín.s	m
				L mín.o	m
				L max	m
				Radios Mínimos	m
				Curva de transición	m
			Diseño geométrico en perfil	Sobreechancho	m
				Pendiente Minina	%
				Pendiente Máxima	%
				Longitud de curva convexa	m
			Diseño geométrico de la sección transversal	Longitud de curva cóncava	m
				Calzada	m
				Bermas	m
Bombeo	%				
Variable Dependiente: Seguridad Vial	Es el nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular con seguridad durante un determinado periodo.	Disciplina que estudia y aplica las acciones y mecanismos tendientes a garantizar el buen funcionamiento de la circulación en la vía pública, previniendo accidentes de tránsito.	Señalización y seguridad vial	Peralte	%
				Señales Verticales	und
				Marcas en el pavimento o Demarcaciones	m
				Barreras de seguridad	und

CAPÍTULO III

Metodología de Investigación

3.1. Orientación y Enfoque de la Investigación

La presente investigación tiene una orientación APLICADA, porque analiza, evalúa y propone soluciones a problemas prácticos.

Así mismo el enfoque del estudio se desarrolla dentro de una investigación CUANTITATIVA, porque recoge y analiza datos sobre variables para obtener resultados objetivos.

3.2. Tipo de la Investigación

La investigación es de carácter DESCRIPTIVO, porque son datos obtenidos de la realidad y se utiliza la observación para evidenciar las características del diseño geométrico actual.

3.3. Nivel de la Investigación

Este trabajo abordará una investigación que reúne por su nivel de investigación las características de un estudio DESCRIPTIVA, porque se describirán los datos obtenidos para luego compararlas y medir su efectividad de cumplimiento con la norma con la que fue realizada (DG-2001).

3.4. Diseño de la Investigación

- NO EXPERIMENTAL (OBSERVACIONAL), por la no manipulación de los elementos geométricos existentes en la carretera, se observó el diseño actual tal y como se da en su contexto.
- TRANSVERSAL, debido a que la recopilación de la información se obtuvo en un momento dado.
- RETROSPECTIVO, porque los datos utilizados fueron recogidos con anterioridad y con estos se generará los resultados propuestos.

3.5. Población Y Muestra

En la presente investigación la población y muestra son iguales. La muestra es no paramétrica y se eligió intencionalmente por ser un tramo en el que se presentan la mayor cantidad de accidentes, por lo tanto, se trata de un estudio de caso referido a la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto, en el tramo km 39+900 al Km 54+800.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1. Técnicas de Recolección de Información

1) Análisis Documental

Esta Investigación se basará principalmente en la información y planos (en el programa AutoCAD civil 3D con formato dwg) del expediente técnico del proyecto y del levantamiento topográfico actualizado.

2) Observación de campo

Técnica que tendrá contacto con la realidad para realizar el estudio in situ de los puntos de la carretera que serán necesarios para el análisis de las características del diseño geométrico de la carretera, se usarán fichas técnicas de campo.

3.6.2. Instrumentos Recolección de Información

1) Análisis de documentos

Con la obtención de planos (de formato dwg) del expediente técnico del proyecto y con el levantamiento topográfico con una estación total.

2) Observación de campo

Las herramientas que se usaron fueron:

-Fichas técnicas, cuadros comparativos para hallar el grado de efectividad de cumplimiento entre la carretera y la norma con la que fue diseñada (DG – 2001) y cuadros de observaciones del análisis de diseño geométrico.

-Registros fotográficos.

-Levantamiento topográfico.

3.6.3. Validez y Fiabilidad del Instrumento

Los planos y datos se obtuvieron del expediente técnico del proyecto “Estudio Definitivo De Ingeniería Para La Rehabilitación Mejoramiento De La Carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto Sector: Cruz Punta- Pariacoto (Km. 27+980 al Km. 56+480)” del 2004, de la empresa DGCyF que fue encargado y aprobado por Provias Nacional; y del levantamiento topográfico, con uso de estación total con precisión de las medidas del orden de la diezmilésima de gradián en ángulos y de milímetros en distancias.

CAPÍTULO IV

Resultados y Análisis de Resultados

4.1. Análisis y Evaluación de las Características del Diseño Geométrico en Base a la Norma DG-2001

Se realizó el análisis de las características del diseño geométrico para examinar los valores medidos en campo los cuales fueron comparados con lo dispuesto por la Norma DG-2001, también se realizó la evaluación del diseño geométrico de los tramos observados, para determinar el grado de cumplimiento de los factores geométricos comparados con la Norma DG-2001.

4.1.1. Clasificación de la Carretera

4.1.1.1. Por su Demanda. Es necesario conocer la demanda vehicular bajo el IMDA (Índice Medio Diario Anual) existente en el tramo de estudio. Con ello se puede determinar adecuadamente si la carretera es autopista, carretera dual, carretera de primera clase, carretera de segunda clase o carretera de tercera clase. Para ello se cuenta con el Estudio de Tráfico y Demanda de la red vial en mención, el cual presenta datos rescatables. Este estudio, realizado por la Dirección de Desarrollo Vial de la DGCF (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles) efectuó el Estudio de Tráfico de la carretera Casma – Yaután – Pariacoto, desarrollado en octubre del 2004.

En el estudio antes indicado, se establecen los siguientes valores como Tasas de Crecimiento para la proyección de los vehículos del año 2005 al 2024.

Tabla 17
Valores de la Tasa de crecimiento de vehiculos

TIPO DE VEHÍCULO	TASA DE CRECIMIENTO (%)
Autos y camionetas	1.52
Camionetas rurales, micro, ómnibus	4
Transporte de carga	4

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto – Estudios de Análisis de Trafico

El tráfico fue sectorizado en función a su volumen, los cuales se resumen en el siguiente cuadro.

Tabla 18
Trafico IMDA del tramo

TRAFICO NORMAL AÑO 2004 - IMDA (Valor entero)								
SUBSECTOR: YAUTÁN – PARIACOTO (km 38+000 – km 56+480)								
AUTOS Y CAMIONETAS	MICRO -BUS	BUS 2E	CAMIÓN 2C	CAMIÓN C3	ARTICU -LADOS	TOTAL VEH. LIVIANOS	TOTAL VEH. PESADOS	TOTAL
44	11	2	17	0	0	44	30	74

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto – Estudios de Análisis de Trafico

A partir del cuadro anterior, se observa que el IMDA en el año 2004 es de 74 veh/día, este valor guarda relación con la clasificación actual de la carretera (Carretera de Tercera Clase).

A partir del IMDA medido, con la tasa de crecimiento se calculó el IMDA actual, con la siguiente formula:

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

Pf: tránsito final.

Po: tránsito inicial (año base).

Tc: tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

n: año a estimarse.

Tabla 19
Trafico IMDA proyectado a la actualidad

TRAFICO NORMAL PROYECTADO - IMDA (Valor entero)							
AÑO	AUTOS Y CAMIONETAS 1.52%	MICROBUS 4%	BUS 2E 4%	CAMIÓN 2C 4%	TOTAL VEH. LIVIANOS 1.52%	TOTAL VEH. PESADOS 4%	TOTAL
2004	44	11	2	17	44	30	74
2005	45	11	2	18	45	31	76
2006	45	12	2	18	45	32	77
2007	46	12	2	19	46	33	79
2008	47	13	2	20	47	35	82
2009	47	13	2	21	47	36	83
2010	48	14	3	22	48	39	87
2011	49	14	3	22	49	39	88
2012	50	15	3	23	50	41	91
2013	50	16	3	24	50	43	93
2014	51	16	3	25	51	44	95
2015	52	17	3	26	52	46	98
2016	53	18	3	27	53	48	101
2017	54	18	3	28	54	49	103
2018	54	19	3	29	54	51	105
2019	55	20	4	31	55	55	110
2020	56	21	4	32	56	57	113

2021	57	21	4	33	57	58	115
2022	58	22	4	34	58	60	118

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede observar que el IMDA del año 2022 es de **118 veh/día**, menor a 400 veh/día, por lo que guarda concordancia con la clasificación del año que la carretera fue elaborada (**Carretera de Tercera Clase**). La clasificación por demanda concuerda con lo diseñado en el expediente técnico, donde afirma que “el tramo es una **Carretera de Tercera Clase**, con un tráfico predominante en la mayor extensión de la carretera, menor a 400 Veh/Día”.

4.1.1.2. Por su Orografía. En el expediente técnico se identificó las inclinaciones transversales del terreno por donde discurre su trazo, en la Tabla 20 se realizó un cuadro donde se identificaron las secciones de pendientes transversales de cada tramo, donde se muestran los tramos, de color morado de Tipo 1 (pendiente transversal $\leq 10\%$), de color verde de Tipo 2 (pendiente transversal 11-50%), de color azul de Tipo 3 (pendiente transversal 51-100%), de color rojo de Tipo 4 (pendiente transversal $>100\%$). En el cuadro se muestra que las inclinaciones transversales del terreno normal al eje de la vía de los tramos son variables, por lo que su clasificación por orografía está de acuerdo a la topografía predominante.

Tabla 20

Clasificación por Orografía de Tramos homogéneos obtenidos en campo

Progresiva Km:	Pendiente Transversal	Tipo de Terreno
39+900	42%	T2
40+350	17%	T2
40+590	51%	T3
41+000	36%	T2
41+240	11%	T2
41+440	15%	T2

41+780	29%	T2
41+920	20%	T2
42+000	5%	T3
42+140	51%	T3
42+260	57%	T3
42+480	17%	T2
42+637	54%	T3
42+660	86%	T3
42+710	88%	T3
42+750	72%	T3
42+840	112%	T4
42+960	112%	T4
43+020	104%	T4
43+140	35%	T2
43+280	29%	T2
43+500	72%	T3
43+600	125%	T4
43+760	55%	T3
43+850	63%	T3
44+040	55%	T3
44+250	55%	T3
44+460	8%	T1
44+670	105%	T4
44+810	55%	T3
45+000	65%	T3
45+100	60%	T3
45+200	55%	T3
45+450	35%	T2
45+700	51%	T3
45+800	66%	T3
45+980	20%	T2
46+160	11%	T2
46+300	7%	T1
46+550	5%	T1
46+820	14%	T2
47+060	7%	T1
47+220	13%	T2
47+360	57%	T3
47+500	61%	T3
47+600	30%	T2
47+840	19%	T2

48+120	51%	T3
48+160	58%	T3
48+300	31%	T2
48+540	52%	T3
48+620	11%	T2
48+800	51%	T3
48+880	119%	T4
48+940	69%	T3
49+180	70%	T3
49+340	42%	T2
49+510	60%	T3
49+790	63%	T3
49+940	60%	T3
50+100	15%	T2
50+260	20%	T2
50+540	5%	T1
50+900	20%	T2
51+100	9%	T1
51+360	18%	T2
51+500	72%	T3
51+600	115%	T4
51+700	59%	T3
51+780	53%	T3
51+800	14%	T2
52+000	12%	T2
52+220	9%	T1
52+380	12%	T2
52+640	12%	T2
52+650	18%	T2
52+760	51%	T3
52+800	84%	T3
52+810	136%	T4
52+960	100%	T4
53+080	103%	T4
53+170	194%	T4
53+320	83%	T3
53+450	55%	T3
53+600	18%	T2
53+800	17%	T2
54+100	11%	T2
54+300	6%	T1

54+500	51%	T3
54+700	16%	T2
54+800	25%	T2

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla anterior la orografía predominante es del tipo 3, el expediente técnico clasifica del Tramo **Km 39+900 – 52+500 orografía tipo 3 (T3)** y del Tramo **Km 52+500 – 54+800 orografía tipo 4 (T4)**.

4.1.2. Vehículo de Diseño

Como característica general para este tramo de estudio, se adopta una geometría que permita que todos los vehículos incluidos dentro del estudio de tráfico y demanda puedan circular con seguridad y comodidad.

En el caso del presente proyecto, el expediente técnico identificó que el vehículo más grande que transita por el tramo de diseño es un camión tipo C2 (Camión simple 2 ejes). La Figura 10 muestra que el vehículo de diseño C2 tiene un largo de 9.10 metros, el cual tiene una distancia (L) del eje posterior a la parte frontal que mide 7.30 m.

Figura 10

Vehículo de diseño para la vía en estudio.

TIPO DE VEHICULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHICULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
OMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
OMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7,6	12,80	7,40
COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2S1/ 2 / 3	4,10 *	2,60	15,20	4,00 / 7,00	12,20	5,80
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3S1 / 2 / 3	4,10	2,60	16,70	4,90 / 7,90	13,70	5,90
REMOLQUE 2 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C2 – R2 / 3	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80
REMOLQUE 3 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C3 – R2 / 3 / 4	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Velocidad de Diseño

Para realizar el análisis y evaluación del diseño geométrico de la vía en estudio el tesista usó los parámetros de clasificación de carreteras del expediente técnico. La Tabla 21 muestra los parámetros de diseño según el expediente técnico.

Tabla 21
Parámetros de Diseño Según el Expediente Técnico

Progresiva		Definición De Parámetros		
DEL	AL	CLASE	Vd Km/h	Orografía
Km39+900	52+500	Tercera	40	3
Km52+500	54+800	Tercera	30	4

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto – Diseño Geométrico

4.1.4. Distancia de Visibilidad

4.1.4.1 Distancia de Visibilidad de Parada. De acuerdo a la velocidad de diseño, se determinó el rango de la distancia de visibilidad de parada, la Figura 11 indica que el rango de la distancia de la visibilidad de parada (D_p) para la velocidad de 30km/h es de 33 metros, cuando la pendiente es de bajada con 10% de inclinación, hasta 28 metros, cuando la pendiente es de subida con 10% de inclinación y para la velocidad de 40km/h es de 46 metros, cuando la pendiente es de bajada con 10% de inclinación, hasta 36 metros, cuando la pendiente es de subida con 10% de inclinación.

Figura 11

Distancia de visibilidad de parada para la vía en estudio.

	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
VELOCIDAD	30 km/h	33	33	33	32	32	31	31	31	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	28	28	
	40 km/h	46	45	44	44	43	42	42	41	41	40	40	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	80	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	66	65
	70 km/h	119	116	113	110	108	105	103	101	99	97	96	94	92	91	90	88	87	86	85	84	83
	80 km/h	152	147	143	140	136	133	130	127	124	122	120	117	115	113	112	110	108	107	105	104	102
	90 km/h	189	183	178	173	168	164	161	156	153	150	147	144	141	139	136	134	132	130	128	126	124
	100 km/h	229	221	204	207	201	196	191	186	181	177	173	169	166	162	159	156	154	151	148	146	144
	110 km/h	282	272	262	253	246	238	231	225	219	214	209	204	199	195	191	187	184	180	177	174	171
	120 km/h	343	330	318	306	296	287	278	270	262	255	249	243	237	232	227	222	217	213	209	205	202
	130 km/h	413	396	380	366	353	341	330	320	311	302	294	286	279	272	266	260	255	249	244	240	235
	140 km/h	495	473	453	435	419	403	390	377	365	354	344	335	326	318	310	303	296	290	284	278	272
	150 km/h	584	557	532	509	489	471	454	438	424	411	398	387	376	366	357	348	340	333	325	318	312
		PENDIENTE (%)																				

Fuente: Figura 402.05 del Manual DG 2001

4.1.4.2 Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento. De acuerdo a la

velocidad de diseño se determinó la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.

La Figura 12 indica la distancia de la visibilidad de paso o adelantamiento (D_a) la cual

es de 110 metros para velocidades de 30 km/h y 170 metros para velocidades de 40

km/h.

Figura 12

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento para la vía en estudio.

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
D_a (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Fuente: Figura 402.06 del Manual DG 2001

4.1.5. Componentes del Diseño Geométrico en Planta

El diseño geométrico en planta, está constituido por alineamientos rectos, curvas

circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar

de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas

circulares de curvatura diferente.

En el caso del presente proyecto se realizó el levantamiento topográfico con estación total y corrección en gabinete. En la Tabla 22 se detallan las características de los parámetros de diseño para el alineamiento horizontal del tramo en estudio. En la Tabla 23 se muestran las longitudes de los tramos en tangente.

Tabla 22

Datos del alineamiento horizontal según el levantamiento topográfico

TABLA DE DATOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL								
PI	ANGULO	RADIO (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	PI (Km)	PC (Km)	PT (Km)
PI:1	48°46'25"	40.00	18.13	34.05	33.03	39+925.61	39+907.47	39+941.52
PI:2	29°36'45"	80.00	21.15	41.35	40.89	39+968.37	39+947.22	39+988.57
PI:3	47°15'31"	20.00	8.75	16.5	16.03	40+023.08	40+014.33	40+030.82
PI:4	45°15'26"	40.00	16.67	31.6	30.78	40+094.91	40+078.24	40+109.83
PI:5	40°33'52"	50.00	18.47	35.38	34.65	40+192.64	40+174.17	40+209.55
PI:6	51°17'42"	45.00	21.61	40.29	38.95	40+271.52	40+249.92	40+290.20
PI:7	35°30'39"	100.00	32.02	61.98	60.99	40+371.85	40+339.83	40+401.81
PI:8	98°47'33"	63.00	73.49	108.6	95.66	40+636.44	40+562.94	40+671.57
PI:9	15°39'37"	100.00	13.75	27.33	27.25	40+764.42	40+750.67	40+778.00
PI:10	67°24'33"	45.00	30.02	52.94	49.94	40+817.80	40+787.78	40+840.73
PI:11	6°31'51"	60.00	3.42	6.84	6.84	40+877.15	40+873.73	40+880.57
PI:12-13	104°36'	70.17	90.79	128.10	111.04	40+981.49	40+916.91	41+046.07
PI:14	2°49'50"	180.00	4.45	8.89	8.89	41+101.07	41+096.62	41+105.51
PI:15	12°26'32"	150.00	16.35	32.57	32.51	41+347.03	41+330.68	41+363.26
PI:16	14°06'50"	80.00	9.9	19.71	19.66	41+782.45	41+772.55	41+792.26
PI:17	13°55'23"	250.00	30.53	60.75	60.6	41+981.21	41+950.68	42+011.43
PI:18	25°39'44"	150.00	34.16	67.18	66.62	42+135.15	42+100.98	42+168.17
PI:19	4°59'24"	120.00	5.23	10.45	10.45	42+185.66	42+180.43	42+190.88
PI:20	20°47'44"	120.00	22.02	43.55	43.32	42+330.16	42+308.14	42+351.69
PI:21	7°50'20"	150.00	10.28	20.52	20.51	42+492.80	42+482.53	42+503.05
PI:22	3°02'31"	200.00	5.31	10.62	10.62	42+573.71	42+568.40	42+579.02
PI:23	11°39'54"	180.00	18.39	36.65	36.58	42+735.74	42+717.35	42+754.00
PI:24	4°20'54"	200.00	7.59	15.18	15.17	42+942.97	42+935.38	42+950.55
PI:25	14°36'22"	150.00	19.22	38.24	38.14	43+038.49	43+019.27	43+057.51
PI:26	20°02'36"	150.00	26.51	52.47	52.21	43+178.74	43+152.23	43+204.70
PI:27	7°14'07"	80.00	5.06	10.1	10.1	43+289.77	43+284.71	43+294.82
PI:28	8°36'59"	120.00	9.04	18.05	18.03	43+397.23	43+388.18	43+406.23
PI:29	24°24'22"	80.00	17.3	34.08	33.82	43+457.32	43+440.02	43+474.10
PI:30	10°24'05"	180.00	16.38	32.68	32.63	43+541.97	43+525.58	43+558.26
PI:31	19°27'59"	100.00	17.15	33.98	33.81	43+646.75	43+629.60	43+663.57
PI:32	11°27'42"	180.00	18.06	36.01	35.95	43+705.90	43+687.84	43+723.84

PI:33	6°38'09"	180.00	10.44	20.85	20.84	43+878.88	43+868.44	43+889.29
PI:34	22°42'02"	120.00	24.09	47.54	47.23	43+984.65	43+960.56	44+008.10
PI:35	21°38'06"	60.00	11.46	22.66	22.52	44+073.66	44+062.19	44+084.85
PI:36	43°07'18"	55.00	21.73	41.39	40.42	44+168.44	44+146.71	44+188.10
PI:37	49°49'59"	60.00	27.87	52.19	50.56	44+282.93	44+255.06	44+307.24
PI:38	30°42'35"	200.00	54.92	107.2	105.92	44+367.57	44+312.65	44+419.85
PI:39	26°43'57"	90.00	21.39	41.99	41.61	44+530.87	44+509.49	44+551.48
PI:40	3°42'15"	60.00	1.94	3.88	3.88	44+601.69	44+599.75	44+603.63
PI:41	21°46'49"	120.00	23.09	45.62	45.34	44+686.22	44+663.14	44+708.75
PI:42	7°30'47"	150.00	9.85	19.67	19.66	44+793.42	44+783.57	44+803.24
PI:43	11°59'46"	120.00	12.61	25.12	25.08	44+916.06	44+903.45	44+928.57
PI:44	43°26'55"	120.00	47.81	91	88.83	45+053.63	45+005.81	45+096.81
PI:45	28°36'13"	120.00	30.59	59.91	59.29	45+189.34	45+158.75	45+218.66
PI:46	7°34'55"	150.00	9.94	19.85	19.84	45+345.14	45+335.20	45+355.05
PI:47	19°41'06"	80.00	13.88	27.49	27.35	45+443.73	45+429.85	45+457.34
PI:48	20°39'15"	120.00	21.87	43.26	43.02	45+604.54	45+582.68	45+625.93
PI:49	6°10'43"	80.00	4.32	8.63	8.62	45+690.64	45+686.32	45+694.95
PI:50	36°17'58"	200.00	65.56	126.7	124.6	45+812.21	45+746.65	45+873.36
PI:51	25°08'06"	80.00	17.83	35.09	34.81	46+186.05	46+168.22	46+203.31
PI:52	29°34'44"	110.00	29.04	56.79	56.16	46+327.49	46+298.45	46+355.24
PI:53	14°55'42"	80.00	10.48	20.84	20.78	46+396.70	46+386.22	46+407.06
PI:54	14°07'41"	150.00	18.59	36.99	36.89	46+557.37	46+538.78	46+575.77
PI:55	10°09'46"	80.00	7.11	14.19	14.17	47+295.16	47+288.05	47+302.24
PI:56	36°38'57"	100.00	33.12	63.96	62.88	47+359.62	47+326.50	47+390.47
PI:57	32°13'39"	120.00	34.67	67.5	66.61	47+475.04	47+440.37	47+507.87
PI:58	11°08'01"	120.00	11.7	23.32	23.28	47+573.67	47+561.98	47+585.30
PI:59	6°20'41"	120.00	6.65	13.29	13.28	48+013.52	48+006.87	48+020.16
PI:60	13°11'59"	80.00	9.26	18.43	18.39	48+123.39	48+114.13	48+132.57
PI:61	29°08'12"	120.00	31.19	61.02	60.37	48+256.49	48+225.30	48+286.33
PI:62	10°56'49"	200.00	19.21	38.31	38.25	48+724.30	48+705.09	48+743.40
PI:63	11°04'05"	97.91	9.49	18.91	18.88	48+794.40	48+784.91	48+803.82
PI:64	31°58'55"	120.00	34.39	66.98	66.12	48+947.19	48+912.80	48+979.78
PI:65	31°11'42"	20.00	5.58	10.89	10.76	49+065.45	49+059.87	49+070.76
PI:66	36°29'20"	200.19	65.99	127.5	125.35	49+210.63	49+144.64	49+272.14
PI:67	36°36'10"	80.00	26.46	51.11	50.24	49+391.74	49+365.29	49+416.39
PI:68-69	63°54'	79.62	49.66	88.80	84.27	49+494.74	49+449.71	49+539.76
PI:70	59°59'30"	50.13	28.94	52.49	50.12	49+614.80	49+585.86	49+638.35
PI:71	14°55'18"	120.00	15.71	31.25	31.16	49+712.91	49+697.20	49+728.45
PI:72	5°17'06"	120.00	5.54	11.07	11.06	49+763.15	49+757.62	49+768.68
PI:73	11°00'26"	110.63	10.66	21.25	21.22	49+845.55	49+834.89	49+856.14
PI:74-75	23°22'	245.59	50.78	100.16	99.47	50+005.38	49+955.22	50+055.53
PI:76	27°11'56"	60.00	14.51	28.48	28.22	50+137.39	50+122.88	50+151.36
PI:77	8°06'32"	194.88	13.81	27.58	27.56	50+257.26	50+243.45	50+271.03
PI:78	12°01'26"	202.76	21.35	42.55	42.47	50+396.89	50+375.54	50+418.09
PI:79	5°44'03"	180.65	9.05	18.08	18.07	50+506.28	50+497.23	50+515.31

PI:80-81	50°56'	56.32	26.82	50.07	48.43	50+954.15	50+929.14	50+979.15
PI:82-83	63°18'	55.86	34.43	61.71	58.62	51+039.93	51+008.90	51+070.95
PI:84-85-86	56°45'	103.04	55.66	102.06	97.94	51+290.89	51+239.95	51+341.82
PI:87	30°07'45"	40.00	10.77	21.03	20.79	51+423.67	51+412.91	51+433.94
PI:88-89-90	69°40'	46.49	32.35	56.53	53.11	51+541.22	51+512.87	51+569.56
PI:91	20°59'38"	60.00	11.12	21.98	21.86	51+624.33	51+613.22	51+635.20
PI:92	23°54'20"	40.00	8.47	16.69	16.57	51+658.16	51+649.69	51+666.38
PI:93-94-95	36°24'	188.73	62.05	119.90	117.89	51+788.87	51+729.04	51+848.70
PI:96	16°51'56"	100.13	14.84	29.47	29.37	52+030.95	52+016.11	52+045.58
PI:97	10°18'59"	115.57	10.43	20.81	20.78	52+161.83	52+151.39	52+172.20
PI:98	16°49'54"	60.03	8.88	17.63	17.57	52+585.89	52+577.01	52+594.64
PI:99	18°19'59"	60.00	9.68	19.2	19.12	52+663.30	52+653.62	52+672.81
PI:100	31°53'45"	60.18	17.2	33.5	33.07	52+764.27	52+747.07	52+780.57
PI:101	19°24'21"	120.00	20.52	40.64	40.45	52+811.52	52+791.00	52+831.65
PI:102	20°47'44"	60.01	11.01	21.78	21.66	52+993.36	52+982.35	53+004.13
PI:103	10°11'16"	60.00	5.35	10.67	10.65	53+043.19	53+037.84	53+048.51
PI:104	36°53'01"	60.00	20.01	38.62	37.96	53+073.00	53+053.00	53+091.62
PI:105-106	37°17'	74.36	25.09	48.39	47.54	53+134.40	53+110.08	53+158.72
PI:107	16°48'30"	59.94	8.86	17.58	17.52	53+205.06	53+196.21	53+213.79
PI:108	16°19'08"	40.00	5.74	11.39	11.35	53+267.99	53+262.25	53+273.65
PI:109	29°26'16"	59.90	15.74	30.78	30.44	53+294.65	53+278.92	53+309.69
PI:110	10°16'01"	180.00	16.17	32.25	32.21	53+363.48	53+347.31	53+379.56
PI:111	22°10'14"	120.00	23.51	46.43	46.14	53+475.54	53+452.02	53+498.46
PI:112	17°23'36"	101.00	15.45	30.66	30.54	53+544.53	53+529.08	53+559.74
PI:113-114-115	68°12'	150.65	102.00	179.32	168.92	53+755.95	53+666.33	53+845.56
PI:116-117	46°16'	62.16	26.56	50.19	48.84	53+987.58	53+962.35	54+012.80
PI:118-119	59°14'	48.52	27.58	50.16	47.96	54+105.25	54+080.15	54+130.35
PI:120-121-122	73°13'	99.48	73.90	127.12	118.65	54+243.84	54+180.27	54+307.41
PI:123-124-125	116°17'	44.55	71.69	90.42	75.68	54+430.94	54+385.52	54+476.35
PI:126-127	59°42'	30.25	17.36	31.52	30.11	54+530.87	54+515.01	54+546.72
PI:128	20°48'35"	60.00	11.02	21.79	21.67	54+634.82	54+623.80	54+645.60
PI:129-130	21°40'	125.73	24.06	47.55	47.26	54+704.49	54+680.70	54+728.27
PI:131	16°04'55"	60.00	8.48	16.84	16.79	54+825.45	54+816.98	54+833.82

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se observa 109 puntos de intersección de alineamiento horizontal.

Tabla 23*Longitudes de tramos en tangente según el levantamiento topográfico*

TABLA DE LONGITUDES DE TRAMOS EN TANGENTE				
TANGENTE	TRAMO DE LA TANGENTE (Km)		L.s	L.o
T:1	39+941.52	39+947.22	5.70	
T:2	39+988.57	40+014.33		25.76
T:3	40+030.82	40+078.24	47.40	
T:4	40+109.83	40+174.17	64.34	
T:5	40+209.55	40+249.92	60.00	
T:6	40+290.20	40+339.83	49.63	
T:7	40+401.81	40+562.94		161.13
T:8	40+671.57	40+750.67	79.10	
T:9	40+778.00	40+787.78		9.78
T:10	40+840.73	40+873.73	33.00	
T:11	40+880.57	40+916.91		36.34
T:12-13	41+046.07	41+096.62	50.55	
T:14	41+105.51	41+330.68		225.17
T:15	41+363.26	41+772.55	409.29	
T:16	41+792.26	41+950.68		158.43
T:17	42+011.43	42+100.98	89.55	
T:18	42+168.17	42+180.43	12.27	
T:19	42+190.88	42+308.14	117.25	
T:20	42+351.69	42+482.53	130.84	
T:21	42+503.05	42+568.40		65.36
T:22	42+579.02	42+717.35	138.33	
T:23	42+754.00	42+935.38		181.38
T:24	42+950.55	43+019.27	68.72	
T:25	43+057.51	43+152.23	94.72	
T:26	43+204.70	43+284.71		80.01
T:27	43+294.82	43+388.18	93.34	
T:28	43+406.23	43+440.02		33.79
T:29	43+474.10	43+525.58	51.48	
T:30	43+558.26	43+629.60		71.34
T:31	43+663.57	43+687.84	24.26	
T:32	43+723.84	43+868.44	144.60	
T:33	43+889.29	43+960.56	71.27	
T:34	44+008.10	44+062.19	54.09	
T:35	44+084.85	44+146.71	61.86	
T:36	44+188.10	44+255.06	66.95	
T:37	44+307.24	44+312.65		5.41
T:38	44+419.85	44+509.49	89.64	
T:39	44+551.48	44+599.75	48.28	
T:40	44+603.63	44+663.14		59.50

T:41	44+708.75	44+783.57	74.82	
T:42	44+803.24	44+903.45	100.21	
T:43	44+928.57	45+005.81	77.24	
T:44	45+096.81	45+158.75	61.94	
T:45	45+218.66	45+335.20	116.54	
T:46	45+355.05	45+429.85		74.80
T:47	45+457.34	45+582.68		125.34
T:48	45+625.93	45+686.32	60.39	
T:49	45+694.95	45+746.65	51.70	
T:50	45+873.36	46+168.22	294.86	
T:51	46+203.31	46+298.45	95.14	
T:52	46+355.24	46+386.22	30.98	
T:53	46+407.06	46+538.78		131.71
T:54	46+575.77	47+288.05	712.28	
T:55	47+302.24	47+326.50	24.26	
T:56	47+390.47	47+440.37	49.91	
T:57	47+507.87	47+561.98	54.11	
T:58	47+585.30	48+006.87	421.58	
T:59	48+020.16	48+114.13	93.97	
T:60	48+132.57	48+225.30		92.74
T:61	48+286.33	48+705.09	418.77	
T:62	48+743.40	48+784.91	41.51	
T:63	48+803.82	48+912.80		108.98
T:64	48+979.78	49+059.87	80.09	
T:65	49+070.76	49+144.64	73.88	
T:66	49+272.14	49+365.29		93.15
T:67	49+416.39	49+449.71	33.31	
T:68-69	49+539.76	49+585.86		46.10
T:70	49+638.35	49+697.20		58.85
T:71	49+728.45	49+757.62	29.17	
T:72	49+768.68	49+834.89		66.20
T:73	49+856.14	49+955.22		99.08
T:74-75	50+055.53	50+122.88		67.35
T:76	50+151.36	50+243.45		92.09
T:77	50+271.03	50+375.54	104.51	
T:78	50+418.09	50+497.23	79.14	
T:79	50+515.31	50+929.14	413.83	
T:80-81	50+979.15	51+008.90	29.75	
T:82-83	51+070.95	51+239.95		169.00
T:84-85-86	51+341.82	51+412.91	71.09	
T:87	51+433.94	51+512.87	67.92	
T:88-89-90	51+569.56	51+613.22	43.66	
T:91	51+635.20	51+649.69		14.49
T:92	51+666.38	51+729.04		62.67
T:93-94-95	51+848.70	52+016.11	167.41	

T:96	52+045.58	52+151.39	105.81	
T:97	52+172.20	52+577.01	404.81	
T:98	52+594.64	52+653.62	58.98	
T:99	52+672.81	52+747.07	74.26	
T:100	52+780.57	52+791.00	10.43	
T:101	52+831.65	52+982.35	150.70	
T:102	53+004.13	53+037.84	33.71	
T:103	53+048.51	53+053.00		4.49
T:104	53+091.62	53+110.08	18.47	
T:105-106	53+158.72	53+196.21		37.49
T:107	53+213.79	53+262.25	48.46	
T:108	53+273.65	53+278.92		5.52
T:109	53+309.69	53+347.31	37.62	
T:110	53+379.56	53+452.02		72.46
T:111	53+498.46	53+529.08		30.62
T:112	53+559.74	53+666.33	106.59	
T:113-114-115	53+845.56	53+962.35	116.79	
T:116-117	54+012.80	54+080.15	67.35	
T:118-119	54+130.35	54+180.27		49.92
T:120-121-122	54+307.41	54+385.52		78.11
T:123-124-125	54+476.35	54+515.01	38.66	
T:126-127	54+546.72	54+623.80	77.08	
T:128	54+645.60	54+680.70	35.11	
T:129-130	54+728.27	54+816.98		88.71

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se muestra 108 tramos en tangente de la vía en estudio.

4.1.6. Componentes del Diseño Geométrico en Perfil

El diseño geométrico en perfil está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. En el caso del presente proyecto se realizó el levantamiento topográfico con estación total en el mes de enero del 2020. En la Tabla 24 se detallan las características de los parámetros de diseño para el alineamiento vertical del tramo en estudio.

Tabla 24*Datos de alineamiento vertical del levantamiento topografico*

TABLA DE DATOS DE ALINEAMIENTO VERTICAL DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO								
PIV	PCV (Km)	PTV (Km)	COTA (m)	PENDIENTE (%)	D.A. (%)	LONGITUD DE CURVA VERTICAL (m)	K	TIPO DE CURVA
PIV:1	39+945	40+095	706.74	-7.01	4.03	150	37.21	convexa
PIV:2	40+145	40+295	692.72	-8.07	2.11	150	70.96	convexa
PIV:3	40+365	40+515	674.66	-7.4	0.28	150	534.7	cóncava
PIV:4	40+518	40+641	664.29	-5.58	1.83	123.5	67.53	cóncava
PIV:5	40+803	40+917	648.68	-8.64	3.06	114	37.21	convexa
PIV:6	40+924	40+995	641.01	-3.94	2.29	70.58	30.85	convexa
PIV:7	41+007	41+112	639.35	2.57	3.05	105.5	34.56	cóncava
PIV:8	41+265	41+415	649.51	4.02	1.71	150	87.65	convexa
PIV:9	41+545	41+695	655.97	2.3	1.53	150	97.96	cóncava
PIV:10	41+697	41+782	660.57	3.84	0.15	85.5	588.81	cóncava
PIV:11	41+845	41+995	667.73	3.98	0.59	150	253.28	convexa
PIV:12	42+285	42+435	682.64	3.39	0.33	150	459.83	convexa
PIV:13	42+525	42+675	689.99	3.06	3.3	150	45.39	cóncava
PIV:14	42+678	42+801	698.91	6.37	2.91	123.5	42.37	convexa
PIV:15	42+845	42+995	705.12	3.45	1.33	150	112.46	convexa
PIV:16	43+165	43+315	711.9	2.12	3.5	150	42.8	cóncava
PIV:17	43+505	43+655	731.02	5.62	3.7	150	40.58	convexa
PIV:18	43+785	43+935	736.41	1.93	1.77	150	84.96	cóncava
PIV:19	44+002	44+078	743.06	3.69	0.87	76	87.35	cóncava
PIV:20	44+083	44+117	746.06	5.89	1.4	34.4	24.55	convexa
PIV:21	44+245	44+395	755.94	4.49	0.88	150	171.1	convexa
PIV:22	44+885	45+035	779.07	3.61	0.27	150	556.34	convexa
PIV:23	45+463	45+613	798.41	3.34	2.27	150	66	cóncava
PIV:24	45+645	45+795	808.63	5.62	3.14	150	47.74	convexa
PIV:25	45+885	46+035	814.57	2.48	1.31	150	114.84	cóncava
PIV:26	46+165	46+315	825.15	3.78	0.18	150	843.21	convexa
PIV:27	46+585	46+735	840.29	3.6	0.46	150	326.92	cóncava
PIV:28	47+325	47+475	870.35	4.06	0.53	150	282.63	convexa
PIV:29	48+025	48+175	895.07	3.53	1.71	150	87.65	cóncava
PIV:30	48+183	48+333	903.4	5.24	3.02	150	49.6	convexa
PIV:31	48+425	48+575	908.75	2.22	4.11	150	36.46	cóncava
PIV:32	48+724	48+874	927.73	6.33	3.83	150	39.19	convexa
PIV:33	49+065	49+215	936.26	2.51	3.2	150	46.85	cóncava
PIV:34	49+605	49+755	967.11	5.71	2.15	150	69.64	convexa
PIV:35	49+965	50+115	979.88	3.55	2.06	150	72.9	convexa
PIV:36	50+244	50+394	984.06	1.5	2.51	150	59.78	cóncava
PIV:37	50+605	50+755	998.49	4	0.78	150	191.13	cóncava

PIV:38	50+904	51+054	1012.84	4.79	3.7	150	40.58	convexa
PIV:39	51+073	51+206	1014.59	1.09	0.91	133.09	145.48	cóncava
PIV:40	51+319	51+358	1021.53	4.28	4.29	39.34	9.18	convexa
PIV:41	51+401	51+519	1024.51	1.99	2.37	117.68	49.63	cóncava
PIV:42	51+519	51+560	1028	4.36	5.33	40.21	7.55	convexa
PIV:43	51+603	51+717	1026.84	-0.97	6.89	114	16.54	cóncava
PIV:44	51+785	51+935	1039.85	6.73	1.23	150	122.02	convexa
PIV:45	52+045	52+195	1054.13	5.5	2.55	150	58.73	convexa
PIV:46	52+245	52+395	1060.06	2.99	1.41	150	106.04	cóncava
PIV:47	52+397	52+482	1065.34	4.4	0.6	85.5	142.57	cóncava
PIV:48	52+625	52+775	1078.34	5	0.67	150	224.73	convexa
PIV:49	52+778	52+901	1084.41	4.33	0.46	123.5	266.46	cóncava
PIV:50	53+065	53+215	1098.79	4.8	0.75	150	199.08	convexa
PIV:51	53+305	53+455	1108.5	4.04	0.97	150	154.07	cóncava
PIV:52	53+723	53+873	1129.49	5.02	0.1	150	1560.49	cóncava
PIV:53	53+902	53+978	1136.71	5.11	0.1	76.3	776.59	convexa
PIV:54	54+044	54+194	1145.92	5.13	0.15	150	992.54	cóncava
PIV:55	54+285	54+435	1158.62	5.28	1.32	150	113.55	convexa
PIV:56	54+464	54+614	1165.73	3.96	0.37	150	404.74	cóncava
PIV:57	54+722	54+798	1175.29	4.33	0.22	76	342.43	cóncava

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la necesidad de curvas verticales, estos son tramos consecutivos de rasante, estas están enlazadas con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1%, para carreteras con pavimento de tipo superior y de 2% para las demás. De acuerdo a la carretera en estudio se considera la diferencia algebraica de su pendiente mayor a 1%, por lo cual para el cuadro anterior se considerará a los siguientes Puntos de intersección Verticales:

Tabla 25

Datos de alineamiento vertical para estudio del proyecto

TABLA DE DATOS DE ALINEAMIENTO VERTICAL (D.A > 1%)								
PIV	PCV (Km)	PTV (Km)	COTA (m)	PENDIEN TE (%)	D.A. (%)	LONGITUD DE CURVA VERTICAL (m)	K	TIPO DE CURVA
PIV:1	39+945	40+095	706.74	-7.01	4.03	150	37.21	convexa
PIV:2	40+145	40+295	692.72	-8.07	2.11	150	70.96	convexa
PIV:4	40+518	40+641	664.29	-5.58	1.83	123.5	67.53	cóncava
PIV:5	40+803	40+917	648.68	-8.64	3.06	114	37.21	convexa

PIV:6	40+924	40+995	641.01	-3.94	2.29	70.58	30.85	convexa
PIV:7	41+007	41+112	639.35	2.57	3.05	105.5	34.56	cóncava
PIV:8	41+265	41+415	649.51	4.02	1.71	150	87.65	convexa
PIV:9	41+545	41+695	655.97	2.3	1.53	150	97.96	cóncava
PIV:13	42+525	42+675	689.99	3.06	3.3	150	45.39	cóncava
PIV:14	42+678	42+801	698.91	6.37	2.91	123.5	42.37	convexa
PIV:15	42+845	42+995	705.12	3.45	1.33	150	112.46	convexa
PIV:16	43+165	43+315	711.9	2.12	3.5	150	42.8	cóncava
PIV:17	43+505	43+655	731.02	5.62	3.7	150	40.58	convexa
PIV:18	43+785	43+935	736.41	1.93	1.77	150	84.96	cóncava
PIV:20	44+083	44+117	746.06	5.89	1.4	34.4	24.55	convexa
PIV:23	45+463	45+613	798.41	3.34	2.27	150	66	cóncava
PIV:24	45+645	45+795	808.63	5.62	3.14	150	47.74	convexa
PIV:25	45+885	46+035	814.57	2.48	1.31	150	114.84	cóncava
PIV:29	48+025	48+175	895.07	3.53	1.71	150	87.65	cóncava
PIV:30	48+183	48+333	903.4	5.24	3.02	150	49.6	convexa
PIV:31	48+425	48+575	908.75	2.22	4.11	150	36.46	cóncava
PIV:32	48+724	48+874	927.73	6.33	3.83	150	39.19	convexa
PIV:33	49+065	49+215	936.26	2.51	3.2	150	46.85	cóncava
PIV:34	49+605	49+755	967.11	5.71	2.15	150	69.64	convexa
PIV:35	49+965	50+115	979.88	3.55	2.06	150	72.9	convexa
PIV:36	50+244	50+394	984.06	1.5	2.51	150	59.78	cóncava
PIV:38	50+904	51+054	1012.84	4.79	3.7	150	40.58	convexa
PIV:40	51+319	51+358	1021.53	4.28	4.29	39.34	9.18	convexa
PIV:41	51+401	51+519	1024.51	1.99	2.37	117.68	49.63	cóncava
PIV:42	51+519	51+560	1028	4.36	5.33	40.21	7.55	convexa
PIV:43	51+603	51+717	1026.84	-0.97	6.89	114	16.54	cóncava
PIV:44	51+785	51+935	1039.85	6.73	1.23	150	122.02	convexa
PIV:45	52+045	52+195	1054.13	5.5	2.55	150	58.73	convexa
PIV:46	52+245	52+395	1060.06	2.99	1.41	150	106.04	cóncava
PIV:55	54+285	54+435	1158.62	5.28	1.32	150	113.55	convexa

Fuente: Elaboración propia

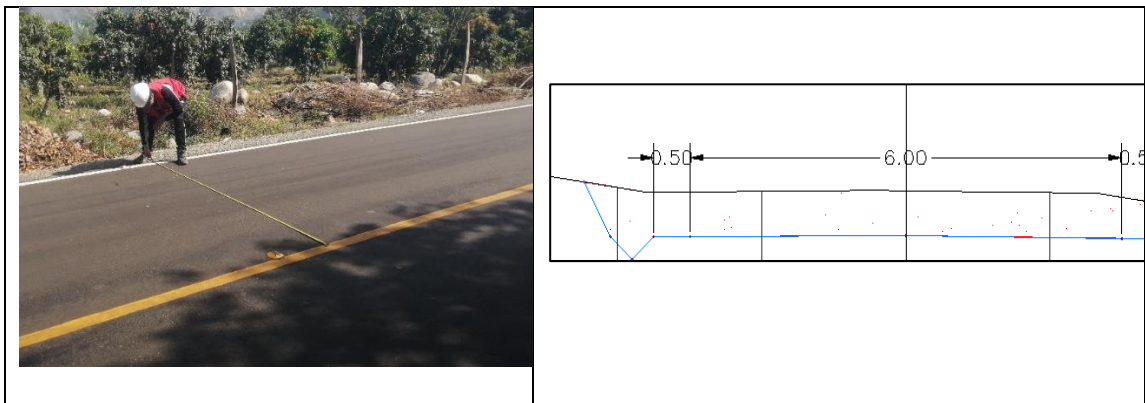
De la tabla anterior se muestra 35 curvas verticales a analizar en el presente proyecto.

4.1.7. Componentes del Diseño Geométrico de la Sección Transversal

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos. En el caso del presente proyecto se realizó el levantamiento topográfico con estación total en el mes de enero del 2020, la observación in situ y la medición con la cinta métrica. En la Figura 13 se muestra la medición de una sección de la calzada donde el ancho total de la calzada es de 6 metros y berma de 0.5m, en la Figura 14 se muestra el bombeo típico de 2% en tramos tangentes y en la Figura 15 se muestra sección de calzada en curvas de menor radio de la vía.

Figura 13

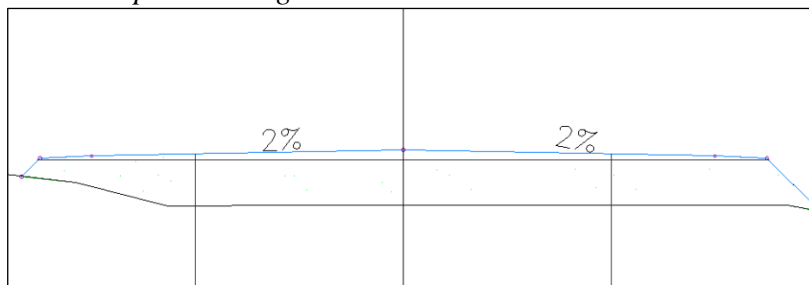
Medición de sección típica en tangente de la vía en estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura 14

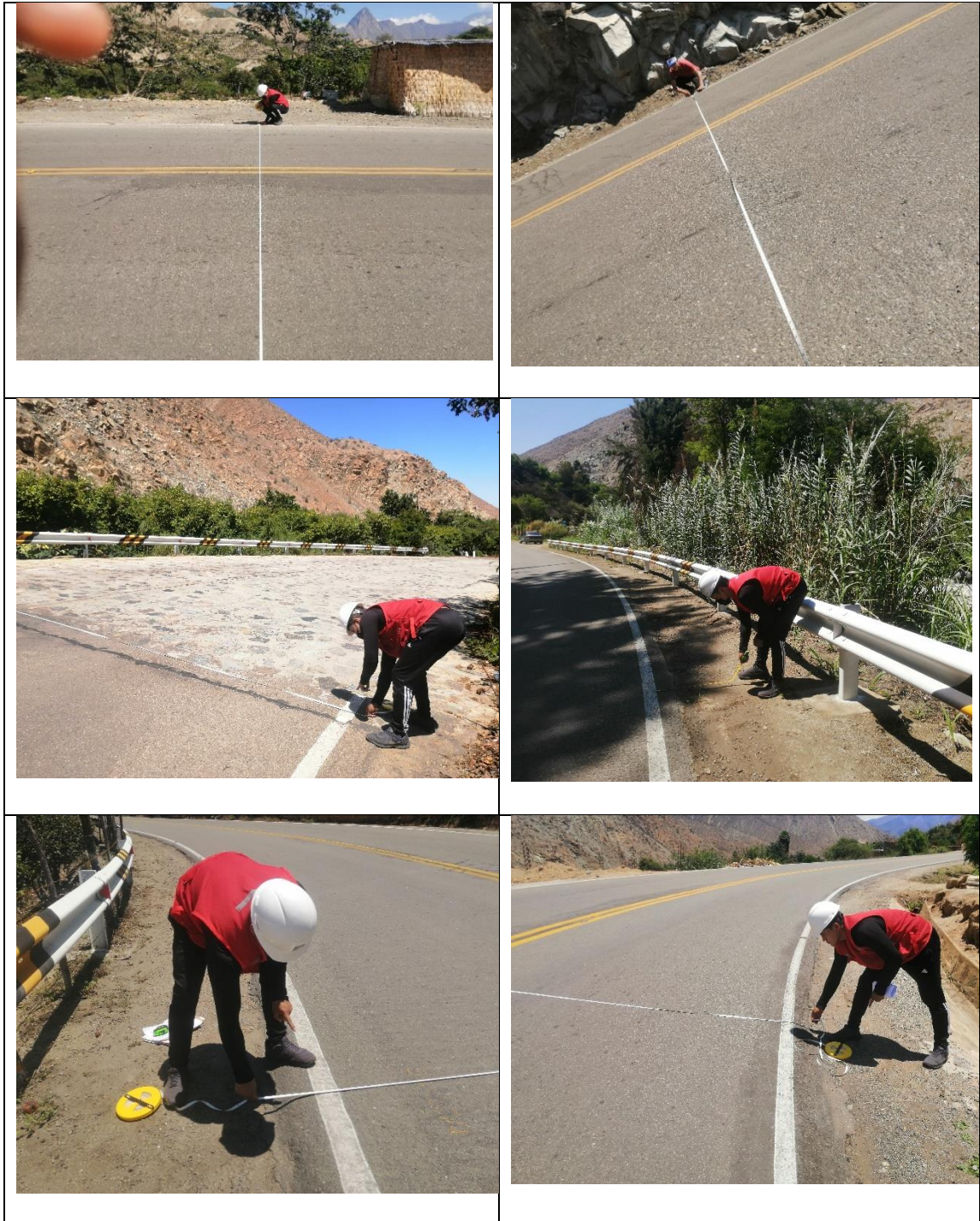
Bombeo típico en tangente de la vía en estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Medición de sección de calzada en curvas de menor radio de la vía



Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Análisis y Evaluación del Diseño Geométrico en Planta

4.1.8.1. Longitud Mínima de Curva del Tramo en Estudio. Con los parámetros de diseño, se determinó el factor a multiplicar con la velocidad de diseño es $3V$.

Figura 16

Longitud mínima de curva del tramo en estudio

Carretera Red Nacional	L (m)
Autopista ó Multicarril	6 V
Dos Carriles	3 V

Fuente: Sección 402.02 del Manual DG 2001

La Figura 16 muestra el factor ($3V$) que se utiliza para determinar la longitud mínima de curva, la velocidad de diseño es de 40 km/h y 30 km/h, por lo que se determinó que la longitud mínima de curva del tramo en estudio es de **120 metros y 90 metros** respectivamente.

En la Tabla 26 se muestra la condición de cumplimiento con lo establecido por el DG-2001.

Tabla 26

Análisis de la Longitud de curva minima en comparación con lo establecido por el DG-2001

PI	PC (Km)	PT (Km)	L (m)	Velocidad de diseño	Lmin (m)	Condición
PI:1	39+907.47	39+941.52	34.05	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:2	39+947.22	39+988.57	41.35	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:3	40+014.33	40+030.82	16.5	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:4	40+078.24	40+109.83	31.6	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:5	40+174.17	40+209.55	35.38	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:6	40+249.92	40+290.20	40.29	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:7	40+339.83	40+401.81	61.98	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:8	40+562.94	40+671.57	108.63	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:9	40+750.67	40+778.00	27.33	40km/h	120.00	NO CUMPLE

PI:10	40+787.78	40+840.73	52.94	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:11	40+873.73	40+880.57	6.84	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:12-13	40+916.91	41+046.07	128.10	40km/h	120.00	CUMPLE
PI:14	41+096.62	41+105.51	8.89	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:15	41+330.68	41+363.26	32.57	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:16	41+772.55	41+792.26	19.71	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:17	41+950.68	42+011.43	60.75	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:18	42+100.98	42+168.17	67.18	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:19	42+180.43	42+190.88	10.45	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:20	42+308.14	42+351.69	43.55	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:21	42+482.53	42+503.05	20.52	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:22	42+568.40	42+579.02	10.62	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:23	42+717.35	42+754.00	36.65	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:24	42+935.38	42+950.55	15.18	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:25	43+019.27	43+057.51	38.24	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:26	43+152.23	43+204.70	52.47	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:27	43+284.71	43+294.82	10.1	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:28	43+388.18	43+406.23	18.05	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:29	43+440.02	43+474.10	34.08	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:30	43+525.58	43+558.26	32.68	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:31	43+629.60	43+663.57	33.98	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:32	43+687.84	43+723.84	36.01	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:33	43+868.44	43+889.29	20.85	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:34	43+960.56	44+008.10	47.54	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:35	44+062.19	44+084.85	22.66	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:36	44+146.71	44+188.10	41.39	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:37	44+255.06	44+307.24	52.19	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:38	44+312.65	44+419.85	107.2	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:39	44+509.49	44+551.48	41.99	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:40	44+599.75	44+603.63	3.88	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:41	44+663.14	44+708.75	45.62	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:42	44+783.57	44+803.24	19.67	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:43	44+903.45	44+928.57	25.12	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:44	45+005.81	45+096.81	91	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:45	45+158.75	45+218.66	59.91	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:46	45+335.20	45+355.05	19.85	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:47	45+429.85	45+457.34	27.49	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:48	45+582.68	45+625.93	43.26	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:49	45+686.32	45+694.95	8.63	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:50	45+746.65	45+873.36	126.71	40km/h	120.00	CUMPLE
PI:51	46+168.22	46+203.31	35.09	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:52	46+298.45	46+355.24	56.79	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:53	46+386.22	46+407.06	20.84	40km/h	120.00	NO CUMPLE

PI:54	46+538.78	46+575.77	36.99	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:55	47+288.05	47+302.24	14.19	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:56	47+326.50	47+390.47	63.96	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:57	47+440.37	47+507.87	67.5	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:58	47+561.98	47+585.30	23.32	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:59	48+006.87	48+020.16	13.29	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:60	48+114.13	48+132.57	18.43	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:61	48+225.30	48+286.33	61.02	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:62	48+705.09	48+743.40	38.31	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:63	48+784.91	48+803.82	18.91	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:64	48+912.80	48+979.78	66.98	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:65	49+059.87	49+070.76	10.89	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:66	49+144.64	49+272.14	127.49	40km/h	120.00	CUMPLE
PI:67	49+365.29	49+416.39	51.11	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:68-69	49+449.71	49+539.76	88.80	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:70	49+585.86	49+638.35	52.49	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:71	49+697.20	49+728.45	31.25	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:72	49+757.62	49+768.68	11.07	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:73	49+834.89	49+856.14	21.25	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:74-75	49+955.22	50+055.53	100.16	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:76	50+122.88	50+151.36	28.48	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:77	50+243.45	50+271.03	27.58	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:78	50+375.54	50+418.09	42.55	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:79	50+497.23	50+515.31	18.08	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:80-81	50+929.14	50+979.15	50.07	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:82-83	51+008.90	51+070.95	61.71	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:84-85-86	51+239.95	51+341.82	102.06	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:87	51+412.91	51+433.94	21.03	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:88-89-90	51+512.87	51+569.56	56.53	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:91	51+613.22	51+635.20	21.98	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:92	51+649.69	51+666.38	16.69	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:93-94-95	51+729.04	51+848.70	119.90	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:96	52+016.11	52+045.58	29.47	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:97	52+151.39	52+172.20	20.81	40km/h	120.00	NO CUMPLE
PI:98	52+577.01	52+594.64	17.63	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:99	52+653.62	52+672.81	19.2	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:100	52+747.07	52+780.57	33.5	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:101	52+791.00	52+831.65	40.64	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:102	52+982.35	53+004.13	21.78	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:103	53+037.84	53+048.51	10.67	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:104	53+053.00	53+091.62	38.62	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:105-106	53+110.08	53+158.72	48.39	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:107	53+196.21	53+213.79	17.58	30km/h	90.00	NO CUMPLE

PI:108	53+262.25	53+273.65	11.39	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:109	53+278.92	53+309.69	30.78	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:110	53+347.31	53+379.56	32.25	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:111	53+452.02	53+498.46	46.43	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:112	53+529.08	53+559.74	30.66	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:113-114-115	53+666.33	53+845.56	179.32	30km/h	90.00	CUMPLE
PI:116-117	53+962.35	54+012.80	50.19	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:118-119	54+080.15	54+130.35	50.16	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:120-121-122	54+180.27	54+307.41	127.12	30km/h	90.00	CUMPLE
PI:123-124-125	54+385.52	54+476.35	90.42	30km/h	90.00	CUMPLE
PI:126-127	54+515.01	54+546.72	31.52	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:128	54+623.80	54+645.60	21.79	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:129-130	54+680.70	54+728.27	47.55	30km/h	90.00	NO CUMPLE
PI:131	54+816.98	54+833.82	16.84	30km/h	90.00	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se observa que el proyecto cuenta con un total de 109 Puntos de Intersección de dos alineamientos horizontales consecutivos (PI), de los cuales 103 no cumplen con lo establecido en la norma DG-2001. En la Tabla 27 se muestra el grado de cumplimiento de Longitud Mínima de Curva según lo establecido en el DG-2001.

Tabla 27

Condición de cumplimiento de Longitud Mínima de Curva

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
CUMPLE CON EL DG-2001	6	5.5%
NO CUMPLE CON EL DG-2001	103	94.5%
TOTAL	109	100%

Fuente: Elaboración propia

4.1.8.2. Tramos en Tangente del Tramo en Estudio. De acuerdo a la velocidad de diseño se determinó las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente. La Figura 17 indica que, para la velocidad de 30 km/h la $L_{min.s}$ la cual es 42 metros, la $L_{min.o}$ la cual es 84 metros y la L_{max} la cual es 500 metros y para la velocidad de 40 km/h la $L_{min.s}$ la cual es 56 metros, la $L_{min.o}$ la cual es 111 metros y la L_{max} la cual es 668 metros.

Figura 17

Tramo en tangente del tramo en estudio

V_d (Km/h)	$L_{min.s}$ (m)	$L_{min.o}$ (m)	L_{max} (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171
140	195	390	2338
150	210	420	2510

Fuente: Tabla 402.01 del Manual DG 2001

La Tabla 28 muestra, rellenado de color rojo las longitudes en tangente para trazados de curvas en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario) que no cumplen con las longitudes mínimas, rellenado de color verde las longitudes en tangente para trazados de curvas en “O” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido) que no cumplen con las longitudes mínimas y rellenado de color azul las longitudes que sobrepasan las máximas deseables.

Tabla 28

Análisis de longitudes mínimas y máximas en tramos en tangente en comparación con lo establecido por el DG-2001

Tangente	Tramo De La Tangente (Km)		L.s	Lmín.s (m)	L.o	Lmín.o (m)	L máx (m)
T:1	39+941.52	39+947.22	5.70	56.00		111.00	668.00
T:2	39+988.57	40+014.33		56.00	25.76	111.00	668.00
T:3	40+030.82	40+078.24	47.40	56.00		111.00	668.00
T:4	40+109.83	40+174.17	64.34	56.00		111.00	668.00
T:5	40+209.55	40+249.92	60.00	56.00		111.00	668.00
T:6	40+290.20	40+339.83	49.63	56.00		111.00	668.00
T:7	40+401.81	40+562.94		56.00	161.13	111.00	668.00
T:8	40+671.57	40+750.67	79.10	56.00		111.00	668.00
T:9	40+778.00	40+787.78		56.00	9.78	111.00	668.00
T:10	40+840.73	40+873.73	33.00	56.00		111.00	668.00
T:11	40+880.57	40+916.91		56.00	36.34	111.00	668.00
T:12-13	41+046.07	41+096.62	50.55	56.00		111.00	668.00
T:14	41+105.51	41+330.68		56.00	225.17	111.00	668.00
T:15	41+363.26	41+772.55	409.29	56.00		111.00	668.00
T:16	41+792.26	41+950.68		56.00	158.43	111.00	668.00
T:17	42+011.43	42+100.98	89.55	56.00		111.00	668.00
T:18	42+168.17	42+180.43	12.27	56.00		111.00	668.00
T:19	42+190.88	42+308.14	117.25	56.00		111.00	668.00
T:20	42+351.69	42+482.53	130.84	56.00		111.00	668.00
T:21	42+503.05	42+568.40		56.00	65.36	111.00	668.00
T:22	42+579.02	42+717.35	138.33	56.00		111.00	668.00
T:23	42+754.00	42+935.38		56.00	181.38	111.00	668.00
T:24	42+950.55	43+019.27	68.72	56.00		111.00	668.00
T:25	43+057.51	43+152.23	94.72	56.00		111.00	668.00
T:26	43+204.70	43+284.71		56.00	80.01	111.00	668.00
T:27	43+294.82	43+388.18	93.34	56.00		111.00	668.00
T:28	43+406.23	43+440.02		56.00	33.79	111.00	668.00
T:29	43+474.10	43+525.58	51.48	56.00		111.00	668.00
T:30	43+558.26	43+629.60		56.00	71.34	111.00	668.00
T:31	43+663.57	43+687.84	24.26	56.00		111.00	668.00
T:32	43+723.84	43+868.44	144.60	56.00		111.00	668.00
T:33	43+889.29	43+960.56	71.27	56.00		111.00	668.00
T:34	44+008.10	44+062.19	54.09	56.00		111.00	668.00
T:35	44+084.85	44+146.71	61.86	56.00		111.00	668.00
T:36	44+188.10	44+255.06	66.95	56.00		111.00	668.00
T:37	44+307.24	44+312.65		56.00	5.41	111.00	668.00

T:38	44+419.85	44+509.49	89.64	56.00		111.00	668.00
T:39	44+551.48	44+599.75	48.28	56.00		111.00	668.00
T:40	44+603.63	44+663.14		56.00	59.50	111.00	668.00
T:41	44+708.75	44+783.57	74.82	56.00		111.00	668.00
T:42	44+803.24	44+903.45	100.21	56.00		111.00	668.00
T:43	44+928.57	45+005.81	77.24	56.00		111.00	668.00
T:44	45+096.81	45+158.75	61.94	56.00		111.00	668.00
T:45	45+218.66	45+335.20	116.54	56.00		111.00	668.00
T:46	45+355.05	45+429.85		56.00	74.80	111.00	668.00
T:47	45+457.34	45+582.68		56.00	125.34	111.00	668.00
T:48	45+625.93	45+686.32	60.39	56.00		111.00	668.00
T:49	45+694.95	45+746.65	51.70	56.00		111.00	668.00
T:50	45+873.36	46+168.22	294.86	56.00		111.00	668.00
T:51	46+203.31	46+298.45	95.14	56.00		111.00	668.00
T:52	46+355.24	46+386.22	30.98	56.00		111.00	668.00
T:53	46+407.06	46+538.78		56.00	131.71	111.00	668.00
T:54	46+575.77	47+288.05	712.28	56.00		111.00	668.00
T:55	47+302.24	47+326.50	24.26	56.00		111.00	668.00
T:56	47+390.47	47+440.37	49.91	56.00		111.00	668.00
T:57	47+507.87	47+561.98	54.11	56.00		111.00	668.00
T:58	47+585.30	48+006.87	421.58	56.00		111.00	668.00
T:59	48+020.16	48+114.13	93.97	56.00		111.00	668.00
T:60	48+132.57	48+225.30		56.00	92.74	111.00	668.00
T:61	48+286.33	48+705.09	418.77	56.00		111.00	668.00
T:62	48+743.40	48+784.91	41.51	56.00		111.00	668.00
T:63	48+803.82	48+912.80		56.00	108.98	111.00	668.00
T:64	48+979.78	49+059.87	80.09	56.00		111.00	668.00
T:65	49+070.76	49+144.64	73.88	56.00		111.00	668.00
T:66	49+272.14	49+365.29		56.00	93.15	111.00	668.00
T:67	49+416.39	49+449.71	33.31	56.00		111.00	668.00
T:68-69	49+539.76	49+585.86		56.00	46.10	111.00	668.00
T:70	49+638.35	49+697.20		56.00	58.85	111.00	668.00
T:71	49+728.45	49+757.62	29.17	56.00		111.00	668.00
T:72	49+768.68	49+834.89		56.00	66.20	111.00	668.00
T:73	49+856.14	49+955.22		56.00	99.08	111.00	668.00
T:74-75	50+055.53	50+122.88		56.00	67.35	111.00	668.00
T:76	50+151.36	50+243.45		56.00	92.09	111.00	668.00
T:77	50+271.03	50+375.54	104.51	56.00		111.00	668.00
T:78	50+418.09	50+497.23	79.14	56.00		111.00	668.00
T:79	50+515.31	50+929.14	413.83	56.00		111.00	668.00
T:80-81	50+979.15	51+008.90	29.75	56.00		111.00	668.00

T:82-83	51+070.95	51+239.95		56.00	169.00	111.00	668.00
T:84-85-							
86	51+341.82	51+412.91	71.09	56.00		111.00	668.00
T:87	51+433.94	51+512.87	67.92	56.00		111.00	668.00
T:88-89-							
90	51+569.56	51+613.22	43.66	56.00		111.00	668.00
T:91	51+635.20	51+649.69		56.00	14.49	111.00	668.00
T:92	51+666.38	51+729.04		56.00	62.67	111.00	668.00
T:93-94-							
95	51+848.70	52+016.11	167.41	56.00		111.00	668.00
T:96	52+045.58	52+151.39	105.81	56.00		111.00	668.00
T:97	52+172.20	52+577.01	404.81	56.00		111.00	668.00
T:98	52+594.64	52+653.62	58.98	42.00		84.00	500.00
T:99	52+672.81	52+747.07	74.26	42.00		84.00	500.00
T:100	52+780.57	52+791.00	10.43	42.00		84.00	500.00
T:101	52+831.65	52+982.35	150.70	42.00		84.00	500.00
T:102	53+004.13	53+037.84	33.71	42.00		84.00	500.00
T:103	53+048.51	53+053.00		42.00	4.49	84.00	500.00
T:104	53+091.62	53+110.08	18.47	42.00		84.00	500.00
T:105-							
106	53+158.72	53+196.21		42.00	37.49	84.00	500.00
T:107	53+213.79	53+262.25	48.46	42.00		84.00	500.00
T:108	53+273.65	53+278.92		42.00	5.52	84.00	500.00
T:109	53+309.69	53+347.31	37.62	42.00		84.00	500.00
T:110	53+379.56	53+452.02		42.00	72.46	84.00	500.00
T:111	53+498.46	53+529.08		42.00	30.62	84.00	500.00
T:112	53+559.74	53+666.33	106.59	42.00		84.00	500.00
T:113-							
114-115	53+845.56	53+962.35	116.79	42.00		84.00	500.00
T:116-							
117	54+012.80	54+080.15	67.35	42.00		84.00	500.00
T:118-							
119	54+130.35	54+180.27		42.00	49.92	84.00	500.00
T:120-							
121-122	54+307.41	54+385.52		42.00	78.11	84.00	500.00
T:123-							
124-125	54+476.35	54+515.01	38.66	42.00		84.00	500.00
T:126-							
127	54+546.72	54+623.80	77.08	42.00		84.00	500.00
T:128	54+645.60	54+680.70	35.11	42.00		84.00	500.00
T:129-							
130	54+728.27	54+816.98		42.00	88.71	84.00	500.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se observa que 72 tienen longitud en tangente para alineamiento con radios de curvatura de sentido contrario (S) y 36 tienen longitud en tangente para alineamiento con radios de curvatura del mismo sentido (O), en las Tabla 29, Tabla 30 y Tabla 31 se muestra las observaciones que no cumplen con lo dispuesto por el DG-2001, en la Tabla 32 y Figura 18 se muestra el grado de cumplimiento de Longitud en tangente según el DG-2001.

Tabla 29

Tramos observados en longitud en tangente para radios de sentido contrario "S"

Tangente	Tramo De La Tangente (Km)		L.s	Lmín.s (m)
T:1	39+941.52	39+947.22	5.70	56.00
T:3	40+030.82	40+078.24	47.40	56.00
T:6	40+290.20	40+339.83	49.63	56.00
T:10	40+840.73	40+873.73	33.00	56.00
T:12-13	41+046.07	41+096.62	50.55	56.00
T:18	42+168.17	42+180.43	12.27	56.00
T:29	43+474.10	43+525.58	51.48	56.00
T:31	43+663.57	43+687.84	24.26	56.00
T:34	44+008.10	44+062.19	54.09	56.00
T:39	44+551.48	44+599.75	48.28	56.00
T:49	45+694.95	45+746.65	51.70	56.00
T:52	46+355.24	46+386.22	30.98	56.00
T:55	47+302.24	47+326.50	24.26	56.00
T:56	47+390.47	47+440.37	49.91	56.00
T:57	47+507.87	47+561.98	54.11	56.00
T:62	48+743.40	48+784.91	41.51	56.00
T:67	49+416.39	49+449.71	33.31	56.00
T:71	49+728.45	49+757.62	29.17	56.00
T:80-81	50+979.15	51+008.90	29.75	56.00
T:88-89-90	51+569.56	51+613.22	43.66	56.00
T:100	52+780.57	52+791.00	10.43	42.00
T:102	53+004.13	53+037.84	33.71	42.00
T:104	53+091.62	53+110.08	18.47	42.00
T:109	53+309.69	53+347.31	37.62	42.00
T:123-124-125	54+476.35	54+515.01	38.66	42.00
T:128	54+645.60	54+680.70	35.11	42.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30*Tramos observados en longitud en tangente para radios del mismo sentido "O"*

Tangente	Tramo De La Tangente (Km)		L.o	Lmín.o (m)
T:2	39+988.57	40+014.33	25.76	111.00
T:9	40+778.00	40+787.78	9.78	111.00
T:11	40+880.57	40+916.91	36.34	111.00
T:21	42+503.05	42+568.40	65.36	111.00
T:26	43+204.70	43+284.71	80.01	111.00
T:28	43+406.23	43+440.02	33.79	111.00
T:30	43+558.26	43+629.60	71.34	111.00
T:37	44+307.24	44+312.65	5.41	111.00
T:40	44+603.63	44+663.14	59.50	111.00
T:46	45+355.05	45+429.85	74.80	111.00
T:60	48+132.57	48+225.30	92.74	111.00
T:63	48+803.82	48+912.80	108.98	111.00
T:66	49+272.14	49+365.29	93.15	111.00
T:68-69	49+539.76	49+585.86	46.10	111.00
T:70	49+638.35	49+697.20	58.85	111.00
T:72	49+768.68	49+834.89	66.20	111.00
T:73	49+856.14	49+955.22	99.08	111.00
T:74-75	50+055.53	50+122.88	67.35	111.00
T:76	50+151.36	50+243.45	92.09	111.00
T:91	51+635.20	51+649.69	14.49	111.00
T:92	51+666.38	51+729.04	62.67	111.00
T:103	53+048.51	53+053.00	4.49	84.00
T:105-106	53+158.72	53+196.21	37.49	84.00
T:108	53+273.65	53+278.92	5.52	84.00
T:110	53+379.56	53+452.02	72.46	84.00
T:111	53+498.46	53+529.08	30.62	84.00
T:118-119	54+130.35	54+180.27	49.92	84.00
T:120-121-122	54+307.41	54+385.52	78.11	84.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31*Tramo observado en longitud máxima en tangente*

Tangente	Tramo De La Tangente (Km)		L.s	L máx (m)
T:54	46+575.77	47+288.05	712.28	668.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

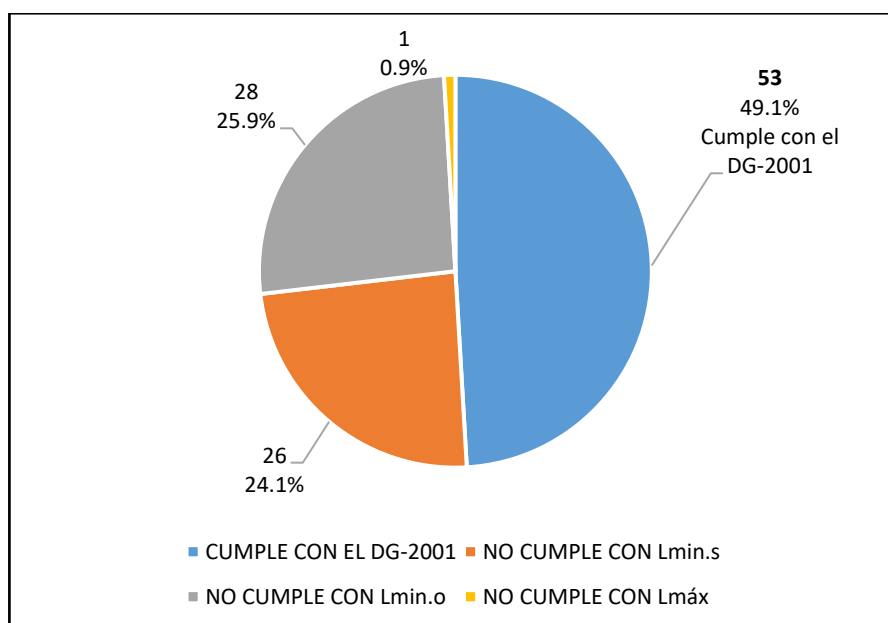
Condición de cumplimiento de longitud en tangente

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
CUMPLE CON EL DG-2001	53	49.1%
NO CUMPLE CON Lmin.s	26	24.1%
NO CUMPLE CON Lmin.o	28	25.9%
NO CUMPLE CON Lmáx	1	0.9%
TOTAL	108	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Cumplimiento de longitudes máximas y mínimas en alineaciones en tangente según el DG-2001



Fuente: Elaboración propia

4.1.8.3. Radio Mínimo y Peralte Máximo del Tramo en Estudio. De acuerdo a la velocidad de diseño se determinó el radio mínimo y peralte máximo del tramo en estudio. En la Figura 19 se indica, que para velocidades de **30 km/h** el radio mínimo es de **25 metros** y el peralte máximo es de **12%** y para velocidades de **40 km/h** el radio mínimo es de **50 metros** y el peralte máximo es de **8%**.

Figura 19

Radio Mínimo y Peralte Máximo del tramo en estudio

Ubicación de la Vía	Velocidad dediseño (Kph)	p máx%	Radio Mínimo (m)
Area Rural(Tipo 1,2 ó 3)	30	8,00	30
	40	8,00	50
	50	8,00	85
Area Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12,00	25
	40	12,00	45
	50	12,00	70
	60	12,00	105
	70	12,00	150
	80	12,00	195
	90	12,00	255

Fuente: Tabla 402.02 del Manual DG 2001

La Tabla 33 muestra relleno de color rojo a los radios que no cumplen con el radio mínimo recomendado.

Tabla 33

Análisis del Radio Mínimo en comparación con lo establecido en el DG-2001

PI	PC (Km)	PT (Km)	Radio (m)	Radio Mín (m)
PI:1	39+907.47	39+941.52	40.00	50.00
PI:2	39+947.22	39+988.57	80.00	50.00
PI:3	40+014.33	40+030.82	20.00	50.00
PI:4	40+078.24	40+109.83	40.00	50.00
PI:5	40+174.17	40+209.55	50.00	50.00
PI:6	40+249.92	40+290.20	45.00	50.00
PI:7	40+339.83	40+401.81	100.00	50.00
PI:8	40+562.94	40+671.57	63.00	50.00
PI:9	40+750.67	40+778.00	100.00	50.00
PI:10	40+787.78	40+840.73	45.00	50.00
PI:11	40+873.73	40+880.57	60.00	50.00
PI:12-13	40+916.91	41+046.07	70.17	50.00
PI:14	41+096.62	41+105.51	180.00	50.00
PI:15	41+330.68	41+363.26	150.00	50.00
PI:16	41+772.55	41+792.26	80.00	50.00
PI:17	41+950.68	42+011.43	250.00	50.00

PI:18	42+100.98	42+168.17	150.00	50.00
PI:19	42+180.43	42+190.88	120.00	50.00
PI:20	42+308.14	42+351.69	120.00	50.00
PI:21	42+482.53	42+503.05	150.00	50.00
PI:22	42+568.40	42+579.02	200.00	50.00
PI:23	42+717.35	42+754.00	180.00	50.00
PI:24	42+935.38	42+950.55	200.00	50.00
PI:25	43+019.27	43+057.51	150.00	50.00
PI:26	43+152.23	43+204.70	150.00	50.00
PI:27	43+284.71	43+294.82	80.00	50.00
PI:28	43+388.18	43+406.23	120.00	50.00
PI:29	43+440.02	43+474.10	80.00	50.00
PI:30	43+525.58	43+558.26	180.00	50.00
PI:31	43+629.60	43+663.57	100.00	50.00
PI:32	43+687.84	43+723.84	180.00	50.00
PI:33	43+868.44	43+889.29	180.00	50.00
PI:34	43+960.56	44+008.10	120.00	50.00
PI:35	44+062.19	44+084.85	60.00	50.00
PI:36	44+146.71	44+188.10	55.00	50.00
PI:37	44+255.06	44+307.24	60.00	50.00
PI:38	44+312.65	44+419.85	200.00	50.00
PI:39	44+509.49	44+551.48	90.00	50.00
PI:40	44+599.75	44+603.63	60.00	50.00
PI:41	44+663.14	44+708.75	120.00	50.00
PI:42	44+783.57	44+803.24	150.00	50.00
PI:43	44+903.45	44+928.57	120.00	50.00
PI:44	45+005.81	45+096.81	120.00	50.00
PI:45	45+158.75	45+218.66	120.00	50.00
PI:46	45+335.20	45+355.05	150.00	50.00
PI:47	45+429.85	45+457.34	80.00	50.00
PI:48	45+582.68	45+625.93	120.00	50.00
PI:49	45+686.32	45+694.95	80.00	50.00
PI:50	45+746.65	45+873.36	200.00	50.00
PI:51	46+168.22	46+203.31	80.00	50.00
PI:52	46+298.45	46+355.24	110.00	50.00
PI:53	46+386.22	46+407.06	80.00	50.00
PI:54	46+538.78	46+575.77	150.00	50.00
PI:55	47+288.05	47+302.24	80.00	50.00
PI:56	47+326.50	47+390.47	100.00	50.00
PI:57	47+440.37	47+507.87	120.00	50.00
PI:58	47+561.98	47+585.30	120.00	50.00

PI:59	48+006.87	48+020.16	120.00	50.00
PI:60	48+114.13	48+132.57	80.00	50.00
PI:61	48+225.30	48+286.33	120.00	50.00
PI:62	48+705.09	48+743.40	200.00	50.00
PI:63	48+784.91	48+803.82	97.91	50.00
PI:64	48+912.80	48+979.78	120.00	50.00
PI:65	49+059.87	49+070.76	20.00	50.00
PI:66	49+144.64	49+272.14	200.19	50.00
PI:67	49+365.29	49+416.39	80.00	50.00
PI:68-69	49+449.71	49+539.76	79.62	50.00
PI:70	49+585.86	49+638.35	50.13	50.00
PI:71	49+697.20	49+728.45	120.00	50.00
PI:72	49+757.62	49+768.68	120.00	50.00
PI:73	49+834.89	49+856.14	110.63	50.00
PI:74-75	49+955.22	50+055.53	245.59	50.00
PI:76	50+122.88	50+151.36	60.00	50.00
PI:77	50+243.45	50+271.03	194.88	50.00
PI:78	50+375.54	50+418.09	202.76	50.00
PI:79	50+497.23	50+515.31	180.65	50.00
PI:80-81	50+929.14	50+979.15	56.32	50.00
PI:82-83	51+008.90	51+070.95	55.86	50.00
PI:84-85-86	51+239.95	51+341.82	103.04	50.00
PI:87	51+412.91	51+433.94	40.00	50.00
PI:88-89-90	51+512.87	51+569.56	46.49	50.00
PI:91	51+613.22	51+635.20	60.00	50.00
PI:92	51+649.69	51+666.38	40.00	50.00
PI:93-94-95	51+729.04	51+848.70	188.73	50.00
PI:96	52+016.11	52+045.58	100.13	50.00
PI:97	52+151.39	52+172.20	115.57	50.00
PI:98	52+577.01	52+594.64	60.03	25.00
PI:99	52+653.62	52+672.81	60.00	25.00
PI:100	52+747.07	52+780.57	60.18	25.00
PI:101	52+791.00	52+831.65	120.00	25.00
PI:102	52+982.35	53+004.13	60.01	25.00
PI:103	53+037.84	53+048.51	60.00	25.00
PI:104	53+053.00	53+091.62	60.00	25.00
PI:105-106	53+110.08	53+158.72	74.36	25.00
PI:107	53+196.21	53+213.79	59.94	25.00
PI:108	53+262.25	53+273.65	40.00	25.00
PI:109	53+278.92	53+309.69	59.90	25.00
PI:110	53+347.31	53+379.56	180.00	25.00

PI:111	53+452.02	53+498.46	120.00	25.00
PI:112	53+529.08	53+559.74	101.00	25.00
PI:113-114-115	53+666.33	53+845.56	150.65	25.00
PI:116-117	53+962.35	54+012.80	62.16	25.00
PI:118-119	54+080.15	54+130.35	48.52	25.00
PI:120-121-122	54+180.27	54+307.41	99.48	25.00
PI:123-124-125	54+385.52	54+476.35	44.55	25.00
PI:126-127	54+515.01	54+546.72	30.25	25.00
PI:128	54+623.80	54+645.60	60.00	25.00
PI:129-130	54+680.70	54+728.27	125.73	25.00
PI:131	54+816.98	54+833.82	60.00	25.00

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla anterior se observó que se cuenta con un total de 109 Puntos de Intersección de 2 alineamientos horizontales consecutivos (PI). En la Tabla 34 se muestran las observaciones que no cumplen con lo dispuesto en el DG-2001, en la Tabla 35 y Figura 20 se muestra el grado de cumplimiento de Radio mínima de curva según el DG-2001.

Tabla 34

Tramos observados de Radio mínimo de Curva

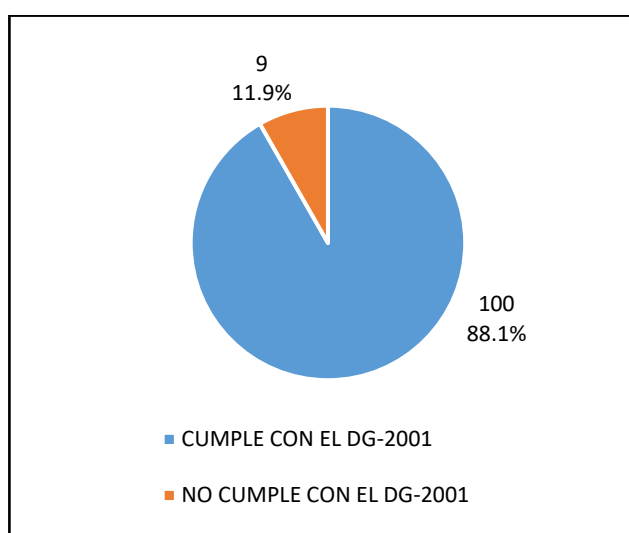
PI	PC (Km)	PT (Km)	Radio (m)	Radio Mín (m)
PI:1	39+907.47	39+941.52	40.00	50.00
PI:3	40+014.33	40+030.82	20.00	50.00
PI:4	40+078.24	40+109.83	40.00	50.00
PI:6	40+249.92	40+290.20	45.00	50.00
PI:10	40+787.78	40+840.73	45.00	50.00
PI:65	49+059.87	49+070.76	20.00	50.00
PI:87	51+412.91	51+433.94	40.00	50.00
PI:88-89-90	51+512.87	51+569.56	46.49	50.00
PI:92	51+649.69	51+666.38	40.00	50.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35*Condición de cumplimiento de Radio Mínima de Curva*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
CUMPLE CON EL DG-2001	100	91.7%
NO CUMPLE CON EL DG-2001	9	8.3%
TOTAL	109	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 20*Cumplimiento de Radio mínimo de curva según el DG-2001.*

Fuente: Elaboración propia

4.1.8.4. Curva de Transición del Tramo en Estudio. De acuerdo a la velocidad de diseño se determinó el radio que permite prescindir la curva de transición. En la Figura 21 indica que para prescindir la curva de transición para velocidades de 30 km/h el radio es de **80 metros** y para velocidades de 40 km/h el radio es de **150 metros**.

Figura 21*Curva de Transición del tramo en estudio.*

V (Kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800	2000

Fuente: Tabla 402.08 del Manual DG 2001

La Tabla 36 nos muestra los radios que permiten prescindir de la curva de transición.

Tabla 36
Análisis de la curva de transición en comparación a lo establecido en el DG-2001

PI	PC (Km)	PT (Km)	Velocidad de Diseño (km/h)	Radio (m)	Radio mínimo de curva que no requiere transición (m)	Requiere o No La Curva De Transición
PI:1	39+907.47	39+941.52	40km/h	40.00	150.00	SI REQUIERE
PI:2	39+947.22	39+988.57	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:3	40+014.33	40+030.82	40km/h	20.00	150.00	SI REQUIERE
PI:4	40+078.24	40+109.83	40km/h	40.00	150.00	SI REQUIERE
PI:5	40+174.17	40+209.55	40km/h	50.00	150.00	SI REQUIERE
PI:6	40+249.92	40+290.20	40km/h	45.00	150.00	SI REQUIERE
PI:7	40+339.83	40+401.81	40km/h	100.00	150.00	SI REQUIERE
PI:8	40+562.94	40+671.57	40km/h	63.00	150.00	SI REQUIERE
PI:9	40+750.67	40+778.00	40km/h	100.00	150.00	SI REQUIERE
PI:10	40+787.78	40+840.73	40km/h	45.00	150.00	SI REQUIERE
PI:11	40+873.73	40+880.57	40km/h	60.00	150.00	SI REQUIERE
PI:12-13	40+916.91	41+046.07	40km/h	70.17	150.00	SI REQUIERE
PI:14	41+096.62	41+105.51	40km/h	180.00	150.00	NO REQUIERE
PI:15	41+330.68	41+363.26	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:16	41+772.55	41+792.26	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:17	41+950.68	42+011.43	40km/h	250.00	150.00	NO REQUIERE
PI:18	42+100.98	42+168.17	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:19	42+180.43	42+190.88	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:20	42+308.14	42+351.69	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:21	42+482.53	42+503.05	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:22	42+568.40	42+579.02	40km/h	200.00	150.00	NO REQUIERE
PI:23	42+717.35	42+754.00	40km/h	180.00	150.00	NO REQUIERE
PI:24	42+935.38	42+950.55	40km/h	200.00	150.00	NO REQUIERE
PI:25	43+019.27	43+057.51	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:26	43+152.23	43+204.70	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:27	43+284.71	43+294.82	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:28	43+388.18	43+406.23	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE

PI:29	43+440.02	43+474.10	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:30	43+525.58	43+558.26	40km/h	180.00	150.00	NO REQUIERE
PI:31	43+629.60	43+663.57	40km/h	100.00	150.00	SI REQUIERE
PI:32	43+687.84	43+723.84	40km/h	180.00	150.00	NO REQUIERE
PI:33	43+868.44	43+889.29	40km/h	180.00	150.00	NO REQUIERE
PI:34	43+960.56	44+008.10	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:35	44+062.19	44+084.85	40km/h	60.00	150.00	SI REQUIERE
PI:36	44+146.71	44+188.10	40km/h	55.00	150.00	SI REQUIERE
PI:37	44+255.06	44+307.24	40km/h	60.00	150.00	SI REQUIERE
PI:38	44+312.65	44+419.85	40km/h	200.00	150.00	NO REQUIERE
PI:39	44+509.49	44+551.48	40km/h	90.00	150.00	SI REQUIERE
PI:40	44+599.75	44+603.63	40km/h	60.00	150.00	SI REQUIERE
PI:41	44+663.14	44+708.75	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:42	44+783.57	44+803.24	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:43	44+903.45	44+928.57	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:44	45+005.81	45+096.81	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:45	45+158.75	45+218.66	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:46	45+335.20	45+355.05	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:47	45+429.85	45+457.34	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:48	45+582.68	45+625.93	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:49	45+686.32	45+694.95	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:50	45+746.65	45+873.36	40km/h	200.00	150.00	NO REQUIERE
PI:51	46+168.22	46+203.31	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:52	46+298.45	46+355.24	40km/h	110.00	150.00	SI REQUIERE
PI:53	46+386.22	46+407.06	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:54	46+538.78	46+575.77	40km/h	150.00	150.00	NO REQUIERE
PI:55	47+288.05	47+302.24	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:56	47+326.50	47+390.47	40km/h	100.00	150.00	SI REQUIERE
PI:57	47+440.37	47+507.87	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:58	47+561.98	47+585.30	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:59	48+006.87	48+020.16	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:60	48+114.13	48+132.57	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:61	48+225.30	48+286.33	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:62	48+705.09	48+743.40	40km/h	200.00	150.00	NO REQUIERE
PI:63	48+784.91	48+803.82	40km/h	97.91	150.00	SI REQUIERE
PI:64	48+912.80	48+979.78	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:65	49+059.87	49+070.76	40km/h	20.00	150.00	SI REQUIERE

PI:66	49+144.64	49+272.14	40km/h	200.19	150.00	NO REQUIERE
PI:67	49+365.29	49+416.39	40km/h	80.00	150.00	SI REQUIERE
PI:68-69	49+449.71	49+539.76	40km/h	79.62	150.00	SI REQUIERE
PI:70	49+585.86	49+638.35	40km/h	50.13	150.00	SI REQUIERE
PI:71	49+697.20	49+728.45	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:72	49+757.62	49+768.68	40km/h	120.00	150.00	SI REQUIERE
PI:73	49+834.89	49+856.14	40km/h	110.63	150.00	SI REQUIERE
PI:74-75	49+955.22	50+055.53	40km/h	245.59	150.00	NO REQUIERE
PI:76	50+122.88	50+151.36	40km/h	60.00	150.00	SI REQUIERE
PI:77	50+243.45	50+271.03	40km/h	194.88	150.00	NO REQUIERE
PI:78	50+375.54	50+418.09	40km/h	202.76	150.00	NO REQUIERE
PI:79	50+497.23	50+515.31	40km/h	180.65	150.00	NO REQUIERE
PI:80-81	50+929.14	50+979.15	40km/h	56.32	150.00	SI REQUIERE
PI:82-83	51+008.90	51+070.95	40km/h	55.86	150.00	SI REQUIERE
PI:84-85- 86	51+239.95	51+341.82	40km/h	103.04	150.00	SI REQUIERE
PI:87	51+412.91	51+433.94	40km/h	40.00	150.00	SI REQUIERE
PI:88-89- 90	51+512.87	51+569.56	40km/h	46.49	150.00	SI REQUIERE
PI:91	51+613.22	51+635.20	40km/h	60.00	150.00	SI REQUIERE
PI:92	51+649.69	51+666.38	40km/h	40.00	150.00	SI REQUIERE
PI:93-94- 95	51+729.04	51+848.70	40km/h	188.73	150.00	NO REQUIERE
PI:96	52+016.11	52+045.58	40km/h	100.13	150.00	SI REQUIERE
PI:97	52+151.39	52+172.20	40km/h	115.57	150.00	SI REQUIERE
PI:98	52+577.01	52+594.64	30km/h	60.03	80.00	SI REQUIERE
PI:99	52+653.62	52+672.81	30km/h	60.00	80.00	SI REQUIERE
PI:100	52+747.07	52+780.57	30km/h	60.18	80.00	SI REQUIERE
PI:101	52+791.00	52+831.65	30km/h	120.00	80.00	NO REQUIERE
PI:102	52+982.35	53+004.13	30km/h	60.01	80.00	SI REQUIERE
PI:103	53+037.84	53+048.51	30km/h	60.00	80.00	SI REQUIERE
PI:104	53+053.00	53+091.62	30km/h	60.00	80.00	SI REQUIERE
PI:105-106	53+110.08	53+158.72	30km/h	74.36	80.00	SI REQUIERE
PI:107	53+196.21	53+213.79	30km/h	59.94	80.00	SI REQUIERE
PI:108	53+262.25	53+273.65	30km/h	40.00	80.00	SI REQUIERE
PI:109	53+278.92	53+309.69	30km/h	59.90	80.00	SI REQUIERE
PI:110	53+347.31	53+379.56	30km/h	180.00	80.00	NO REQUIERE
PI:111	53+452.02	53+498.46	30km/h	120.00	80.00	NO REQUIERE

PI:112	53+529.08	53+559.74	30km/h	101.00	80.00	NO REQUIERE
PI:113- 114-115	53+666.33	53+845.56	30km/h	150.65	80.00	NO REQUIERE
PI:116-117	53+962.35	54+012.80	30km/h	62.16	80.00	SI REQUIERE
PI:118-119	54+080.15	54+130.35	30km/h	48.52	80.00	SI REQUIERE
PI:120- 121-122	54+180.27	54+307.41	30km/h	99.48	80.00	NO REQUIERE
PI:123- 124-125	54+385.52	54+476.35	30km/h	44.55	80.00	SI REQUIERE
PI:126-127	54+515.01	54+546.72	30km/h	30.25	80.00	SI REQUIERE
PI:128	54+623.80	54+645.60	30km/h	60.00	80.00	SI REQUIERE
PI:129-130	54+680.70	54+728.27	30km/h	125.73	80.00	NO REQUIERE
PI:131	54+816.98	54+833.82	30km/h	60.00	80.00	SI REQUIERE

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se observa que la mayoría requiere de curva de transición, hecho que no se puede advertir que existan en los planos del expediente técnico y planos del levantamiento topográfico.

4.1.8.5. Sobreancho del Tramo en Estudio. Se utilizó la siguiente fórmula:

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

n: Número de carriles es de 2 carriles

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal para un C2 es de 7.30 metros

V: Velocidad de diseño es de 30 Km/h y 40 Km/h

Se hizo la medición en campo de los sobreanchos en las curvas de menor radio, para verificar su cumplimiento según los sobreanchos calculados en función de la velocidad, radio y vehículo de diseño. En la Tabla 37 se muestra los sobreanchos en las curvas de menor radio.

Tabla 37

Análisis del sobreancho en curvas de menor radio en comparación a lo establecido en el DG-2001

PI	Radio (m)	Sobreancho Calculado (m)	Ancho De La Calzada En Tangente (m)	Ancho De Calzada Medido (m)	Sobreancho Medido (m)	Condición
PI:1	40.00	1.98	6.00	7.00	1.00	NO CUMPLE
PI:3	20.00	3.65	6.00	7.01	1.01	NO CUMPLE
PI:4	40.00	1.98	6.00	6.97	0.97	NO CUMPLE
PI:6	45.00	1.79	6.00	7.10	1.10	NO CUMPLE
PI:10	45.00	1.79	6.00	7.15	1.15	NO CUMPLE
PI:65	20.00	3.65	6.00	7.00	1.00	NO CUMPLE
PI:87	40.00	1.98	6.00	6.94	0.94	NO CUMPLE
PI:88-89-90	46.49	1.74	6.00	7.02	1.02	NO CUMPLE
PI:92	40.00	1.98	6.00	7.40	1.40	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se muestra que los sobreanchos medidos en las curvas **no cumplen** con lo recomendado en la norma (sobreanchos calculados). En la Tabla 38 y Figura 24 se muestra el grado de cumplimiento de sobreancho en curvas donde no se cumple los radios mínimos según el DG-2001.

Tabla 38

Condición de cumplimiento de Sobreancho en curvas de menor radio

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
CUMPLE CON EL DG-2001	0	0.0%
NO CUMPLE CON EL DG-2001	9	100%
TOTAL	9	100%

Fuente: Elaboración propia

4.1.9. Análisis del Diseño Geométrico en Perfil

4.1.9.1. Pendiente del Tramo en Estudio. Para garantizar un drenaje de las aguas superficiales se proveerá de una pendiente mínima del orden de **0.5%**.

De acuerdo a la clasificación del y a la velocidad de diseño, se determinó la pendiente máxima en porcentaje (%). La Figura 22 indica que la pendiente máxima es de

12 % para velocidades de 30 km/h de orografía Tipo 4 y 10% para velocidades de 40 km/h de orografía Tipo 3.

Figura 22

Pendiente del tramo en estudio.

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA (1)	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP (2)				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			10,00	12,00
40 KPH															9,00	8,00	9,00	10,00		
50 KPH											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00		
60 KPH					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 KPH			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	7,00		7,00			
80 KPH	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			
90 KPH	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00							6,00			
100 KPH	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							

Fuente: Tabla 403.01 del Manual DG 2001

En la Tabla 39 se muestra las curvas verticales con sus pendientes respectivas.

Tabla 39

Análisis de pendiente del tramo en estudio en comparación a lo establecido en el DG-2001

TABLA DE DATOS DE LAS PENDIENTES %				
PIV	PCV (Km)	PTV (Km)	COTA (m)	PENDIENTE (%)
PIV:1	39+945	40+095	706.74	-7.01
PIV:2	40+145	40+295	692.72	-8.07
PIV:4	40+518	40+641	664.29	-5.58
PIV:5	40+803	40+917	648.68	-8.64
PIV:6	40+924	40+995	641.01	-3.94
PIV:7	41+007	41+112	639.35	2.57
PIV:8	41+265	41+415	649.51	4.02
PIV:9	41+545	41+695	655.97	2.3
PIV:13	42+525	42+675	689.99	3.06
PIV:14	42+678	42+801	698.91	6.37
PIV:15	42+845	42+995	705.12	3.45
PIV:16	43+165	43+315	711.9	2.12
PIV:17	43+505	43+655	731.02	5.62
PIV:18	43+785	43+935	736.41	1.93
PIV:20	44+083	44+117	746.06	5.89
PIV:23	45+463	45+613	798.41	3.34
PIV:24	45+645	45+795	808.63	5.62
PIV:25	45+885	46+035	814.57	2.48
PIV:29	48+025	48+175	895.07	3.53

PIV:30	48+183	48+333	903.4	5.24
PIV:31	48+425	48+575	908.75	2.22
PIV:32	48+724	48+874	927.73	6.33
PIV:33	49+065	49+215	936.26	2.51
PIV:34	49+605	49+755	967.11	5.71
PIV:35	49+965	50+115	979.88	3.55
PIV:36	50+244	50+394	984.06	1.5
PIV:38	50+904	51+054	1012.84	4.79
PIV:40	51+319	51+358	1021.53	4.28
PIV:41	51+401	51+519	1024.51	1.99
PIV:42	51+519	51+560	1028	4.36
PIV:43	51+603	51+717	1026.84	-0.97
PIV:44	51+785	51+935	1039.85	6.73
PIV:45	52+045	52+195	1054.13	5.5
PIV:46	52+245	52+395	1060.06	2.99
PIV:55	54+285	54+435	1158.62	5.28

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se observa que del levantamiento topográfico efectuado en el tramo en estudio la pendiente mínima encontrada es de 0.97% que es mayor a 0.5% (pendiente mínima recomendada), la pendiente máxima registrada es de 8.64% que es menor a 10% (pendiente máxima recomendada para ese tramo con velocidad de 40km/h), por lo que las pendientes están dentro del rango de los establecido por la norma DG-2001.

4.1.9.2. Longitud de Curvas Verticales del Tramo en Estudio

4.1.9.2.1 Longitud Mínima de las Curvas Convexas. Se utilizó las siguientes fórmulas para hallar la longitud mínima de curva convexa.

Para $Dp > L$:

$$L=2Dp - \frac{404}{A}$$

Para $Dp < L$:

$$L=\frac{A Dp^2}{404}$$

La Tabla 40 nos muestra la longitud mínima de curva convexa “Lmin”, en comparación con lo medido en campo.

Tabla 40

Análisis de longitud mínima de las curvas convexas en comparación a lo establecido en el DG-2001

Longitud Mínima De Curva Convexa (Lmin)								
PIV	Pendiente (%)	D.A. (%)	Long de Curva Vert (m)	K	Dp	Dp>L o Dp<L	Lmin	Condición
PIV:1	-7.01	4.03	150	37.21	44	Dp<L	19.31	CUMPLE
PIV:2	-8.07	2.11	150	70.96	45	Dp<L	10.58	CUMPLE
PIV:5	-8.64	3.06	114	37.21	45	Dp<L	15.34	CUMPLE
PIV:6	-3.94	2.29	70.58	30.85	42	Dp<L	10.00	CUMPLE
PIV:8	4.02	1.71	150	87.65	38	Dp<L	6.11	CUMPLE
PIV:14	6.37	2.91	123.5	42.37	38	Dp<L	10.40	CUMPLE
PIV:15	3.45	1.33	150	112.46	39	Dp<L	5.01	CUMPLE
PIV:17	5.62	3.7	150	40.58	38	Dp<L	13.22	CUMPLE
PIV:20	5.89	1.4	34.4	24.55	38	Dp>L	5.00	CUMPLE
PIV:24	5.62	3.14	150	47.74	38	Dp<L	11.22	CUMPLE
PIV:30	5.24	3.02	150	49.6	38	Dp<L	10.79	CUMPLE
PIV:32	6.33	3.83	150	39.19	38	Dp<L	13.69	CUMPLE
PIV:34	5.71	2.15	150	69.64	38	Dp<L	7.68	CUMPLE
PIV:35	3.55	2.06	150	72.9	38	Dp<L	7.36	CUMPLE
PIV:38	4.79	3.7	150	40.58	38	Dp<L	13.22	CUMPLE
PIV:40	4.28	4.29	39.34	9.18	38	Dp<L	15.33	CUMPLE
PIV:42	4.36	5.33	40.21	7.55	38	Dp<L	19.05	CUMPLE
PIV:44	6.73	1.23	150	122.02	37	Dp<L	4.17	CUMPLE
PIV:45	5.5	2.55	150	58.73	38	Dp<L	9.11	CUMPLE
PIV:55	5.28	1.32	150	113.55	38	Dp<L	4.72	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se verifica que se cumple con lo establecido en el DG-2001, del análisis se observa también que todas las curvas verticales cumplen con tener una longitud mayor a la distancia de parada.

4.1.9.2.1 Longitud Mínima de las Curvas Cóncavas. De acuerdo al capítulo

2.3.6.2.3. Longitud de las curvas cóncava, se utilizará las siguientes fórmulas para hallar la longitud mínima de curva cóncava.

$$\text{Para } Dp > L: \quad L = 2Dp - \frac{120 + 3.50Dp}{A}$$

$$\text{Para } D_p < L: \quad L = \frac{A D_p^2}{120 + 3.5 D_p}$$

La Tabla 41 nos muestra la longitud mínima de curva cóncava “Lmin”, en comparación con lo medido en campo.

Tabla 41

Análisis de longitud mínima de las curvas cóncavas en comparación a lo establecido en el DG-2001

Longitud Mínima De Curva Cóncava (Lmin)							
PIV	Pendiente (%)	D.A. (%)	Longitud de Curva Vertical (m)	Dp	Dp>L o Dp<L	Lmin	Condición
PIV:4	-5.58	1.83	123.5	43	Dp<L	12.51	CUMPLE
PIV:7	2.57	3.05	105.5	39	Dp<L	18.09	CUMPLE
PIV:9	2.3	1.53	150	39	Dp<L	9.07	CUMPLE
PIV:13	3.06	3.3	150	39	Dp<L	19.57	CUMPLE
PIV:16	2.12	3.5	150	39	Dp<L	20.75	CUMPLE
PIV:18	1.93	1.77	150	39	Dp<L	10.50	CUMPLE
PIV:23	3.34	2.27	150	39	Dp<L	13.46	CUMPLE
PIV:25	2.48	1.31	150	39	Dp<L	7.77	CUMPLE
PIV:29	3.53	1.71	150	38	Dp<L	9.76	CUMPLE
PIV:31	2.22	4.11	150	39	Dp<L	24.37	CUMPLE
PIV:33	2.51	3.2	150	39	Dp<L	18.98	CUMPLE
PIV:36	1.5	2.51	150	39	Dp<L	14.88	CUMPLE
PIV:41	1.99	2.37	117.68	39	Dp<L	14.05	CUMPLE
PIV:43	-0.97	6.89	114	40	Dp<L	42.40	CUMPLE
PIV:46	2.99	1.41	150	39	Dp<L	8.36	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Del análisis se ha determinado que todas las curvas cóncavas cumplen con lo dispuesto por el DG-2001.

4.1.10. Análisis del Diseño Geométrico de la Sección Transversal

4.1.10.1. Ancho de la Calzada en Tangente del Tramo en Estudio. De acuerdo a la clasificación del tramo de la carretera y a la velocidad de diseño, se determinó el ancho mínimo de la calzada en tangente. La Figura 23 indica que el ancho mínimo es de **6.00m** para velocidades de 30km/h y 40km/h.

Figura 23

Ancho de la calzada en tangente del tramo en estudio

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
VEH/DIA (1)	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP ⁽²⁾				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			6,00	6,00
40 KPH															6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
50 KPH											7,00	7,00			6,60	6,60	6,60	6,60		
60 KPH					7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 KPH			7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00		
80 KPH	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20			7,00	7,00			7,00		
90 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,00							
100 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20				7,00							
110 KPH	7,30	7,30			7,30															
120 KPH	7,30	7,30			7,30															
130 KPH	7,30																			
140 KPH	7,30																			
150 KPH																				

Fuente: Tabla 304.01 del Manual DG 2001

En la visita de campo y de las mediciones realizadas se verificó que la calzada en tangente de la vía en estudio es de 6.00 metros por lo que se cumple con lo establecido en la norma DG-2001.

4.1.10.2. Ancho de Berma del Tramo en Estudio. La Figura 24 indica que el ancho necesario para la berma es de **0.50m** para velocidades de 30km/h y 40km/h.

Figura 24

Ancho de berma del tramo en estudio.

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
IMPORTANCIA (1)	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP ⁽²⁾				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			0,50	0,50
40 KPH															1,20	0,90	0,90	0,90	0,50	
50 KPH											1,20	1,20			1,20	1,20	0,90	0,90	0,90	
60 KPH					1,80	1,80	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,50	1,50	1,20	1,20	0,90	0,90		

Fuente: Tabla 304.02 del Manual DG 2001

En la visita de campo y de las mediciones realizadas se verificó que las bermas cumplen con el ancho mínimo recomendado y siendo en algunos casos inclusive mayor, Es preciso aclarar que la berma a lo largo de la carretera es no pavimentada.

4.1.10.3. Bombeo del Tramo en Estudio. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. El tramo en estudio tiene una superficie de pavimento asfáltico, la precipitación del lugar es de 209mm/año (Anexo04). En la Figura 25 se indica el bombeo apropiado que es de 2.0%.

Figura 25

Bombeo del tramo en estudio

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación:> 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5 ^(*)	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5 ^(*)	3,0 – 4,0

Fuente: Tabla 304.03 del Manual DG 2001

De las mediciones realizadas en campo se verificó que el bombeo de la calzada cumple con lo recomendado en la norma DG-2001.

4.1.10.4. Peralte del Tramo en Estudio. De acuerdo a la velocidad de diseño, se indicó los valores de radio a partir de los cuales no necesitan peralte. En la Figura 26 se indica que el radio a partir de los cuales no es necesario peralte es 1000 metros.

Figura 26

Radio donde no es necesario un peralte del tramo en estudio

V (Km/h)	30	40	50	60	70	80	90	≥ 100
R (m)	1000	1400	1800	2300	2800	3400	4100	5000

Fuente: Tabla 304.08 del Manual DG 2001

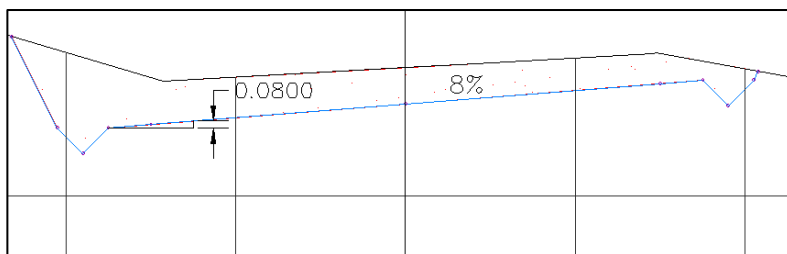
De la Tabla 22 Datos de alineamiento horizontal, se verificó que el radio mayor es 250m (PI: 17), por lo cual el tramo en estudio no aplica para lo indicado por la norma tal como se indica en la Figura.

4.1.10.4.1. Peralte Máximo. De acuerdo a la figura 21 (Radios mínimos y Peralte máximo), se indicó el peralte máximo de **12%** para velocidades de 30km/h con orografía de tipo 4 y **8%** para velocidades de 40km/h con orografía de tipo 3.

En el levantamiento topográfico se tuvo como peralte máximo a 8% que es menor a 12% y 8% por lo cual cumple con lo dispuesto, en la Figura 27 de la progresiva Km 40+020.00 nos muestra la curva de radio de 20m, la cual tiene un peralte de 8%.

Figura 27

Peralte máximo medido del tramo en estudio



Fuente: Elaboración propia

4.1.10.4.2. Peralte mínimo. De acuerdo a la velocidad de diseño, se indicó los valores de radio con peralte mínimo (2%) para curvas. En la Figura 28 se muestra el radio con peralte mínimo.

Figura 28

Valores de radios con Peralte Mínimo (2%), según el DG-2001

Velocidad Directriz (Km/h)	Peralte 2% para curvas con radio mayor de m.
30	330
40	450
50	650

Fuente: Tabla 304.07 del Manual DG 2001

De la Tabla 22 Datos de alineamiento horizontal, se verificó que el radio mayor es 250m (PI: 17), por lo cual el tramo en estudio no aplica para lo indicado en la Figura.

4.2. Propuesta de alternativas de solución del Diseño Geométrico y Señalización en tramos críticos en Base a la norma vigente DG-2018.

Para poder plantear las alternativas de solución al diseño geométrico con la normativa vigente, se procedió en primer lugar a identificar los nuevos parámetros de diseño según lo establecido por la norma vigente DG-2018. Luego de esclarecido dichos parámetros se propone las posibles alternativas de solución al diseño geométrico de los tramos en estudio observados, complementando a estas alternativas propuestas con la respectiva señalización de la vía en los tramos críticos que ayuden a mejorar la seguridad vial en el tramo de análisis.

4.2.1. Parámetros de Diseño Geométrico de la Vía según la norma vigente DG-2018

Se determinó los parámetros del diseño geométrico de la vía en base a la norma vigente DG-2018, teniendo en cuenta los vehículos pesados (T3S3) la demanda y orografía de la carretera.

4.2.1.1. Clasificación de la Carretera. La Tabla 42 y la Tabla 43 muestran las condiciones para poder clasificar la vía en estudio.

Tabla 42
Clasificación Según su Demanda DG-2018

		IMDA veh/día	Separador Central (m)	Carriles Por Calzada	Ancho Carril Mínimo (m)	Plazote de Cruce
Autopista	Primera Clase	> 6000	> 6	≥ 2	3.60	-
	Segunda Clase	4001 - 6000	1 - 6	≥ 2	3.60	-
Carreteras	Primera Clase	2001 - 4000	-	2	3.60	-
	Segunda Clase	400 - 2000	-	2	3.30	-
	Tercera Clase	< 400	-	2	3.00 o 2.50	-
Trochas Carrozables		< 200	-	1	4.00	cada 500m

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 19 Tráfico IMDA proyectado a la actualidad, se obtuvo 118 veh/día, por lo que de acuerdo a la Tabla 46 se sigue considerando al tramo en estudio como

Carretera de Tercera Clase. El tramo en estudio se encuentra asfaltada, por lo que para su diseño geométrico por ser una vía “pavimentada deberá cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las **Carreteras de Segunda Clase**” (Manual DG 2018, p. 12).

Tabla 43
Clasificación Según su Orografía DG-2018

	OROGRAFÍA	Tipo	Pendiente Transversal %	Pendiente Longitudinal %
Terreno	Plano	1	≤ 10	< 3
	Ondulado	2	11 - 50	3 - 6
	Accidentado	3	51 - 100	6 - 8
	Escarpado	4	> 100	> 8

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 20 Clasificación por Orografía de Tramos homogéneos, se visualiza las diferentes pendientes transversales, teniendo como orografía predominante al **tipo 3 (terreno accidentado)** con rangos de pendiente transversal de 51% -100%, lo cual concuerda con lo mencionado en la tabla 44.

4.2.1.2. Velocidad de Diseño. De la Tabla 44, se determinó las velocidades de diseño para el tramo homogéneo identificado.

Tabla 44
Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera DG-2018

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
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: Tabla 204.01 del Manual DG 2018.

Por sus variaciones en su orografía se eligió la velocidad más conservadora, por lo que para el tramo en estudio se consideró la velocidad de 50km/h.

En la Tabla 45 se muestra la velocidad de diseño asignada al tramo homogéneo.

Tabla 45

Velocidad de Diseño asignado al tramo en estudio según el DG-2018

Progresiva Km:	Clasificación		Velocidad de Diseño
	Demanda	Orografía	
39+900 54+800	Segunda Clase	Tipo 3	50 km/h

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3. Distancia de Visibilidad

Tabla 46

Distancia de Visibilidad de Parada DG-2018

VELOCIDAD	-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	30	29	29	29	29	29	29	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	80	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	66	65
70 km/h	119	116	113	110	108	105	103	101	99	97	96	94	92	91	90	88	87	86	85	84	83
80 km/h	152	147	143	140	136	133	130	127	124	122	120	117	115	113	112	110	108	107	105	104	102
90 km/h	189	183	178	173	168	164	161	156	153	150	147	144	141	139	136	134	132	130	128	126	124
100 km/h	229	221	204	207	201	196	191	186	181	177	173	169	166	162	159	156	154	151	148	146	144
110 km/h	282	272	262	253	246	238	231	225	219	214	209	204	199	195	191	187	184	180	177	174	171
120 km/h	343	330	318	306	296	287	278	270	262	255	249	243	237	232	227	222	217	213	209	205	202
130 km/h	413	396	380	366	353	341	330	320	311	302	294	286	279	272	266	260	255	249	244	240	235
140 km/h	495	473	453	435	419	403	390	377	365	354	344	335	326	318	310	303	296	290	284	278	272
150 km/h	584	557	532	509	489	471	454	438	424	411	398	387	376	366	357	348	340	333	325	318	312

PENDIENTE (%)

Fuente: Figura 205.01 del Manual DG 2018

De la tabla anterior se determinó el rango de la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de 50km/h, siendo 65 metros, cuando la pendiente es de bajada con 10% de inclinación, hasta 49 metros, cuando la pendiente es de subida con 10%

Tabla 47

Distancia de Visibilidad de Paso DG-2018

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Da (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Fuente: Figura 205.03 del Manual DG 2018

De la tabla anterior se determinó la distancia de velocidad de paso o adelantamiento para la velocidad de 50km/h siendo 230m.

4.2.1.4. Diseño Geométrico en Planta

4.2.1.4.1. Longitud Mínima de Curva. La longitud mínima de curva (L) está limitada en la Tabla 48.

Tabla 48

Longitud mínima de curva (L) DG-2018

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

Fuente: Sección 302.02 del Manual DG 2018

De la tabla anterior para el tramo en estudio muestra el factor (3V) que se utiliza para determinar la longitud mínima de curva, en la Tabla 49 se muestra la longitud mínima de curva.

Tabla 49

Longitud mínima de curva (L) según el DG-2018

PROGRESIVA Km:	Velocidad	L min
39+900 54+800	50 km/h	150 m

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se muestra que la longitud mínima de curva en el tramo en estudio es de 150 metros.

4.2.1.4.2. Tramos en Tangente. Las longitudes de tramos en tangente, están calculadas con las siguientes formulas:

$$L_{min,s} = 1.39V \quad L_{min,o} = 2.78V \quad L_{m\acute{a}x} = 16.70V. \text{ (Manual DG 2018, p. 127)}$$

En la Tabla 50 se muestra los rangos de longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente en función a la velocidad de diseño.

Tabla 50*Longitudes de tramos en tangente mínimas y máximas admisibles DG-2018*

PROGRESIVA Km:	Velocidad	L min.s	L min.o	L máx
39+900 54+800	50 km/h	70 m	139 m	835 m

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se muestran que para la longitud mínima en tangente para alineamiento con radios de curvatura de sentido contrario "S" es de 70 metros, la longitud mínima en tangente para alineamiento con radios de curvatura del mismo sentido "O" es de 139 metros y la longitud máxima en tangente es de 835 metros.

4.2.1.4.3. Radio Mínimo y Peralte Máximo. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

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

Dónde: $R_{\text{mín}}$: Radio Mínimo

V: Velocidad de diseño = 50km/h

$P_{\text{máx}}$: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno) = 12% (Área rural accidentada)

$f_{\text{máx}}$: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V =0.16 (para V =50km/h) (Manual DG 2018, p. 128)

En la Tabla 51 se muestra el Radio mínimo admisible.

Tabla 51*Radio mínimo y peralte máximo admisibles según el DG-2018*

PROGRESIVA Km:	Velocidad	Pmáx	R mín
39+900 54+800	50 km/h	12%	70.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se determinó que el radio mínimo admisible del tramo es de 70 metros, de la Tabla 52 se muestra los radios máximos y mínimos a considerar para el vehículo semirremolque simple (T3S3)

Tabla 52

Radio máximos y mínimos para semirremolque simple (T3S3)

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30°	14.06 m	8.89 m	16.7°	15.5°
60°	14.17 m	7.22 m	21.3°	29.6°
90°	14.20 m	5.91 m	22.7°	41.0°
120°	14.21 m	4.85 m	23.1°	49.9°
150°	14.21 m	3.98 m	23.2°	56.7°
180°	14.22 m	3.24 m	23.2°	62.1°

Fuente: Tabla 202.11 del Manual DG 2018

De la tabla anterior se observa que para vehículos tipo Semirremolque simple (T3S3) el radio máximo exterior es de 14.22 metros, por lo que con un radio de diseño de 70 metros cumpliría con lo dispuesto por el manual DG-2018.

4.2.1.4.4. Curva de Transición. La Tabla 53, nos muestra los valores límites para prescindir la curva de transición

Tabla 53

Radio circulares límites que permiten prescindir de la curva de transición DG-2018

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800

Fuente: Tabla 302.11A del Manual DG 2018

Para el tramo en estudio la Tabla 54 muestra el radio mínimo que permiten prescindir de la curva de transición.

Tabla 54*Radios límites que permiten prescindir de la curva de transición según DG-2018*

PROGRESIVA Km:	Velocidad	R (m)
39+900 54+800	50 km/h	225 m

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se muestra que los radios que requerirán de curvas de transición son menores a 225 metros.

4.2.1.4.5. Sobreancho. La ecuación para determinar el sobreancho se expresa de la siguiente forma.

Para una calzada de “n” carriles:

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

Sa: Sobreancho (m)

n: Número de carriles es de 2 carriles

R: Radio de curvatura circular (m)

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal para la parte rígida de un vehículo semirremolque simple (T3S3) es 7.30 metros

V: Velocidad de diseño es de 50km/h (Manual DG 2018, p. 161).

El sobreancho va a depender del radio de curvatura y velocidad de diseño, en la Tabla 55 se muestra el sobreancho para el radio mínimo admisible.

Tabla 55*Sobreanchos en las curvas de radio mínimo admisibles según el DG-2018*

PROGRESIVA Km:	R mín	n	L(m)	Velocidad	Sobreancho Redondeado
39+900 54+800	70.00	2	7.30	50 km/h	1.40

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se muestra que para los radios mínimo admisibles del diseño geométrico el sobreancho es de 1.40 metros, este cálculo se realizó teniendo en cuenta la parte rígida del vehículo T3S3.

4.2.1.5. Diseño Geométrico en Perfil

4.2.1.5.1. Pendiente. Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales (Manual DG 2018, p. 170).

Las pendientes máximas están indicadas en la Tabla 56.

Tabla 56
Pendientes máximas (%) DG-2018

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																				
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
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							

Fuente: Tabla 303.01 del Manual DG 2018

Para el tramo en estudio se clasifico la carretera de segunda clase tipo 3, en la Tabla 57 se muestra la pendiente máxima permitida.

Tabla 57
Pendientes máximas para el tramo en estudio (%) DG-2018

PROGRESIVA Km:	CLASIFICACIÓN		Pendiente Máxima %
	Demanda	Orografía	
39+900 54+800	Segunda Clase	Tipo 3	8%

Fuente: Elaboración Propia

Además, la norma indica que Excepcionalmente, el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento.

4.2.1.5.2. Longitud Mínima de Curvas Verticales. Para Longitud de las curvas convexas, se utilizará las siguientes fórmulas para hallar su longitud mínima.

$$\text{Para } Dp > L: L=2Dp - \frac{404}{A}$$

$$\text{Para } Dp < L: L=\frac{A Dp^2}{404}$$

Para Longitud de las curvas cóncava, se utilizará las siguientes fórmulas para hallar su longitud mínima.

$$\text{Para } Dp > L: L=2Dp - \frac{120+3.50Dp}{A}$$

$$\text{Para } Dp < L: L=\frac{A Dp^2}{120+3.5 Dp}$$

(Manual DG 2018, p. 181).

4.2.1.6. Diseño Geométrico de la Sección Transversal

4.2.1.6.1. Calzada en Tangente. En la Tabla 58 se indican los valores mínimos para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera.

(Manual DG 2018, p. 190)

Tabla 58

Anchos mínimos de calzada en tangente DG-2018

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

Fuente: Tabla 304.01 del Manual DG 2018

Para el tramo en estudio se clasificó la carretera de segunda clase tipo 3, en la Tabla 59 se muestra los anchos de las calzadas mínimas.

Tabla 59*Ancho mínimo de calzada en tangente de la vía en estudio según el DG-2018*

PROGRESIVA Km:	CLASIFICACIÓN				Velocidad	Calzada mín
	Demanda		Orografía			
39+900 54+800	Segunda Clase		Tipo 3		50 km/h	6.6 m

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se muestra que la calzada en tangente de la vía es de 6.60 metros, siendo 3.30 para cada carril, el vehículo pesado (T3S3) que transita por la vía tiene un ancho total de 2.60 metros, por lo que el vehículo pesado si puede transitar con normalidad por la vía en tangente.

4.2.1.6.2. Ancho de Berma. En la Tabla 60 se indica el ancho de bermas.

Tabla 60*Anchos de Bermas DG-2018*

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h																1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h										2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90		
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00			1.20	1.20		
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: Tabla 304.02 del Manual DG 2018

Para el tramo en estudio se clasifico la carretera de segunda clase tipo 3, en la Tabla 61 se muestra los anchos mínimos de bermas a considerar

Tabla 61*Ancho mínimo de bermas en el tramo en estudio según el DG-2018*

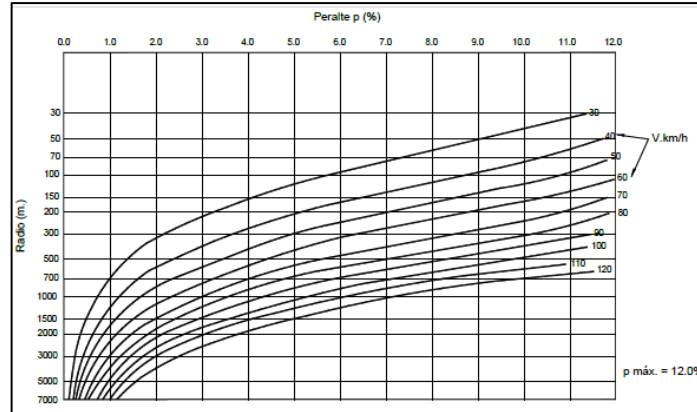
PROGRESIVA Km:	CLASIFICACIÓN				Velocidad	Berma mín.
	Demanda		Orografía			
39+900 54+800	Segunda Clase		Tipo 3		50 km/h	1.20 m

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se muestra que el ancho mínimo de berma es de 1.20 metros, la cual tiene su ubicación en el lado lateral derecho de la vía.

4.2.1.6.3. Peralte. El peralte está relacionado al radio de curvatura y a la velocidad de diseño como indica las Figura 29.

Figura 29
Peralte en Zona rural Tipo 3 o 4.



Fuente: Figura 302.03 del Manual DG 2018

En la Tabla 62 se muestran los peraltes máximos para las radios mínimas admisibles para una carretera tipo 3 o 4.

Tabla 62
Peraltes para los radios mínimos admisibles DG 2018

Progresiva Km:		Velocidad	Pmáx
39+900	54+800	50 km/h	12%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se muestra que para la carretera el peralte máximo para el radio mínimo admisible es de 12%.

4.2.2. Propuesta de alternativas de solución de los tramos observados en base al DG-2018 y Uso de Señalización

4.2.2.1. Propuesta De Solución a Nivel de Diseño Geométrico de la Vía

4.2.2.1.1. Longitud Mínima de Curva del Tramo en Estudio. Se propone que se haga la rectificación de las curvas y que estas curvas cumplan con la longitud mínima de curva según lo dispuesto por los parámetros del DG-2018. En la Tabla 63 se muestra las propuestas de longitud de curva mínima a considerar de los tramos observados.

Tabla 63

Longitud mínima a considerar de los tramos observados según el DG-2018

PI	PC (Km)	PT (Km)	Lmin (m)	PI	PC (Km)	PT (Km)	Lmin (m)
PI:1	39+907.47	39+941.52	150.00	PI:56	47+326.50	47+390.47	150.00
PI:2	39+947.22	39+988.57	150.00	PI:57	47+440.37	47+507.87	150.00
PI:3	40+014.33	40+030.82	150.00	PI:58	47+561.98	47+585.30	150.00
PI:4	40+078.24	40+109.83	150.00	PI:59	48+006.87	48+020.16	150.00
PI:5	40+174.17	40+209.55	150.00	PI:60	48+114.13	48+132.57	150.00
PI:6	40+249.92	40+290.20	150.00	PI:61	48+225.30	48+286.33	150.00
PI:7	40+339.83	40+401.81	150.00	PI:62	48+705.09	48+743.40	150.00
PI:8	40+562.94	40+671.57	150.00	PI:63	48+784.91	48+803.82	150.00
PI:9	40+750.67	40+778.00	150.00	PI:64	48+912.80	48+979.78	150.00
PI:10	40+787.78	40+840.73	150.00	PI:65	49+059.87	49+070.76	150.00
PI:11	40+873.73	40+880.57	150.00	PI:67	49+365.29	49+416.39	150.00
PI:14	41+096.62	41+105.51	150.00	PI:68-69	49+449.71	49+539.76	150.00
PI:15	41+330.68	41+363.26	150.00	PI:70	49+585.86	49+638.35	150.00
PI:16	41+772.55	41+792.26	150.00	PI:71	49+697.20	49+728.45	150.00
PI:17	41+950.68	42+011.43	150.00	PI:72	49+757.62	49+768.68	150.00
PI:18	42+100.98	42+168.17	150.00	PI:73	49+834.89	49+856.14	150.00
PI:19	42+180.43	42+190.88	150.00	PI:74-75	49+955.22	50+055.53	150.00
PI:20	42+308.14	42+351.69	150.00	PI:76	50+122.88	50+151.36	150.00
PI:21	42+482.53	42+503.05	150.00	PI:77	50+243.45	50+271.03	150.00
PI:22	42+568.40	42+579.02	150.00	PI:78	50+375.54	50+418.09	150.00
PI:23	42+717.35	42+754.00	150.00	PI:79	50+497.23	50+515.31	150.00
PI:24	42+935.38	42+950.55	150.00	PI:80-81	50+929.14	50+979.15	150.00
PI:25	43+019.27	43+057.51	150.00	PI:82-83	51+008.90	51+070.95	150.00
PI:26	43+152.23	43+204.70	150.00	PI:84-85-86	51+239.95	51+341.82	150.00

PI:27	43+284.71	43+294.82	150.00	PI:87	51+412.91	51+433.94	150.00
PI:28	43+388.18	43+406.23	150.00	PI:88-89-90	51+512.87	51+569.56	150.00
PI:29	43+440.02	43+474.10	150.00	PI:91	51+613.22	51+635.20	150.00
PI:30	43+525.58	43+558.26	150.00	PI:92	51+649.69	51+666.38	150.00
PI:31	43+629.60	43+663.57	150.00	PI:93-94-95	51+729.04	51+848.70	150.00
PI:32	43+687.84	43+723.84	150.00	PI:96	52+016.11	52+045.58	150.00
PI:33	43+868.44	43+889.29	150.00	PI:97	52+151.39	52+172.20	150.00
PI:34	43+960.56	44+008.10	150.00	PI:98	52+577.01	52+594.64	150.00
PI:35	44+062.19	44+084.85	150.00	PI:99	52+653.62	52+672.81	150.00
PI:36	44+146.71	44+188.10	150.00	PI:100	52+747.07	52+780.57	150.00
PI:37	44+255.06	44+307.24	150.00	PI:101	52+791.00	52+831.65	150.00
PI:38	44+312.65	44+419.85	150.00	PI:102	52+982.35	53+004.13	150.00
PI:39	44+509.49	44+551.48	150.00	PI:103	53+037.84	53+048.51	150.00
PI:40	44+599.75	44+603.63	150.00	PI:104	53+053.00	53+091.62	150.00
PI:41	44+663.14	44+708.75	150.00	PI:105-106	53+110.08	53+158.72	150.00
PI:42	44+783.57	44+803.24	150.00	PI:107	53+196.21	53+213.79	150.00
PI:43	44+903.45	44+928.57	150.00	PI:108	53+262.25	53+273.65	150.00
PI:44	45+005.81	45+096.81	150.00	PI:109	53+278.92	53+309.69	150.00
PI:45	45+158.75	45+218.66	150.00	PI:110	53+347.31	53+379.56	150.00
PI:46	45+335.20	45+355.05	150.00	PI:111	53+452.02	53+498.46	150.00
PI:47	45+429.85	45+457.34	150.00	PI:112	53+529.08	53+559.74	150.00
PI:48	45+582.68	45+625.93	150.00	PI:116-117	53+962.35	54+012.80	150.00
PI:49	45+686.32	45+694.95	150.00	PI:118-119	54+080.15	54+130.35	150.00
PI:51	46+168.22	46+203.31	150.00	PI:126-127	54+515.01	54+546.72	150.00
PI:52	46+298.45	46+355.24	150.00	PI:128	54+623.80	54+645.60	150.00
PI:53	46+386.22	46+407.06	150.00	PI:129-130	54+680.70	54+728.27	150.00
PI:54	46+538.78	46+575.77	150.00	PI:131	54+816.98	54+833.82	150.00
PI:55	47+288.05	47+302.24	150.00				

Fuente: Elaboración Propia

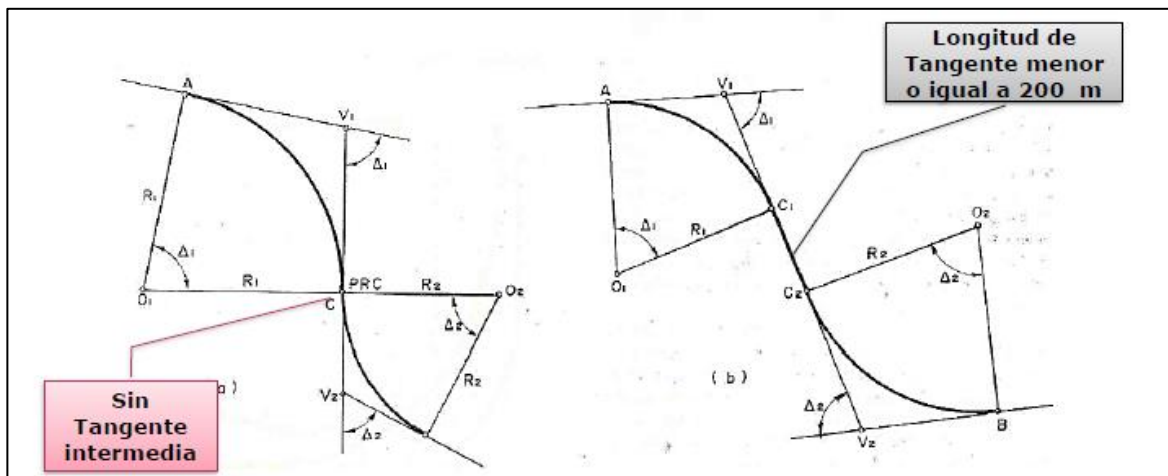
En la tabla anterior se observa que para velocidades de 50km/h la Longitud de curva mínima es de 150m.

4.2.2.1.2. Tramos en Tangente del Tramo en Estudio.

- **Longitud en Tangente Para Alineamiento de Curvatura en "S":** Los tramos observados no cumplen con $L_{min.s}$, por lo que se sugiere de acuerdo al DG-2018 **capítulo 302.04.05 Coordinación entre curvas**, donde indica que, “para todo tipo de carretera, cuando se enlacen curvas circulares consecutivos sin tangente intermedio, así como mediante tangente de longitud menor o igual a 200m, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las Figuras 302.06 y 302.07.” (p. 134), la Tabla 64 se muestra la relación entre radios consecutivos – grupo 2 (carretera de segundo y tercera clase).

Figura 30

Ejemplo de coordinación entre curvas circulares para tramos de alineamientos de curvas en “S”



Fuente: Céspedes, 2011, p.231

Tabla 64*Relación entre radios consecutivos según el DG-2018*

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
40	60	50	360	> 670	212
50	75	50	370	> 670	216
60	90	50	380	> 670	220
70	105	50	390	> 670	223
80	120	53	400	> 670	227
90	135	60	410	> 670	231
100	151	67	420	> 670	234
110	166	73	430	> 670	238
120	182	80	440	> 670	241
130	198	87	450	> 670	244
140	215	93	460	> 670	247
150	232	100	470	> 670	250
160	250	106	480	> 670	253
170	269	112	490	> 670	256
180	289	119	500	> 670	259
190	309	125	510	> 670	262
200	332	131	520	> 670	265

Fuente: Tabla 302.08 del Manual DG 2018

En la Tabla 65 se muestra la propuesta de radios de entrada y salida.

Tabla 65*Propuesta de la Relación entre Radios Consecutivos para $L.s < 200m$*

Tangente	Tramo De La Tangente (Km)		L.s	Radio de Entrada	Radio de Salida
T:1	39+941.52	39+947.22	5.70	70.00	70.00
T:3	40+030.82	40+078.24	47.40	70.00	70.00
T:6	40+290.20	40+339.83	49.63	70.00	70.00
T:10	40+840.73	40+873.73	33.00	70.00	70.00
T:12-13	41+046.07	41+096.62	50.55	70.17	105.00
T:18	42+168.17	42+180.43	12.27	150.00	120.00
T:29	43+474.10	43+525.58	51.48	80.00	120.00
T:31	43+663.57	43+687.84	24.26	100.00	151.00
T:34	44+008.10	44+062.19	54.09	120.00	80.00
T:39	44+551.48	44+599.75	48.28	90.00	60.00
T:49	45+694.95	45+746.65	51.70	80.00	120.00
T:52	46+355.24	46+386.22	30.98	110.00	80.00
T:55	47+302.24	47+326.50	24.26	80.00	100.00
T:56	47+390.47	47+440.37	49.91	100.00	120.00
T:57	47+507.87	47+561.98	54.11	120.00	120.00

T:62	48+743.40	48+784.91	41.51	200.00	131.00
T:67	49+416.39	49+449.71	33.31	80.00	79.62
T:71	49+728.45	49+757.62	29.17	120.00	120.00
T:80-81	50+979.15	51+008.90	29.75	70.00	70.00
T:88-89-90	51+569.56	51+613.22	43.66	70.00	70.00
T:100	52+780.57	52+791.00	10.43	70.18	90.00
T:102	53+004.13	53+037.84	33.71	70.00	70.00
T:104	53+091.62	53+110.08	18.47	70.00	74.39
T:109	53+309.69	53+347.31	37.62	59.90	90.00
T:123-124-125	54+476.35	54+515.01	38.66	70.00	70.00
T:128	54+645.60	54+680.70	35.11	70.00	90.00

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se consideró también el radio mínimo de diseño, con estos valores se pudieron levantar las observaciones.

- Longitud en Tangente Para Alineamiento de Curvatura en "O": De los parámetros de diseño geométrico según el DG-2018, los tramos observados no cumplen con L.min.o, por lo que se propone evitar el empleo de dos curvas simples orientadas en la misma dirección, por lo que se debe reemplazarlas por una sola curva. En la Tabla 66 se muestra las alternativas de reemplazo de curvas de radios por una sola curva las cuales son detalladas en el Anexo 05.

Tabla 66

Propuesta de reemplazo de curvas del mismo sentido con tangente corta por una sola curva

Tangente	Tramo De La Tangente (Km)		L.o	Radio inicial	Radio final	Radio de Reemplazo
T:2	39+988.57	40+014.33	25.76	80.00	20.00	87.04
T:9	40+778.00	40+787.78	9.78	100.00	45.00	101.87
T:11	40+880.57	40+916.91	36.34	60.00	70.17	77.74
T:21	42+503.05	42+568.40	65.36	150.00	200.00	506.37
T:26	43+204.70	43+284.71	80.01	150.00	80.00	281.65
T:28	43+406.23	43+440.02	33.79	120.00	80.00	142.54
T:30	43+558.26	43+629.60	71.34	180.00	100.00	241.59
T:37	44+307.24	44+312.65	5.41	60.00	200.00	114.35

T:40	44+603.63	44+663.14	59.50	60.00	120.00	221.21
T:46	45+355.05	45+429.85	74.80	150.00	80.00	180.98
T:60	48+132.57	48+225.30	92.74	80.00	120.00	235.98
T:63	48+803.82	48+912.80	108.98	97.91	120.00	251.55
T:66	49+272.14	49+365.29	93.15	200.19	80.00	271.54
T:68-69	49+539.76	49+585.86	46.10	79.62	50.13	
T:70	49+638.35	49+697.20	58.85	50.13	120.00	102.91
T:72	49+768.68	49+834.89	66.20	120.00	110.63	
T:73	49+856.14	49+955.22	99.08	110.63	245.59	
T:74-75	50+055.53	50+122.88	67.35	245.59	60.00	
T:76	50+151.36	50+243.45	92.09	60.00	194.88	353.92
T:91	51+635.20	51+649.69	14.49	60.00	40.00	
T:92	51+666.38	51+729.04	62.67	40.00	188.73	179.03
T:103	53+048.51	53+053.00	4.49	60.00	60.00	75.33
T:105-106	53+158.72	53+196.21	37.49	74.36	59.94	98.41
T:108	53+273.65	53+278.92	5.52	40.00	59.90	74.39
T:110	53+379.56	53+452.02	72.46	180.00	120.00	
T:111	53+498.46	53+529.08	30.62	120.00	101.00	219.14
T:118-119	54+130.35	54+180.27	49.92	48.52	99.48	
T:120-121-122	54+307.41	54+385.52	78.11	99.48	44.55	108.23

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se observa que se consideró también el radio mínimo de diseño, con estos valores se pudieron levantar las observaciones.

- Longitud en Tangente Máxima: De los parámetros de diseño geométrico según el DG-2018, la Longitud en tangente máxima de 835 metros para velocidad de 50km/h. El tramo observado (Km: 46+575.77 - 47+288.05) en la evaluación tiene 712.28 metros, por lo que según lo establecido en la norma vigente DG-2018 se cumple con esta restricción.

4.2.2.1.3. Radio Mínimo del Tramo en Estudio. Los tramos observados no cumplen con el radio mínimo, por lo que se propone que se haga la rectificación de las curvas y que estas curvas cumplan por lo menos con el radio mínimo según lo dispuesto por el DG 2018, para velocidades de 50km/h el radio mínimo es de 70m. En la Tabla 67 se muestra el radio mínimo a considerar

Tabla 67
Propuesta de Radio de Curva Mínima a considerar

PI	PC (Km)	PT (Km)	Radio Mínimo
PI:1	39+907.47	39+941.52	70.00
PI:3	40+014.33	40+030.82	70.00
PI:4	40+078.24	40+109.83	70.00
PI:6	40+249.92	40+290.20	70.00
PI:10	40+787.78	40+840.73	70.00
PI:65	49+059.87	49+070.76	70.00
PI:87	51+412.91	51+433.94	70.00
PI:88-89-90	51+512.87	51+569.56	70.00
PI:92	51+649.69	51+666.38	70.00

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se muestra las curvas observadas que se deben de ampliar, con estos valores se pudieron levantar las observaciones.

4.2.2.1.4. Sobreechancho del Tramo en Estudio. Los tramos observados no cumplen con el sobreechancho mínimo en las curvas de menor radio, por lo que se propone aumentar los sobreeanchos en las curvas de menor radio para poder cumplir con los parámetros según el DG-2018. Para los tramos con curvas de menor radio, con velocidades de 50km/h el sobreechancho redondeado es de 1.40 metros.

4.2.2.2. Propuesta de Mejoramiento de la Vía Con Implementación de

Señalización. El uso de señalización se implementará como complemento al diseño geométrico para mejorar la seguridad vial, el expediente técnico del proyecto no contempla la ubicación de señalizaciones, por lo que se realizó la visita in situ de las señalizaciones existentes (Anexo 01).

4.2.2.2.1. Señales Reguladoras o de Reglamento. Estas señalizaciones se implementarán para notificar a los usuarios las limitaciones y restricciones en la vía.

- Señal Prohibido Adelantar (R-16): Se usará a lo largo de toda la carretera, en donde las distancias de los tramos tangentes no cumplen las distancias mínimas de visibilidad de adelantamiento, para velocidades de 50km/h es de 230m y cuando no cumpla con la distancia de visibilidad de adelantamiento en curvas verticales convexas (tabla 68).

Tabla 68

Requerimiento de señal de prohibido adelantar R-16 en curvas Convexas

PIV	PCV (Km)	L de Curva (m)	V km/h	Da (m)	Condición
PIV:1	39+945	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:2	40+145	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:5	40+803	114.00	50	230	REQUIERE
PIV:6	40+924	70.58	50	230	REQUIERE
PIV:8	41+265	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:14	42+678	123.50	50	230	REQUIERE
PIV:15	42+845	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:17	43+505	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:20	44+083	34.40	50	230	REQUIERE
PIV:24	45+645	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:30	48+183	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:32	48+724	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:34	49+605	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:35	49+965	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:38	50+904	150.00	50	230	REQUIERE

PIV:40	51+319	39.34	50	230	REQUIERE
PIV:42	51+519	40.21	50	230	REQUIERE
PIV:44	51+785	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:45	52+045	150.00	50	230	REQUIERE
PIV:55	54+285	150.00	50	230	REQUIERE

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31

Señal de Prohibido Adelantar (R-16).



Fuente: Figura 2.10 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016

Señal de Velocidad máxima permitida 50km/h (R-30): Usada para notificar las velocidades de diseño en los tramos homogéneos.

Figura 32

Señal de Velocidad máxima permitida 50km/h (R-30).



Fuente: Figura 2.13 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016

4.2.2.2. Señales de Prevención. Se implementará señalizaciones preventivas – curva horizontal, para advertir sobre la existencia de riesgos, también se implementará señalizaciones por características operativas de la vía (P53) para los lugares agrícolas donde se visualizan el paso de animales en la vía y (P49) en los lugares de zona escolar, en la Figura 33 y 34 muestra las señalizaciones las cuales serán ubicadas en los tramos en tangente hasta una distancia mínima de 30m antes del inicio de la curva y a 30m de otras señales.

Figura 33
Señales preventivas – curva horizontal.



Figura 2.18 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016

Figura 34
Señales preventivas – por características operativas de la vía.



Figura 2.23 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016

4.2.2.2.3. Marcas Elevadas en el Pavimento. Se implementará Marcas elevadas tipo delineador de piso – Tracha retrorreflectiva o también llamado ojo de gato, con el fin de complementar las marcas planas del pavimento, ttambién se implementarán Marcas elevadas tipo delineador elevado – Tipo postes delineadores, ubicadas a aproximado 1metro de la calzada y en forma longitudinal al borde de la vía.

4.2.2.2.4. Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad. Se implementará contención vehicular tipo barrera de seguridad para los tramos de curvatura que faltan en los tramos observados por radio mínimo, ubicadas en el margen de todo el radio de la curvatura, en la Tabla 69 se indica los tramos que requieren barrera de contención de vehículos tipo Barreras de Seguridad.

Tabla 69
Requerimiento de Contención de Vehículos tipo Barreras de Seguridad

PI	PC (Km)	CONDICIÓN
PI:1	39+907.47	REQUIERE
PI:3	40+014.33	REQUIERE
PI:4	40+078.24	REQUIERE
PI:6	40+249.92	REQUIERE
PI:10	40+787.78	REQUIERE
PI:65	49+059.87	EXISTE
PI:87	51+412.91	REQUIERE
PI:88-89-90	51+512.87	REQUIERE
PI:92	51+649.69	EXISTE

Fuente: Elaboración propia

4.3. Contrastación de Hipótesis

- 1) El análisis de las características geométricas, ayudo a juzgar los tramos observados para describir los tramos que no cumplen las recomendaciones de la Noma DG 2001, por lo que contribuye a mejorar la seguridad vial de la carretera, identificando si es buena, regular o mala el trazo de la carretera.
- 2) La identificación del grado de cumplimiento de los factores geométricos analizados contribuye a mejorar la seguridad vial de la carretera, pues permite cuantificar con porcentajes el nivel de cumplimiento de las recomendaciones de la Noma DG 2001.
- 3) Las alternativas propuestas del diseño geométrico y señalización evaluadas en base a las normas vigentes, mejoraron la seguridad vial pues dieron alternativas de mejoramiento para levantar observaciones de los factores geométricos.

4.4. Discusión de Resultados

- 1) De acuerdo a la revisión de los antecedentes nacionales e internacionales, se encontraron resultados concordantes con lo desarrollado en la presente investigación. Según Romaní, L. (2017), menciona que con el análisis de la carretera se pudo encontrar que muchos tramos de la carretera en estudio no cumplen con la Norma, por las limitaciones de la topografía muy accidentada que presenta dicha carretera, similares al que encontramos en gran parte de la geografía peruana. Según Chingay, L. (2017), menciona que obtuvo que en la mayoría de las características de la carretera no cumplen con la norma DG-2014 y esto genera que la carretera no sea segura y cómoda de transitar.

Existe una similitud sobre los resultados encontrados por los autores y la presente investigación, ya que, con el análisis y evaluación de la carretera en estudio se identificó que en varios tramos se encuentran observaciones las cuales no cumplen con los factores geométricos recomendados por la norma con la que fue diseñada (DG 2001).

2) Según Romaní, L. (2017), propone como solución económica y aplicable en el corto plazo, optimizar la señalización tanto horizontal como vertical, lo cual permita generar apariencia atractiva, visuales agradables y estructuras bellas en la carretera, además, de despertar el interés y la atención de los conductores.

En la presente investigación, la implementación de señalización en los tramos evaluados, mejoran la seguridad en la vía.

3) Según Valencia D. y Cruz M. (2021), menciono que el diseño geométrico de las vías se realiza con las restricciones existentes para cumplir con el nivel de acceso a las viviendas, por tanto, no se pueden considerar muchas condiciones como si fuera un tramo nuevo.

Existe una similitud sobre los resultados encontrados por el autor y la presenta investigación, ya que, con los parámetros obtenidos para un nuevo trazo del diseño geométrico en base a la norma vigente (DG 2018) se llegaría a mejorar la seguridad vial, pero esto conllevaría a afectar a los pobladores aledaños a la carretera pues se realizarían mayor movimiento de tierra, desplazamiento de viviendas y terrenos productivos, desplazamiento de flora y faunas, corte de taludes muy altos los cuales afectarían la calidad del aire.

CONCLUSIONES

- 1) Se realizó el análisis según lo dispuesto en la norma DG-2001, de 109 longitudes de curva y de radios de curvatura; 72 tramos en tangente para alineamiento con radios de curvatura de sentido contrario (S); 36 tramos en tangente para alineamiento con radios de curvatura del mismo sentido (O); 9 sobreechornos en las curvas de menor radio; 35 longitudes de curvas verticales y sus respectivas pendientes; ancho de calzada en tangente, ancho de berma, bombeo y peralte a lo largo de la carretera.
- 2) De la evaluación se determinó que 5.5% cumple con las longitudes de curva mínima; 49.1% cumple con longitudes máximas y mínimas en alineaciones en tangente; 91.7% cumple con los radios mínimos; 0% cumple en sobreechornos de curvas de menor radio; 100% cumple con las longitudes de curvas verticales y pendientes, anchos de berma, bombeo y peralte de la carretera en estudio en base a la norma DG-2001. De lo anterior se concluye que el diseño geométrico en planta es la parte que menos cumple con lo dispuesto por la norma DG-2001.
- 3) Las alternativas de solución planteadas de los tramos críticos en base a la norma vigente DG-2018 son: para los tramos de longitud de curva se propone que se rectifique las 103 curvas (tabla 63) para que cumplan con la longitud mínima de curva de 3 veces la velocidad de diseño, según lo indicado por la norma; para los 26 tramos en tangente para alineamiento con radios de curvatura de sentido contrario (S) (tabla 65) se propone asumir los radios de curvatura de manera que la coordinación entre curvas de entrada y salida sea la que propone la norma; para los 28 tramos observados en tangente para alineamiento con radios de

curvatura del mismo sentido (O) (tabla 66) se propone el reemplazo de la configuración de dos radios del mismo sentido con tangente corta por una sola curva de radio grande; para las 09 curvas que no cumplen con el radio mínimo (tabla 67), se propone ampliar estas así como también dotarlas del sobrecanchos necesario. La implementación de señales verticales y marcas en el pavimento ubicadas adecuadamente a lo largo de la carretera, e implementación de contención de vehículos tipo barreras de seguridad en las curvas de menor radio ayudarán a mejorar la seguridad vial de la carretera en estudio.

RECOMENDACIONES

- 1) Se debe de hacer un mejoramiento total del trazo de diseño geométrico en vista que se ha encontrado que no cumple con la norma vigente DG-2018 y las propuestas de alternativas planteadas son variadas. En los puntos críticos donde se necesita modificar el radio de las curvas, la entidad competente deberá realizar las expropiaciones de terreno para garantizar el trazo geométrico según la norma DG-2018.
- 2) Esta investigación se deberá complementar con el estudio de la estructura del pavimento, para tener más factores a considerar en la mejora de la seguridad vial.
- 3) La entidad competente deberá replantear las señalizaciones, marcas elevadas en el pavimento y barreras de seguridad luego de realizar el mejoramiento del diseño geométrico para una mejor transitabilidad con seguridad en la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Ospina, J. (2002). *Diseño geométrico de las vías*. Medellín: Universidad de Colombia.
- Alvarado Peralta, W. (2017). *Propuesta para la Actualización del Diseño Geométrico de la Carretera Chancos – Vicos – Wiyash según Criterios De Seguridad Y Economía*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Bertotti, E. (2002). *Manual de Seguridad Vial*. Buenos Aires: ISEV
- Bojorquez Vergara, C. (2007). *Evaluación del Cumplimiento del manual de Diseño Geométrico en el mejoramiento y rehabilitación de la carretera Cátac-Huari-Pomabamba Tramo: San Marcos (Km 79+500)- Huari (Km. 107+700)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ancash “Santiago Antunez de Mayolo”, Huaraz.
- Brito Aguilera, Z. y Rapposelli Wiswell, P. (2016). *Estudio comparativo del diseño geométrico de la autopista San Félix-Upata con un diseño para una velocidad mayor*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: Ecoe ediciones.
- Céspedes Abanto, J. (2001). *Carreteras diseño moderno*. Cajamarca: Universitaria UNC.
- Chingay Paredes, L. (2017). *Características Geométricas de la Carretera Sunuden – San Miguel para la Seguridad Vial En Base a la Norma de Diseño Geométrico Dg-2014*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Delzo Cuyubamba, F. (2018). *Propuesta de Diseño Geométrico y Señalización del Tramo 5 de la Red Vial Vecinal Empalme Ruta An-111 – Tingo Chico*,

- Provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, Departamento de Huánuco.* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Directiva N° 007-2008-MTC/02 (2008). *Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad.* Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2001). *Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2001.* Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2018.* Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor Para Calles y Carreteras.* Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de Seguridad Vial.* Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017). *Accidentes de tránsito 2006 - 2017.* 2017. Recuperado de: <http://www.mtc.gob.pe/cnsv/estadistica.html>
- Ministerio del interior-MININTER-Dirección de Gestión en Tecnología de la Información y Comunicaciones. (2015). *Víctimas de accidentes de tránsito fatales, según departamento, 2011-2017.* 2017 de INEI. Sitio web: <http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/traffic-accidents/>
- Murillo Home, H. (2019). *Rediseño Geométrico Y Mejoramiento Del Camino Vecinal Gualera Cruz - Urcutambo.* (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito.

- OMS - Organización Mundial de la Salud (2018). *Lesiones causadas por el tránsito*. Diciembre, 2018, de OMS Sitio web: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/road-traffic-injuries>.
- Romaní Santos, L. (2017). *Análisis del Diseño Geométrico de la carretera lima – canta, con relación a sus características operativas, tramo: km.66+000 - km.76+000*
Análisis del Diseño Geométrico de la carretera lima – canta, con relación a sus características operativas, tramo: km.66+000 - km.76+000. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Romero Orellana, J. (2015). *Diseño Geométrico De La Vía Balosa Sector Guarumales, Desde La Abscisa 9+500 Hasta La Abscisa 10+700*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnica de Machala, Machala.
- Sevilla Gonzales, J. (2013). *Mejoramiento Del Diseño Geométrico Para Incrementar La Seguridad Vial Y Reducir Los Accidentes - Carretera Nazca – Puquio*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Valencia Lopez, D. y Cruz Tijaro, M. (2021). *Análisis diseño geométrico y estructura de pavimento de cuatro segmentos viales, para el mejoramiento de la movilidad localizados en la carrera 51d entre calle 38-06 sur hasta calle 38a-19 sur, barrio Muzú, localidad puente Aranda Bogotá*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Zea Bueno, J., Ortiz Moreno, G. y Zamudio Maldonado, P.(2009). *Diagnóstico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del tramo comprendido entre el k0+000 hasta el k3+000 de la vía municipio de Tena - Los Alpes Cundinamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá.

ANEXOS

Anexo 01: Registros Fotográficos de Señalizaciones en la Vía

Anexo 02: Matriz de Consistencia

Anexo 03: Informe de accidentes de tránsito en el distrito de Yautan (Sector Cruz Punta- Pariacoto)

Anexo 04: Climograma del Distrito de Yautan-Casma

Anexo 05: Secciones en Planta de reemplazo de curvas del mismo sentido con tangente corta por una sola curva

Anexo 06: Planos del Replanteo del Tramo Km: 39+900 al Km:54+800

Anexo 01: Registros Fotográficos de Señalizaciones en la Vía.

Señalización Vertical Reguladora.



Señalización Vertical de Prevención.



Marca Elevada en el pavimento, Tipo delineador de piso.



Progresiva Km: 51+700

Marca Elevada en el pavimento, Tipo delineador elevado.



Progresiva Km: 44+200

Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad.



Progresiva Km: 49+060

Visita de campo del tramo en tangente



Progresiva Km: 39+941.52



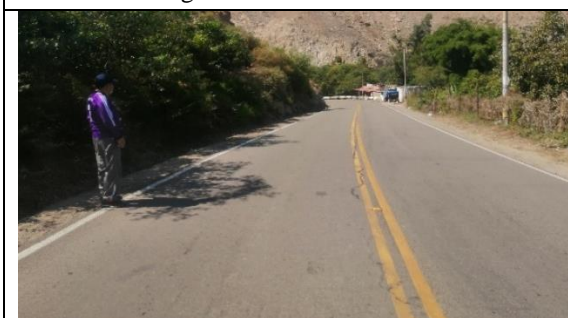
Progresiva Km: 39+988.57



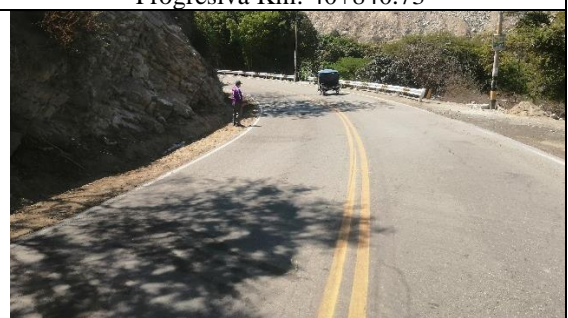
Progresiva Km: 40+778.00



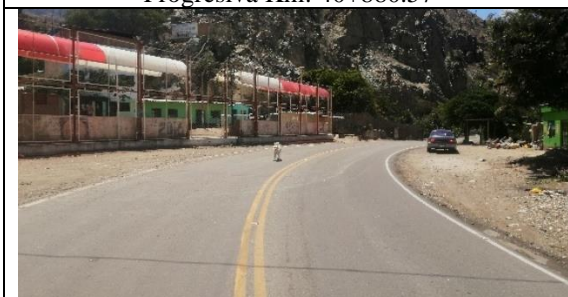
Progresiva Km: 40+840.73



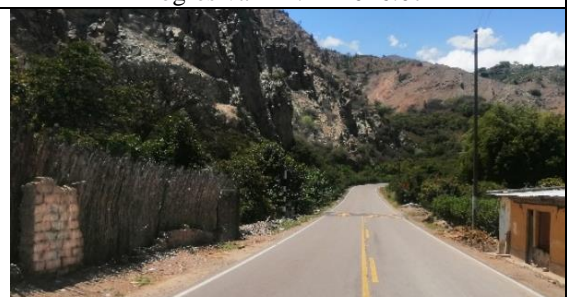
Progresiva Km: 40+880.57



Progresiva Km: 41+046.07



Progresiva Km: 42+168.17



Progresiva Km: 42+503.05



Progresiva Km: 43+204.70

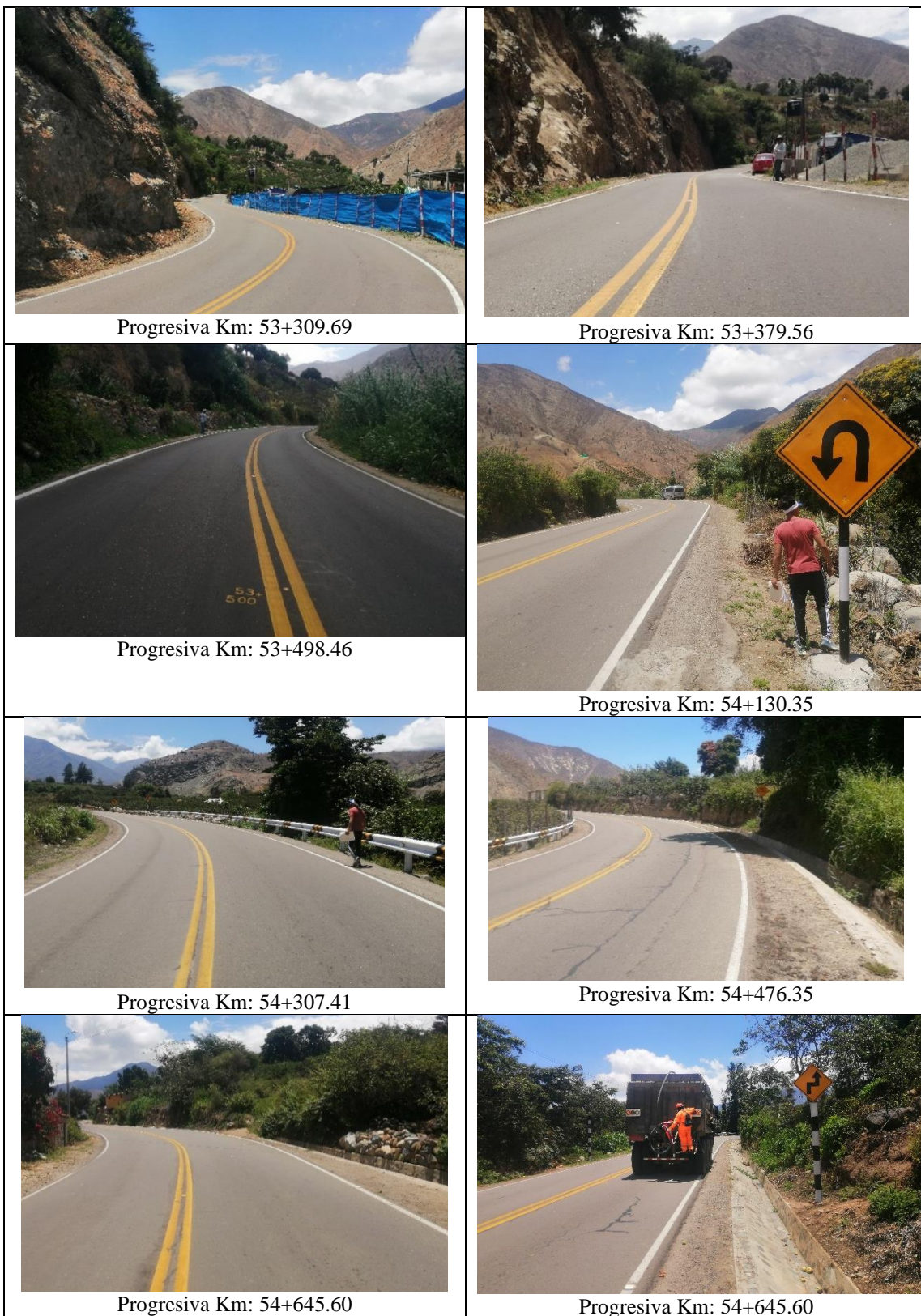


Progresiva Km: 43+406.23









Visita de campo del tramo de curvas.



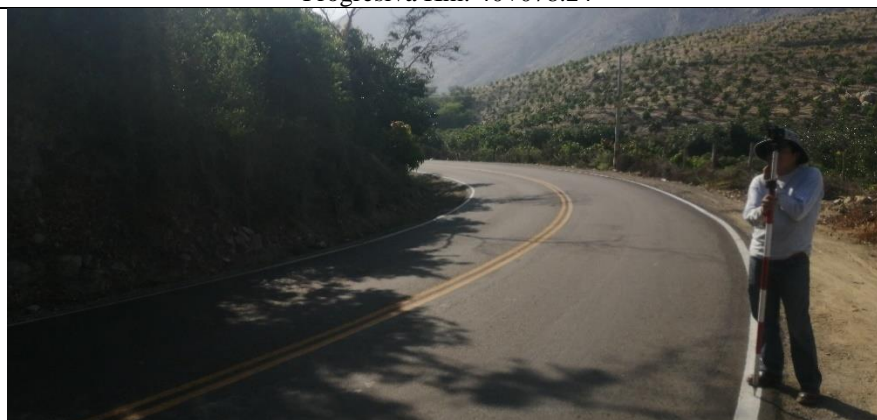
Progresiva Km: 39+907.47



Progresiva Km: 40+014.33



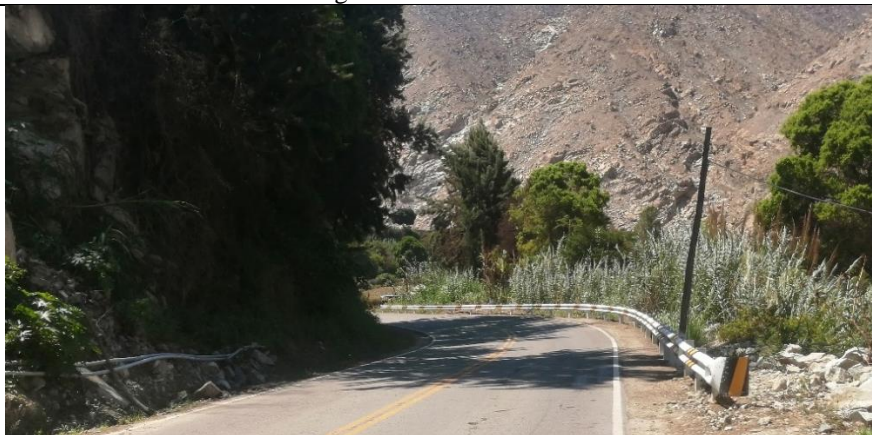
Progresiva Km: 40+078.24



Progresiva Km: 40+249.92



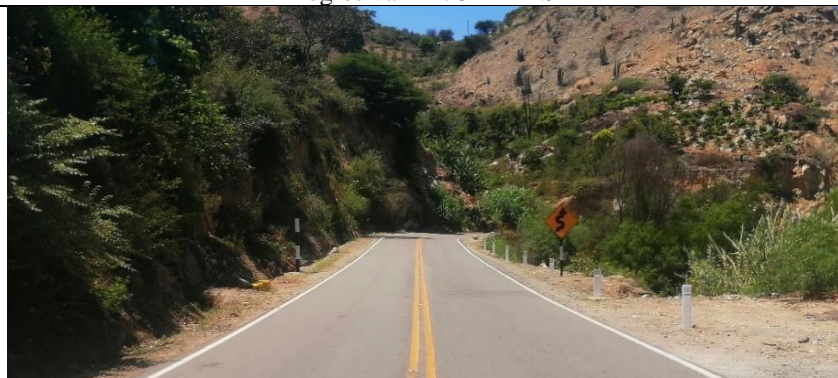
Progresiva Km: 40+787.78



Progresiva Km: 49+059.87



Progresiva Km: 51+412.91



Progresiva Km: 51+512.87



Progresiva Km: 51+649.69



Progresiva Km: 53+262.25



Progresiva Km: 54+080.15



Progresiva Km: 54+385.52



Progresiva Km: 54+515.01

Anexo 02: Matriz de Consistencia

TITULO: "Análisis Y Evaluación De Las Características Geométricas De Una Carretera Para La Seguridad Vial"						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
<p>GENERAL: ¿Las características geométricas son óptimas para la seguridad vial de la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800, en base a la Norma DG-2001?</p>	<p>GENERAL: Analizar y evaluar las características del diseño geométrico para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001 de la carretera Casma – Cruz Punta – Pariacoto en el Tramo Km 39+900 al Km 54+800.</p>	<p>GENERAL: Las características geométricas de la carretera, no son las óptimas para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001.</p>	<p>Variable Independiente: Características Geométricas</p>	<p>Diseño geométrico en planta</p>	Longitud mínima de curva	<p>Tipo De Investigación: -Orientación: Aplicada -Enfoque: Cuantitativo -Tipo: Descriptivo Nivel De La Investigación: -Descriptivo Diseño De La Investigación: -No experimental -Transversal -Retrospectivo</p>
<p>ESPECÍFICOS: 1) ¿En qué medida el análisis de las características geométricas de la carretera, contribuirá a determinar la seguridad vial en base a la Norma DG-2001? 2) ¿Cuál es el grado de cumplimiento de los factores geométricos, para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001? 3) ¿Qué alternativas de solución al diseño geométrico y señalización se podrá plantear en los tramos críticos para contribuir a la seguridad vial en base a la Norma Vigente DG-2018?</p>	<p>ESPECÍFICOS: 1) Analizar las características del diseño geométrico para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001. 2) Evaluar el grado de cumplimiento de los factores geométricos, para la seguridad vial en base a la Norma DG-2001. 3) Plantear las posibles alternativas de solución del diseño geométrico y señalización en los tramos críticos para mejorar la seguridad vial en base a la Norma Vigente DG-2018.</p>	<p>ESPECÍFICOS: 1) El análisis de las características geométricas de la carretera contribuye a la seguridad vial en base a la Norma DG-2001. 2) El grado de cumplimiento de los factores geométricos analizados no cumplen en gran porcentaje con la Norma DG-2001, por lo tanto, no favorece a la seguridad vial de la carretera. 3) Las alternativas propuestas del diseño geométrico y señalización, mejoran la seguridad vial en base a la Normas Vigente DG-2018.</p>			L mín.s	
					L mín.o	
					L max	
					Radios Mínimos	
					Curva de transición	
				Sobreechanco		
				<p>Diseño geométrico en perfil</p>	Pendiente Minima	
					Pendiente Máxima	
					Longitud de curva convexa	
			Longitud de curva cóncava			
<p>Diseño geométrico de la sección transversal</p>	Calzada					
	Bermas					
	Bombeo					
	Peralte					
<p>Variable Dependiente: Seguridad Vial</p>	<p>Señalización y seguridad vial</p>	Señales Verticales				
		Marcas en el pavimento o Demarcaciones				
		Barreras de seguridad				



Anexo 03: Informe de accidentes de tránsito en el distrito de Yautan (Sector Cruz Punta- Pariacoto)

RME N° 424-19-XII MACREPOL-ANCASH/DIVPOL-CH/CR.PNP.YAUTAN "D"

Asunto : Sobre Accidentes de Tránsito por diversos motivos, ocurridos en la jurisdicción del Distrito de Yautan (sector Cruz-Punta-Pariacoto).

Ref. : Decreto N°. 194-19-XII MACREPOL-ANC/REGPOL-A/DIVPOL-CH/SEC.

Tengo el honor de dirigirme a Ud; con la finalidad de hacer de su conocimiento e informar lo siguiente:

1. Que, mediante el documento de la referencia el Sr. Comandante PNP. Luis Alberto BACA CORNEJO-Jefe (I) DIVPOL-CHIMBOTE Dispone que en el breve plazo se remita información sobre los Accidentes de Tránsito por diversos motivos, ocurridos en la jurisdicción del Distrito de Yautan (sector Cruz-Punta-Pariacoto) durante los cinco últimos años.-----
2. Que la jurisdicción policial de la Comisaria Rural PNP Yautan comprende desde el Km.25 (Cruz Punta) hasta el Km.47+500 (Sector Tutuma) de la Carretera de Penetración Casma-Huaraz.-----
3. Que, durante el año 2015 se suscitaron la cantidad de Quince (15) Accidentes de Tránsito por diversos motivos, durante el año 2016 se produjo Veintisiete (27) Accidentes de Tránsito, el año 2017 se suscitaron la cantidad de Ocho (08) Accidentes de Tránsito, el año 2018 se suscitó la cantidad de Ocho (08) Accidentes de Tránsito, el año 2019 hasta la fecha se han suscitado la cantidad de Diecinueve (19) Accidentes de Tránsito.-----
4. Para mayor ilustración de la información proporcionada a ese Superior Despacho, se adjunta al presente las copias del SIDPOL PNP.-----

Es todo cuanto cumplo en informar a Ud., para los fines que estime conveniente determinar.

Yautan, 25 de Octubre del 2019.

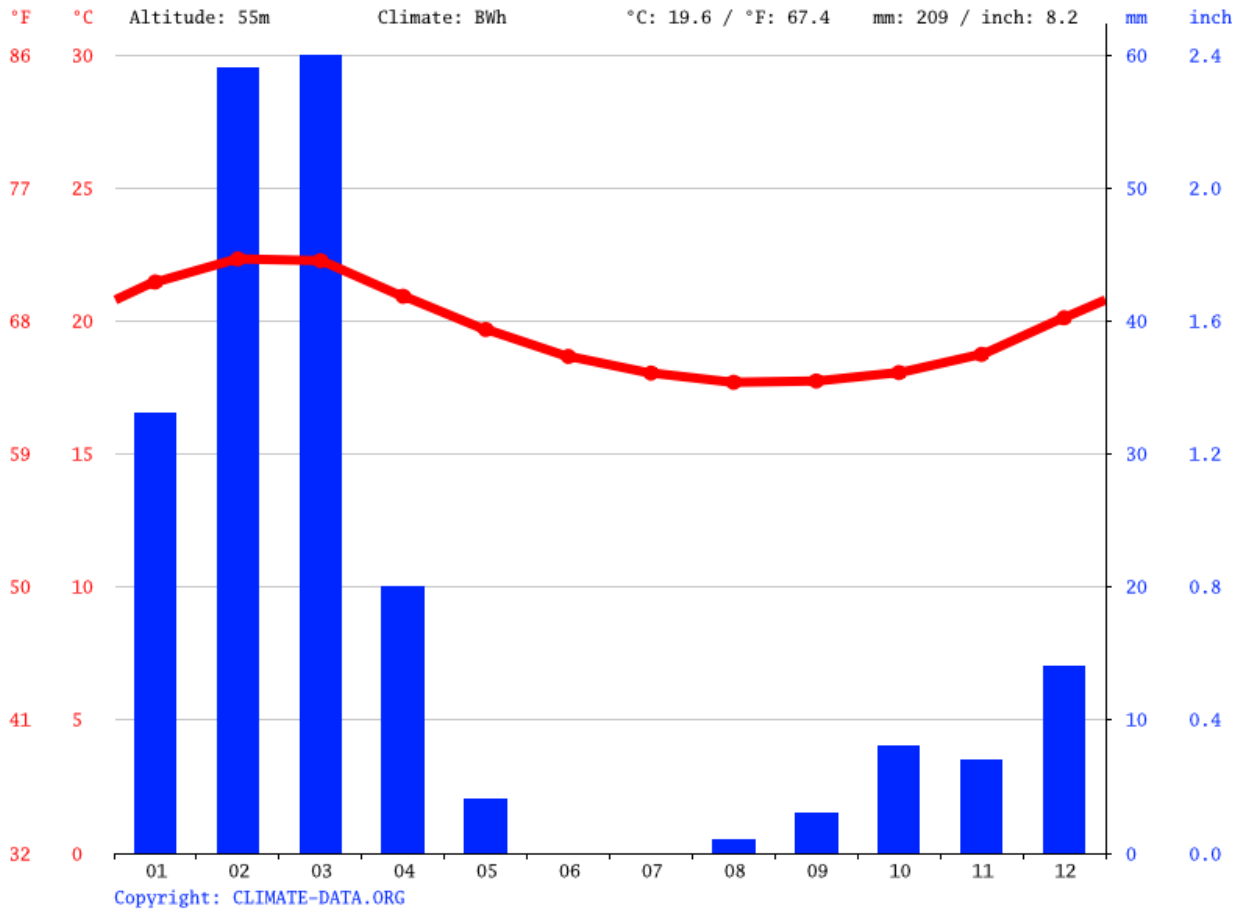


V° B°
QAL-242770
JAMES TANCHIVA DIAZ
CORONEL PNP
JEFE DE LA DIVISION POLICIAL
CHIMBOTE



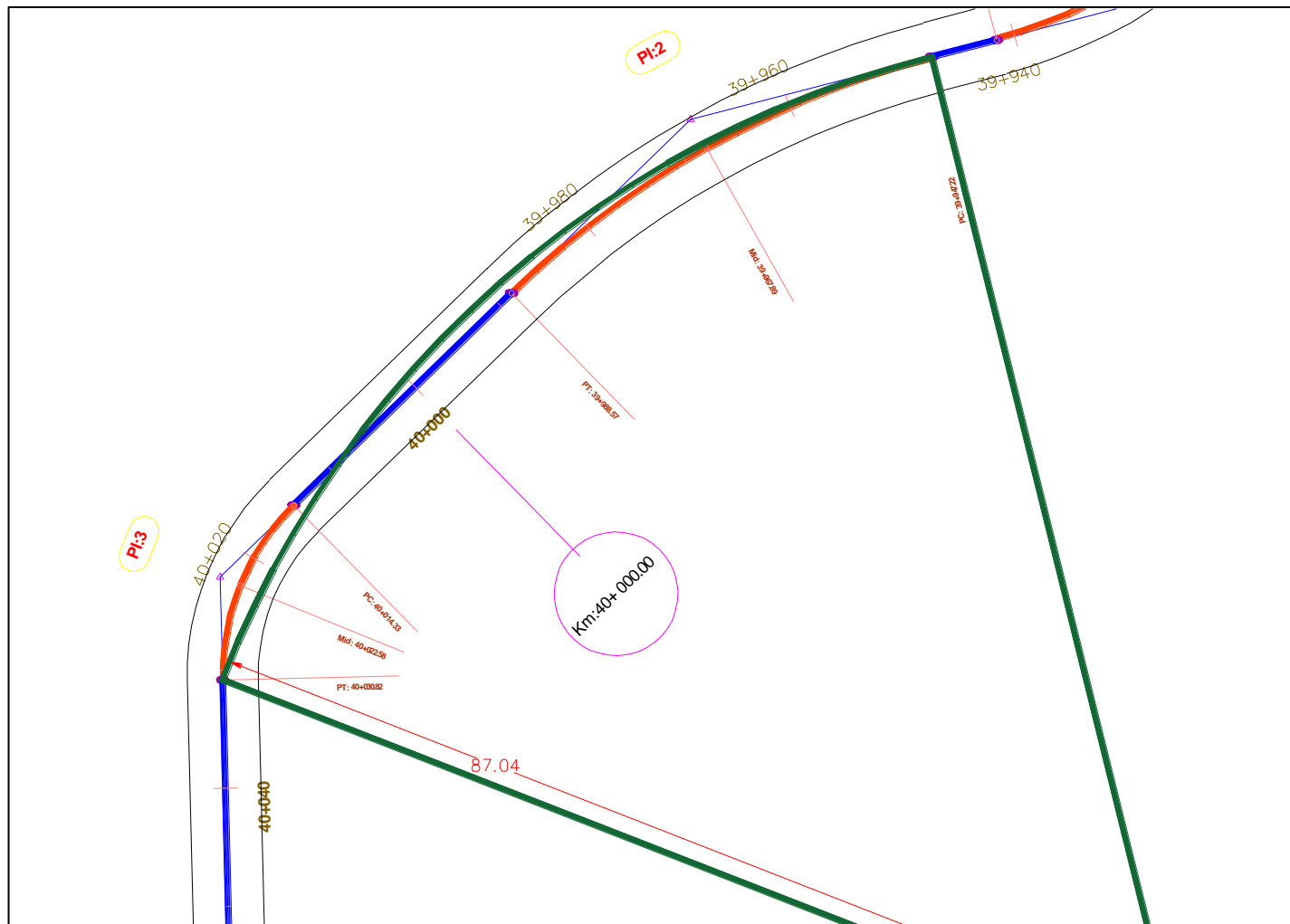
SA-30283463
Alfredo Omar BELTRÁN SARRIN
SUBOFICIAL SUPERIOR P.N.P.

Anexo 04: Climograma del Distrito de Yautan-Casma



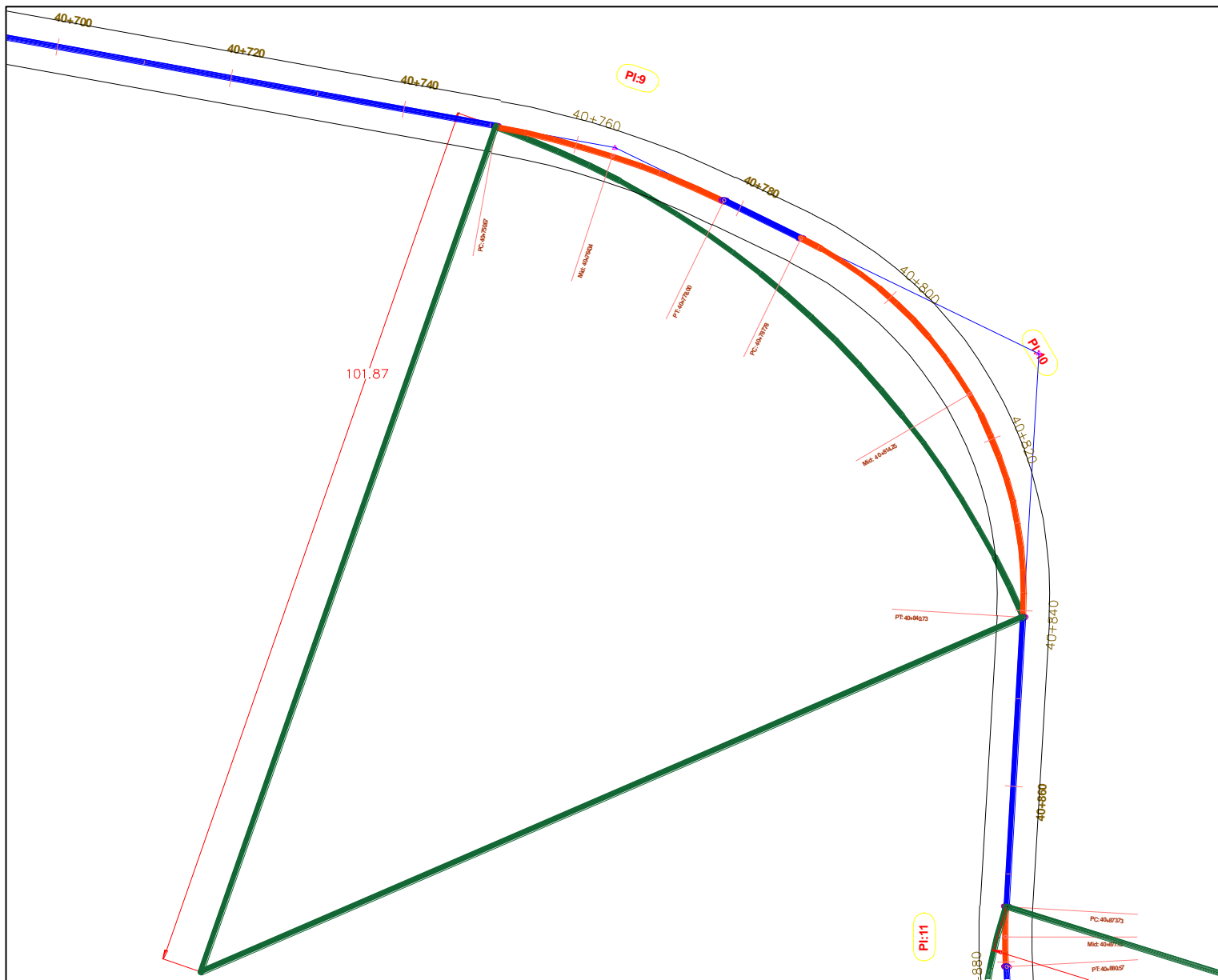
Anexo 05: Secciones en Planta de reemplazo de curvas del mismo sentido con tangente corta por una sola curva

1) Radio: 87.04 m - Km: 39+947.22 - 40+030.82

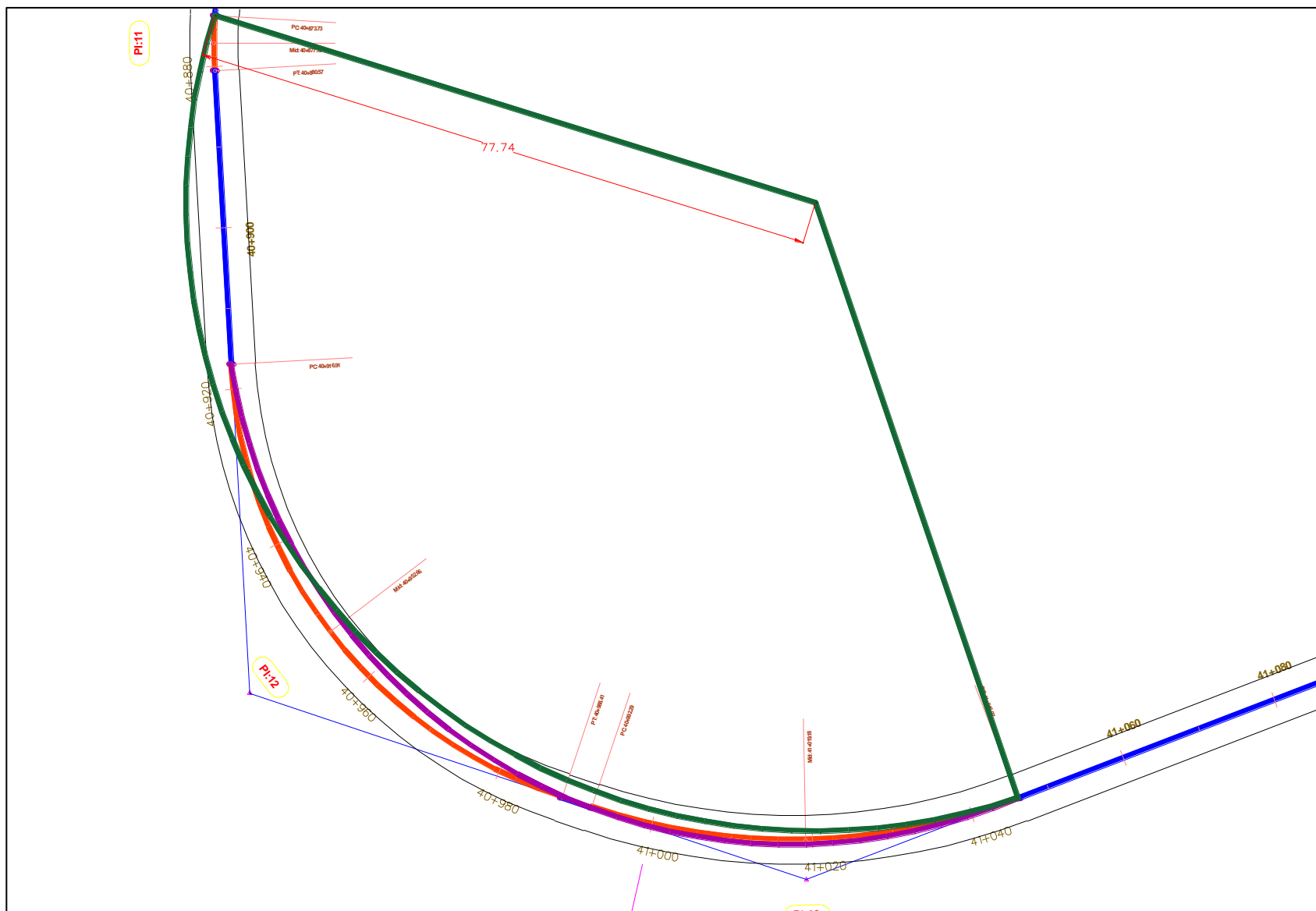


2) Radio: 101.87m - Km: 40+750.67 - 40+840.73

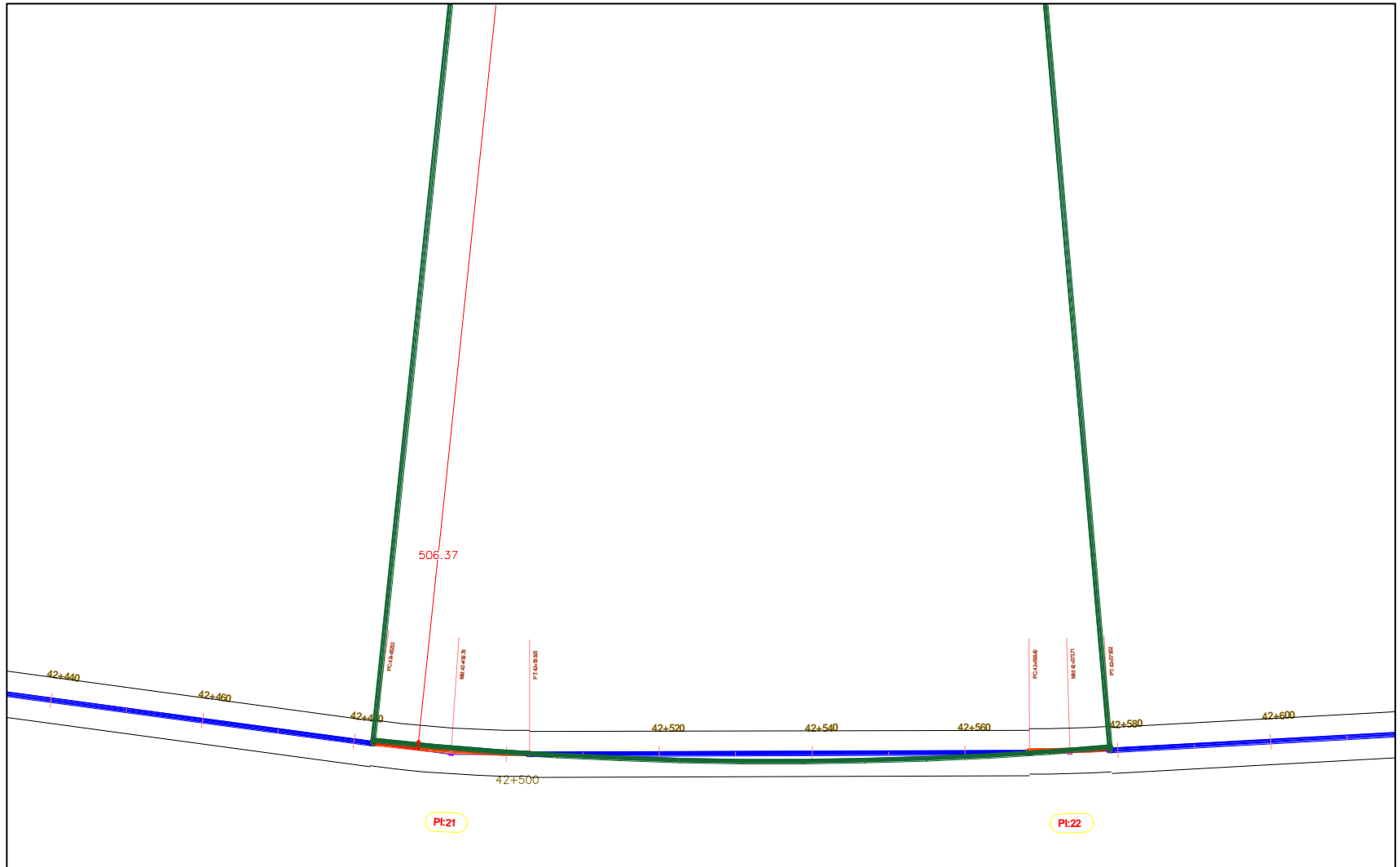




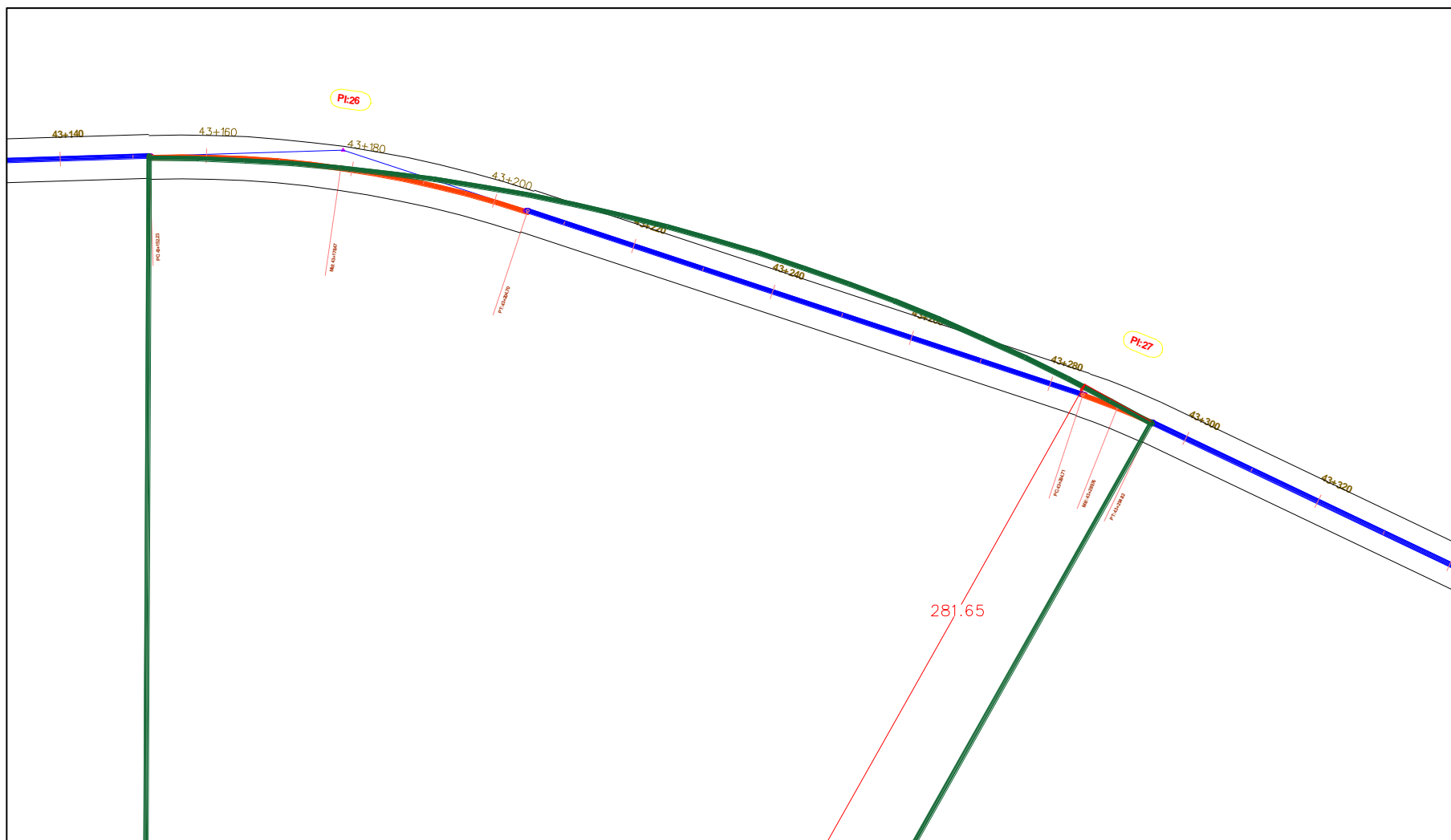
3) Radio: 77.74m - Km: 40+873.73 - 41+046.07



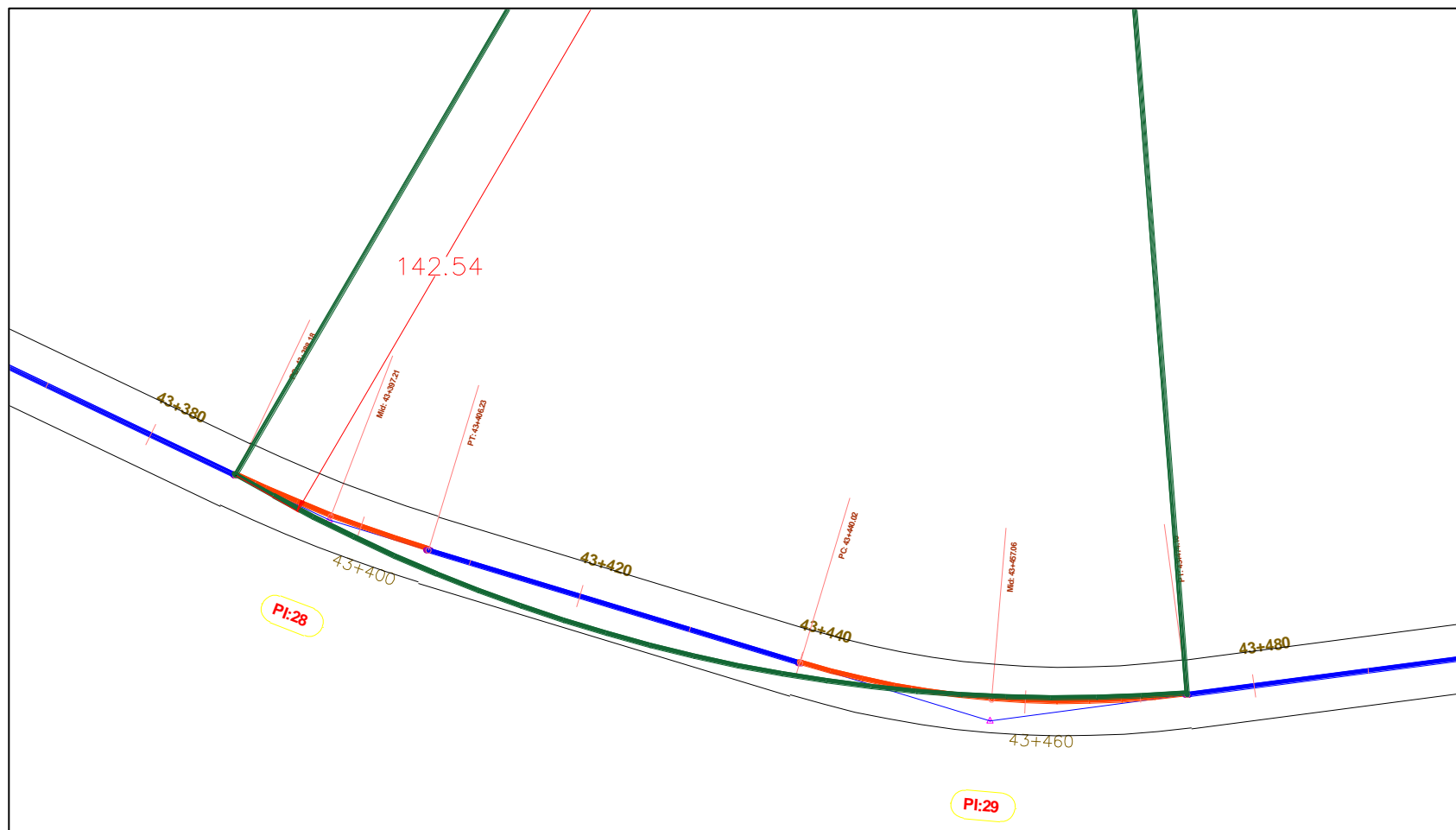
4) Radio: 506.37 - Km: 42+482.53 - 42+579.02



5) Radio: 281.65 - Km: 43+152.23 - 43+294.82

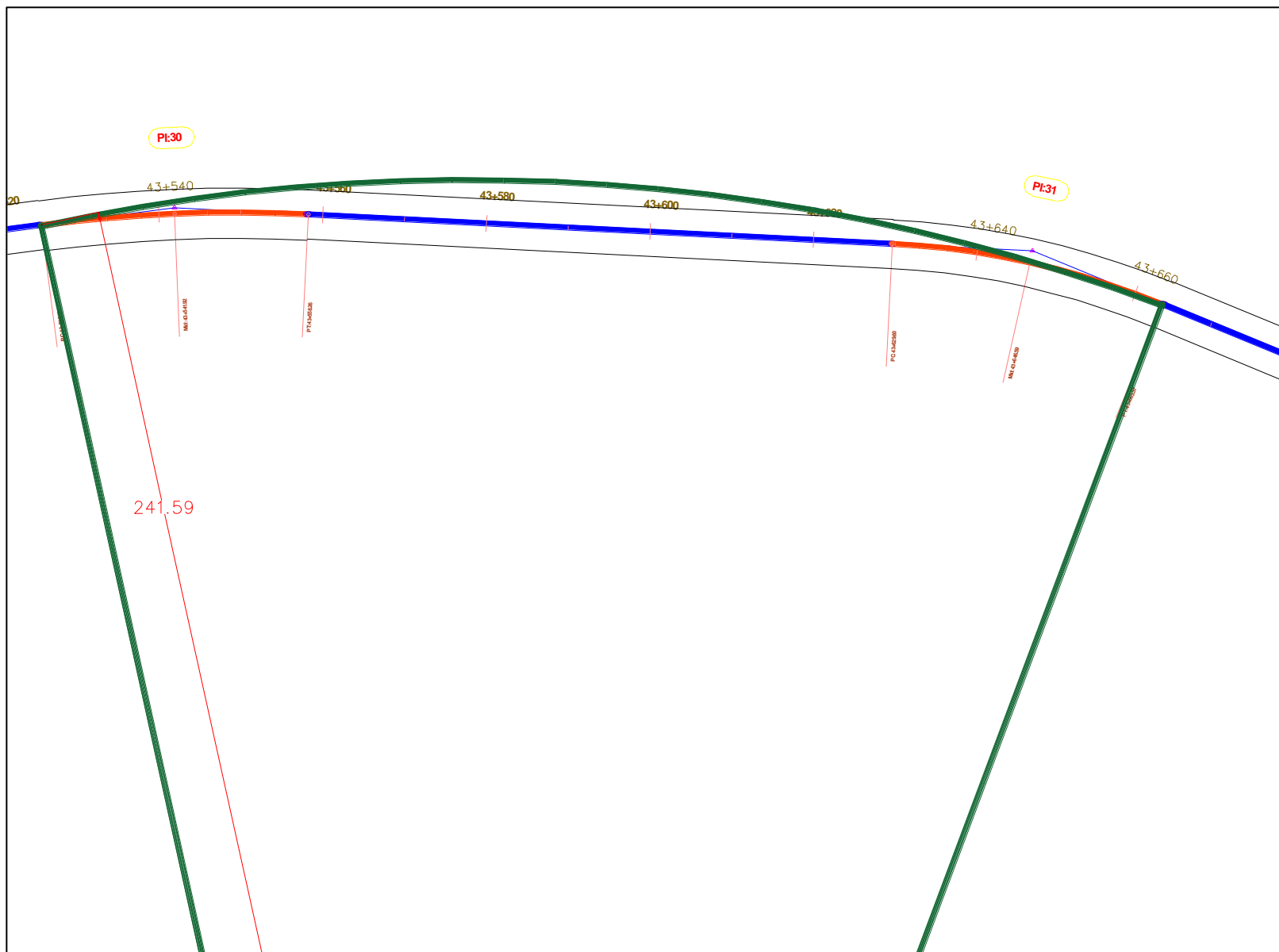


6) Radio: 142.54 - Km: 43+388.18 - 43+474.10

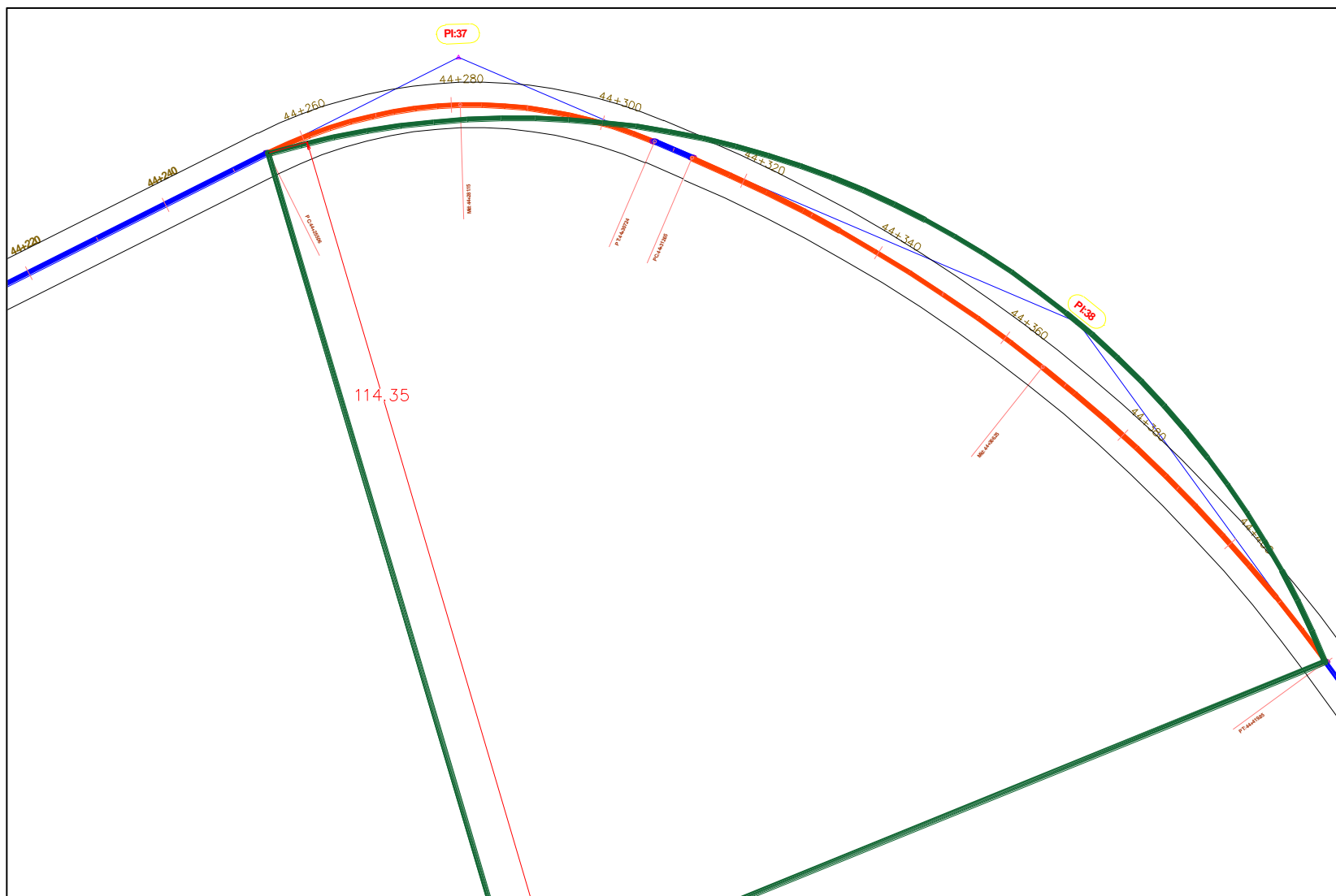


7) Radio: 241.59 - Km: 43+525.58 - 43+663.57

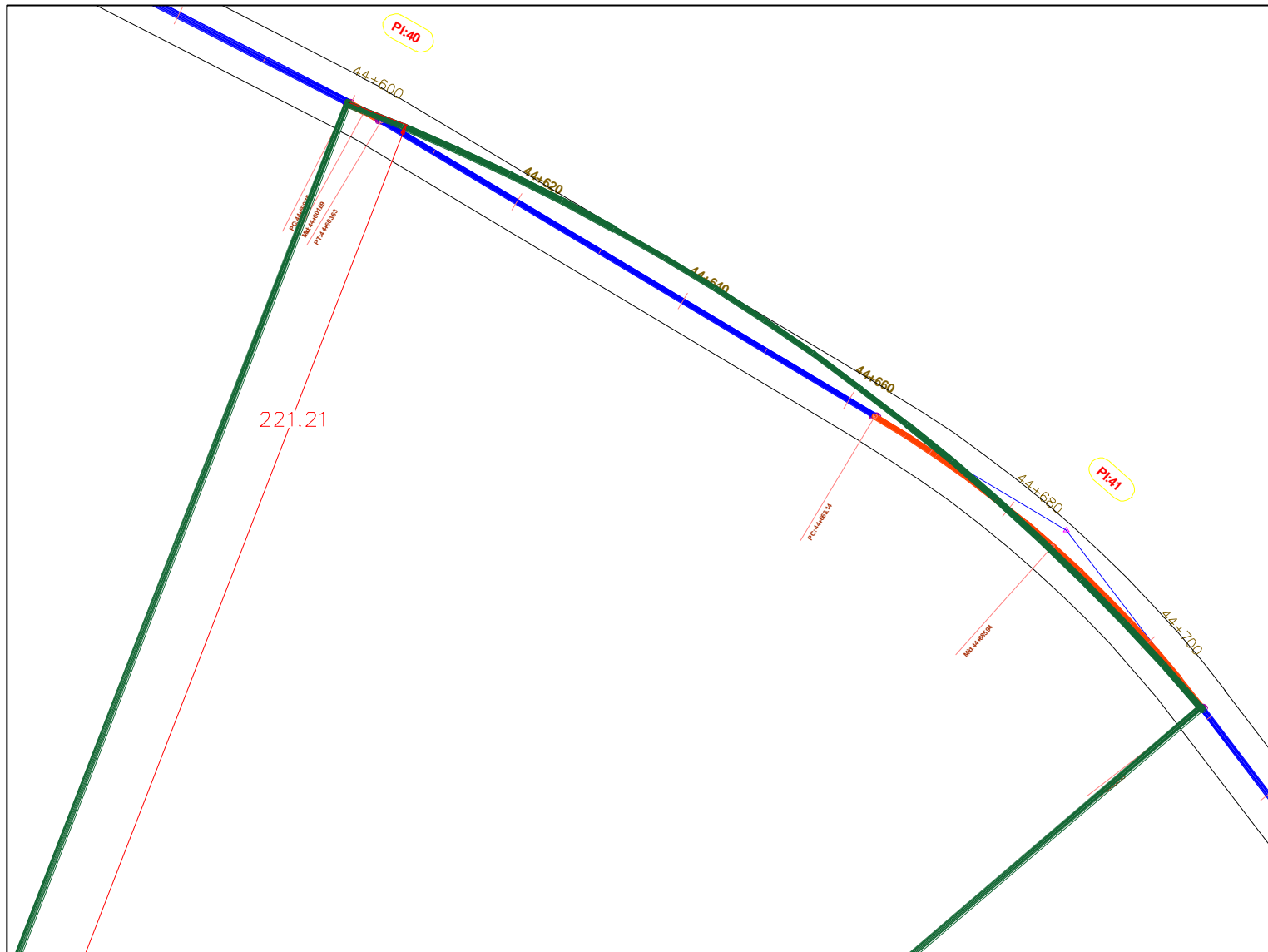




8) Radio: 114.35 - Km: 44+255.06 - 44+419.85

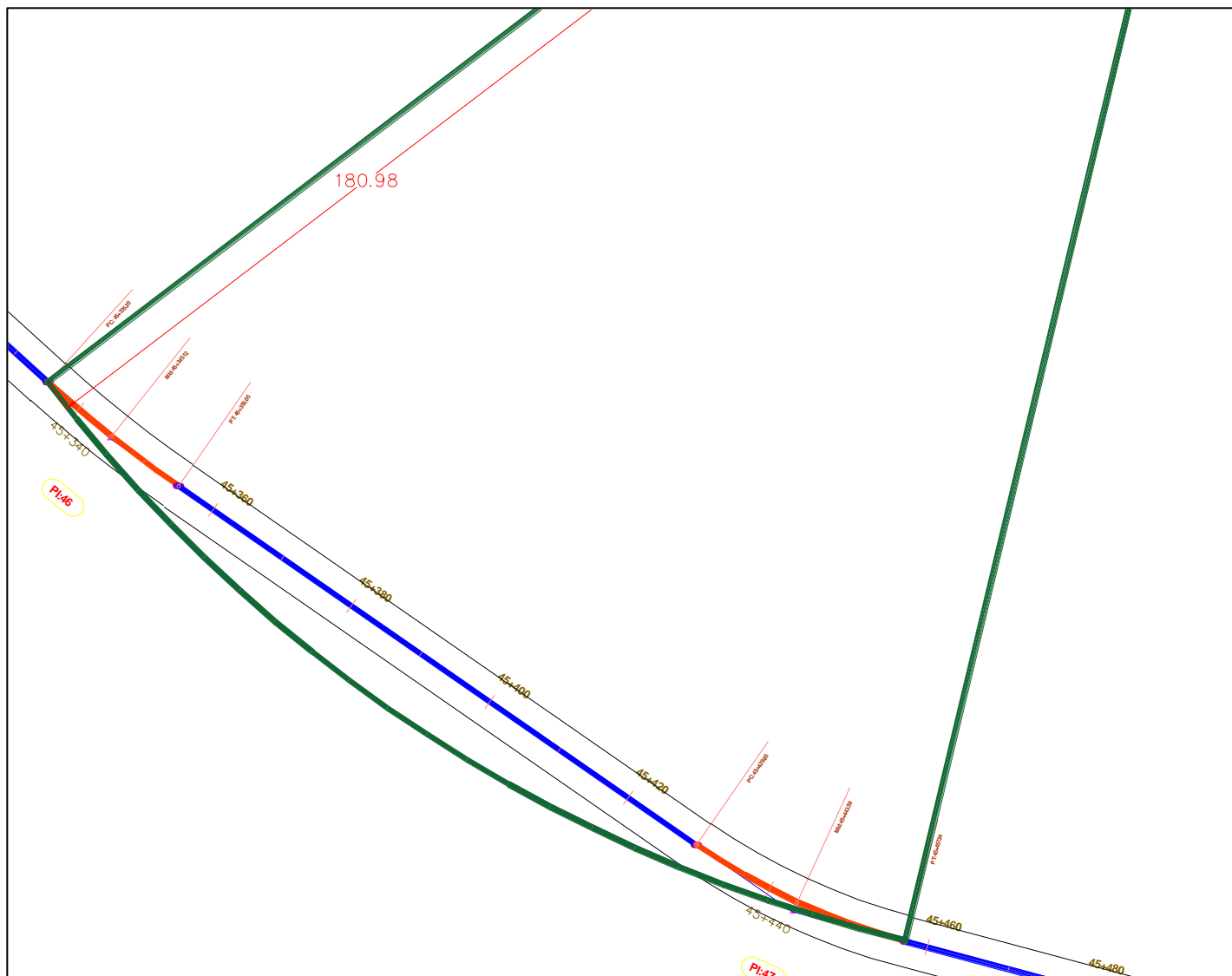


9) Radio: 221.21 - Km: 44+599.75 - 44+708.75

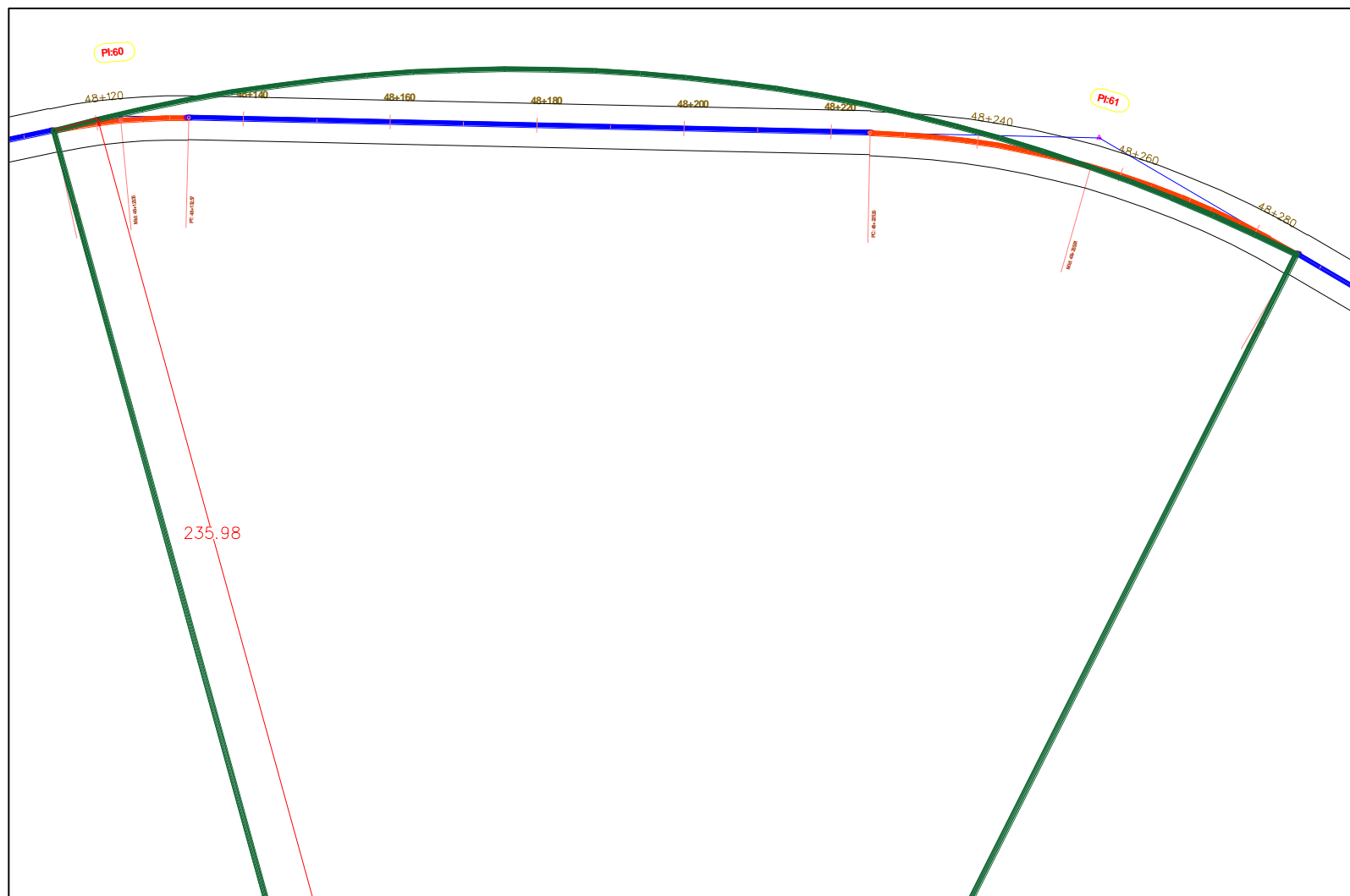


10) Radio: 180.98 - Km: 45+335.20- 45+457.34



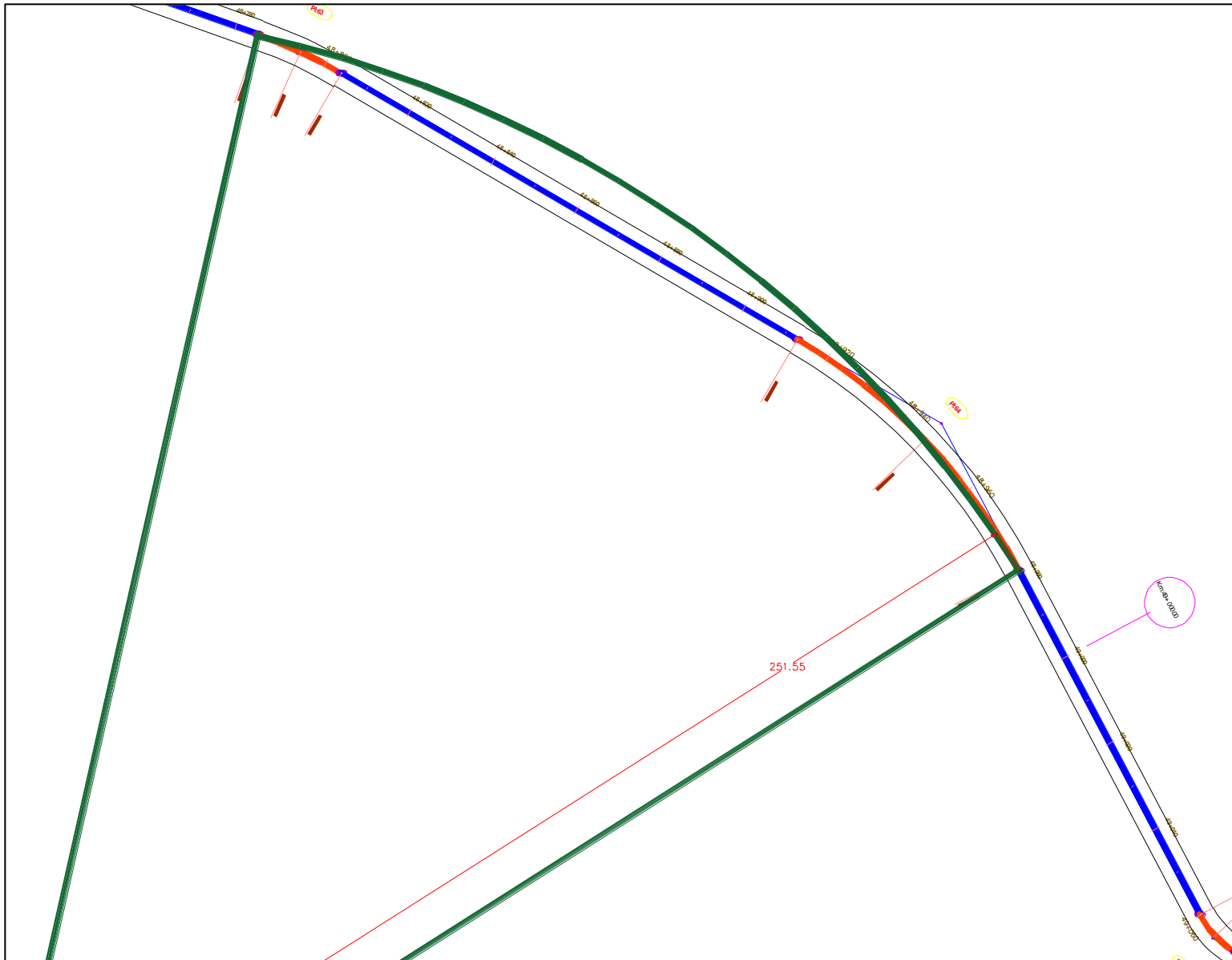


11) Radio: 235.98 - Km: 48+114.13 - 48+286.33

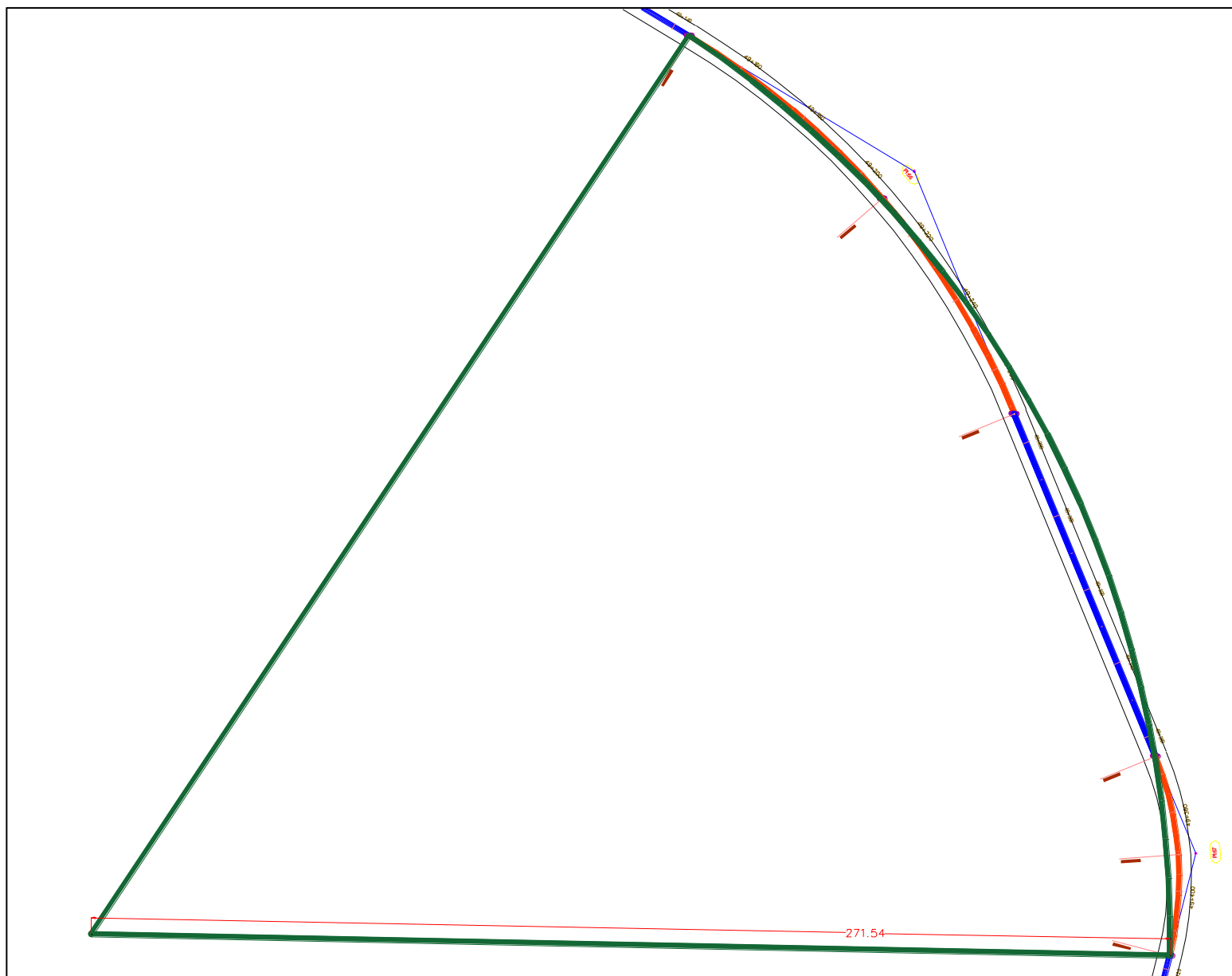


12) Radio: 251.55 - Km: 48+784.91 - 48+979.78

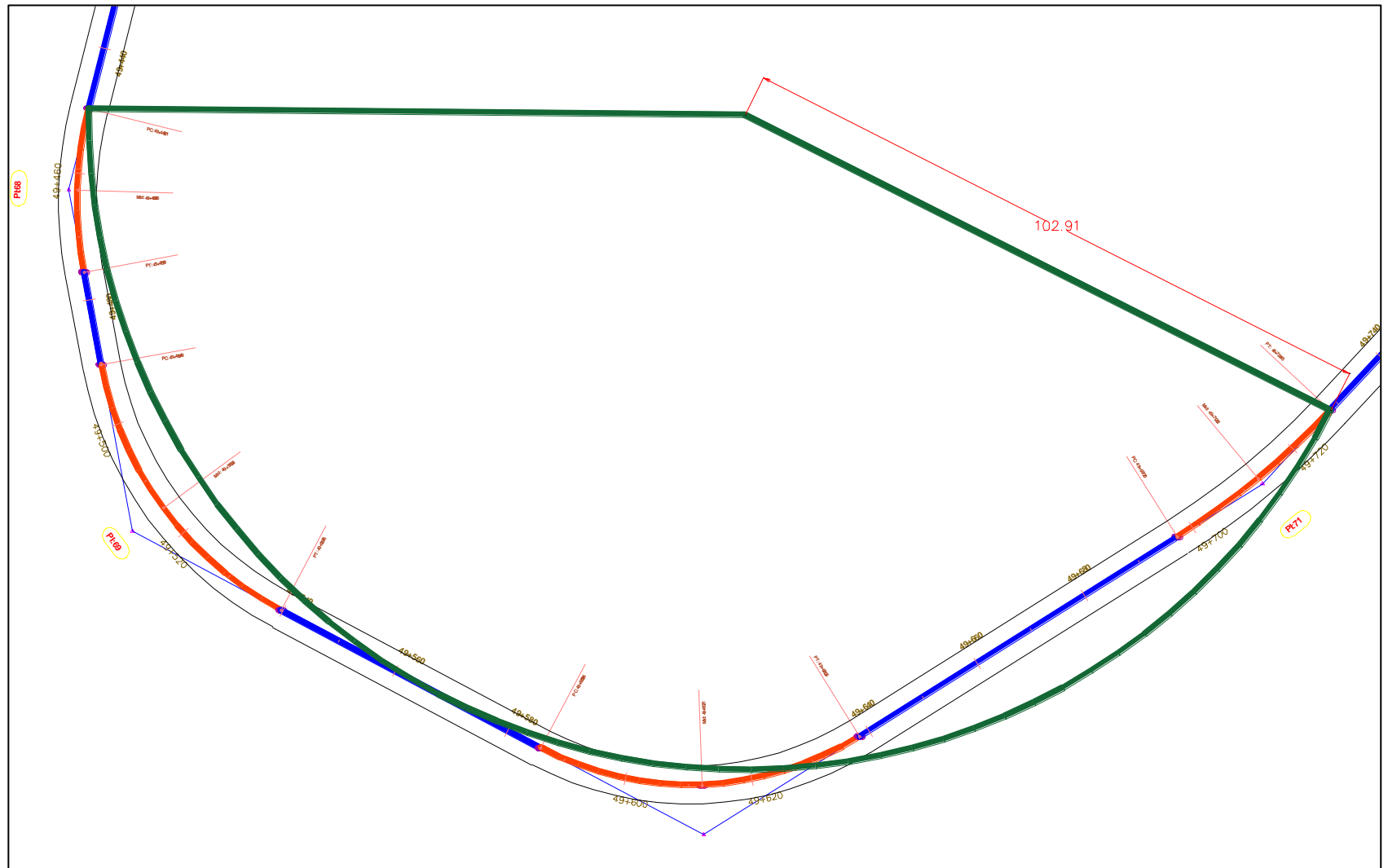




13) Radio: 271.54 - Km: 49+144.64 - 49+416.39

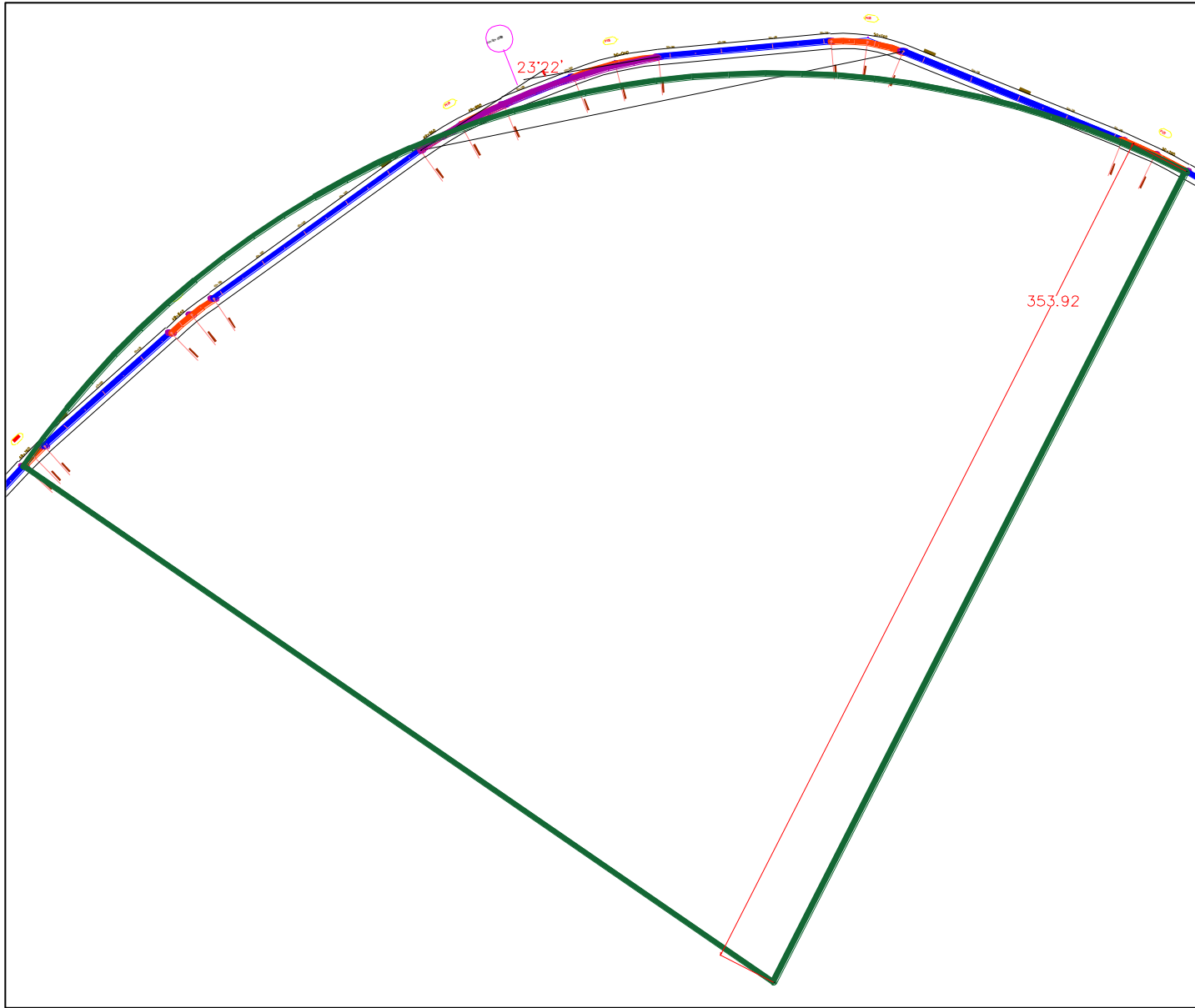


14) Radio: 102.91 - Km: 49+449.71 - 49+728.45

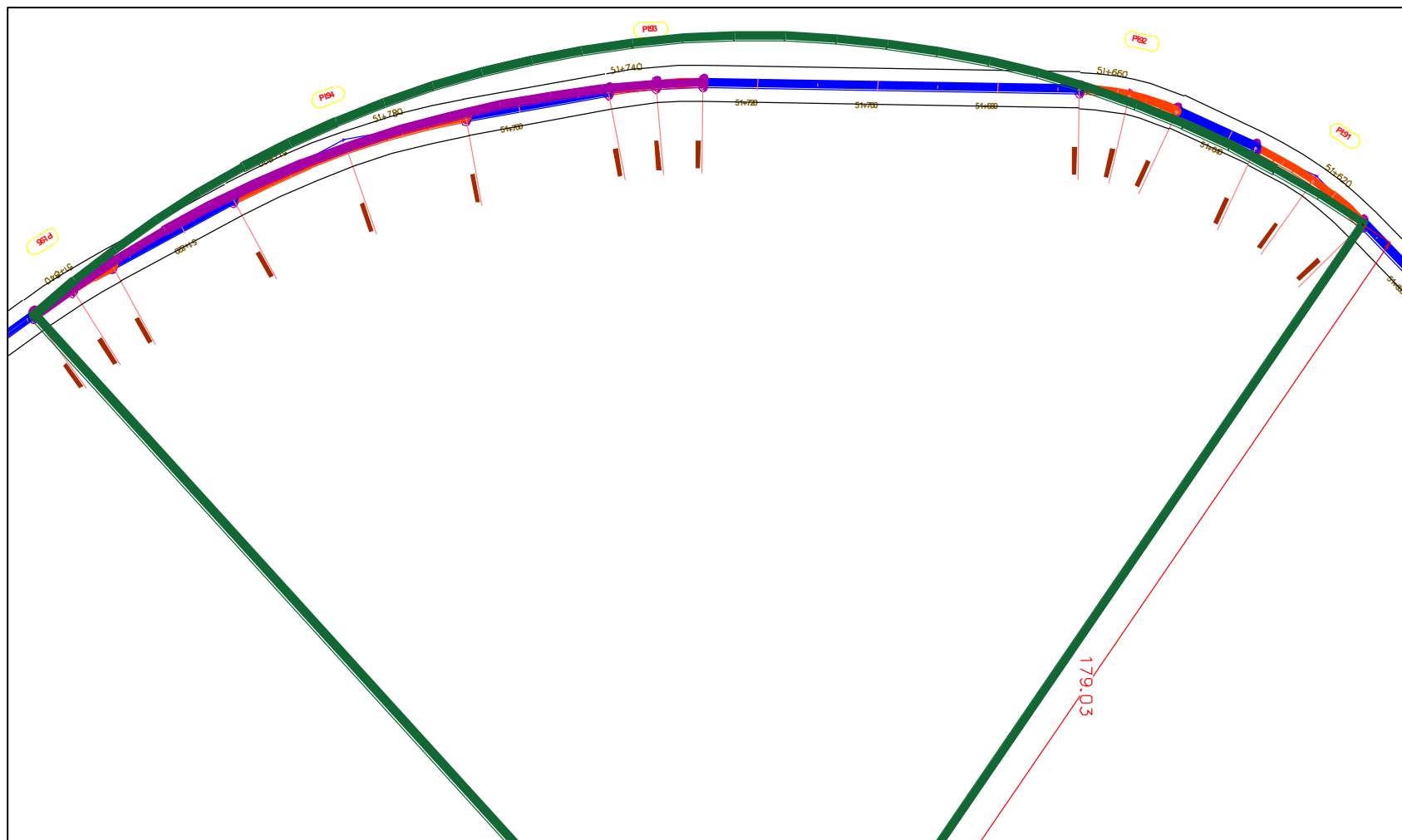


15) Radio: 353.92 - Km: 49+757.62 - 50+271.03

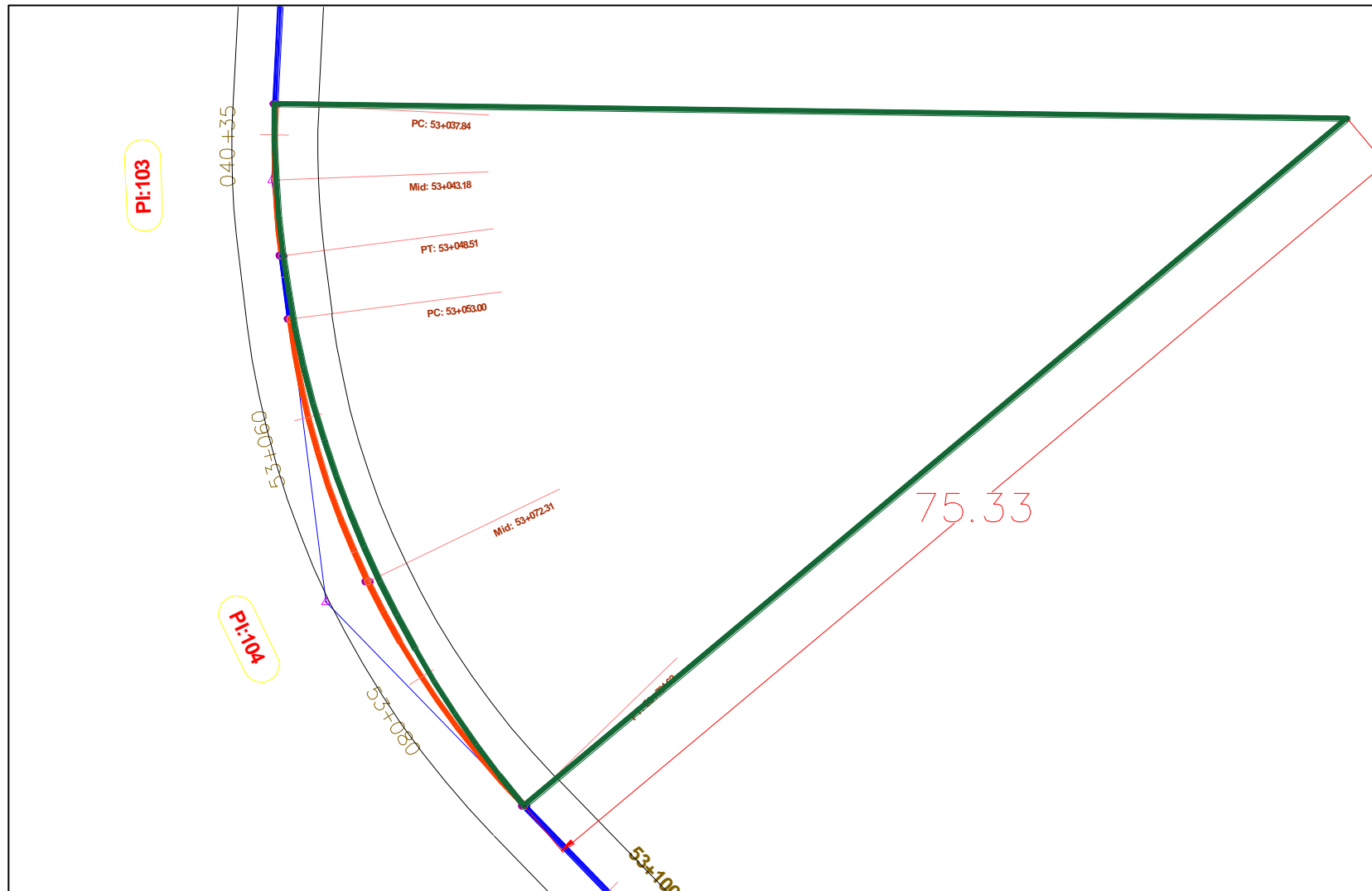




16) Radio: 179.03 - Km: 51+613.22 - 51+848.70

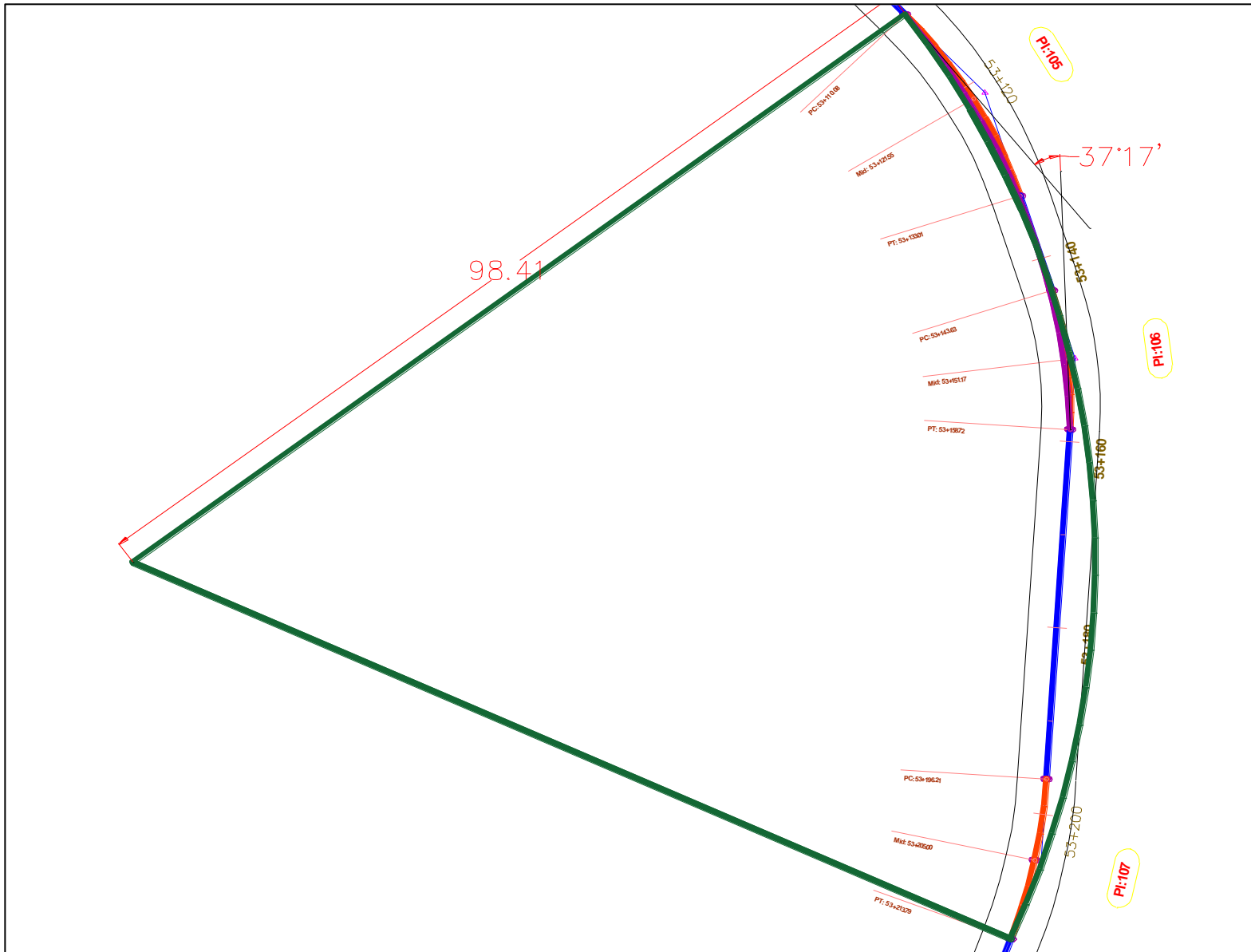


17) Radio: 75.33 - Km: 53+037.84 - 53+091.62

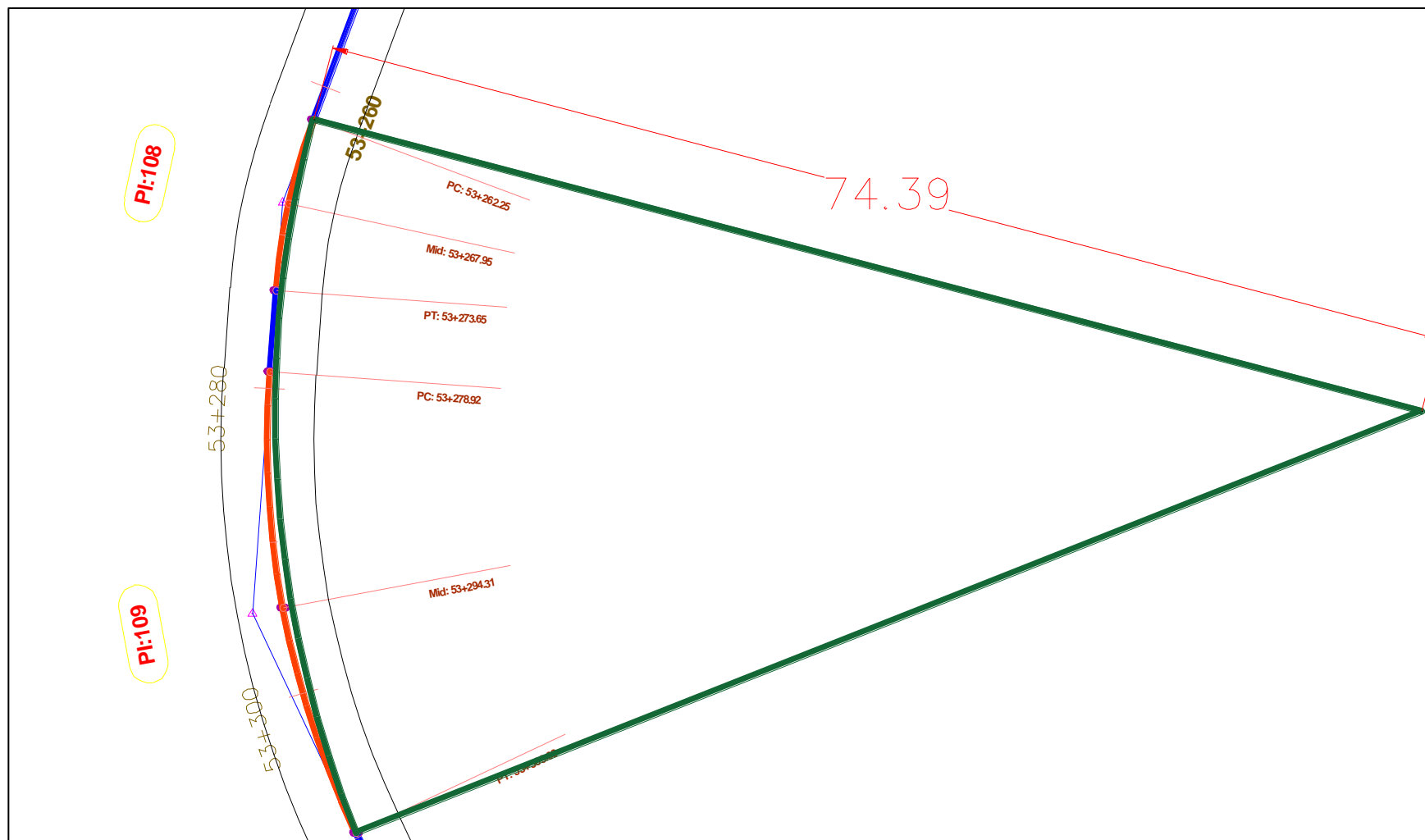


18) Radio: 98.41 - Km: 53+110.08 - 53+213.79



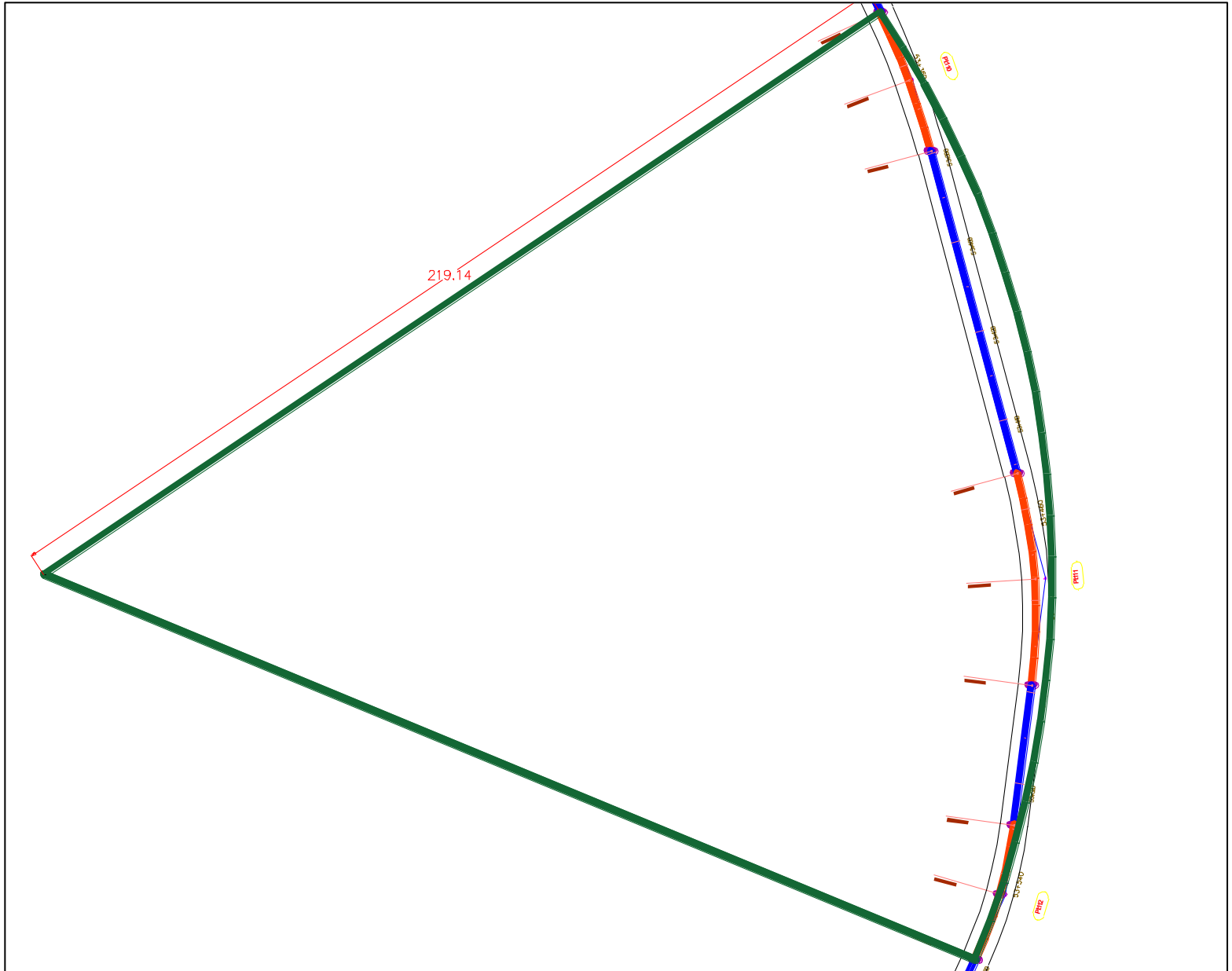


19) Radio: 74.39 - Km: 53+262.25 - 53+309.69

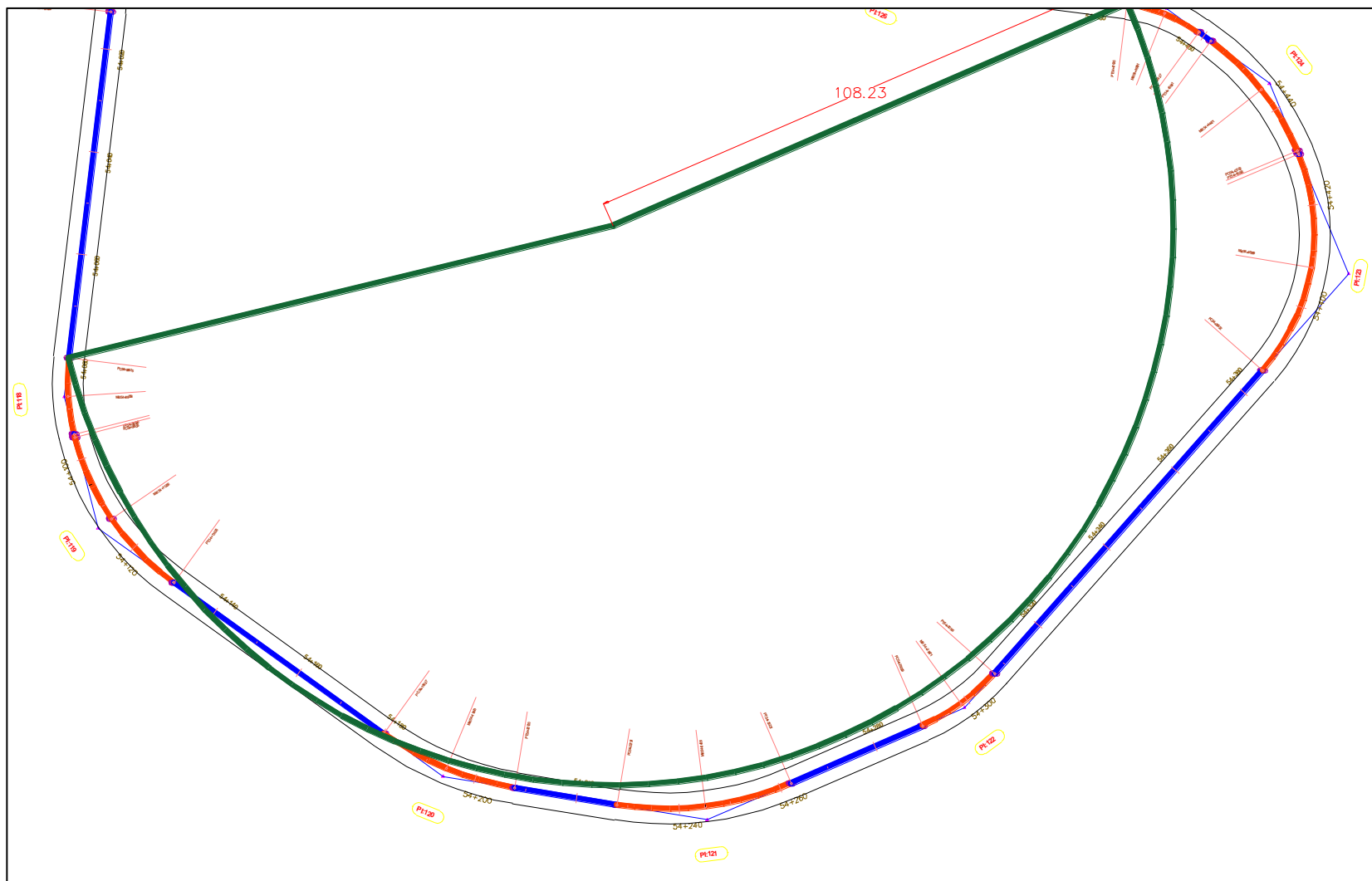


20) Radio: 219.14 - Km: 53+347.31 - 53+559.74



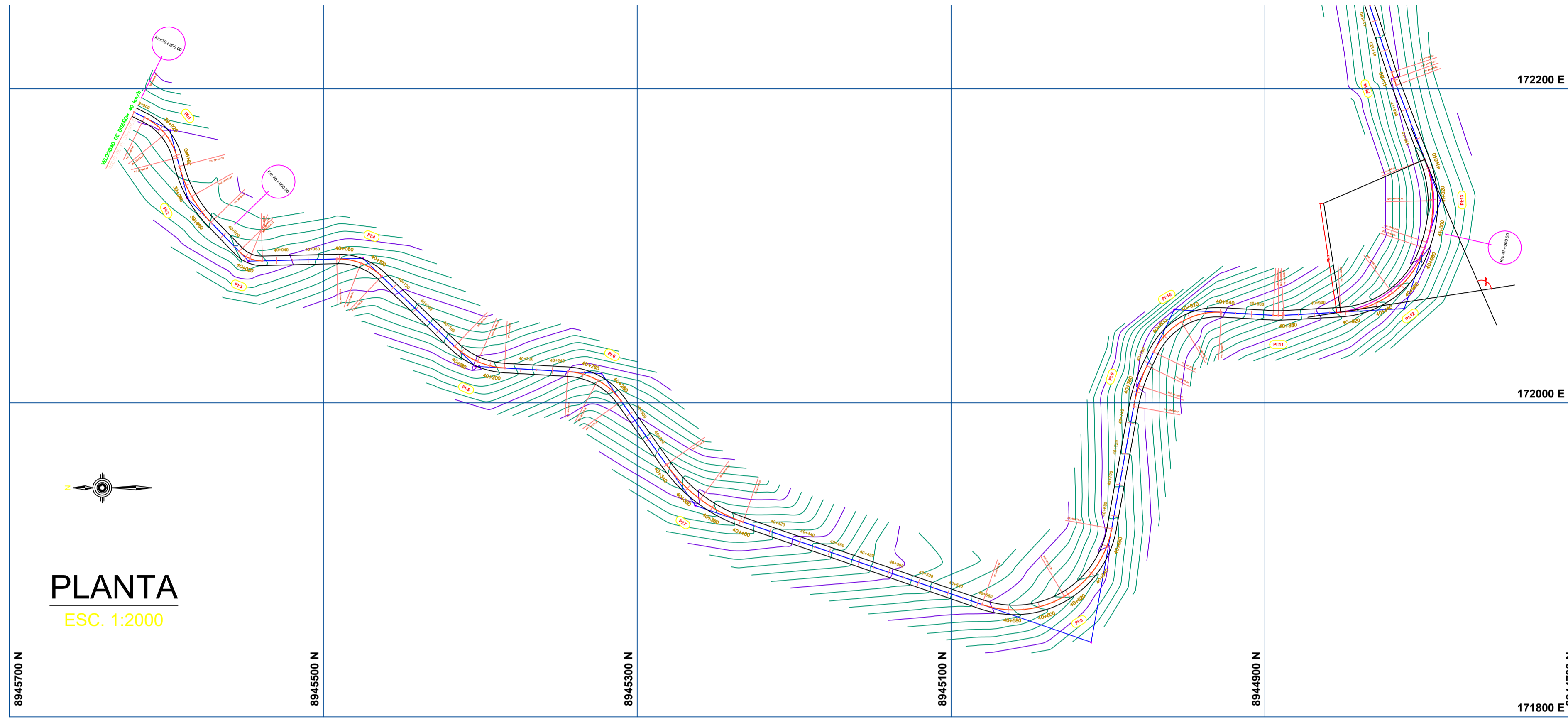


21) Radio: 108.23 - Km: 54+080.15 - 54+476.35

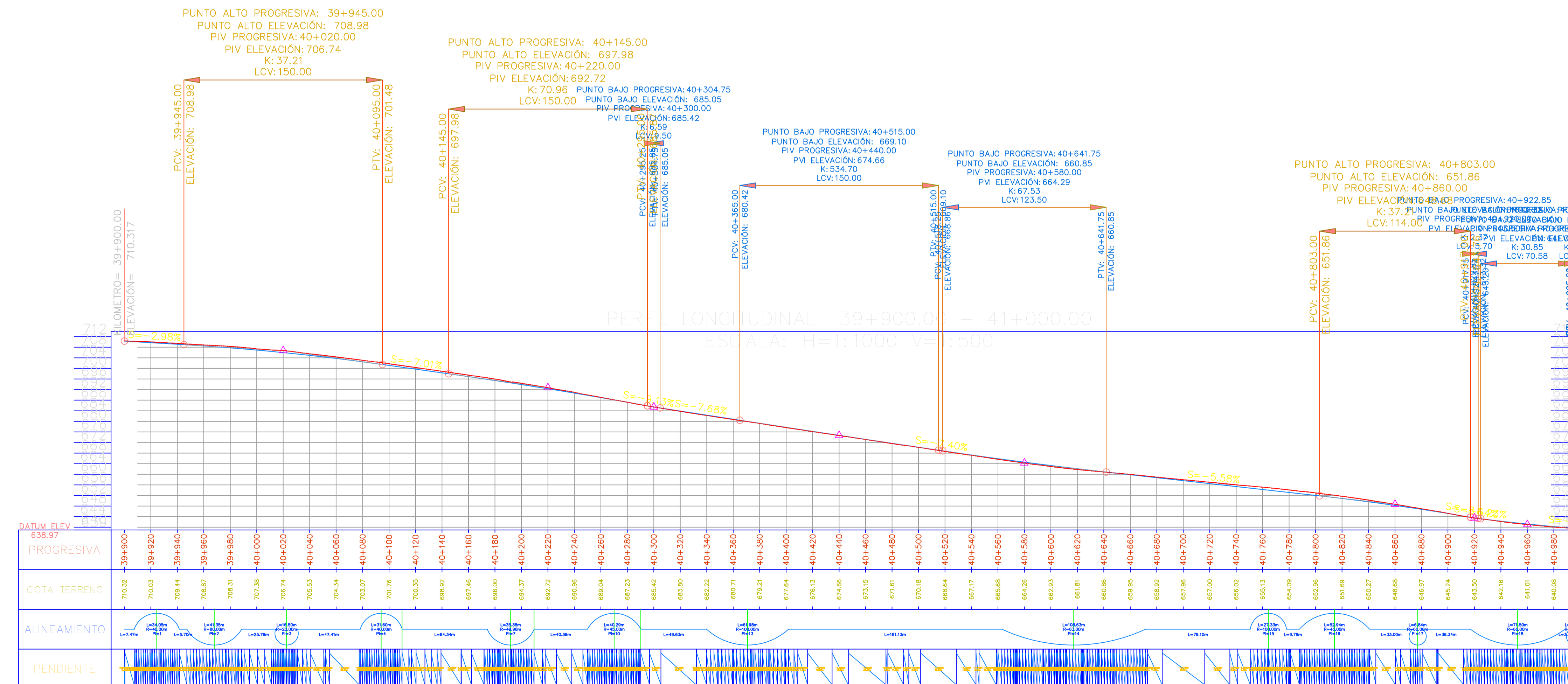


Anexo 06: Planos del Replanteo del Tramo Km: 39+900 al Km:54+800

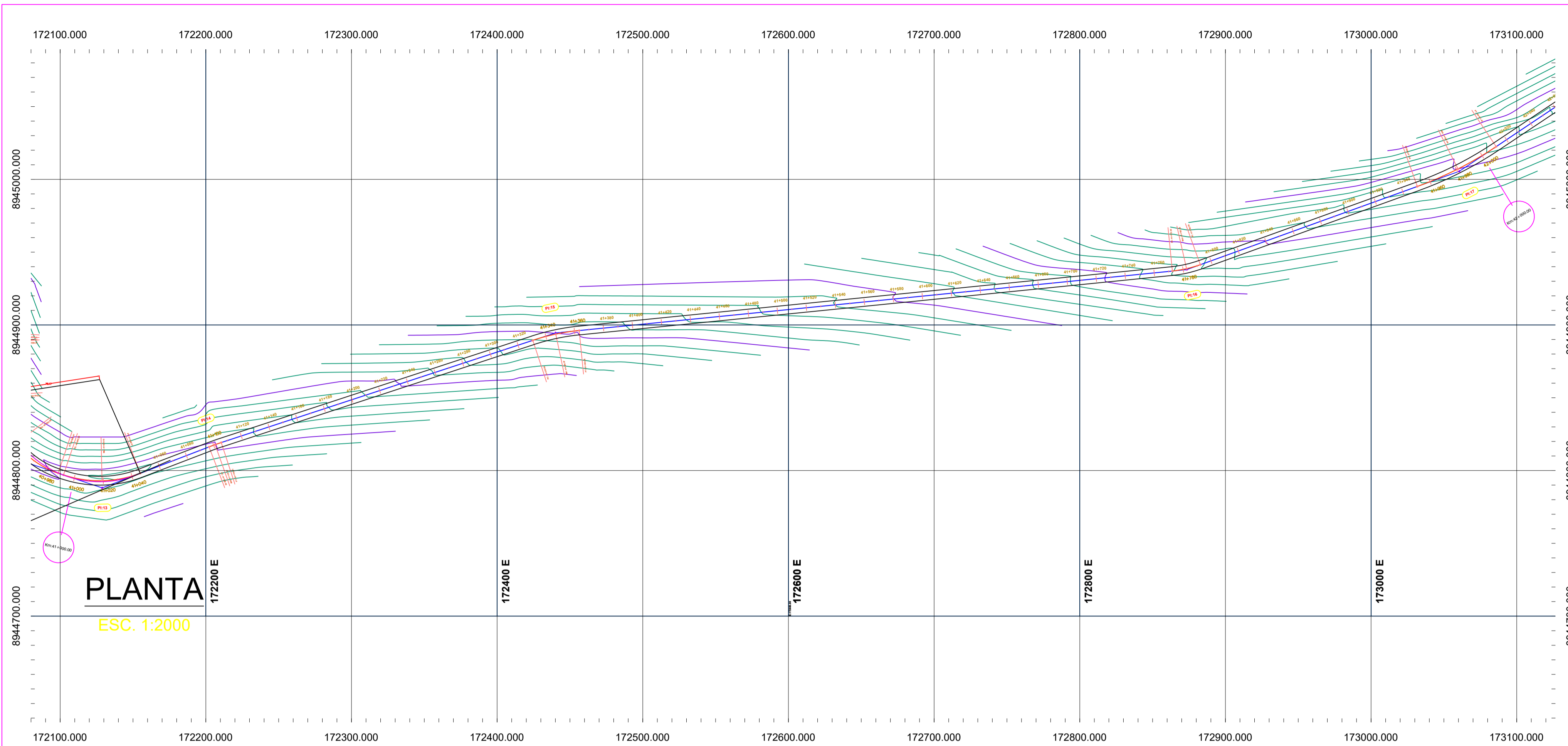
- PP01: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 39+900 AL KM 41+000
- PP02: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 41+000AL KM 42+000
- PP03: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 42+000AL KM 43+000
- PP04: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 43+000AL KM 44+000
- PP05: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 44+000AL KM 45+000
- PP06: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 45+000AL KM 46+000
- PP07: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 46+000AL KM 47+000
- PP08: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 47+000AL KM 48+000
- PP09: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 48+000AL KM 49+000
- PP10: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 49+000AL KM 50+000
- PP11: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 50+000AL KM 51+000
- PP12: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 51+000AL KM 52+000
- PP13: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 52+000AL KM 53+000
- PP14: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 53+000AL KM 54+000
- PP15: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 54+000AL KM 54+800



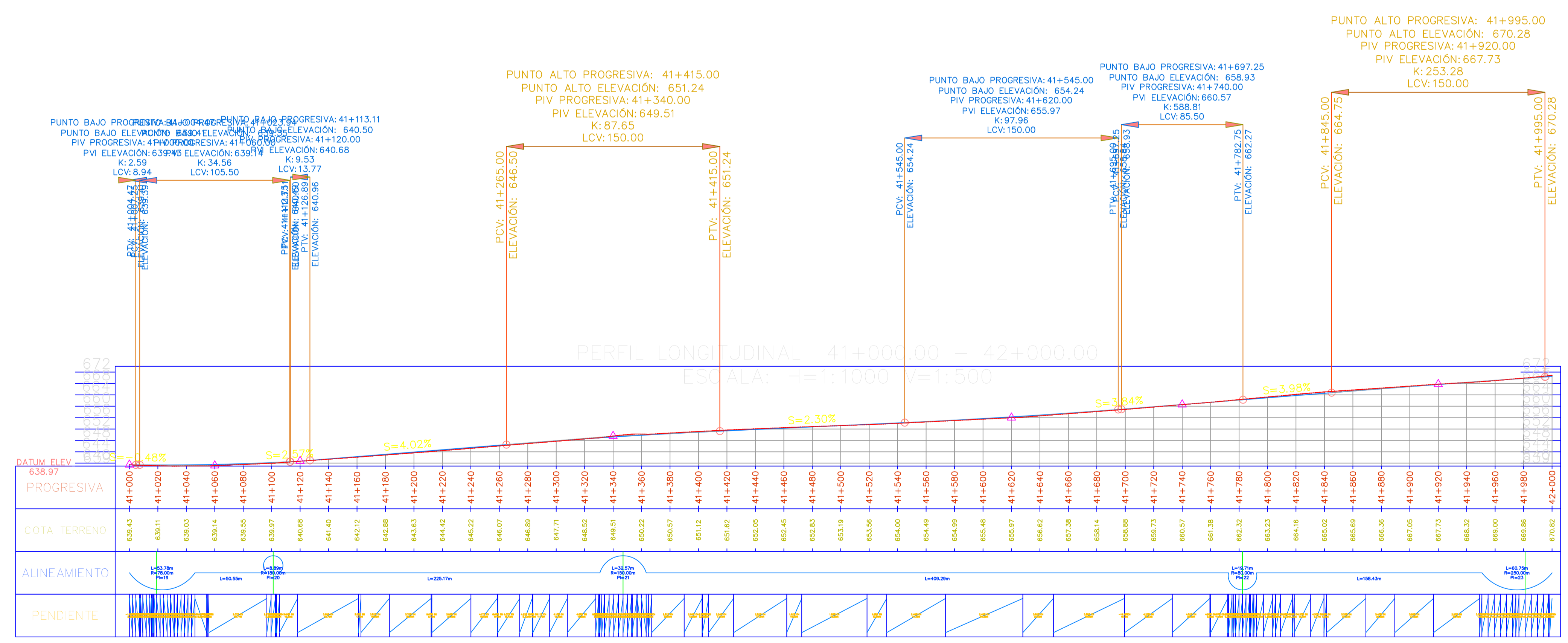
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NUMERO	DIRECCION	NO. TA	RADIO	L	LC	E	MA	PI	PC	PT	PI NORO	PI ESTE	PI SUR	PI OESTE
PC1	S51° 01' 53" W	48°46'20"	40.00	18.13	34.05	33.03	3.92	3.57	39+925.61	39+907.47	39+941.52	8945587.73	172173.64	
PC2	S60° 38' 43" W	29°38'45"	80.00	21.15	41.35	40.89	2.75	2.86	39+968.37	39+947.22	39+988.57	8945586.41	172130.11	
PC3	S22° 10' 35" W	47°15'31"	20.00	8.75	16.50	16.03	1.83	1.88	40+023.08	40+014.33	40+030.82	8945547.61	172090.21	
PC4	S21° 10' 33" W	45°15'26"	40.00	16.67	31.60	30.78	3.34	3.08	40+094.91	40+078.24	40+109.63	8945474.80	172092.05	
PC5	S23° 31' 52" W	40°33'50"	49.98	18.47	35.38	34.65	3.30	3.10	40+192.64	40+174.17	40+209.65	8945403.01	172023.19	
PC6	S28° 54' 17" W	51°17'42"	45.00	21.61	40.29	38.95	4.92	4.43	40+271.52	40+249.92	40+290.20	8945322.70	172018.62	
PC7	S36° 47' 47" W	35°30'30"	100.00	32.02	61.88	60.99	5.00	4.76	40+371.85	40+339.83	40+401.61	8945262.81	171934.51	
PC8	S30° 21' 19" E	98°47'33"	63.00	23.49	108.63	95.66	33.80	22.00	40+636.44	40+582.94	40+671.57	8945010.75	171847.52	
PC9	S71° 55' 17" E	19°39'57"	100.00	33.73	27.33	27.25	0.94	0.93	40+784.42	40+750.67	40+778.00	8944981.16	172011.21	
PC10	S30° 23' 12" E	67°24'33"	45.00	30.02	52.94	49.94	9.09	7.56	40+817.80	40+787.78	40+840.73	8944957.76	172059.38	
PC11	S0° 03' 09" W	8°31'51"	60.00	3.42	6.84	6.84	0.10	0.10	40+877.15	40+873.73	40+880.57	8944891.43	172055.53	
PC12	S37° 21' 13" E	88°16'54"	60.00	40.69	71.50	67.35	12.49	10.34	40+957.59	40+916.91	40+988.41	8944811.11	172060.04	
PC13	N88° 45' 11" E	39°30'17"	78.00	28.01	53.78	52.72	4.88	4.59	41+020.30	40+992.29	41+046.07	8944788.07	172128.88	
PC14	N70° 24' 58" E	2°49'50"	180.00	4.45	8.89	8.89	0.05	0.05	41+101.07	41+096.62	41+105.51	8944817.82	172206.35	
PC15	N79° 03' 09" E	12°39'39"	150.00	16.35	32.57	32.51	0.89	0.88	41+347.03	41+330.68	41+363.26	8944894.52	172440.05	
PC16	N77° 13' 00" E	14°06'50"	80.00	9.90	19.71	19.68	0.61	0.61	41+782.45	41+772.55	41+792.98	8944832.97	172873.43	
PC17	N63° 11' 53" E	13°55'23"	250.00	30.53	60.75	60.60	1.86	1.84	41+981.21	41+950.68	42+011.43	8945005.47	173060.48	
PC18	N69° 04' 03" E	25°39'44"	150.00	34.16	67.18	66.82	3.94	3.75	42+135.15	42+100.88	42+168.17	8945091.19	173188.71	
PC19	N79° 24' 13" E	4°59'24"	120.00	5.23	10.45	10.45	0.11	0.11	42+185.66	42+180.43	42+190.88	8945098.47	173239.85	
PC20	N87° 18' 23" E	30°47'44"	120.00	22.02	43.55	43.32	2.00	1.97	42+330.18	42+308.14	42+351.69	8945131.20	173380.60	
PC21	S88° 12' 56" E	7°30'20"	150.00	10.28	20.52	20.51	0.35	0.35	42+492.80	42+482.53	42+503.05	8945109.33	173542.29	
PC22	N88° 20' 40" E	3°02'31"	200.00	5.31	10.62	10.61	0.07	0.07	42+573.71	42+568.40	42+579.02	8945109.52	173623.20	
PC23	S87° 20' 39" E	11°39'54"	180.00	18.39	36.65	36.58	0.94	0.93	42+735.74	42+717.35	42+754.00	8945118.50	173784.98	
PC24	S79° 20' 15" E	4°20'54"	200.00	7.59	15.18	15.17	0.14	0.14	42+942.97	42+935.38	42+950.55	8945087.89	173990.06	
PC25	S84° 27' 59" E	1°43'6" E	150.00	19.22	38.24	38.14	1.23	1.22	43+038.49	43+019.27	43+057.51	8945066.67	174083.21	



LEYENDA	
EJE	—
BORDES	---
QUEBRADAS	- - -
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001

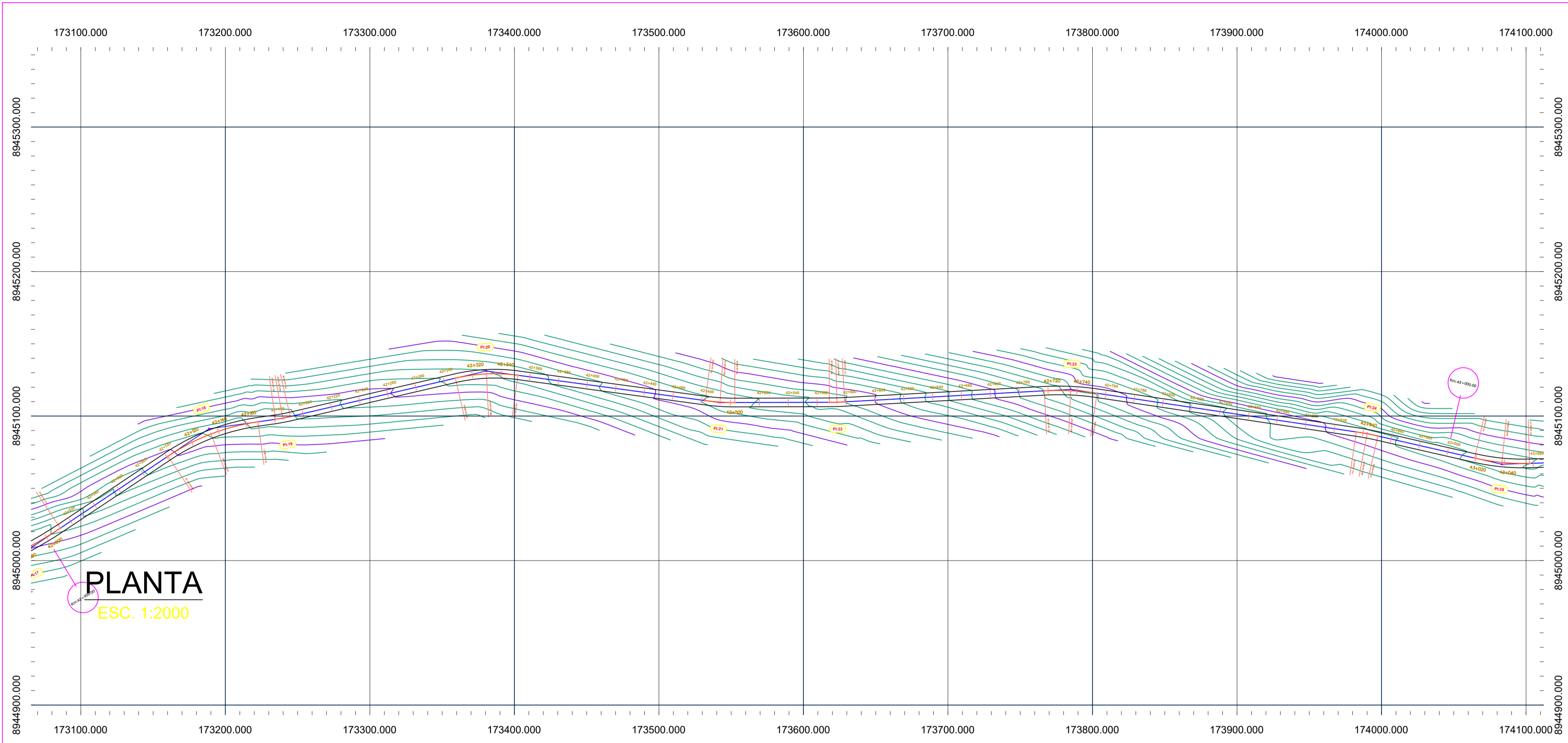


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NUMERO	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	BI NORTE	PI ESTE
PI-1	S51° 01' 53"W	48°46'25"	40.00	18.13	34.05	33.03	3.92	3.57	39+925.61	39+907.47	39+941.52	8945597.73	172173.64
PI-2	S60° 36' 43"W	29°36'45"	80.00	21.15	41.35	40.69	2.75	2.66	39+968.37	39+947.22	39+988.57	8945586.41	172130.11
PI-3	S22° 10' 35"W	47°15'31"	20.00	8.75	16.50	16.03	1.83	1.68	40+023.08	40+014.33	40+030.82	8945547.61	172090.21
PI-4	S21° 10' 33"W	45°15'26"	40.00	16.67	31.60	30.78	3.34	3.08	40+094.91	40+078.24	40+109.83	8945474.80	172092.05
PI-5	S23° 31' 52"W	40°33'52"	49.98	18.47	35.28	34.65	3.30	3.10	40+192.64	40+174.17	40+209.55	8945403.01	172023.19
PI-6	S28° 54' 17"W	51°17'42"	45.00	21.61	40.29	38.95	4.92	4.43	40+271.52	40+249.92	40+290.20	8945322.70	172018.62
PI-7	S36° 47' 47"W	35°30'39"	100.00	32.02	61.98	60.99	5.00	4.76	40+371.85	40+339.83	40+401.81	8945282.81	171934.51
PI-8	S30° 21' 19"E	98°47'33"	63.00	73.49	108.63	95.66	33.80	22.00	40+638.44	40+562.94	40+671.57	8945010.75	171847.52
PI-9	S71° 55' 17"E	15°39'37"	100.00	13.75	27.33	27.25	0.94	0.93	40+764.42	40+750.67	40+778.00	8944981.16	172011.21
PI-10	S30° 23' 12"E	67°24'33"	45.00	30.02	52.94	49.94	9.09	7.56	40+817.80	40+797.78	40+840.73	8944957.76	172059.38
PI-11	S0° 03' 09"E	6°31'51"	60.00	3.42	6.84	6.84	0.10	0.10	40+877.15	40+873.73	40+880.57	8944891.43	172055.53
PI-12	S37° 21' 13"E	68°16'54"	60.00	40.69	71.50	67.35	12.49	10.34	40+957.59	40+916.91	40+988.41	8944811.11	172060.04
PI-13	N88° 45' 11"E	39°10'17"	78.00	28.01	53.78	52.72	4.88	4.59	41+020.30	40+992.29	41+046.07	8944788.07	172128.86
PI-14	N70° 24' 58"E	2°49'50"	180.00	4.45	8.89	8.89	0.05	0.05	41+101.07	41+096.62	41+105.51	8944817.82	172208.35
PI-15	N78° 03' 09"E	12°26'32"	150.00	16.35	32.57	32.51	0.89	0.88	41+347.03	41+330.68	41+363.26	8944894.52	172440.05
PI-16	N77° 13' 00"E	14°06'50"	80.00	9.80	19.71	19.66	0.61	0.61	41+782.45	41+772.55	41+792.26	8944937.97	172873.43
PI-17	N63° 11' 53"E	13°55'23"	250.00	30.53	60.75	60.60	1.86	1.84	41+981.21	41+950.68	42+011.43	8945005.47	173060.48
PI-18	N69° 04' 03"E	25°39'44"	150.00	34.16	67.18	66.62	3.84	3.75	42+135.15	42+100.98	42+168.17	8945091.19	173188.71
PI-19	N79° 24' 13"E	4°59'24"	120.00	5.23	10.45	10.45	0.11	0.11	42+185.66	42+180.43	42+190.88	8945098.47	173239.85
PI-20	N87° 18' 23"E	20°47'44"	120.00	22.02	43.55	43.32	2.00	1.97	42+330.16	42+308.14	42+351.69	8945131.20	173380.60
PI-21	S86° 12' 55"E	7°50'20"	150.00	10.28	20.52	20.51	0.35	0.35	42+482.80	42+482.53	42+503.05	8945109.33	173542.28
PI-22	N88° 20' 40"E	3°02'31"	200.00	5.31	10.62	10.62	0.07	0.07	42+573.71	42+568.40	42+579.02	8945108.52	173823.20



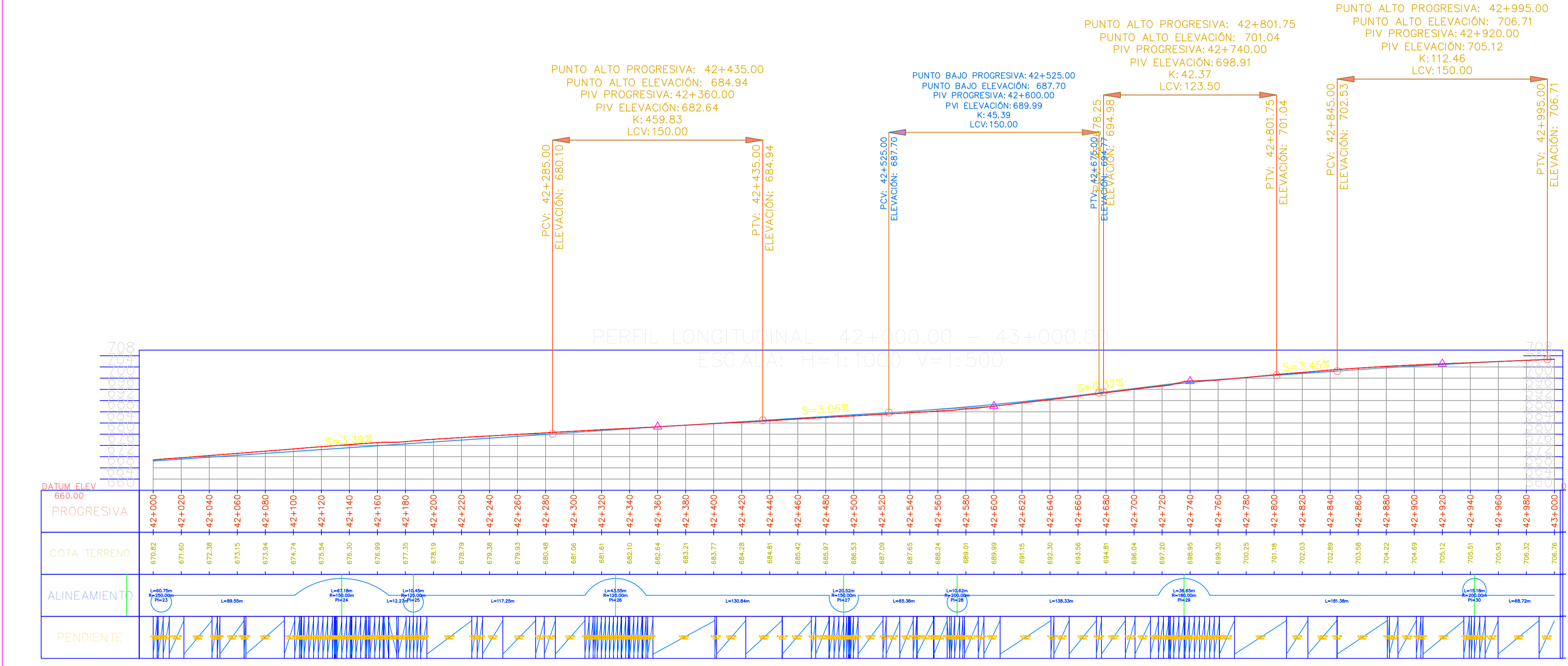
LEYENDA	
EJE	—
BORDES	---
QUEBRADAS	---
BMS	⊙
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊞
VIVIENDAS	⊞
No. DE CURVA	001

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500



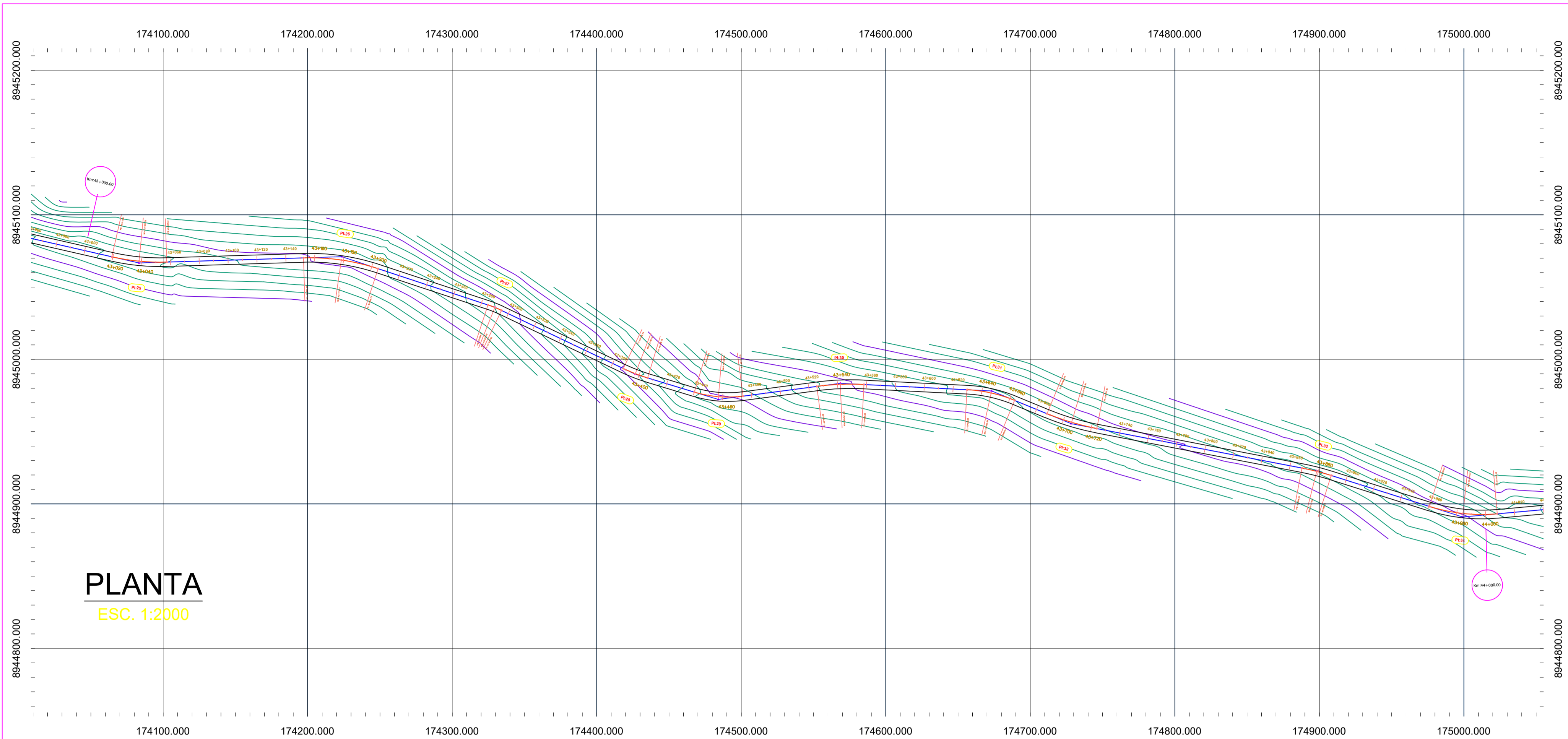
PLANTA
ESC. 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NUMERO	DIRECCION	DELTA	RADIO	L	LC	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-1	S51° 01' 53" W	48° 46' 25"	40.00	18.13	34.05	33.03	3.92	3.57	39+925.61	39+907.47	39+941.52	8945597.73	172173.64
PI-2	S60° 36' 43" W	29° 36' 45"	80.00	21.15	41.35	40.89	2.75	2.66	39+968.37	39+947.22	39+988.57	8945586.41	172130.11
PI-3	S22° 10' 35" W	47° 15' 31"	20.00	8.75	16.50	16.03	1.83	1.68	40+023.08	40+014.53	40+030.82	8945547.61	172090.21
PI-4	S21° 10' 33" W	45° 15' 26"	40.00	16.67	31.60	30.78	3.34	3.08	40+084.91	40+078.24	40+109.83	8945474.80	172092.05
PI-5	S23° 31' 52" W	40° 33' 52"	48.98	18.47	35.38	34.65	3.30	3.10	40+192.64	40+174.17	40+209.55	8945403.01	172023.19
PI-6	S28° 54' 17" W	51° 17' 42"	45.00	21.61	40.29	38.95	4.92	4.43	40+271.52	40+249.92	40+290.20	8945322.70	172018.62
PI-7	S36° 47' 47" W	35° 30' 39"	100.00	32.02	61.98	60.99	5.00	4.76	40+371.85	40+339.83	40+401.81	8945262.81	171934.51
PI-8	S30° 21' 19" E	98° 47' 33"	63.00	73.48	108.63	95.66	33.80	22.00	40+636.44	40+562.94	40+671.57	8945010.75	171847.52
PI-9	S71° 55' 17" E	15° 39' 37"	100.00	13.75	27.33	27.25	0.84	0.93	40+764.42	40+750.67	40+778.00	8944981.16	172011.21
PI-10	S30° 23' 12" E	67° 24' 33"	45.00	30.02	52.94	49.94	9.09	7.56	40+817.80	40+787.78	40+840.73	8944957.76	172058.38
PI-11	S0° 03' 09" W	6° 31' 51"	60.00	3.42	6.84	6.84	0.10	0.10	40+877.15	40+873.73	40+880.57	8944891.43	172055.53
PI-12	S37° 21' 13" E	68° 16' 54"	60.00	40.69	71.50	67.35	12.48	10.34	40+957.59	40+916.31	40+988.41	8944811.11	172060.04
PI-13	N88° 45' 11" E	39° 30' 17"	78.00	28.01	53.78	52.72	4.88	4.59	41+020.30	40+992.29	41+046.07	8944788.07	172128.86
PI-14	N70° 24' 58" E	2° 49' 50"	180.00	4.45	8.89	8.89	0.05	0.05	41+101.07	41+096.62	41+105.51	8944817.82	172206.35
PI-15	N78° 03' 09" E	12° 26' 32"	150.00	16.35	32.57	32.51	0.89	0.88	41+347.03	41+330.68	41+363.26	8944894.52	172440.05
PI-16	N77° 13' 00" E	14° 06' 50"	80.00	9.90	19.71	19.66	0.61	0.61	41+782.45	41+772.55	41+792.28	8944937.97	172873.43
PI-17	N63° 11' 53" E	13° 55' 23"	250.00	30.53	60.75	60.60	1.86	1.84	41+981.21	41+950.68	42+011.43	8945005.47	173060.48
PI-18	N69° 04' 03" E	25° 39' 44"	150.00	34.16	67.18	66.62	3.84	3.75	42+135.15	42+100.98	42+168.17	8945091.19	173188.77
PI-19	N79° 24' 13" E	4° 59' 24"	120.00	5.23	10.45	10.45	0.11	0.11	42+185.66	42+180.43	42+190.88	8945098.47	173239.85
PI-20	N87° 18' 23" E	20° 47' 44"	120.00	22.02	43.55	43.32	2.00	1.97	42+330.16	42+308.14	42+351.69	8945131.20	173380.60
PI-21	S86° 12' 55" E	7° 50' 20"	150.00	10.28	20.52	20.51	0.35	0.35	42+492.80	42+482.53	42+503.05	8945109.33	173542.26
PI-22	N88° 20' 40" E	3° 02' 31"	200.00	5.31	10.62	10.62	0.07	0.07	42+573.71	42+568.40	42+579.02	8945109.52	173623.20
PI-23	S87° 20' 39" E	11° 39' 54"	180.00	18.39	36.65	36.58	0.94	0.93	42+735.74	42+717.35	42+754.00	8945116.50	173784.98
PI-24	S79° 20' 15" E	4° 20' 54"	200.00	7.59	15.18	15.17	0.14	0.14	42+942.97	42+935.38	42+950.55	8945087.89	173990.06
PI-25	S84° 27' 59" E	14° 36' 22"	150.00	19.22	38.24	38.14	1.23	1.22	43+038.49	43+019.27	43+057.51	8945066.67	174083.21
PI-26	S81° 44' 52" E	20° 02' 36"	150.00	26.51	52.47	52.21	2.32	2.29	43+178.74	43+152.23	43+204.70	8945071.00	174223.59
PI-27	S68° 06' 31" E	7° 14' 07"	80.00	5.06	10.10	10.10	0.16	0.16	43+289.77	43+284.71	43+294.82	8945036.02	174329.54



LEYENDA	
EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSIÓN	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500

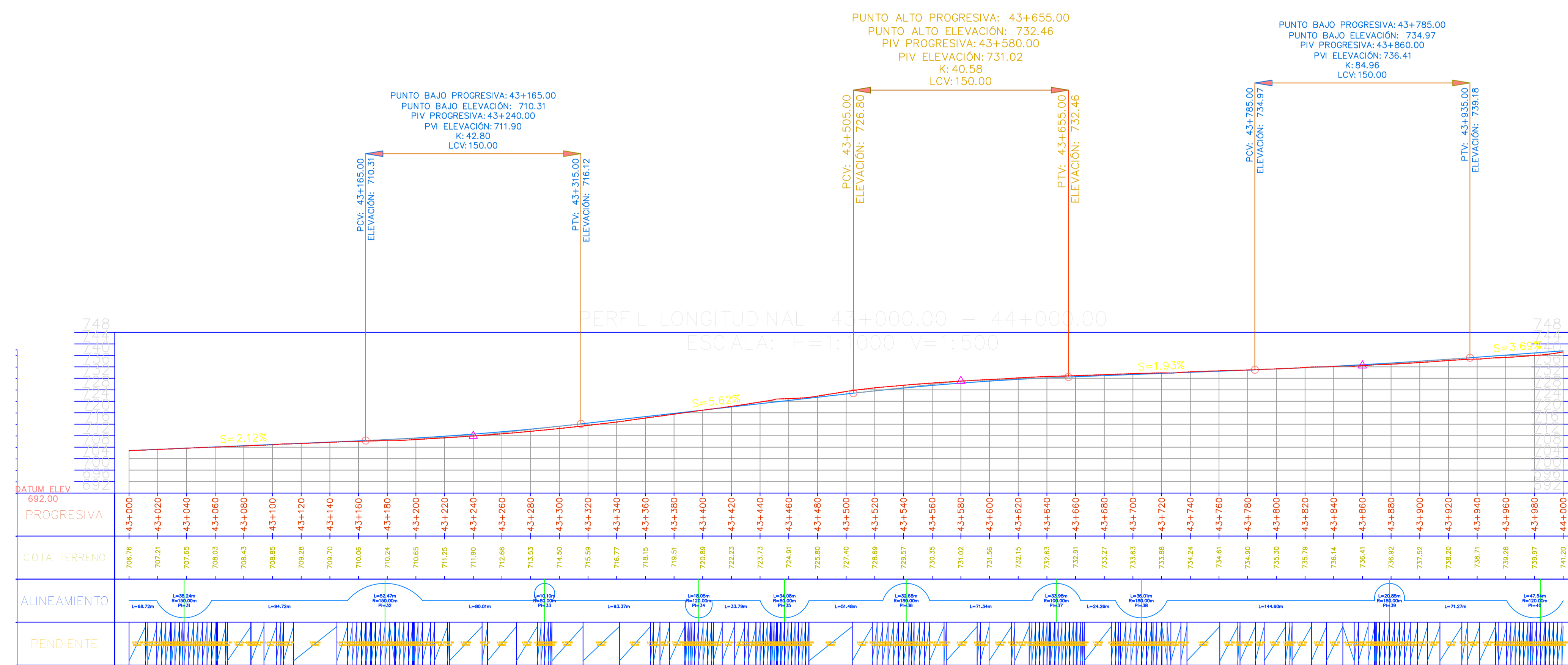


PLANTA
ESC. 1:2000

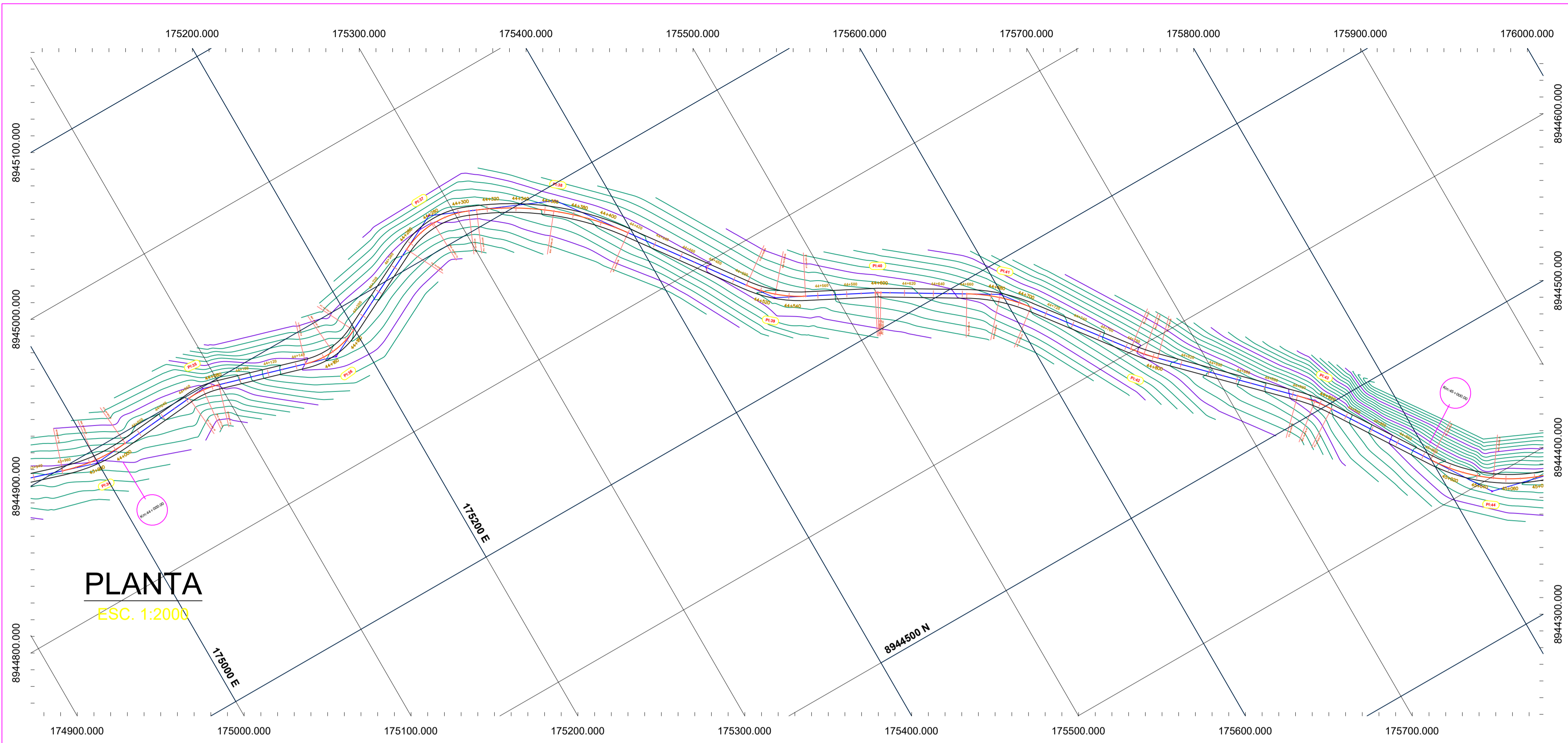
PI	ANGULO	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI21	S86° 12' 55"E	7°50'20"	150.00	10.28	20.52	20.51	0.35	0.35	42+492.80	42+482.53	42+503.05	8945109.33	173542.26
PI22	N88° 20' 40"E	3°02'31"	200.00	5.31	10.62	10.62	0.07	0.07	42+573.71	42+568.40	42+579.02	8945109.52	173623.20
PI23	S87° 20' 39"E	11°39'54"	180.00	18.39	36.65	36.58	0.94	0.93	42+735.74	42+717.35	42+754.00	8945118.50	173784.98
PI24	S79° 20' 15"E	4°20'54"	200.00	7.59	15.18	15.17	0.14	0.14	42+942.97	42+935.38	42+950.55	8945087.89	173990.06
PI25	S84° 27' 59"E	14°36'22"	150.00	19.22	38.24	38.14	1.23	1.22	43+038.49	43+019.27	43+057.51	8945066.67	174083.21
PI26	S81° 44' 52"E	20°02'36"	150.00	26.51	52.47	52.21	2.32	2.29	43+178.74	43+152.23	43+204.70	8945071.00	174223.59
PI27	S68° 06' 31"E	7°14'07"	80.00	5.06	10.10	10.10	0.16	0.16	43+289.77	43+284.71	43+294.82	8945036.02	174329.54
PI28	S68° 47' 57"E	8°36'59"	120.00	9.04	18.08	18.03	0.34	0.34	43+397.23	43+388.18	43+406.23	8944989.74	174426.53
PI29	S85° 18' 37"E	24°24'22"	80.00	17.30	34.08	33.82	1.85	1.81	43+457.32	43+440.02	43+474.10	8944972.28	174484.07
PI30	N87° 41' 15"E	10°24'05"	180.00	16.38	32.68	32.63	0.74	0.74	43+541.97	43+525.58	43+558.26	8944983.40	174568.51

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

NUMERO	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI31	S77° 22' 43"E	19°27'59"	100.00	17.15	33.98	33.81	1.46	1.44	43+646.75	43+629.60	43+663.57	8944978.12	174673.25
PI32	S73° 22' 35"E	11°27'42"	180.00	18.06	36.01	35.95	0.90	0.90	43+705.90	43+687.84	43+723.84	8944955.49	174728.26
PI33	S75° 47' 21"E	6°38'09"	180.00	10.44	20.85	20.84	0.30	0.30	43+878.88	43+868.44	43+889.29	8944922.78	174898.24
PI34	S83° 49' 18"E	22°42'02"	120.00	24.09	47.54	47.23	2.39	2.35	43+984.65	43+960.56	44+008.10	8944890.92	174999.12
PI35	S84° 21' 16"E	21°38'06"	60.00	11.46	22.66	22.52	1.09	1.07	44+073.66	44+062.19	44+084.85	8944899.00	175088.40
PI36	N84° 54' 09"E	43°07'18"	55.00	21.73	41.39	40.42	4.14	3.85	44+168.44	44+146.71	44+188.10	8944872.05	175179.56
PI37	N88° 15' 29"E	49°49'59"	60.00	27.87	52.19	50.56	6.16	5.58	44+282.93	44+255.06	44+307.24	8944824.36	175283.72
PI38	S51° 28' 13"E	30°42'35"	200.00	54.92	107.20	105.92	7.40	7.14	44+367.57	44+312.65	44+419.85	8944889.65	175364.81
PI39	S49° 28' 54"E	28°43'57"	90.00	21.39	41.99	41.61	2.51	2.44	44+530.87	44+509.49	44+551.48	8944755.59	175462.62
PI40	S60° 59' 45"E	3°42'15"	60.00	1.94	3.88	3.88	0.03	0.03	44+601.69	44+599.75	44+603.63	8944722.92	175526.33
PI41	S48° 15' 14"E	21°46'49"	120.00	23.09	45.62	45.34	2.20	2.16	44+686.22	44+663.14	44+708.75	8944679.56	175598.89
PI42	S41° 07' 13"E	7°30'47"	150.00	9.85	19.67	19.66	0.32	0.32	44+793.42	44+783.57	44+803.24	8944593.92	175664.29
PI43	S38° 52' 44"E	11°59'46"	120.00	12.61	25.12	25.08	0.66	0.66	44+916.06	44+903.45	44+928.57	8944507.00	175750.84

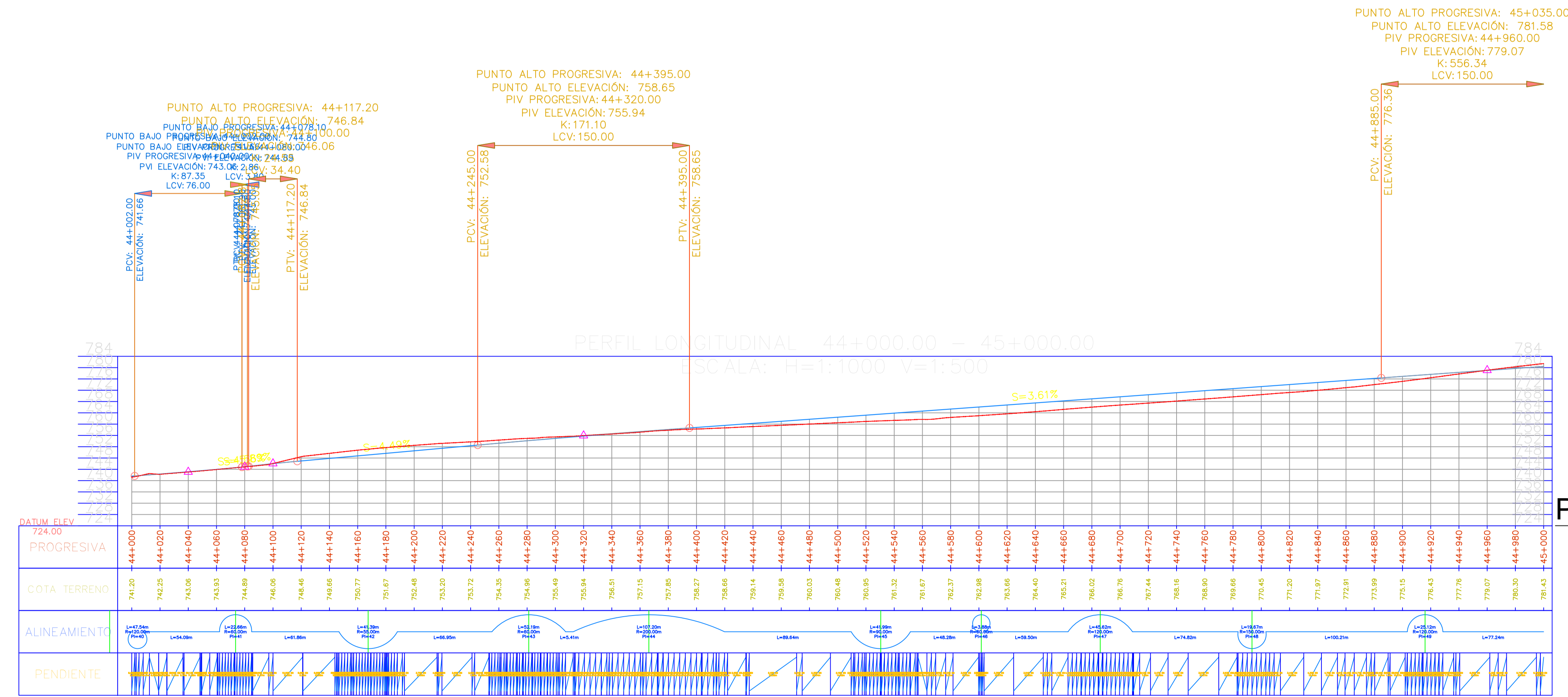


PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500



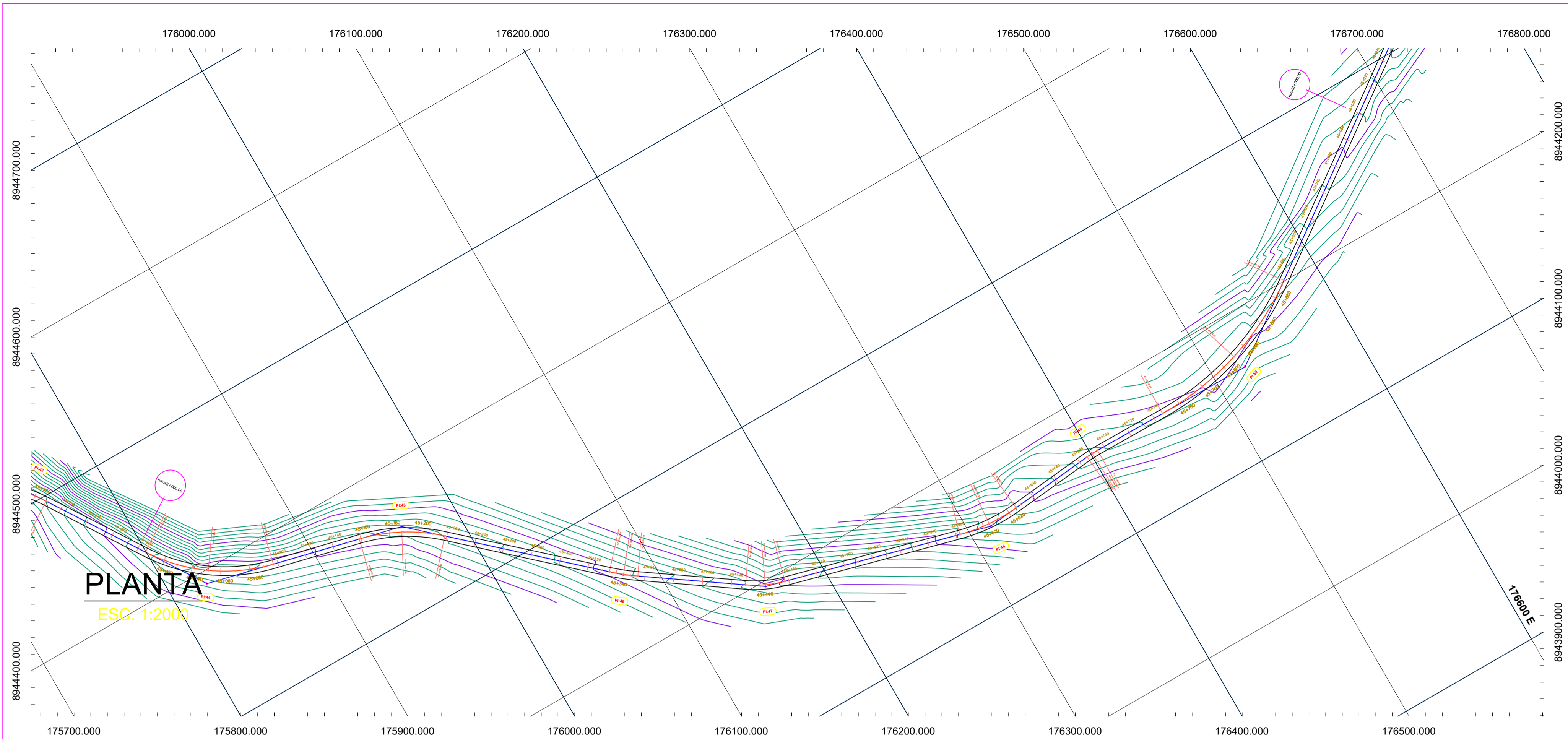
PLANTA
ESC. 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-31	S77° 22' 43"E	19°27'59"	100.00	17.15	33.98	33.81	1.46	1.44	43+646.75	43+629.60	43+663.57	8944978.12	174673.25
PI-32	S73° 22' 35"E	11°27'42"	180.00	18.06	36.01	35.95	0.90	0.90	43+705.90	43+687.84	43+723.84	8944955.49	174728.26
PI-33	S75° 47' 21"E	6°38'09"	180.00	10.44	20.85	20.84	0.30	0.30	43+878.88	43+868.44	43+889.29	8944922.78	174898.24
PI-34	S83° 49' 18"E	22°42'02"	120.00	24.09	47.54	47.23	2.39	2.35	43+984.65	43+960.56	44+008.10	8944890.92	174999.12
PI-35	S84° 21' 16"E	21°38'06"	60.00	11.46	22.66	22.52	1.09	1.07	44+073.66	44+062.19	44+084.85	8944899.00	175088.40
PI-36	N84° 54' 09"E	43°07'18"	55.00	21.73	41.39	40.42	4.14	3.85	44+168.44	44+146.71	44+188.10	8944872.06	175179.56
PI-37	N88° 15' 29"E	49°49'59"	60.00	27.87	52.19	50.56	6.16	5.58	44+282.93	44+255.06	44+307.24	8944924.36	175283.72
PI-38	S51° 28' 13"E	30°42'35"	200.00	54.92	107.20	105.92	7.40	7.14	44+367.57	44+312.65	44+419.85	8944889.65	175364.81
PI-39	S49° 28' 54"E	26°43'57"	80.00	21.39	41.99	41.61	2.51	2.44	44+530.87	44+509.49	44+551.48	8944755.59	175462.62
PI-40	S60° 59' 45"E	3°42'15"	60.00	1.94	3.88	3.88	0.03	0.03	44+601.69	44+599.75	44+603.63	8944722.92	175526.33
PI-41	S48° 15' 14"E	21°46'49"	120.00	23.09	45.62	45.34	2.20	2.16	44+686.22	44+663.14	44+708.75	8944679.56	175598.89
PI-42	S41° 07' 13"E	7°30'47"	150.00	9.85	19.66	19.66	0.32	0.32	44+793.42	44+783.57	44+803.24	8944593.92	175664.29
PI-43	S38° 52' 44"E	11°59'46"	120.00	12.61	25.12	25.08	0.66	0.66	44+916.06	44+903.45	44+928.57	8944507.00	175750.84
PI-44	S54° 36' 18"E	43°26'55"	120.00	47.81	91.00	88.83	9.17	8.52	45+053.63	45+005.81	45+096.81	8944391.39	175825.57
PI-45	S62° 01' 39"E	28°36'13"	120.00	30.59	59.91	59.29	3.84	3.72	45+189.34	45+168.75	45+218.66	8944358.22	175961.94
PI-46	S51° 31' 00"E	7°34'55"	150.00	9.94	19.85	19.84	0.33	0.33	45+345.14	45+335.20	45+355.05	8944252.56	176078.16
PI-47	S65° 09' 01"E	19°41'06"	80.00	13.88	27.49	27.35	1.20	1.18	45+443.73	45+429.85	45+457.34	8944196.43	176159.25
PI-48	S85° 19' 11"E	20°39'15"	120.00	21.87	43.26	43.02	1.98	1.94	45+604.54	45+582.68	45+625.93	8944154.72	176314.84
PI-49	N87° 26' 33"E	6°10'43"	80.00	4.32	8.63	8.62	0.12	0.12	45+690.64	45+686.32	45+694.95	8944163.23	176400.99
PI-50	N72° 22' 55"E	36°17'58"	200.00	65.56	126.71	124.60	10.47	9.95	45+812.21	45+746.65	45+873.36	8944162.11	176522.57
PI-51	N66° 47' 59"E	25°08'06"	80.00	17.83	35.09	34.81	1.96	1.92	46+186.05	46+168.22	46+203.31	8944383.20	176829.48
PI-52	N64° 34' 40"E	29°34'44"	110.00	29.04	56.79	56.16	3.77	3.64	46+327.49	46+298.45	46+355.24	8944409.40	176969.06
PI-53	N67° 36' 08"E	14°55'45"	80.00	10.48	20.94	20.78	0.68	0.68	46+436.70	46+426.25	46+447.06	8944484.98	177077.95



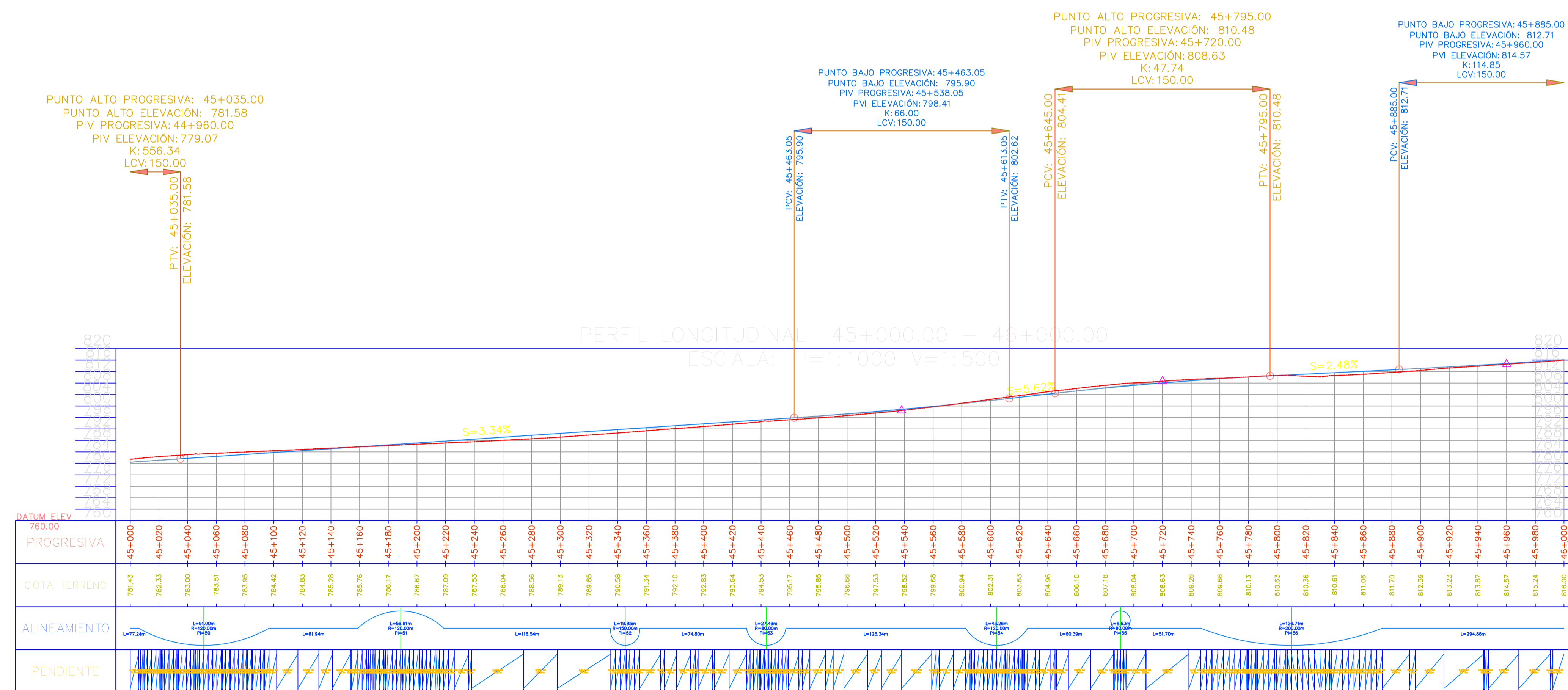
PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500

LEYENDA	
EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSIÓN	⊞
VIVIENDAS	⊞
No. DE CURVA	001



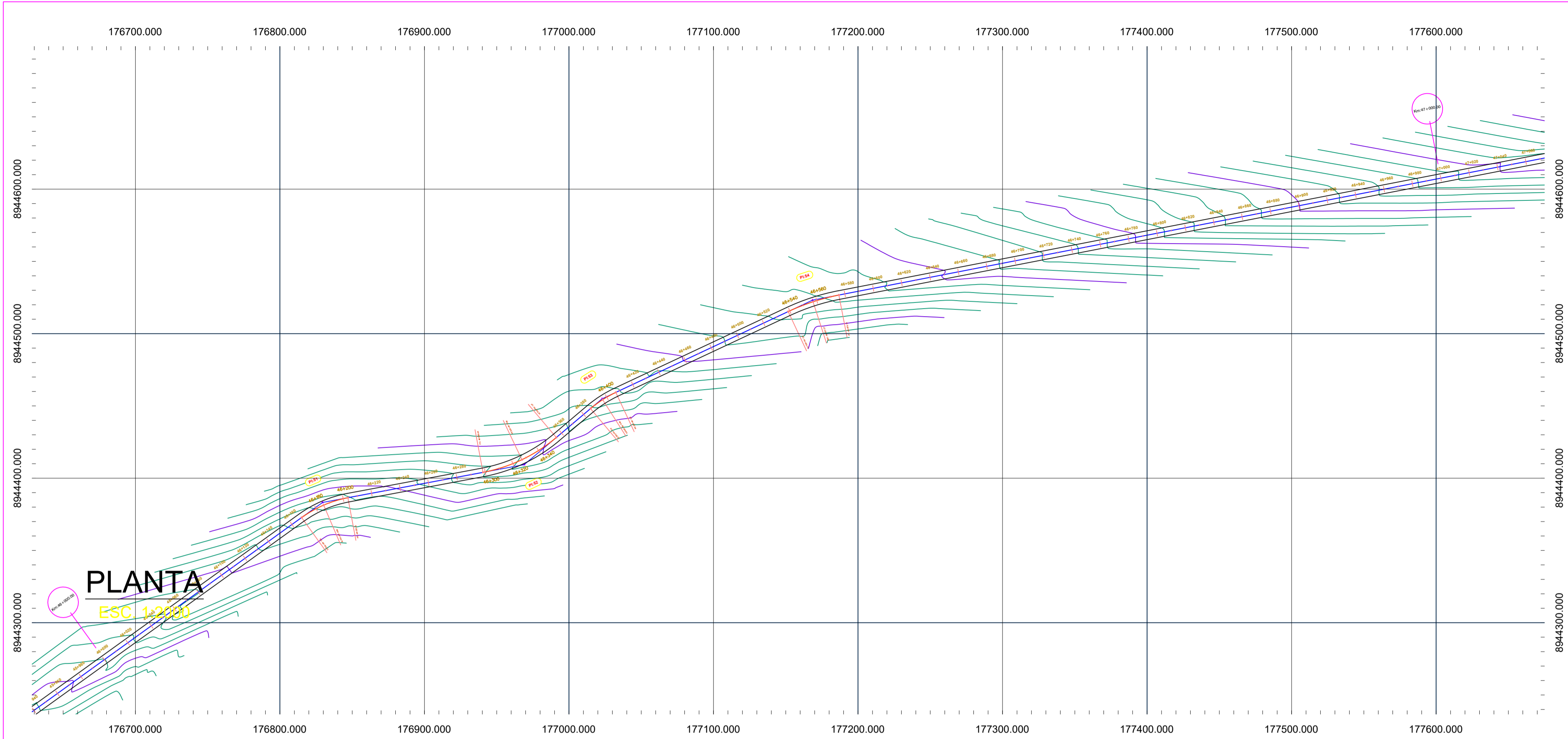
PLANTA
ESC. 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NUMERO	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	L	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI31	S77° 22' 43"E	19°27'59"	100.00	17.15	33.98	33.91	1.46	1.44	43+646.75	43+629.60	43+663.57	8944978.12	174873.25
PI32	S73° 22' 35"E	11°27'42"	180.00	18.06	36.01	35.95	0.90	0.90	43+705.90	43+687.84	43+723.84	8944955.49	174728.26
PI33	S75° 47' 21"E	6°38'09"	180.00	10.44	20.85	20.84	0.30	0.30	43+878.88	43+868.44	43+889.29	8944922.78	174898.24
PI34	S83° 49' 18"E	22°42'02"	120.00	24.09	47.54	47.23	2.39	2.35	43+984.65	43+960.56	44+008.10	8944890.92	174999.12
PI35	S84° 21' 16"E	21°38'06"	60.00	11.46	22.66	22.52	1.09	1.07	44+073.66	44+062.19	44+084.85	8944899.00	175068.40
PI36	N84° 54' 09"E	43°07'18"	55.00	21.73	41.39	40.42	4.14	3.85	44+168.44	44+146.71	44+188.10	8944872.06	175179.58
PI37	N88° 15' 29"E	49°49'59"	60.00	27.87	52.19	50.56	6.16	5.58	44+282.93	44+255.06	44+307.24	8944924.36	175283.72
PI38	S51° 28' 13"E	30°42'35"	200.00	54.92	107.20	105.92	7.40	7.14	44+367.57	44+312.65	44+419.85	8944889.65	175364.81
PI39	S49° 28' 54"E	26°43'57"	90.00	21.39	41.99	41.61	2.51	2.44	44+530.67	44+509.49	44+551.48	8944755.58	175462.62
PI40	S60° 59' 45"E	3°42'15"	60.00	1.94	3.88	3.88	0.03	0.03	44+601.69	44+599.75	44+603.63	8944722.92	175526.33
PI41	S48° 15' 14"E	21°46'49"	120.00	23.09	45.62	45.34	2.20	2.18	44+686.22	44+663.14	44+708.75	8944679.56	175598.89
PI42	S41° 07' 13"E	7°30'47"	150.00	9.85	19.67	19.66	0.32	0.32	44+793.42	44+783.57	44+803.24	8944593.92	175664.29
PI43	S38° 52' 44"E	11°59'46"	120.00	12.61	25.12	25.08	0.66	0.66	44+916.06	44+903.45	44+928.57	8944507.00	175750.84
PI44	S54° 36' 18"E	43°26'55"	120.00	47.81	91.00	88.83	9.17	8.52	45+053.63	45+005.81	45+096.81	8944391.39	175825.57
PI45	S62° 01' 39"E	28°36'13"	120.00	30.58	59.91	59.29	3.84	3.72	45+189.34	45+158.75	45+218.66	8944358.22	175961.94
PI46	S51° 31' 00"E	7°34'55"	150.00	9.94	19.85	19.84	0.33	0.33	45+345.14	45+335.20	45+355.03	8944252.56	176078.18
PI47	S65° 09' 01"E	19°41'06"	80.00	13.88	27.49	27.35	1.20	1.18	45+443.73	45+429.85	45+457.34	8944196.43	176159.25
PI48	S85° 19' 11"E	20°39'15"	120.00	21.87	43.26	43.02	1.98	1.94	45+604.54	45+582.68	45+625.93	8944154.72	176314.64
PI49	N87° 26' 33"E	6°10'43"	80.00	4.32	8.63	8.62	0.12	0.12	45+690.64	45+686.32	45+694.95	8944163.23	176400.99
PI50	N72° 22' 55"E	36°17'58"	200.00	65.56	126.71	124.60	10.47	9.95	45+812.21	45+746.65	45+873.36	8944162.11	176522.57
PI51	N66° 47' 59"E	25°08'06"	80.00	17.83	35.09	34.81	1.96	1.92	46+188.05	46+168.22	46+203.31	8944383.20	176829.48
PI52	N64° 34' 40"E	29°34'44"	110.00	29.04	56.79	56.16	3.77	3.64	46+327.49	46+298.45	46+355.24	8944409.40	176969.06
PI53	N57° 25' 08"E	14°55'42"	80.00	10.48	20.84	20.78	0.68	0.68	46+396.70	46+386.22	46+407.06	8944454.80	177022.92

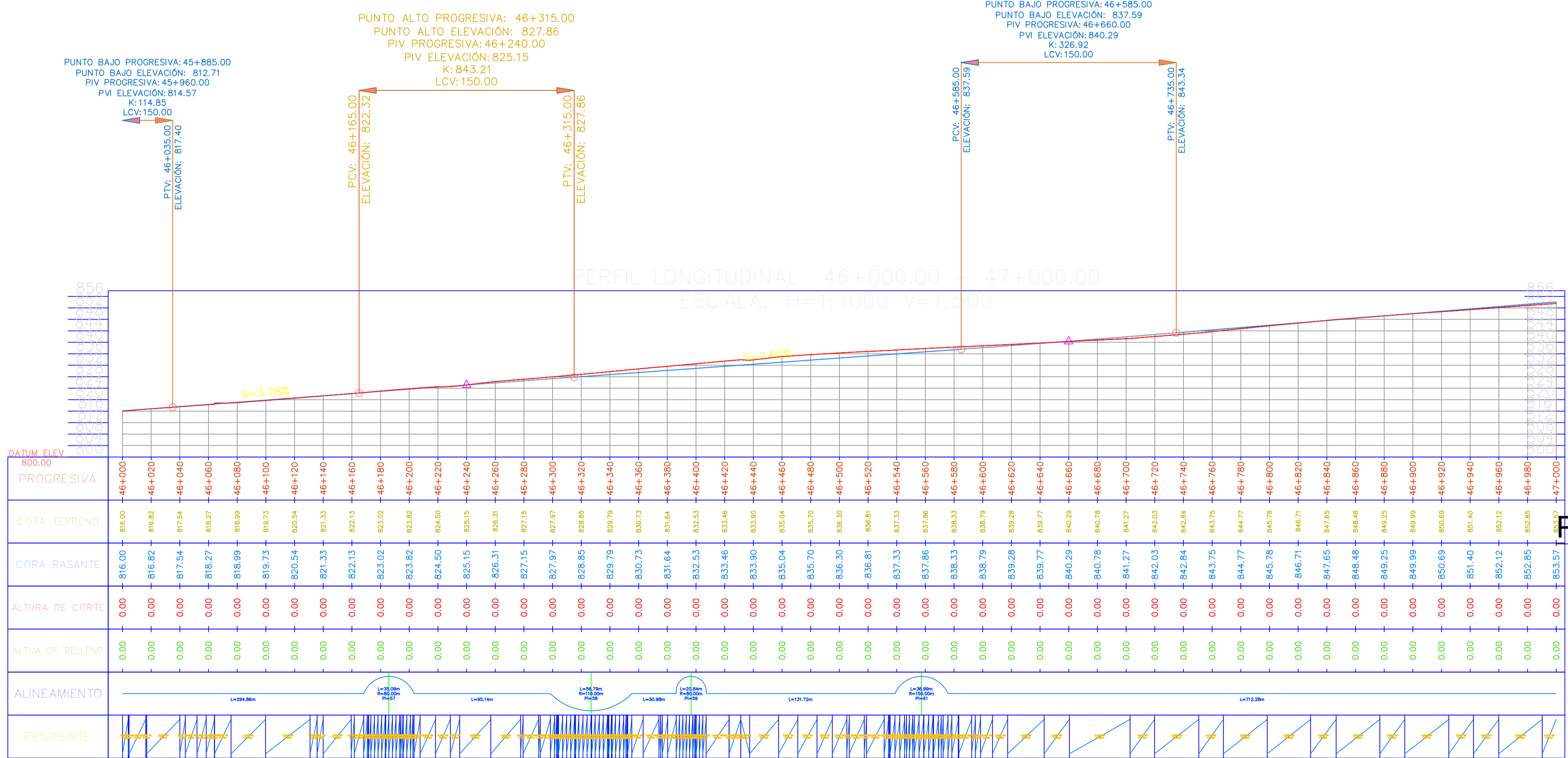


PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500

LEYENDA	
EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001

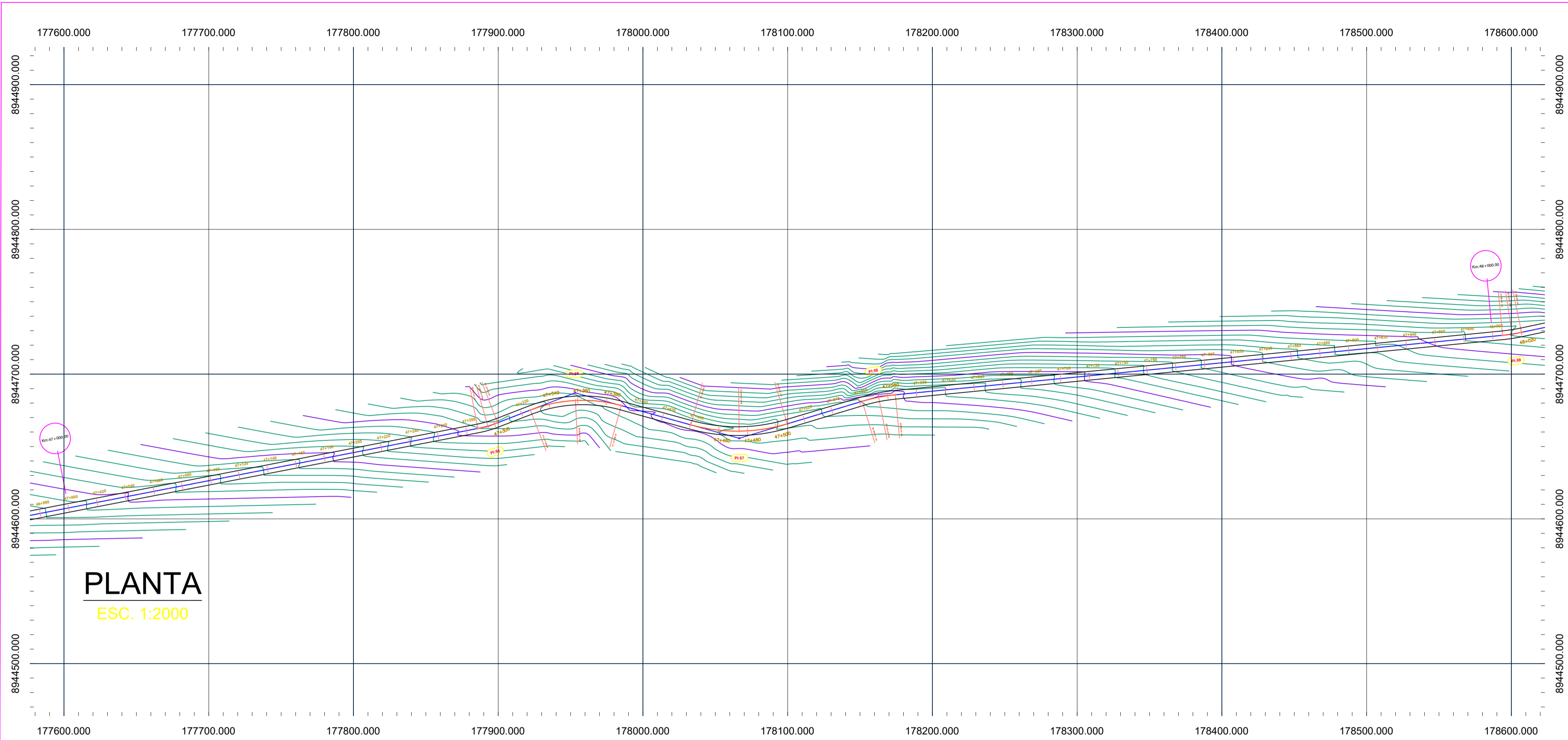


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NUMERO	INICIO CURVA	FIN CURVA	RADIO	E	L	S	M	PC	PT	PI	PIV	PIV ELEVACION	PIV ESTACION
PI-31	S77° 22' 43"E	19°27'59"	100.00	17.15	33.98	33.81	1.46	1.44	43+646.75	43+629.60	43+663.57	8944978.12	174673.25
PI-32	S73° 22' 35"E	11°27'42"	180.00	18.06	36.01	35.95	0.90	0.90	43+705.90	43+687.84	43+723.84	8944955.49	174728.28
PI-33	S75° 47' 21"E	6°38'09"	180.00	10.44	20.85	20.84	0.30	0.30	43+878.88	43+868.44	43+889.29	8944922.78	174899.24
PI-34	S83° 49' 18"E	22°42'02"	120.00	24.09	47.54	47.23	2.39	2.35	43+984.65	43+950.56	44+008.10	8944890.92	174999.12
PI-35	S84° 21' 16"E	21°38'06"	60.00	11.46	22.66	22.52	1.09	1.07	44+073.66	44+062.19	44+084.83	8944899.00	175088.40
PI-36	N84° 54' 09"E	43°07'18"	55.00	21.73	41.39	40.42	4.14	3.85	44+168.44	44+146.71	44+188.10	8944872.06	175179.56
PI-37	N88° 15' 29"E	49°49'59"	60.00	27.87	52.19	50.56	5.16	5.58	44+282.93	44+255.06	44+307.24	8944924.36	175283.72
PI-38	S51° 28' 13"E	30°42'35"	200.00	54.92	107.20	105.92	7.40	7.14	44+367.57	44+312.65	44+419.85	8944899.65	175364.81
PI-39	S49° 28' 54"E	26°43'57"	90.00	21.39	41.99	41.61	2.51	2.44	44+530.87	44+509.49	44+551.48	8944755.59	175462.62
PI-40	S60° 59' 45"E	3°42'15"	60.00	1.94	3.88	3.88	0.03	0.03	44+601.69	44+599.75	44+603.63	8944722.92	175526.33
PI-41	S48° 15' 14"E	21°46'48"	120.00	23.09	45.62	45.34	2.20	2.16	44+686.22	44+663.14	44+708.75	8944679.56	175596.89
PI-42	S41° 07' 13"E	7°30'47"	150.00	9.85	19.67	19.66	0.32	0.32	44+783.42	44+783.57	44+803.24	8944593.92	175664.29
PI-43	S38° 52' 44"E	11°59'46"	120.00	12.61	25.12	25.08	0.66	0.66	44+916.06	44+903.45	44+928.57	8944507.00	175750.84
PI-44	S54° 36' 16"E	43°26'55"	120.00	47.81	91.00	88.83	9.17	8.52	45+053.63	45+005.81	45+096.81	8944391.39	175825.57
PI-45	S62° 01' 39"E	28°36'13"	120.00	30.59	59.91	59.29	3.84	3.72	45+189.34	45+158.75	45+218.66	8944358.22	175961.94
PI-46	S51° 31' 00"E	7°34'55"	150.00	9.94	19.85	19.84	0.33	0.33	45+345.14	45+335.20	45+355.05	8944252.56	176078.18
PI-47	S65° 09' 01"E	19°41'06"	80.00	13.88	27.49	27.35	1.20	1.18	45+443.73	45+429.85	45+457.34	8944196.43	176159.25
PI-48	S85° 19' 11"E	20°59'15"	120.00	21.87	43.26	43.02	1.98	1.94	45+604.54	45+582.68	45+625.63	8944154.72	176314.84
PI-49	N87° 26' 33"E	6°0'43"	80.00	4.32	8.63	8.62	0.12	0.12	45+690.64	45+686.32	45+694.95	8944163.23	176400.99
PI-50	N72° 22' 55"E	36°17'58"	200.00	65.56	126.71	124.60	10.47	9.95	45+812.21	45+746.65	45+873.36	8944162.11	176522.57
PI-51	N66° 47' 59"E	25°08'06"	80.00	17.83	35.09	34.81	1.96	1.92	46+186.05	46+168.22	46+203.31	8944383.20	176629.48
PI-52	N64° 34' 40"E	29°34'44"	110.00	29.04	56.79	56.16	3.77	3.64	46+327.49	46+298.45	46+355.24	8944409.40	176696.06
PI-53	N57° 25' 08"E	14°55'42"	80.00	10.48	20.84	20.78	0.68	0.68	46+396.70	46+386.22	46+407.06	8944454.89	177022.92
PI-54	N71° 56' 50"E	14°07'41"	150.00	18.59	36.99	36.89	1.15	1.14	46+557.37	46+538.78	46+575.77	8944523.14	177168.50
PI-55	N73° 55' 47"E	10°09'46"	80.00	7.11	14.19	14.17	0.32	0.31	47+295.16	47+288.05	47+302.24	8944663.82	177892.96
PI-56	N87° 10' 22"E	36°38'57"	100.00	33.12	63.96	62.88	5.34	5.07	47+359.62	47+326.50	47+390.47	8944687.09	177953.11
PI-57	N89° 23' 01"E	32°13'39"	120.00	34.67	67.50	66.61	4.91	4.71	47+475.04	47+440.37	47+507.87	8944655.64	178066.52
PI-58	N78° 50' 12"E	11°08'01"	120.00	11.70	23.32	23.28	0.57	0.57	47+573.67	47+561.98	47+585.30	8944684.56	178162.74
PI-59	N81° 13' 52"E	6°20'41"	120.00	6.65	13.29	13.28	0.18	0.18	48+013.52	48+006.87	48+020.18	8944727.47	178600.57
PI-60	N84° 39' 31"E	13°11'59"	80.00	9.26	18.43	18.39	0.53	0.53	48+123.39	48+114.13	48+132.57	8944750.20	178708.07



LEYENDA	
EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊕
VIVIENDAS	⬆
No. DE CURVA	001

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500

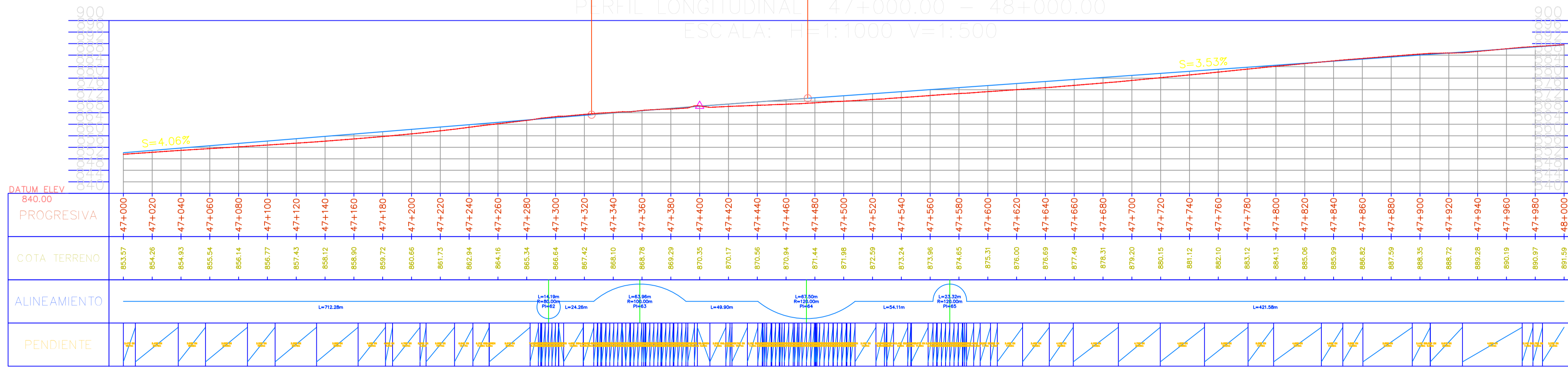


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NOROCC	PI ESTE
PI-31	S77° 22' 43"E	19°27'59"	100.00	17.15	33.98	33.81	1.46	1.44	43+846.75	43+629.60	43+663.57	8944978.12	174673.25
PI-32	S73° 22' 35"E	11°27'42"	150.00	18.06	36.01	35.95	0.90	0.90	43+705.90	43+687.84	43+723.84	8944955.49	174728.28
PI-33	S75° 47' 21"E	6°38'09"	180.00	10.44	20.85	20.84	0.30	0.30	43+878.88	43+868.44	43+889.29	8944922.78	174898.24
PI-34	S83° 49' 18"E	22°42'02"	120.00	24.09	47.54	47.23	2.39	2.35	43+984.65	43+960.56	44+008.10	8944890.92	174999.12
PI-35	S84° 21' 16"E	31°38'06"	60.00	11.46	22.66	22.52	1.09	1.07	44+073.66	44+062.19	44+084.85	8944898.00	175088.40
PI-36	N84° 54' 09"E	43°07'18"	55.00	21.73	41.39	40.42	4.14	3.85	44+168.44	44+146.71	44+188.10	8944872.08	175179.58
PI-37	N88° 15' 29"E	49°49'59"	60.00	27.87	52.19	50.56	6.16	5.58	44+282.93	44+255.06	44+307.24	8944924.36	175283.72
PI-38	S51° 28' 13"E	30°42'35"	200.00	54.92	107.20	105.92	7.40	7.14	44+367.57	44+312.65	44+419.85	8944888.65	175364.81
PI-39	S49° 28' 54"E	26°43'57"	90.00	21.39	41.99	41.61	2.51	2.44	44+530.87	44+509.49	44+551.48	8944755.59	175462.62
PI-40	S60° 59' 45"E	3°42'15"	60.00	1.94	3.88	3.88	0.03	0.03	44+601.69	44+599.75	44+603.63	8944722.92	175526.33
PI-41	S48° 15' 14"E	31°46'49"	120.00	23.09	45.62	45.34	2.20	2.16	44+686.22	44+663.14	44+708.75	8944678.56	175598.89
PI-42	S41° 07' 13"E	7°30'47"	150.00	9.85	19.67	19.66	0.32	0.32	44+793.42	44+783.57	44+803.24	8944593.92	175664.29
PI-43	S38° 52' 44"E	11°59'46"	120.00	12.61	25.12	25.08	0.66	0.66	44+916.06	44+903.45	44+928.57	8944507.00	175750.84
PI-44	S54° 36' 18"E	43°26'55"	120.00	47.81	91.00	88.83	9.17	8.52	45+053.63	45+005.81	45+096.81	8944391.39	175825.57
PI-45	S62° 01' 39"E	28°36'13"	120.00	30.59	59.91	59.29	3.84	3.72	45+189.34	45+158.75	45+218.66	8944358.22	175961.94
PI-46	S51° 31' 00"E	7°34'55"	150.00	9.94	19.85	19.84	0.33	0.33	45+345.14	45+335.20	45+355.05	8944252.56	176078.16
PI-47	S65° 09' 01"E	19°41'06"	80.00	13.88	27.49	27.35	1.20	1.18	45+443.73	45+429.85	45+457.34	8944196.43	176159.28
PI-48	S85° 19' 11"E	20°39'16"	120.00	21.87	43.28	43.02	1.98	1.94	45+604.54	45+582.68	45+625.93	8944154.72	176314.84
PI-49	N87° 26' 33"E	6°10'43"	80.00	4.32	8.63	8.62	0.12	0.12	45+690.64	45+686.32	45+694.95	8944163.23	176400.99
PI-50	N72° 22' 58"E	36°17'58"	200.00	65.56	126.71	124.69	10.47	9.95	45+812.21	45+746.65	45+873.36	8944162.11	176522.57
PI-51	N68° 47' 59"E	23°08'06"	80.00	17.83	35.09	34.81	1.96	1.92	46+186.05	46+168.22	46+203.31	8944383.20	176829.48
PI-52	N64° 34' 40"E	29°34'44"	110.00	29.04	56.79	56.16	3.77	3.64	46+327.49	46+298.45	46+355.24	8944409.40	176969.06
PI-53	N57° 25' 08"E	14°55'42"	60.00	10.48	20.84	20.78	0.68	0.68	46+396.70	46+386.22	46+407.06	8944454.89	177022.92
PI-54	N71° 56' 50"E	14°07'41"	150.00	18.99	36.99	36.89	1.15	1.14	46+557.37	46+538.78	46+575.77	8944523.14	177168.50
PI-55	N73° 55' 47"E	10°09'46"	80.00	7.11	14.19	14.17	0.32	0.31	47+295.16	47+288.05	47+302.24	8944663.82	177892.96
PI-56	N87° 10' 22"E	36°38'57"	100.00	33.12	63.96	62.88	5.34	5.07	47+359.82	47+326.50	47+390.47	8944687.09	177953.11
PI-57	N89° 23' 01"E	32°13'39"	120.00	34.87	67.50	66.61	4.91	4.71	47+475.04	47+440.37	47+507.87	8944855.64	178066.52
PI-58	N78° 50' 12"E	11°08'01"	120.00	11.70	23.32	23.28	0.57	0.57	47+573.67	47+561.98	47+585.30	8944884.56	178162.74
PI-59	N81° 13' 52"E	6°20'41"	120.00	6.65	13.29	13.28	0.18	0.18	48+013.52	48+006.67	48+020.16	8944727.47	178600.57
PI-60	N84° 39' 31"E	13°11'59"	80.00	9.28	18.43	18.39	0.53	0.53	48+123.39	48+114.13	48+132.57	8944750.20	178708.07

PUNTO ALTO PROGRESIVA: 47+475.00
 PUNTO ALTO ELEVACIÓN: 873.00
 PIV PROGRESIVA: 47+400.00
 PIV ELEVACIÓN: 870.35
 K: 282.63
 LCV: 150.00

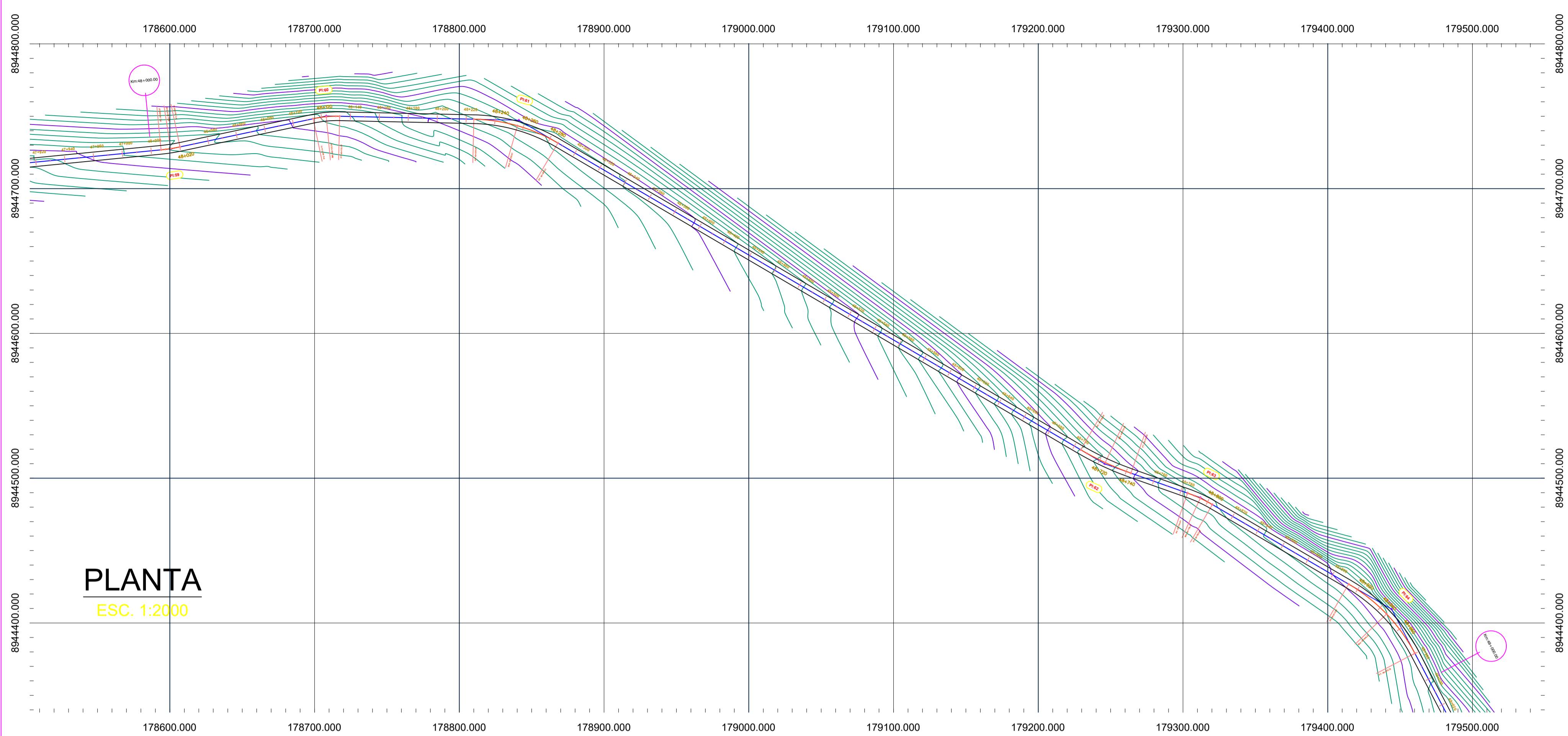


PERFIL LONGITUDINAL 47+000.00 - 48+000.00
 ESCALA: H=1:1000, V=1:500



LEYENDA	
EJE	—
BORDES	---
QUEBRADAS	---
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001

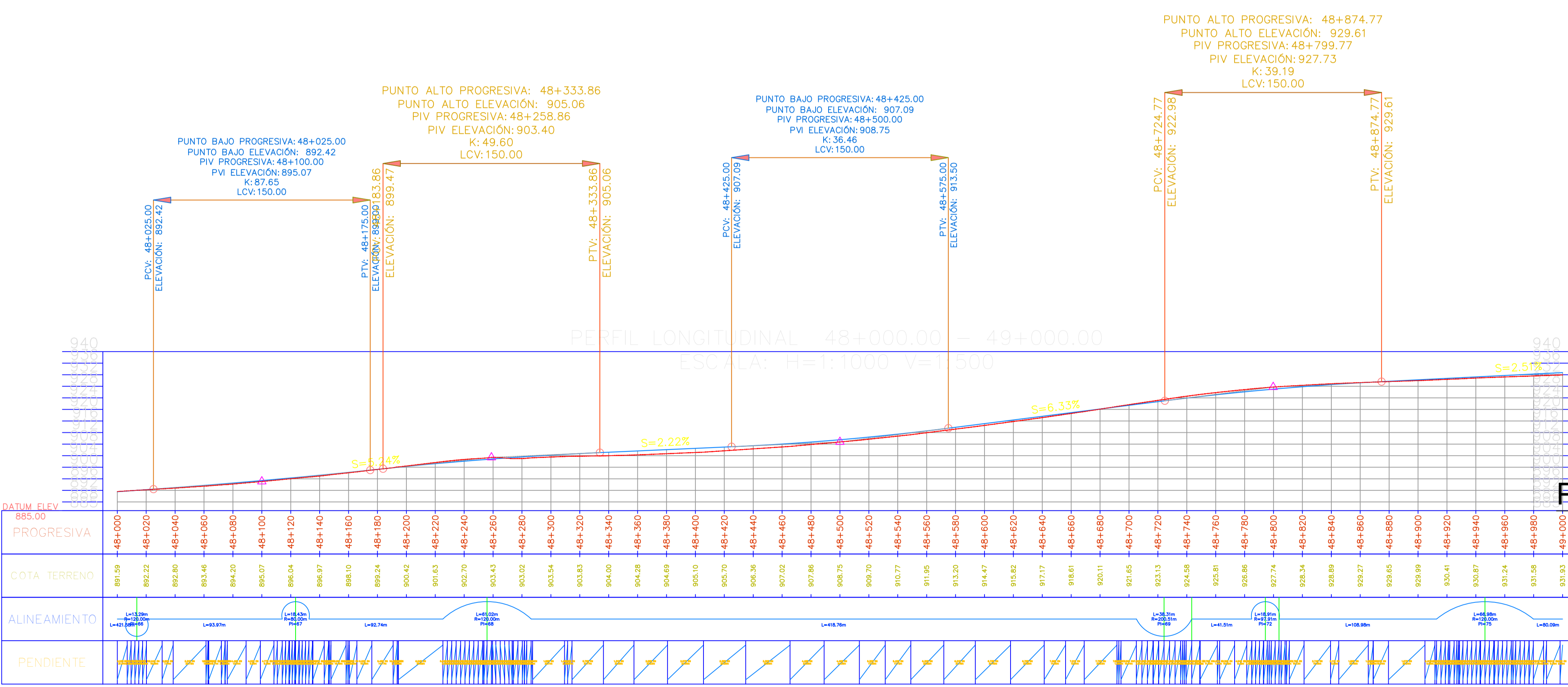
PERFIL LONGITUDINAL
 ESC. H=1:1000, V=1:500



PLANTA
ESC. 1:2000

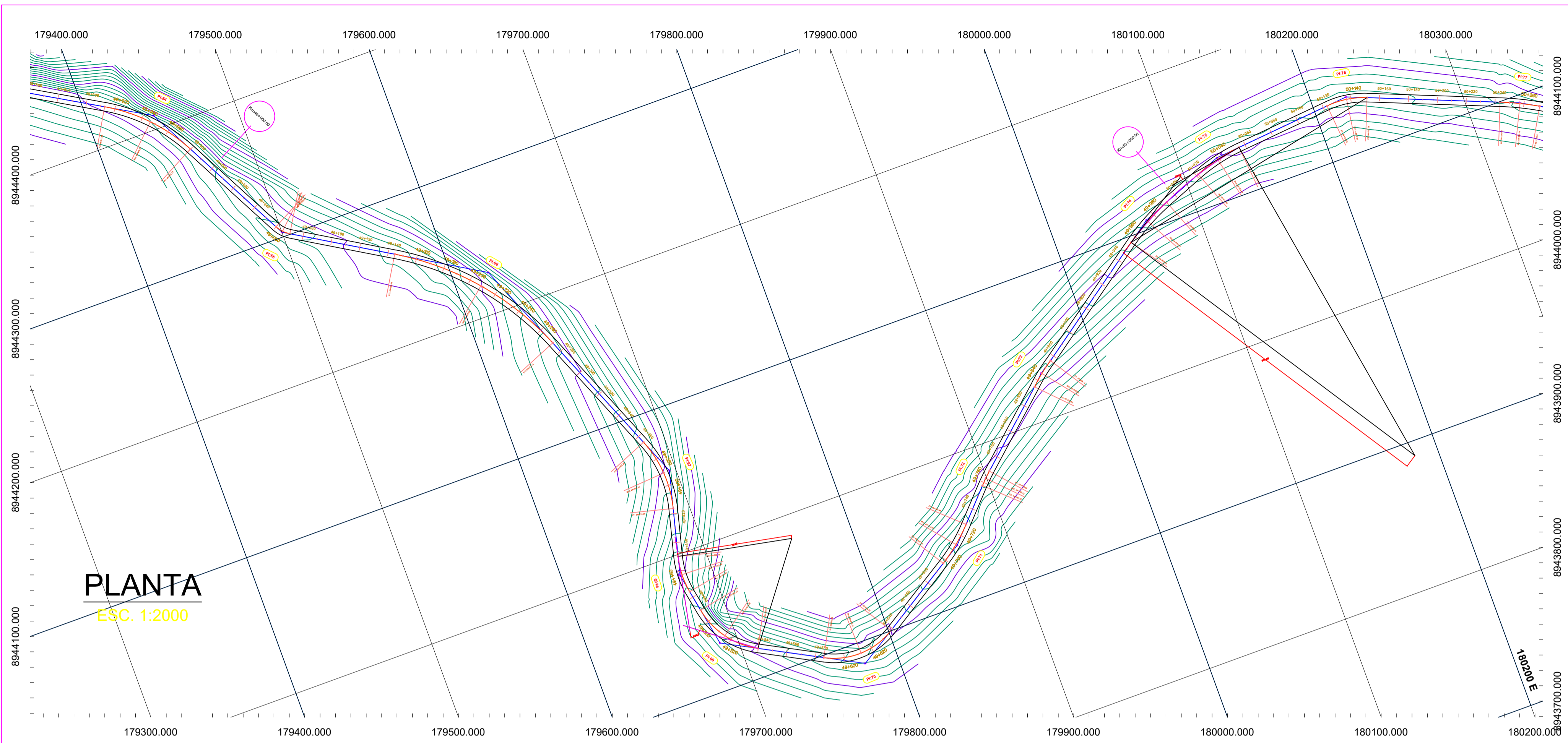
PIV	ALTA	BAJA	PROG.	ELEV.	K	LCV
PI66	N87° 10' 22"E	36°38'57"	100.00	33.12	63.96	62.88
PI67	N89° 23' 01"E	32°13'39"	120.00	34.67	67.50	66.61
PI68	N78° 50' 12"E	11°08'01"	120.00	11.70	23.32	23.28
PI69	N81° 13' 52"E	6°20'41"	120.00	6.65	13.29	13.28
PI68	N84° 39' 31"E	13°11'59"	80.00	9.26	18.43	18.39

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NUMERO DE CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	
PI61	S74° 10' 23"E	29°08'12"	120.00	31.19	61.02	60.37	3.99	3.86	48+256.49	48+225.30	48+286.33	8944747.28	
PI62	S65° 09' 31"E	10°56'49"	200.51	19.21	38.31	38.25	0.92	0.91	48+724.30	48+705.09	48+743.40	8944509.90	
PI63	S65° 09' 42"E	11°04'05"	97.81	9.49	18.91	18.88	0.46	0.46	48+794.40	48+784.91	48+803.82	8944486.57	
PI64	S43° 45' 10"E	31°58'55"	120.00	34.39	66.98	66.12	4.83	4.64	48+947.19	48+912.80	48+979.78	8944409.54	
PI66	S43° 21' 33"E	31°11'42"	20.00	5.58	10.89	10.76	0.76	0.74	49+065.45	49+059.87	49+070.76	8944303.29	
PI66	S40° 41' 38"E	38°29'20"	200.19	65.99	127.49	125.35	10.60	10.06	49+210.63	49+144.64	49+272.14	8944228.27	
PI67	S4° 07' 47"E	38°38'10"	80.00	26.48	51.11	50.24	4.26	4.05	49+391.74	49+365.29	49+416.39	8944056.72	
PI68	S1° 48' 07"W	24°44'21"	80.00	13.16	25.91	25.71	1.43	1.39	49+462.86	49+449.71	49+475.61	8943986.00	
PI69	S36° 16' 39"E	51°25'12"	55.00	26.48	49.36	47.72	6.04	5.44	49+516.88	49+490.40	49+539.76	8943932.50	
PI70	N87° 55' 57"E	59°59'30"	50.13	28.94	52.49	50.12	7.75	6.71	49+614.80	49+585.86	49+638.35	8943884.86	
PI71	N50° 23' 30"E	14°55'18"	120.00	15.71	31.25	31.16	1.02	1.02	49+712.91	49+697.20	49+728.45	8943939.89	
PI72	N45° 34' 24"E	5°17'06"	120.00	5.54	11.07	11.06	0.13	0.13	49+763.15	49+757.62	49+768.69	8943976.81	
PI73	N51° 15' 25"E	11°00'26"	110.63	10.66	21.25	21.22	0.51	0.51	49+845.55	49+834.89	49+856.14	8944032.05	
PI74	N61° 23' 06"E	14°10'27"	150.00	18.65	37.11	37.01	1.15	1.15	49+973.87	49+955.22	49+992.33	8944106.59	
PI76	N76° 36' 45"E	16°16'49"	120.00	17.16	34.10	33.98	1.22	1.21	50+038.60	50+021.43	50+055.53	8944130.42	
PI76	S81° 38' 53"E	27°11'56"	60.00	14.51	28.48	28.22	1.73	1.68	50+137.39	50+122.88	50+151.36	8944139.47	
PI77	S64° 05' 53"E	8°06'32"	194.88	13.81	27.58	27.56	0.49	0.49	50+257.26	50+243.45	50+271.03	8944094.48	
PI78	S66° 14' 34"E	12°01'26"	202.76	21.35	42.55	42.47	1.12	1.12	50+396.69	50+375.54	50+418.09	8944024.96	



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500

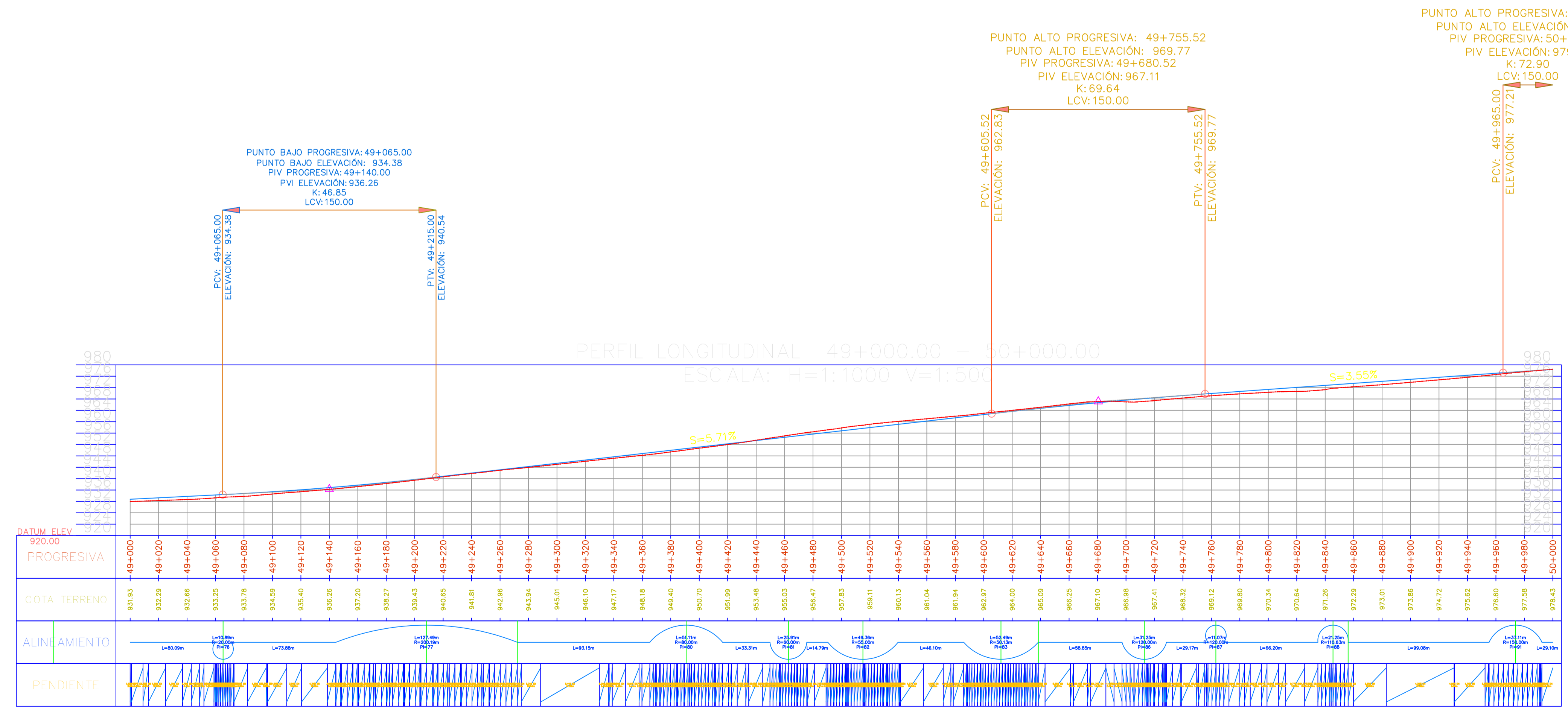
LEYENDA	
EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001



PLANTA
ESC. 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

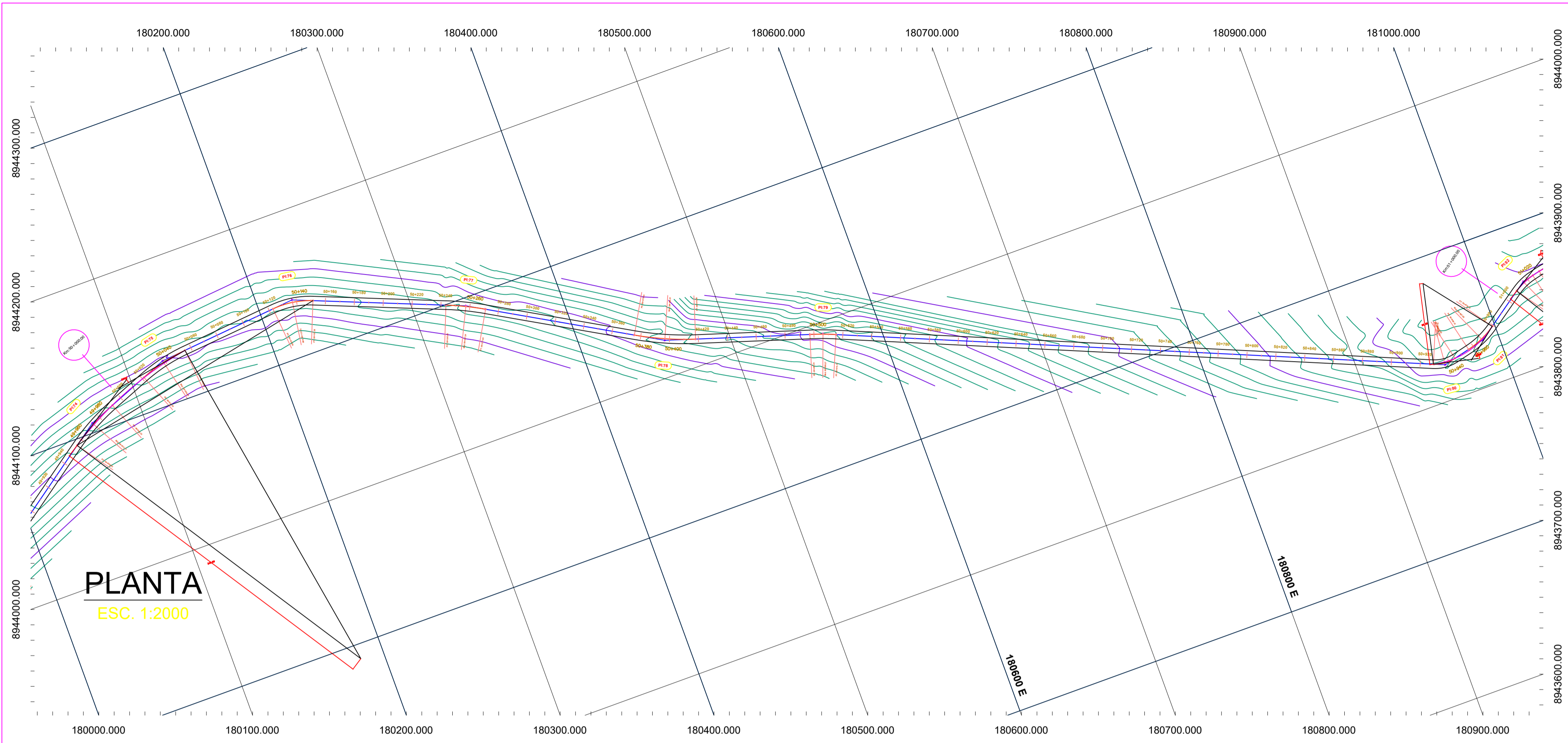
PIV (m)	DIRECCION	ALTA	RADIO	T	L	MC	E	MA	MS	RS	PI	PI NORTE	PI ESTE
PI#1	S74° 10' 23"E	29°08'12"	120.00	31.19	61.02	60.37	3.99	3.86	48+256.49	48+225.30	48+286.33	8944747.28	179841.22
PI#2	S65° 05' 31"E	10°56'49"	200.51	19.21	38.31	38.25	0.92	0.91	48+724.30	48+705.09	48+743.40	8944509.90	179245.90
PI#3	S65° 09' 42"E	11°04'05"	97.91	9.49	18.91	18.88	0.46	0.46	48+794.40	48+784.91	48+803.82	8944486.57	179312.12
PI#4	S43° 45' 10"E	31°58'55"	120.00	34.39	66.98	66.12	4.83	4.64	48+947.19	48+912.60	48+979.78	8944409.54	179444.14
PI#5	S43° 21' 33"E	31°11'42"	20.00	5.58	10.89	10.76	0.76	0.74	49+055.45	49+059.87	49+070.76	8944303.29	179500.06
PI#6	S40° 41' 38"E	36°29'20"	200.19	65.99	127.49	125.35	10.60	10.06	49+210.63	49+144.64	49+272.14	8944228.27	179624.68
PI#7	S4° 07' 47"E	36°36'10"	80.00	26.48	51.11	50.24	4.26	4.05	49+391.74	49+365.29	49+416.39	8944056.72	179695.52
PI#8	S1° 48' 07"W	24°44'21"	60.00	13.16	25.91	25.71	1.43	1.39	49+462.86	49+449.71	49+475.61	8943986.00	179677.66
PI#9	S36° 16' 39"E	51°25'12"	55.00	26.48	49.36	47.72	6.04	5.44	49+516.88	49+490.40	49+539.76	8943932.50	179687.64
PI#10	N87° 55' 57"E	59°59'30"	50.13	28.94	52.49	50.12	7.75	6.71	49+614.80	49+585.88	49+638.35	8943884.86	179777.29
PI#11	N50° 23' 30"E	14°55'18"	120.00	15.71	31.25	31.16	1.02	1.02	49+712.91	49+697.20	49+728.45	8943839.89	179864.95
PI#12	N45° 34' 24"E	51°7'08"	120.00	5.54	11.07	11.06	0.13	0.13	49+763.15	49+757.62	49+768.68	8943976.81	179899.29
PI#13	N51° 15' 25"E	11°00'28"	110.63	10.68	21.25	21.22	0.51	0.51	49+845.55	49+834.89	49+856.14	8944032.05	179960.42
PI#14	N61° 23' 06"E	14°10'27"	150.00	18.65	37.11	37.01	1.15	1.15	49+973.87	49+955.22	49+992.33	8944106.59	180064.94
PI#15	N78° 36' 45"E	16°16'49"	120.00	17.18	34.10	33.98	1.22	1.21	50+038.60	50+021.43	50+055.53	8944130.42	180125.32
PI#16	S81° 38' 53"E	27°11'58"	60.00	14.51	28.48	28.22	1.73	1.68	50+137.39	50+122.88	50+151.36	8944139.47	180223.94
PI#17	S64° 05' 53"E	8°06'32"	194.88	13.81	27.58	27.56	0.49	0.49	50+257.26	50+243.45	50+271.03	8944094.48	180335.63
PI#18	S66° 14' 34"E	12°01'26"	202.76	21.35	42.55	42.47	1.12	1.12	50+396.89	50+375.54	50+418.09	8944024.96	180456.78
PI#19	S69° 44' 55"E	5°44'03"	180.85	9.05	18.08	18.07	0.23	0.23	50+506.28	50+497.23	50+515.31	8943991.74	180561.16
PI#20	S85° 15' 11"E	36°11'16"	25.00	8.17	15.79	15.53	1.30	1.24	50+937.31	50+929.14	50+944.93	8943824.37	180958.39
PI#21	N65° 40' 24"E	21°57'35"	60.00	11.64	23.00	22.86	1.12	1.10	50+967.79	50+956.15	50+979.15	8943831.54	180988.58
PI#22	N65° 51' 02"E	22°16'52"	40.00	7.89	15.58	15.48	0.77	0.76	51+016.79	51+008.90	51+024.48	8943860.02	181028.80
PI#23	S79° 25' 29"E	47°08'07"	50.00	21.81	41.13	39.98	4.55	4.17	51+051.63	51+029.82	51+070.95	8943867.90	181062.94



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500

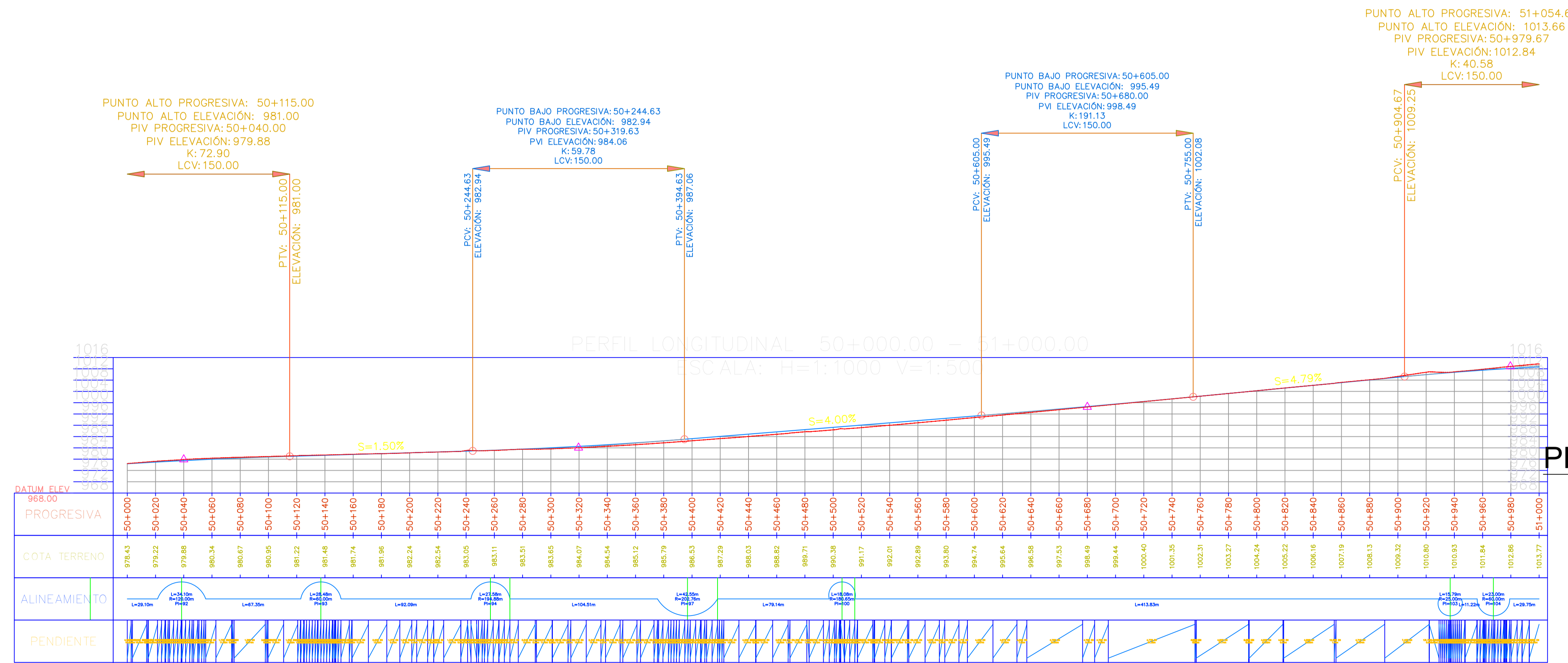
LEYENDA

EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001



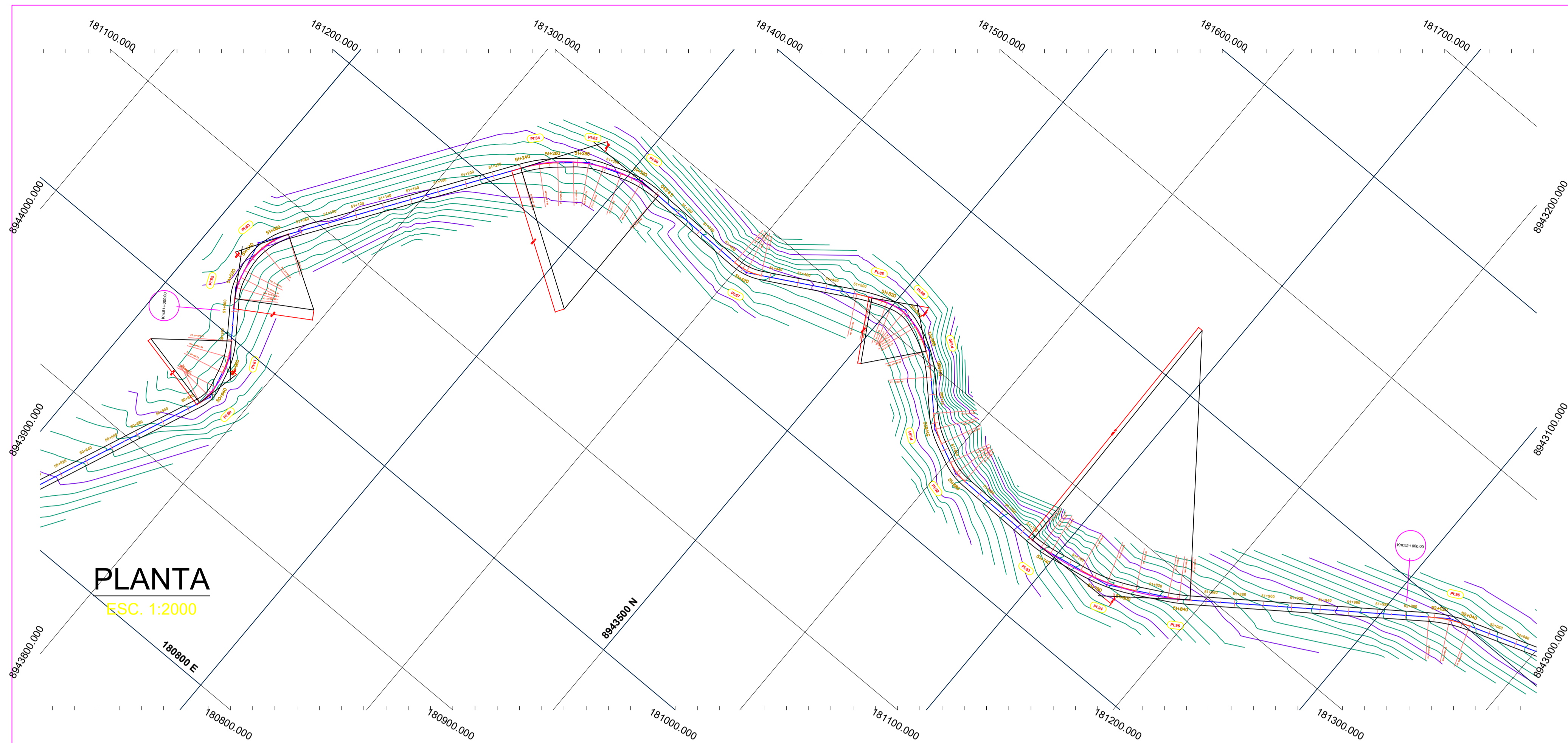
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

NOMBRE	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	
PI-61	S74° 10' 23"E	29°08'12"	120,00	31,19	81,02	60,37	3,99	3,86	48+256,49	48+225,30	48+286,33	8944747,28	178841,22
PI-62	S65° 05' 31"E	10°56'49"	200,51	19,21	38,31	38,25	0,92	0,91	48+724,30	48+705,09	48+743,40	8944509,90	179245,90
PI-63	S65° 09' 42"E	11°04'05"	97,91	9,49	18,91	18,88	0,46	0,46	49+794,40	49+784,91	49+803,82	8944486,57	179312,12
PI-64	S43° 45' 10"E	31°58'55"	120,00	34,39	66,98	65,12	4,83	4,64	49+947,19	49+912,80	49+978,78	8944409,54	179444,14
PI-65	S43° 21' 33"E	31°11'42"	30,00	5,58	10,89	10,76	0,76	0,74	49+065,45	49+059,87	49+070,76	8944303,29	179500,06
PI-66	S40° 41' 38"E	36°29'20"	200,19	65,98	127,49	125,35	10,60	10,06	49+210,63	49+144,64	49+272,14	8944228,27	179624,68
PI-67	S4° 07' 47"E	39°36'10"	80,00	26,46	51,11	50,24	4,26	4,05	49+391,74	49+365,29	49+416,39	8944056,72	179695,52
PI-68	S1° 48' 07"W	24°44'21"	60,00	13,16	25,91	25,71	1,43	1,39	49+462,86	49+449,71	49+475,61	8943986,00	179747,66
PI-69	S36° 16' 39"E	51°25'12"	35,00	26,48	49,36	47,72	6,04	5,44	49+516,88	49+490,40	49+539,76	8943932,50	179687,64
PI-70	N87° 55' 57"E	59°59'30"	50,13	28,94	52,49	50,12	7,75	6,71	49+614,80	49+585,86	49+638,35	8943884,86	179777,29
PI-71	N59° 23' 30"E	14°55'18"	120,00	15,71	31,25	31,16	1,02	1,02	49+712,91	49+697,20	49+728,45	8943939,89	179864,95
PI-72	N45° 34' 24"E	51°7'06"	120,00	5,54	11,07	11,06	0,13	0,13	49+763,15	49+757,62	49+768,68	8943976,81	179899,29
PI-73	N51° 15' 25"E	11°00'26"	110,63	10,66	21,25	21,22	0,51	0,51	49+845,55	49+834,89	49+856,14	8944032,05	179960,42
PI-74	N61° 23' 06"E	14°10'27"	150,00	18,65	37,11	37,01	1,15	1,15	49+973,87	49+955,22	49+992,33	8944106,59	180064,84
PI-75	N78° 36' 45"E	16°16'49"	120,00	17,16	34,10	33,98	1,22	1,21	50+036,80	50+021,43	50+055,53	8944130,42	180125,32
PI-76	S81° 38' 53"E	27°11'56"	60,00	14,51	28,48	28,22	1,73	1,68	50+137,38	50+122,88	50+151,36	8944139,47	180223,94
PI-77	S64° 05' 53"E	8°06'32"	194,88	13,81	27,58	27,56	0,49	0,49	50+257,26	50+243,45	50+271,03	8944094,48	180335,63
PI-78	S68° 14' 34"E	12°01'26"	202,76	21,35	42,55	42,47	1,12	1,12	50+396,89	50+375,54	50+418,08	8944024,96	180456,78
PI-79	S69° 44' 58"E	5°44'03"	180,65	9,05	18,08	18,07	0,23	0,23	50+506,28	50+497,23	50+515,31	8943991,74	180561,16
PI-80	S85° 15' 11"E	36°11'16"	25,00	8,17	15,79	15,53	1,30	1,24	50+637,31	50+629,14	50+644,93	8943824,37	180658,39
PI-81	N65° 40' 24"E	21°57'35"	60,00	11,64	23,00	22,86	1,12	1,10	50+967,79	50+956,15	50+979,15	8943831,54	180988,58
PI-82	N65° 51' 02"E	22°18'52"	40,00	7,89	15,58	15,48	0,77	0,76	51+016,79	51+024,48	51+024,48	8943860,02	181028,80
PI-83	S79° 25' 29"E	47°08'07"	50,00	21,81	41,13	39,99	4,55	4,17	51+051,63	51+029,82	51+070,95	8943867,90	181062,94
PI-84	S48° 20' 48"E	15°01'14"	100,00	13,18	26,22	26,14	0,87	0,86	51+253,13	51+238,95	51+266,16	8943753,41	181231,77

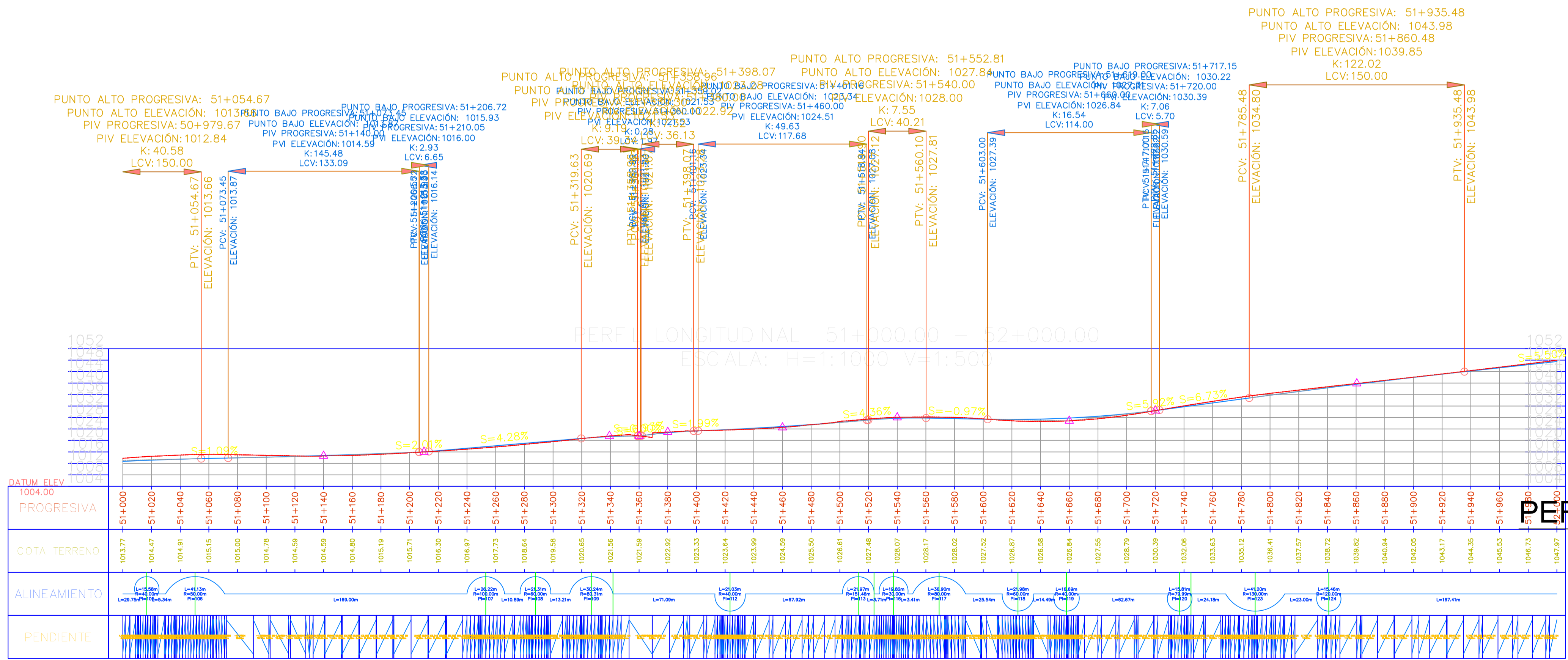


LEYENDA

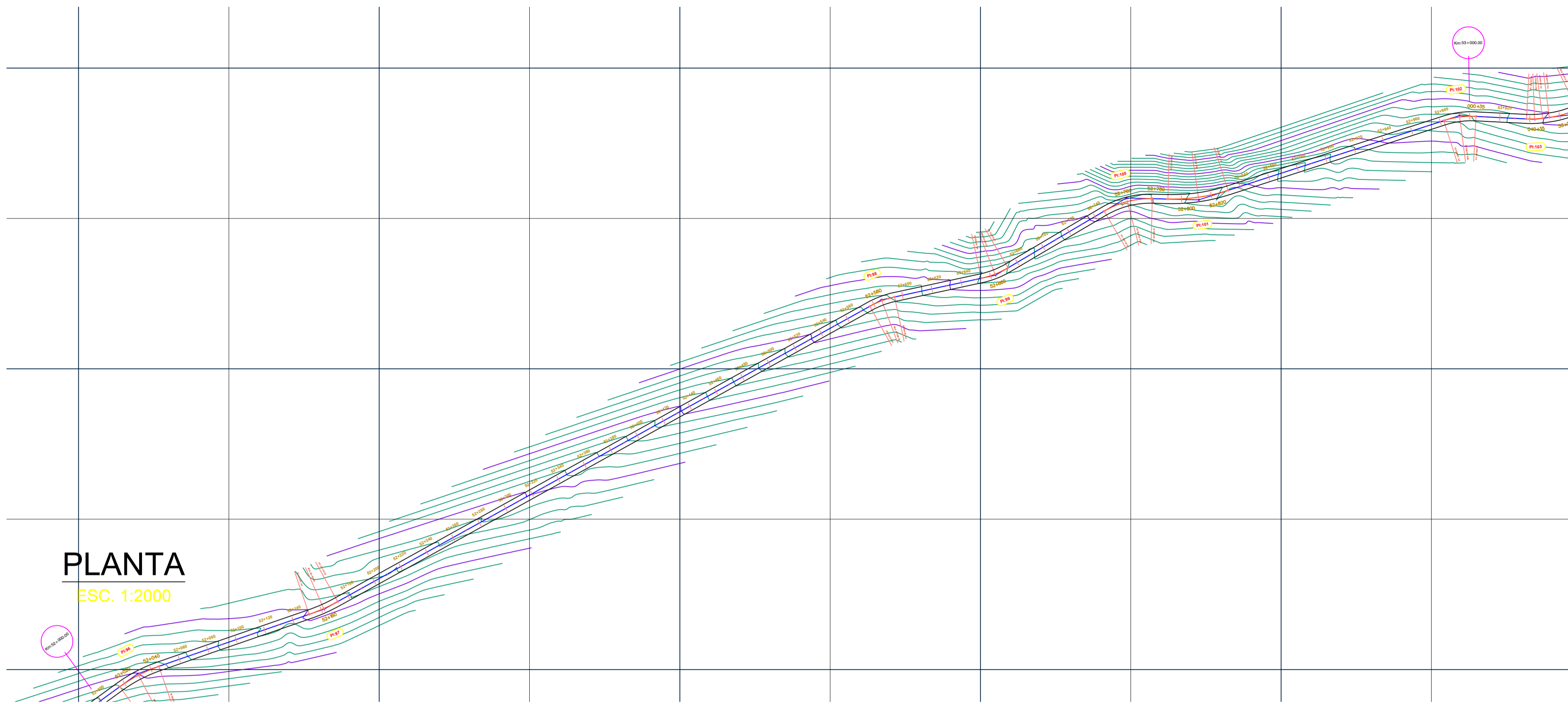
EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊞
VIVIENDAS	⊞
No. DE CURVA	⊙



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	L	E	M	PC	PT	PI	PIV	PIV ELEV.	PIV ELEV.	PIV ELEV.
PI-01	S74° 10' 23"E	29°08'12"	120.00	31.19	61.02	60.37	3.99	3.86	48+256.49	48+225.30	48+286.33	8944747.28	178841.22
PI-02	S65° 05' 31"E	10°56'49"	200.51	19.21	36.31	38.25	0.92	0.91	48+724.30	48+705.09	48+743.40	8944509.90	179245.90
PI-03	S60° 09' 42"E	11°04'05"	97.91	0.49	18.91	18.89	0.46	0.46	48+794.40	48+784.91	48+803.82	8944486.57	179312.12
PI-04	S43° 45' 10"E	31°58'55"	120.00	34.39	66.98	66.12	4.83	4.64	48+947.19	48+912.80	48+979.78	8944409.54	179444.14
PI-05	S43° 21' 33"E	31°11'42"	20.00	5.58	10.89	10.76	0.76	0.74	49+065.45	49+059.87	49+070.76	8944303.29	179500.06
PI-06	S40° 41' 36"E	36°29'20"	200.19	65.99	127.49	125.35	10.60	10.06	49+210.63	49+144.64	49+272.14	8944226.27	179624.68
PI-07	S4° 07' 47"E	36°38'10"	80.00	26.46	51.11	50.24	4.26	4.05	49+391.74	49+365.29	49+416.39	8944056.72	179695.52
PI-08	S1° 48' 07"W	24°44'21"	60.00	13.16	25.91	25.71	1.43	1.39	49+462.86	49+449.71	49+475.61	8943986.00	179677.66
PI-09	S36° 16' 39"E	51°25'12"	55.00	26.48	49.36	47.72	6.04	5.44	49+516.88	49+490.40	49+539.76	8943932.50	179687.64
PI-10	N67° 55' 57"E	59°59'30"	50.13	28.94	52.49	50.12	7.75	6.71	49+614.80	49+585.96	49+638.35	8943884.86	179777.29
PI-11	N60° 23' 30"E	14°55'18"	120.00	15.71	31.25	31.16	1.02	1.02	49+712.91	49+697.20	49+726.45	8943939.89	179864.95
PI-12	N45° 34' 24"E	57°06"'	120.00	5.54	11.07	11.06	0.13	0.13	49+763.15	49+757.62	49+768.68	8943976.81	179899.29
PI-13	N51° 15' 25"E	11°02'26"	110.63	10.66	21.25	21.22	0.51	0.51	49+845.55	49+834.89	49+856.14	8944032.05	179960.42
PI-14	N61° 23' 06"E	14°10'27"	150.00	18.65	37.11	37.01	1.15	1.15	49+973.87	49+955.22	49+992.33	8944106.59	180094.94
PI-15	N76° 36' 45"E	16°18'49"	120.00	17.16	34.10	33.98	1.22	1.21	50+038.60	50+021.43	50+055.53	8944130.42	180125.32
PI-16	S81° 38' 53"E	27°11'56"	80.00	14.51	28.48	28.22	1.73	1.68	50+137.39	50+122.88	50+151.36	8944139.47	180223.94
PI-17	S64° 05' 53"E	8°06'32"	194.88	13.81	27.58	27.56	0.49	0.49	50+257.26	50+243.45	50+271.03	8944094.48	180335.63
PI-18	S66° 14' 34"E	12°01'26"	202.76	21.35	42.55	42.47	1.12	1.12	50+396.89	50+375.54	50+418.09	8944024.96	180456.78
PI-19	S69° 44' 05"E	5°44'03"	180.65	6.05	18.08	18.07	0.23	0.23	50+506.28	50+497.23	50+515.31	8943991.74	180561.16
PI-20	S85° 15' 11"E	36°11'16"	25.00	8.17	15.79	15.53	1.30	1.24	50+937.31	50+929.14	50+944.93	8943924.37	180658.39
PI-21	N65° 40' 24"E	21°57'36"	60.00	11.64	23.00	22.86	1.12	1.10	50+967.79	50+956.15	50+979.15	8943831.54	180698.58
PI-22	N68° 51' 02"E	22°18'52"	40.00	7.89	15.58	15.48	0.77	0.76	51+016.79	51+008.90	51+024.48	8943860.02	180728.80
PI-23	S79° 25' 29"E	47°08'07"	50.00	21.81	41.13	39.98	4.55	4.17	51+051.63	51+029.82	51+070.95	8943867.90	180782.94
PI-24	S48° 20' 48"E	15°01'14"	100.00	13.18	26.22	26.14	0.87	0.86	51+253.13	51+239.95	51+266.16	8943753.41	180821.77
PI-25	S30° 39' 40"E	20°21'02"	60.00	10.77	21.31	21.20	0.96	0.94	51+287.82	51+277.05	51+298.36	8943727.04	180924.56
PI-26	S9° 39' 24"E	21°34'32"	60.31	15.30	30.24	30.06	1.44	1.42	51+326.88	51+311.58	51+341.82	8943690.24	181028.29
PI-27	S13° 55' 31"E	30°07'45"	40.00	10.77	21.03	20.79	1.42	1.37	51+423.67	51+412.91	51+433.94	8943593.10	181066.32
PI-28	S23° 42' 30"E	8°16'44"	151.46	11.01	21.97	21.95	0.40	0.40	51+512.87	51+501.86	51+523.83	8943514.53	181309.55
PI-29	S0° 28' 15"W	37°51'43"	30.00	10.29	19.82	19.47	1.72	1.62	51+537.83	51+527.54	51+547.37	8943490.87	181317.67
PI-30	S32° 36' 50"W	26°28'27"	80.00	16.78	36.90	36.57	2.18	2.12	51+589.56	51+550.78	51+587.68	8943460.24	181306.88

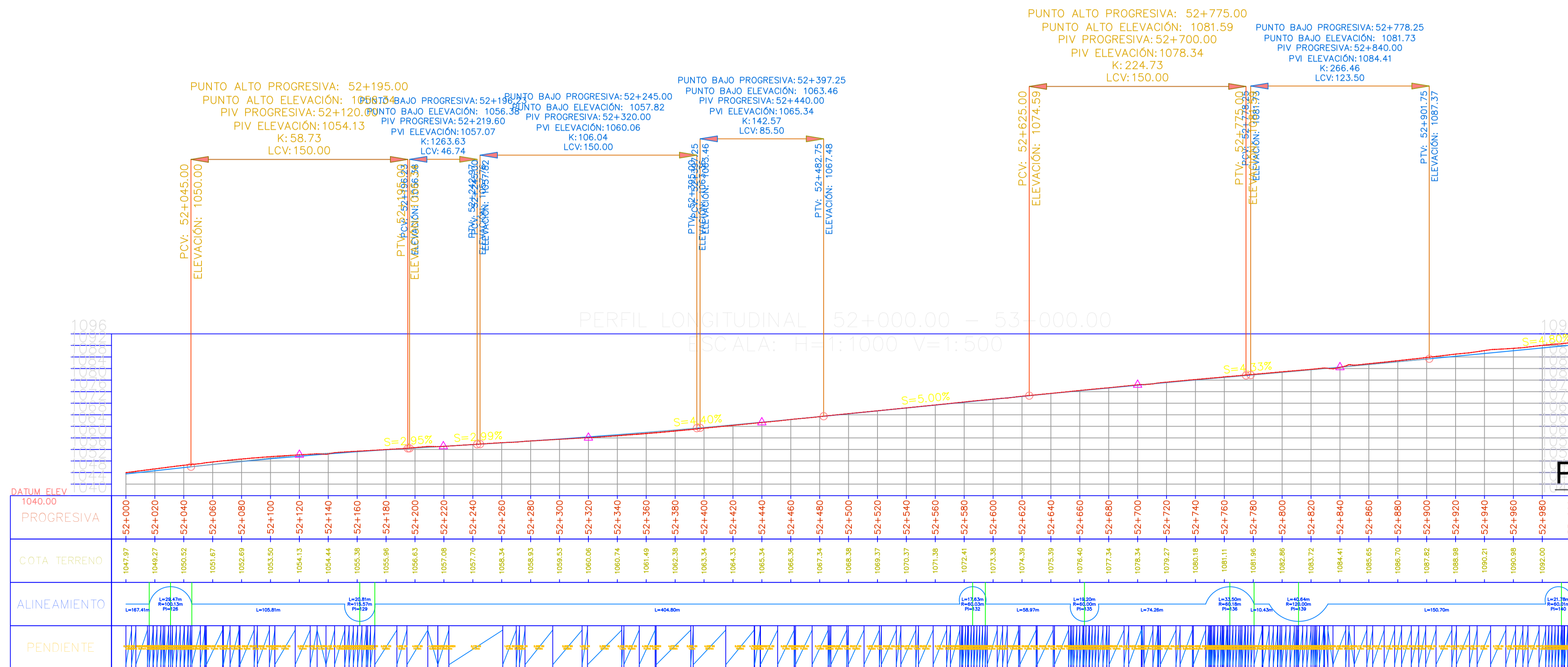


LEYENDA	
EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSIÓN	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001



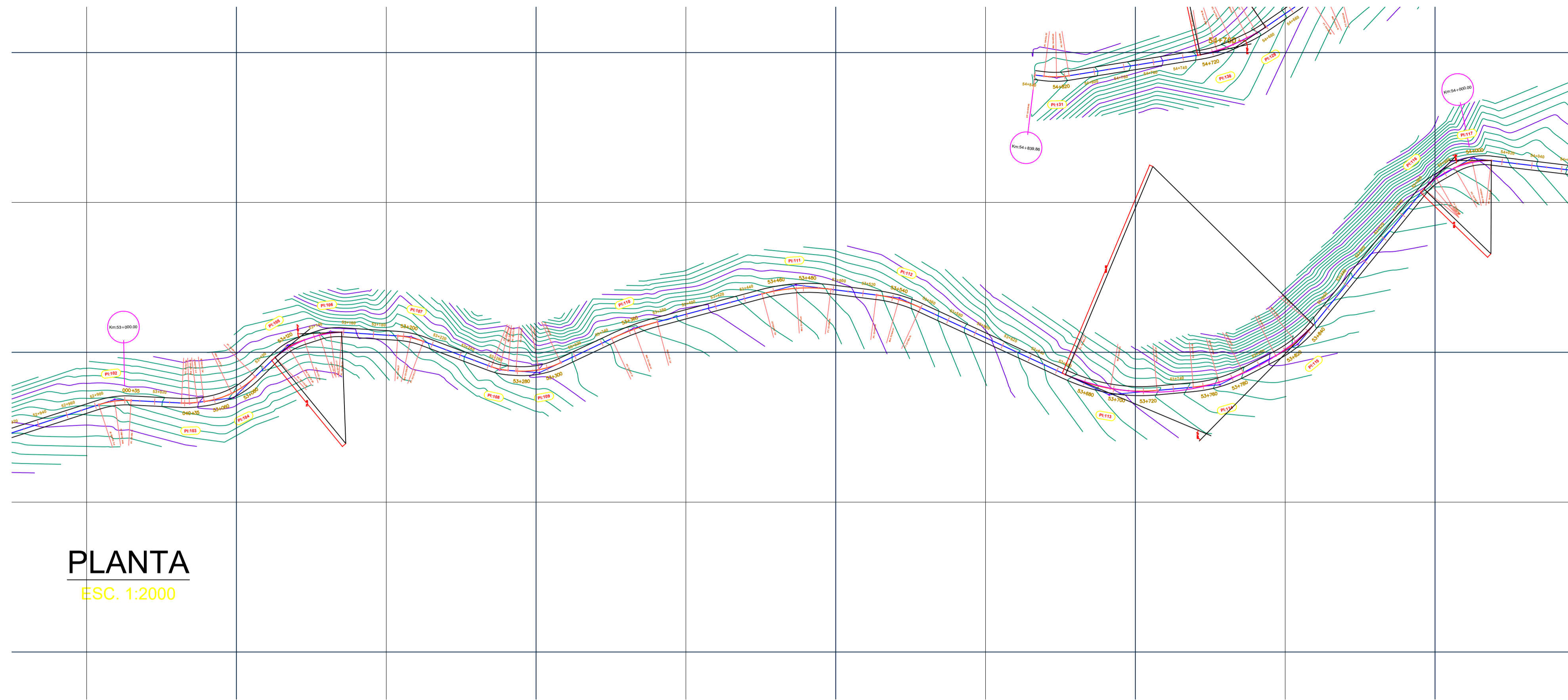
PLANTA
ESC. 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NUMERO	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI81	S35° 19' 45" W	20° 59' 38"	60.00	11.12	21.98	21.86	1.02	1.00	51+624.33	51+613.22	51+635.20	8943421.60	181267.12
PI82	S12° 52' 46" W	23° 54' 20"	40.00	8.47	16.69	16.57	0.89	0.87	51+658.16	51+649.69	51+666.38	8943390.68	181252.81
PI83	S4° 44' 01" E	11° 19' 18"	79.99	7.93	15.81	15.78	0.39	0.39	51+736.97	51+729.04	51+744.85	8943311.63	181251.53
PI84	S19° 28' 24" E	18° 09' 31"	130.00	20.77	41.20	41.03	1.65	1.63	51+789.81	51+769.03	51+810.23	8943259.61	181261.07
PI85	S32° 16' 43" E	7° 22' 59"	120.00	7.74	15.46	15.45	0.25	0.25	51+840.97	51+833.23	51+848.70	8943214.36	181285.70
PI86	S27° 31' 36" E	16° 51' 56"	100.13	14.84	29.47	29.37	1.09	1.08	52+030.95	52+016.11	52+045.58	8943080.59	181397.29
PI87	S24° 03' 01" E	10° 18' 59"	115.57	10.43	20.81	20.78	0.47	0.47	52+161.83	52+151.39	52+172.20	8942936.70	181440.12
PI88	S20° 35' 51" E	16° 49' 54"	60.03	8.88	17.63	17.57	0.65	0.65	52+585.89	52+577.01	52+594.64	8942585.83	181645.68
PI89	S21° 20' 39" E	18° 19' 59"	60.00	9.68	19.20	19.12	0.78	0.77	52+663.30	52+653.62	52+672.81	8942490.04	181662.24
PI100	S14° 30' 49" E	31° 53' 45"	60.18	17.20	33.50	33.07	2.41	2.32	52+764.27	52+747.07	52+780.57	8942402.90	181713.57
PI101	S8° 13' 10" E	19° 24' 21"	120.00	20.52	40.64	40.45	1.74	1.72	52+811.52	52+791.00	52+831.65	8942354.77	181712.34
PI102	S7° 31' 24" E	20° 47' 44"	60.01	11.01	21.78	21.66	1.00	0.99	52+993.36	52+982.35	53+004.13	8942181.38	181768.42
PI103	S2° 13' 08" E	10° 11' 16"	60.00	5.35	10.67	10.63	0.24	0.24	53+043.19	53+037.84	53+048.51	8942131.37	181765.91
PI104	S25° 45' 08" E	36° 53' 01"	59.99	20.01	38.62	37.96	3.25	3.08	53+073.00	53+053.00	53+091.62	8942101.77	181769.70
PI105	S31° 03' 27" E	26° 16' 12"	50.00	11.67	22.92	22.72	1.34	1.31	53+121.75	53+110.08	53+133.01	8942065.82	181804.66
PI106	S7° 07' 05" E	21° 35' 54"	40.02	7.63	15.09	15.00	0.72	0.71	53+151.27	53+143.63	53+158.72	8942037.35	181813.86
PI107	S12° 04' 54" W	16° 48' 30"	59.94	8.86	17.58	17.52	0.65	0.64	53+205.06	53+196.21	53+213.79	8941983.48	181810.39
PI108	S12° 19' 03" W	16° 19' 08"	40.00	5.74	11.39	11.35	0.41	0.40	53+267.99	53+262.25	53+273.65	8941924.42	181788.34
PI109	S10° 32' 09" E	29° 28' 16"	59.90	15.74	30.78	30.44	2.03	1.97	53+294.65	53+278.92	53+309.69	8941897.74	181786.39
PI110	S20° 09' 46" E	10° 16' 01"	180.00	16.17	32.25	32.21	0.72	0.72	53+363.48	53+347.31	53+379.59	8941834.86	181816.03
PI111	S3° 52' 39" E	22° 10' 14"	120.00	23.51	46.43	46.14	2.28	2.24	53+475.54	53+452.02	53+498.46	8941726.52	181844.98
PI112	S15° 59' 32" W	17° 23' 36"	101.00	15.45	30.66	30.54	1.17	1.16	53+544.53	53+529.08	53+559.74	8941657.49	181836.23



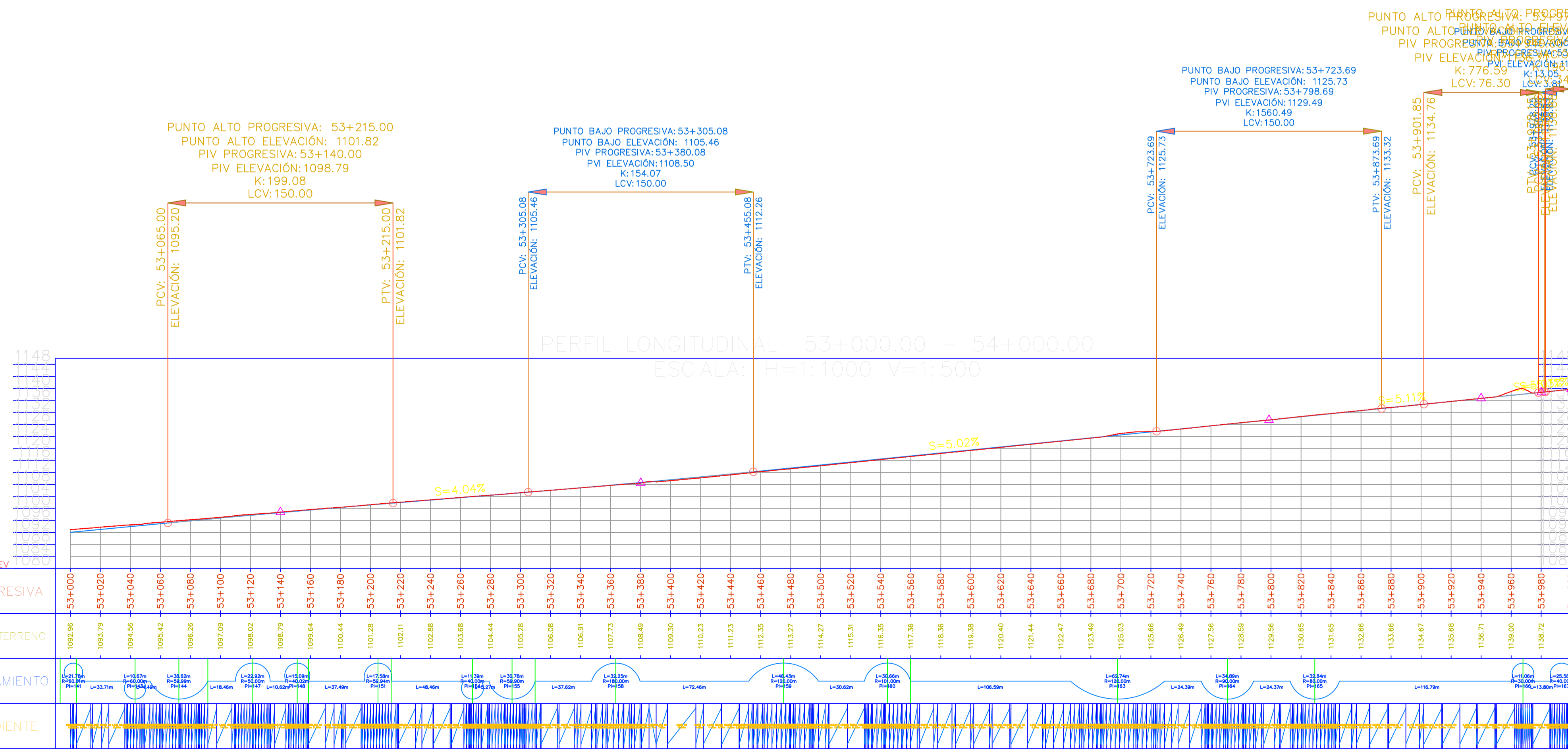
LEYENDA	
EJE	—
BORDES	— —
QUEBRADAS	— · —
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSIÓN	⊞
VIVIENDAS	⊞
No. DE CURVA	001

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500



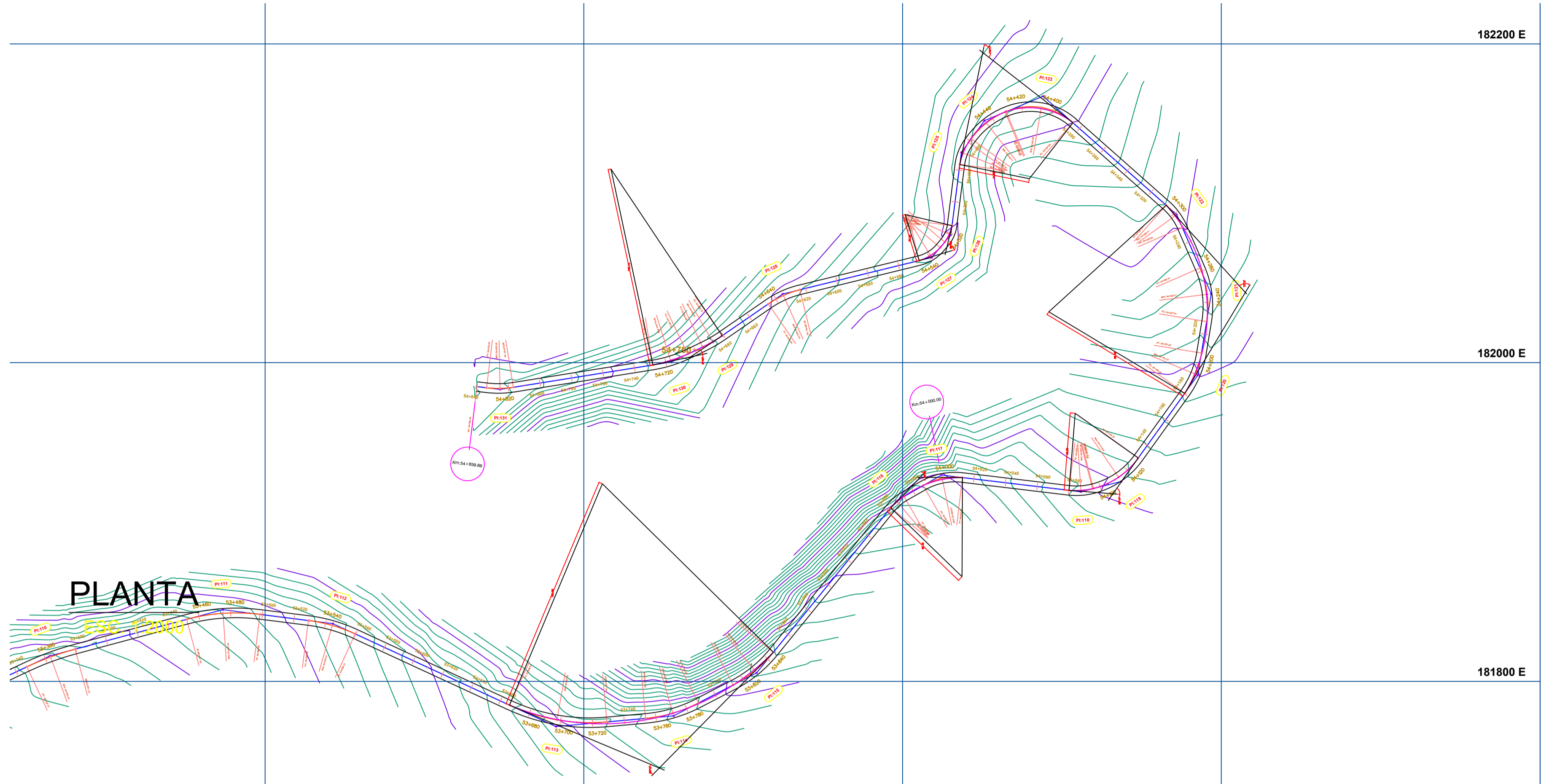
PLANTA
ESC. 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PH91	S35° 19' 45" W	20° 59' 38"	80.00	11.12	21.98	21.86	1.02	1.00	51+624.33	51+613.22	51+635.20	8943421.60	181267.12
PH92	S12° 52' 46" W	23° 54' 20"	40.00	8.47	16.69	16.57	0.89	0.87	51+658.16	51+649.69	51+666.38	8943390.88	181252.81
PH93	S4° 44' 01" E	11° 19' 18"	79.99	7.93	15.81	15.78	0.39	0.39	51+736.97	51+729.04	51+744.85	8943311.63	181251.53
PH94	S19° 28' 24" E	18° 09' 31"	130.00	20.77	41.20	41.03	1.65	1.63	51+789.81	51+769.03	51+810.23	8943259.61	181261.07
PH96	S32° 16' 43" E	7° 22' 59"	120.00	7.74	15.46	15.45	0.25	0.25	51+840.97	51+833.23	51+848.70	8943214.36	181285.70
PH96	S27° 31' 36" E	16° 51' 56"	100.13	14.84	29.47	29.37	1.09	1.08	52+030.95	52+016.11	52+045.58	8943060.59	181397.29
PH97	S24° 03' 01" E	10° 18' 59"	115.57	10.43	20.81	20.78	0.47	0.47	52+161.83	52+151.39	52+172.20	8942936.70	181440.12
PH98	S20° 35' 51" E	16° 48' 54"	60.03	8.88	17.63	17.57	0.65	0.65	52+585.89	52+577.01	52+594.64	8942565.83	181645.86
PH98	S21° 20' 39" E	18° 19' 59"	60.00	9.68	19.20	19.12	0.78	0.77	52+663.30	52+653.62	52+672.81	8942490.04	181662.24
PH100	S14° 30' 49" E	31° 53' 45"	60.18	17.20	33.90	33.07	2.41	2.32	52+764.27	52+747.07	52+780.57	8942402.90	181713.57
PH101	S8° 13' 10" E	19° 24' 21"	120.00	20.52	40.64	40.45	1.74	1.72	52+811.52	52+791.00	52+831.65	8942354.77	181712.34
PH102	S7° 31' 24" E	20° 47' 44"	60.01	11.01	21.78	21.66	1.00	0.99	52+993.39	52+982.35	53+004.13	8942181.38	181768.42
PH103	S2° 13' 06" E	10° 11' 16"	60.00	5.35	10.67	10.65	0.24	0.24	53+043.19	53+037.84	53+048.51	8942131.37	181765.91
PH104	S25° 45' 08" E	36° 53' 01"	59.99	20.01	38.62	37.96	3.25	3.08	53+073.00	53+053.00	53+091.62	8942101.77	181769.70
PH105	S31° 03' 27" E	26° 16' 12"	50.00	11.67	22.92	22.72	1.34	1.31	53+121.75	53+110.08	53+133.01	8942085.82	181804.66
PH106	S7° 07' 05" E	21° 35' 54"	40.02	7.63	15.09	15.00	0.72	0.71	53+151.27	53+143.63	53+158.72	8942037.35	181813.86
PH107	S12° 04' 54" W	16° 48' 30"	59.94	8.86	17.58	17.52	0.65	0.64	53+205.00	53+196.21	53+213.79	8941983.46	181810.39
PH108	S12° 19' 03" W	16° 19' 08"	40.00	5.74	11.39	11.35	0.41	0.40	53+267.99	53+262.25	53+273.65	8941924.42	181788.34
PH109	S10° 32' 09" E	28° 28' 16"	59.90	15.74	30.78	30.44	2.03	1.97	53+294.65	53+278.92	53+309.69	8941897.74	181786.39
PH110	S20° 05' 46" E	10° 16' 01"	180.00	16.17	32.25	32.21	0.72	0.72	53+363.48	53+347.31	53+379.56	8941834.86	181816.03
PH111	S3° 52' 39" E	22° 10' 14"	120.00	23.51	46.43	46.14	2.28	2.24	53+475.54	53+452.02	53+498.46	8941726.52	181844.98
PH112	S15° 59' 32" W	17° 23' 36"	101.00	15.45	30.66	30.54	1.17	1.16	53+544.53	53+529.08	53+559.74	8941657.49	181836.23
PH113	S9° 47' 55" W	29° 57' 22"	120.00	32.10	62.74	62.03	4.22	4.08	53+696.44	53+666.33	53+729.07	8941517.52	181771.65
PH114	S16° 17' 06" E	22° 12' 41"	90.00	17.67	34.89	34.67	1.72	1.69	53+771.13	53+753.46	53+788.35	8941443.66	181778.35
PH115	S39° 09' 05" E	23° 31' 17"	80.00	16.66	32.84	32.61	1.72	1.68	53+829.38	53+812.72	53+845.56	8941391.55	181805.35
PH116	S40° 20' 47" E	21° 07' 52"	30.00	5.60	11.06	11.00	0.52	0.51	53+967.95	53+962.35	53+973.42	8941303.88	181913.27
PH117	S11° 27' 46" E	36° 38' 11"	40.00	13.24	25.56	25.14	2.14	2.03	54+000.46	53+987.22	54+012.80	8941275.55	181929.48
PH118	S3° 46' 48" E	21° 16' 16"	40.00	7.51	14.85	14.76	0.70	0.69	54+087.66	54+080.15	54+095.00	8941188.07	181918.97



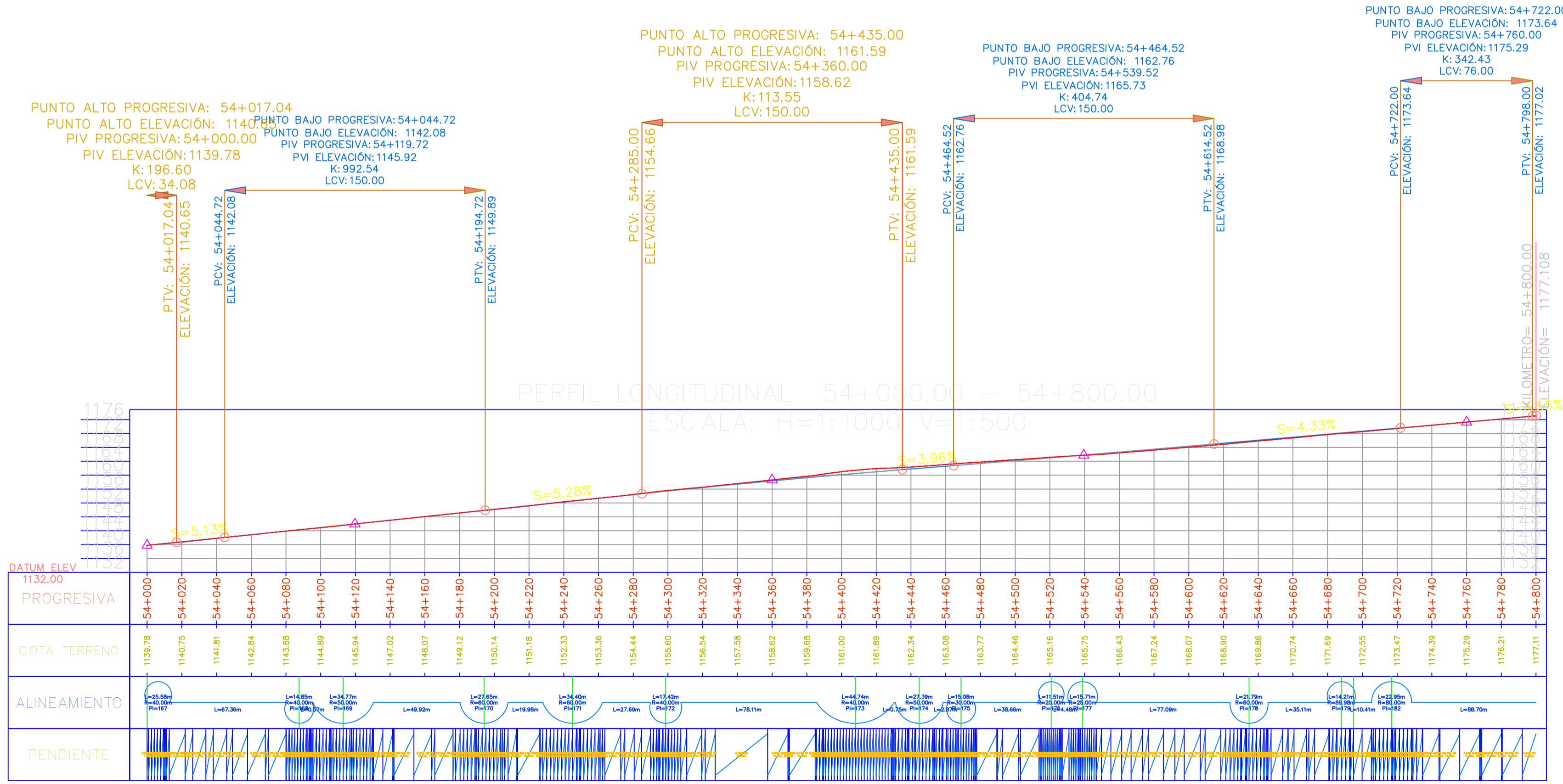
PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H=1:1000, V=1:500

LEYENDA	
EJE	—
BORDES	— — —
QUEBRADAS	— · — · —
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSIÓN	⊞
VIVIENDAS	⊞
No. DE CURVA	001



NUMERO DE	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI#1	S35° 19' 45"W	20°59'38"	60.00	11.12	21.98	21.86	1.02	1.00	51+624.33	51+613.22	51+635.20	8943481.60	181267.12
PI#2	S12° 52' 46"W	23°54'20"	40.00	8.47	16.69	16.57	0.89	0.87	51+649.69	51+649.69	51+649.69	8943390.68	181252.81
PI#3	S4° 44' 01"E	11°19'18"	79.99	7.93	15.81	15.78	0.39	0.39	51+736.97	51+729.04	51+744.85	8943311.63	181251.53
PI#4	S19° 28' 24"E	18°09'31"	130.00	20.77	41.20	41.03	1.65	1.63	51+789.81	51+769.03	51+810.23	8943259.61	181261.07
PI#5	S32° 16' 43"E	7°22'59"	120.00	7.74	15.46	15.45	0.25	0.25	51+840.97	51+833.23	51+848.70	8943214.36	181285.70
PI#6	S27° 31' 36"E	16°51'56"	100.13	14.84	29.47	29.37	1.09	1.08	52+030.95	52+016.11	52+045.58	8943060.59	181397.29
PI#7	S24° 03' 01"E	10°18'59"	115.57	10.43	20.81	20.78	0.47	0.47	52+161.83	52+151.39	52+172.20	8942936.70	181440.12
PI#8	S20° 35' 51"E	16°49'54"	60.03	8.88	17.63	17.57	0.65	0.65	52+585.89	52+577.01	52+594.64	8942585.83	181645.98
PI#9	S21° 20' 39"E	18°19'59"	60.00	9.68	19.20	19.12	0.78	0.77	52+663.30	52+653.62	52+672.81	8942490.04	181662.24
PI#10	S14° 30' 49"E	31°53'45"	60.18	17.20	33.50	33.07	2.41	2.32	52+764.27	52+747.07	52+780.57	8942402.90	181713.57
PI#11	S8° 13' 10"E	19°24'21"	120.00	20.52	40.64	40.45	1.74	1.72	52+811.52	52+791.00	52+831.65	8942354.77	181712.34
PI#12	S7° 31' 24"E	20°47'44"	60.01	11.01	21.78	21.66	1.00	0.99	52+993.36	52+982.35	53+004.13	8942181.38	181768.42
PI#13	S22° 13' 06"E	10°11'16"	60.00	5.35	10.67	10.65	0.24	0.24	53+043.19	53+037.84	53+048.51	8942131.37	181765.91
PI#14	S25° 45' 08"E	38°53'01"	59.99	20.01	38.62	37.96	3.25	3.08	53+073.00	53+053.00	53+091.62	8942101.77	181769.70
PI#15	S31° 03' 27"E	26°16'12"	50.00	11.67	22.92	22.72	1.34	1.31	53+121.75	53+110.08	53+133.01	8942065.82	181804.66
PI#16	S7° 07' 05"E	21°35'54"	40.02	7.63	15.09	15.00	0.72	0.71	53+151.27	53+143.63	53+158.72	8942037.35	181813.86
PI#17	S12° 04' 54"W	16°48'30"	59.94	8.86	17.58	17.52	0.65	0.64	53+205.06	53+196.21	53+213.79	8941983.48	181810.39
PI#18	S12° 19' 03"W	16°19'08"	40.00	5.74	11.39	11.35	0.41	0.40	53+267.99	53+262.25	53+273.65	8941924.42	181788.34
PI#19	S10° 32' 09"E	29°26'16"	59.90	15.74	30.79	30.44	2.03	1.97	53+294.65	53+278.92	53+309.69	8941897.74	181786.39
PI#20	S20° 05' 46"E	10°16'01"	180.00	16.17	32.25	32.21	0.72	0.72	53+363.48	53+347.31	53+379.56	8941834.86	181816.03
PI#21	S3° 52' 39"E	22°10'41"	120.00	23.51	46.43	46.14	2.28	2.24	53+475.54	53+452.02	53+498.46	8941726.52	181844.98
PI#22	S15° 59' 32"W	17°23'36"	101.00	15.45	30.66	30.54	1.17	1.16	53+544.53	53+529.08	53+559.74	8941657.49	181836.23
PI#23	S9° 47' 55"W	29°57'22"	120.00	32.10	62.74	62.03	4.22	4.08	53+698.44	53+666.33	53+729.07	8941517.52	181771.65
PI#24	S16° 19' 06"E	22°12'41"	90.00	17.67	34.89	34.67	1.72	1.69	53+771.13	53+753.46	53+788.35	8941443.66	181778.35
PI#25	S39° 09' 05"E	23°31'17"	80.00	16.66	32.84	32.61	1.72	1.68	53+829.38	53+812.72	53+846.50	8941391.55	181805.35
PI#26	S40° 20' 47"E	21°07'52"	30.00	5.60	11.06	11.00	0.52	0.51	53+967.95	53+962.35	53+973.42	8941303.88	181913.27
PI#27	S11° 27' 46"E	36°38'11"	40.00	13.24	25.59	25.14	2.14	2.03	54+000.46	53+987.22	54+012.80	8941275.55	181929.48
PI#28	S3° 46' 48"E	21°16'16"	40.00	7.51	14.85	14.76	0.70	0.69	54+087.66	54+080.15	54+095.00	8941188.07	181918.97
PI#29	S34° 20' 22"E	39°50'51"	50.00	18.12	34.77	34.08	3.18	2.99	54+113.70	54+095.58	54+130.35	8941162.69	181925.49
PI#30	S67° 28' 00"E	26°24'26"	60.00	14.08	27.65	27.41	1.63	1.59	54+194.35	54+180.27	54+207.93	8941114.72	181992.15

NUMERO DE	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI#31	N82° 54' 13"E	32°51'07"	60.00	17.69	34.40	33.93	2.55	2.45	54+245.59	54+227.91	54+263.31	8941106.34	182043.21
PI#32	N54° 00' 09"E	24°57'01"	40.00	8.85	17.42	17.28	0.97	0.94	54+298.85	54+290.00	54+307.41	8941127.98	182092.93
PI#33	N9° 28' 56"E	64°05'24"	40.00	25.04	44.74	42.45	7.19	6.09	54+410.56	54+385.52	54+430.28	8941211.82	182167.18
PI#34	N38° 15' 20"W	31°23'09"	50.00	14.05	27.39	27.05	1.94	1.86	54+445.06	54+431.02	54+458.41	8941248.61	182151.89
PI#35	N68° 20' 45"W	28°47'40"	30.00	7.70	15.08	14.92	0.97	0.94	54+468.97	54+461.27	54+476.35	8941263.10	182131.99
PI#36	N66° 15' 04"W	32°59'03"	20.00	5.92	11.51	11.36	0.86	0.82	54+520.93	54+515.01	54+526.52	8941269.70	182080.13
PI#37	N31° 45' 27"W	36°00'11"	25.00	8.12	15.71	15.45	1.29	1.22	54+539.13	54+531.01	54+546.72	8941281.67	182065.98
PI#38	N24° 09' 39"W	20°48'35"	60.00	11.02	21.79	21.67	1.00	0.99	54+634.82	54+623.80	54+645.60	8941375.14	182043.10
PI#39	N30° 02' 32"W	9°02'57"	89.98	7.12	14.21	14.20	0.28	0.28	54+687.82	54+680.70	54+694.92	8941418.99	182012.89
PI#40	N17° 17' 58"W	16°26'19"	80.00	11.56	22.95	22.87	0.83	0.82	54+716.88	54+705.32	54+728.27	8941445.23	182000.36
PI#41	N1° 02' 21"W	16°04'55"	60.00	8.48	16.84	16.79	0.60	0.59	54+825.45	54+816.98	54+833.82	8941552.61	181983.20



PERFIL LONGITUDINAL
 ESC. H=1:1000, V=1:500

EJE	—
BORDES	—
QUEBRADAS	—
BMS	⊕
PI	△
POSTE LUZ DE MADERA	⊙
POSTE DE ELECTRIC. MADERA	⊕
POSTE DE ALTA TENSION	⊕
VIVIENDAS	⊕
No. DE CURVA	001