



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESTUDIO DEL TRAZADO Y PROPUESTA DE ADECUACIÓN DE LA CARRETERA N-340, ENTRE EL PK 833+000 (T.M. DE BELLÚS)  
Y EL PK 838+600 (T.M. DE XÀTIVA), EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## ANEJO Nº 4

# PROPUESTA DE TRAZADO

AUTOR: *ANTONI PRATS CERVERÓ*

TUTOR: *FRANCISCO JAVIER CAMACHO TORREGROSA*



# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>PROPUESTA DE TRAZADO .....</b>	<b>6</b>
2.1.	INTRODUCCIÓN .....	6
2.2.	CRITERIOS DE TRAZADO.....	6
2.3.	SOFTWARE .....	6
2.4.	DISEÑO DEL TRAZADO DE LA ALINEACIÓN PRINCIPAL.....	6
2.4.1.	Eje principal de la carretera. ....	6
2.4.2.	Cálculo de la velocidad de proyecto.....	7
2.4.3.	Alzado del eje de referencia. ....	7
2.4.4.	Desfases. ....	7
2.4.5.	Ensamblajes. ....	8
2.4.6.	Obra lineal.....	8
2.4.7.	Editor de secciones.....	9
2.4.8.	Movimiento de tierras.....	9
2.4.9.	Curvas de acuerdo vertical.....	9
2.4.10.	Sobreanchos.....	10
2.4.11.	Peraltes. ....	11
2.5.	DISEÑO DE LA GLORIETA.....	12
2.5.1.	Justificación de su establecimiento.....	12
2.5.2.	Normativa .....	12
2.5.3.	Planificación de la intersección a nivel teórico .....	13
2.5.4.	Planificación de la intersección a nivel de movimiento de vehículos. ....	13
2.5.5.	Ajuste de ejes de las carreteras que intersectan.....	14
2.5.6.	Creación y ajuste de los ejes de empalme de intersección.....	14
2.5.7.	Obra lineal de las patas de entrada y salida.....	15
2.5.8.	Regiones.....	15
2.6.	DATOS GEOMÉTRICOS Y REPRESENTACIÓN DEL DISEÑO .....	15
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL.....</b>	<b>16</b>
3.1.	SEGURIDAD VIAL NOMINAL .....	16
3.2.	TRAZADO EN PLANTA.....	16
3.2.1.	Rectas: Longitud mínima, máxima y rectas de longitud limitada.....	16
3.2.2.	Curvas Circulares: Radio mínimo. ....	16
3.2.3.	Curvas de transición: Limitaciones clotoides .....	17
3.2.4.	Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas .....	18
3.3.	TRAZADO EN ALZADO .....	19
3.3.1.	Inclinación de las rasantes .....	19
3.3.2.	Acuerdos verticales .....	19
3.3.3.	Coordinación planta-alzado.....	20
3.4.	SEGURIDAD VIAL SUSTANTIVA.....	21
3.5.	CRITERIOS DE CONSISTENCIA .....	21
3.6.	CRITERIOS LOCALES.....	21

3.6.1.	Perfil de velocidades de operación. ....	21
3.6.2.	Modelos de velocidad de operación. ....	21
3.6.3.	Tasas de aceleración y deceleración. ....	22
3.6.4.	Perfil de velocidad de operación y análisis criterio II de Lamm .....	22
3.7.	CRITERIOS GLOBALES .....	25
3.8.	ACCIDENTALIDAD .....	25

<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
-----------	--------------------------	-----------

<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>26</b>
-----------	---------------------------	-----------

APÉNDICE 1:	ESTADO DE ALINEACIONES DE LA ALINEACIÓN PRINCIPAL DE LA PROPUESTA DE TRAZADO.....	28
-------------	---	----

APÉNDICE 2:	ESTADO DE ALINEACIONES DE LA ALINEACIÓN ESTE DE LA PROPUESTA DE TRAZADO.....	38
-------------	--	----

APÉNDICE 3:	ESTADO DE ALINEACIONES DE LA ALINEACIÓN OESTE DE LA PROPUESTA DE TRAZADO.....	40
-------------	---	----

APÉNDICE 4:	ESTADO DE ALINEACIONES DEL EJE DE LA GLORIETA DE LA PROPUESTA DE TRAZADO.....	42
-------------	---	----

APÉNDICE 5:	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE LA PROPUESTA DE TRAZADO.....	44
-------------	---	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de la velocidad específica asociada al radio mínimo. ....	7
Tabla 2. Velocidad de proyecto. ....	7
Tabla 3. Parámetros mínimos acuerdos verticales ....	7
Tabla 4. Dimensiones para una carretera convencional de 50 km/h de velocidad de proyecto. ....	8
Tabla 5. Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado en una maniobra de frenado. ....	10
Tabla 6. Longitud mínima de la curva de acuerdo vertical ....	10
Tabla 7. Sobreanchos de las curvas circulares de la propuesta de trazado. ....	10
Tabla 8. Longitud mínima de transición del peralte. ....	11
Tabla 9. Longitudes limite en rectas. ....	16
Tabla 10. Análisis de las rectas ....	16
Tabla 11: Coeficiente de rozamiento transversal máximo movilizado (ftmax) ....	17
Tabla 12. Radio mínimo curvas circulares ....	17
Tabla 13. Análisis Radio mínimo en curvas circulares ....	17
<b>Tabla 14.</b> Variación de la aceleración centrífuga. ....	18
Tabla 15. Análisis clotoides ....	18
Tabla 16. Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud limitada. ....	18
Tabla 17. Análisis de radios consecutivos para curvas circulares sin recta intermedia o recta de longitud limitada IDA ....	18
Tabla 18. Análisis de radios consecutivos para curvas circulares sin recta intermedia o recta de longitud limitada VUELTA ....	19
Tabla 19. Valores maximos inclinación rasante ....	19
Tabla 20. Longitudes máximas y mínimas. ....	19
Tabla 21. Parámetros mínimos acuerdos verticales ....	20
Tabla 22. Análisis de relación kv/R para coordinación planta-alzado ....	21
Tabla 23. Umbrales de consistencia Criterio II de Lamm ....	21
Tabla 24. Umbrales de consistencia criterio global. ....	25
Tabla 25. Valoración de la consistencia global. ....	25
Tabla 26. Estimación accidentalidad. ....	25

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Detalle de desfases de alineación en el PK 0+800 de la propuesta de trazado ....	8
Ilustración 2. Ensamblaje genérico de la propuesta de trazado. ....	8
Ilustración 3. Detalle de delimitación de región sobre obra de paso superior. ....	9
Ilustración 4. Detalle de líneas de muestreo en la propuesta de trazado. ....	9
Ilustración 5. Dimensiones vehículo patrón camión ligero. ....	10
Ilustración 6. Detalle de transición del sobre ancho sobre la clotoide. ....	11
Ilustración 7. -Trayectorias para el diseño de una glorieta. ....	12
Ilustración 8. Resguardos de trayectorias en el diseño de una glorieta. ....	12
Ilustración 9. Espaciamiento uniforme de las patas a lo largo de la calzada anular ....	13
Ilustración 10. Espaciamiento y visibilidad en patas de glorieta. ....	13
Ilustración 11. Trayectorias del vehículo patrón desde la Alineación principal de la Propuesta de trazado. ....	14
Ilustración 12. Perfil superpuesto de la Alineación principal sobre el perfil del eje de la glorieta en la propuesta de trazado. ....	14
Ilustración 13. Eje de empalme de la alineación principal con la glorieta. ....	14
Ilustración 14. Detalle de obra lineal de la pata de entrada a la glorieta desde la alineación principal. ....	15
Ilustración 15. Detalle de obra lineal de alineación Oeste constituida por dos regiones con ensamblajes distintos. ....	15
Ilustración 16. Perfil de Velocidad de operación sentido creciente de los PKS. ....	23
Ilustración 17. Criterio II Lamm sentido creciente de los PKS ....	23
Ilustración 18. Perfil de velocidad de operación sentido decreciente de los PKS. ....	24
Ilustración 19. Criterio II Lamm sentido decreciente de los PKS. ....	24



## 1. Introducción

En el presente anejo se va presentar la propuesta de trazado que ha sido diseñada con la finalidad de resolver las deficiencias en materia de seguridad vial nominal y sustantiva que se han detectado en el análisis de la carretera existente desarrollado en el anejo 3 *Estudio de la situación actual*.

Seguidamente, se realizará el estudio de la Seguridad Vial de la propuesta de trazado para comprobar en qué medida dichas deficiencias han sido resueltas.

## 2. Propuesta de trazado

### 2.1. Introducción

El estudio de la seguridad sustantiva, a través de la aplicación del criterio II de Lamm, ha revelado aquellos elementos del trazado de la carretera existente que poseen una consistencia mala y que, por tanto, es necesario rediseñar. Este estudio se puede encontrar en el subapartado 5.4.4, denominado *Perfil de velocidad de operación y análisis del criterio II de Lamm* en el anejo *Estudio de la situación actual*.

Resolver los problemas de mala consistencia localizados pasa por que la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos disminuya hasta una velocidad menor o igual a 20 km/h, según los umbrales de consistencia del criterio II de Lamm.

De esta manera la consistencia se situaría en buena o aceptable, llevando a cabo modificaciones de señalización en los tramos con consistencia aceptable.

Hay que tener en cuenta que la carretera objeto de estudio se encuentra en una zona montañosa en la que se hace inevitable la ejecución de un trazado de tipología sinuosa. Y que, por tanto, resulta complicado diseñar un trazado con una consistencia buena en la totalidad de los elementos que lo componen, sin realizar un trazado poco funcional y con una gran afección ambiental.

Si se revisan los modelos desarrollados por Perez et al, para la obtención de la velocidad de operación en curvas y rectas, del subapartado 5.4.2 *Modelos de velocidad de operación* del anejo *Estudio situación actual*, se puede observar que en el caso de las curvas depende del radio y, en el caso de las rectas depende de la velocidad de operación de la curva anterior, del radio de la curva precedente y de la longitud de la recta.

Por tanto, una solución para disminuir la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos es actuar directamente sobre las curvas con consistencia mala modificando su radio. Generalmente se aumentará.

Pero hay que tener en cuenta que solucionar la deficiencia de consistencia localizada en una curva modificando su radio, puede trasladarla el problema a los elementos posteriores. Por ejemplo, si la curva sobre la que se ha actuado conformaba junto con la recta posterior un escalón de variación de la velocidad de operación de umbral aceptable pero cercana a los 20 km/h antes de aumentar el radio, es posible que al aumentar el radio de la curva la consistencia se traslade. O quizá, la curva posterior que cumplía la normativa por coordinación de radios consecutivos deje de hacerlo.

Es decir, se trata de un proceso iterativo en el que solucionar los problemas de consistencia pobre debe ir acompañado de comprobar que se cumple la normativa.

### 2.2. Criterios de trazado

Las características del trazado de la carretera existente y las de la zona se han tenido en cuenta para establecer unos condicionantes a la hora de rediseñar con la finalidad de que el impacto ambiental y el coste global sean los menores posibles, sin dejar de lado la seguridad, que es el objetivo primordial:

- Se respetarán las obras de paso superior y el trazado deberá pasar por ellas. Se priorizará por la expropiación, en el caso de que no pueda ser evitado que el nuevo trazado rebase una propiedad privada para salvaguardar la obra de paso. La construcción de un puente tiene un coste mucho mayor.
- Como se ha visto en el anejo 2 *Geología y Geotécnica*, el trazado de la carretera actual consta de tres tramos geológicamente distintos. El tramo intermedio, que abarca gran parte de la totalidad del trazado, está constituido por roca caliza de buena calidad. Este material permite crear taludes casi verticales y, aunque la excavación en roca suele ser más cara, al tratarse de un terreno montañoso los metros cúbicos que generaría terraplenar serían mucho mayores. Por tanto, se priorizará por el desmonte.
- El tipo de orografía también invita a adaptar en la medida de lo posible el trazado de la carretera a las curvas de nivel, con la finalidad de que las pendientes aumenten gradualmente, el trazado sea más funcional y el movimiento de tierra esté más controlado.

### 2.3. Software

Al igual que en la restitución de la carretera se hará uso de AutoCAD Civil 3D 2017. Pero en este caso los datos que descargaremos del PNOA, para la creación de la superficie, serán datos de Modelo Digital del Terreno (MDT), de precisión de malla 5 metros. Son datos iguales a los datos MDE utilizados en la restitución, pero trabajados y filtrados, de forma que sí representan la superficie del terreno con una gran precisión.

### 2.4. Diseño del trazado de la alineación principal

A continuación, se va a explicar de manera sintetizada el proceso que se desarrolla desde que identificamos los problemas de consistencia en la carretera existente, hasta que se desarrolla la propuesta de trazado.

#### 2.4.1. Eje principal de la carretera.

##### i. Generación de las curvas de nivel.

Agregación de nube de puntos y creación de superficie: Creada la superficie, se ha elegido un estilo constituido por curvas de nivel de fondo en 3D separadas en intervalos de 1 y 5 metros

##### ii. Localización los escalones de deceleración mayores a 20 km/h y actuar sobre las curvas modificando su radio.

En las ilustraciones 5 y 7 del apartado 5.4.4 *Análisis del criterio II de Lamm* del anejo *Estudio de la situación actual*, se encuentran localizados los puntos con consistencia mala, tanto en el sentido creciente como

decreciente de los PKS. Se pueden observar inconsistencias coincidentes tanto en el sentido creciente como decreciente de los PKS, y otras propias de cada sentido de circulación.

Antes de actuar sobre la curva que genera la inconsistencia se deberá observar la velocidad de operación del elemento posterior de la curva, elemento de la derecha si se está modificando el perfil de PKS creciente, o elemento de la izquierda, si se está modificando el perfil de PKS decreciente. Esto nos permite conocer la variación de velocidad de operación de la curva con el elemento posterior y valorar cuánto aumentar el radio de la curva para eliminar la consistencia mala existente y no generar otra con el elemento posterior.

En la práctica, solventar una inconsistencia puede generar otra, dado que el aumento del radio de la curva necesario tiene un valor mucho mayor a los radios consecutivos. Esto ocurre porque la carretera existente tiene un trazado muy sinuoso constituido por curvas con radios muy pequeños. En la mayor parte de los casos ha sido necesario suprimir varios radios seguidos de rectas de longitud limitada y sustituirlos por radios mayores simplificando el trazado, haciéndolo más funcional y previsible, a costa de una afección ambiental mayor.

Es posible, que al actuar sobre el perfil creciente y resolver las inconsistencias, se generen otras nuevas en el perfil decreciente. Por eso se trata de un proceso iterativo en el que es necesario realizar comprobaciones continuamente. Por tanto, se efectuarán las modificaciones en ambos sentidos y se generarán los perfiles de velocidad de operación para analizar el criterio II de Lamm reiteradamente hasta que las variaciones de velocidad de operación no superen los 20 km/h.

Al mismo tiempo que se realiza el proceso anterior se deberá atender al cumplimiento de la Norma 3.1-IC en materia de parámetros de las clotoides, longitudes máximas y mínimas de las rectas y coordinación de radios consecutivos. Esto provocará la necesidad de modificar elementos del trazado restituído que no tenían problemas de consistencia para adaptarlo a la normativa. De nuevo, la necesidad de ajustar el trazado a la normativa genera la posibilidad de hacerlo más sencillo y funcional. En este punto, se debe procurar adecuar en la medida de lo posible el trazado como se explica en el apartado 2.2 *Criterios de trazado* del presente anejo.

#### 2.4.2. Cálculo de la velocidad de proyecto.

Para la obtención de la velocidad de proyecto, se calculará la Velocidad específica de la curva de radio mínimo a través de la ecuación 4 del anejo *Estudio de la situación actual*. Puesto que conocemos la curva con radio mínimo y el peralte asociado a través de la tabla 4.5 de la Norma 3.1-IC.

El resultado se muestra en la tabla 1:

**Tabla 1.** Cálculo de la velocidad específica asociada al radio mínimo.

Rmín (m)	Peralte (%)	ftmax	Ve
97	7		53.3

La velocidad de proyecto inmediatamente inferior contemplada en la normativa se indica en la tabla 2:

**Tabla 2.** Velocidad de proyecto.

Vp (km/h)	50
-----------	----

#### 2.4.3. Alzado del eje de referencia.

Una vez esté generado el eje de referencia en planta adaptado a la normativa y sin problemas de consistencia, se procederá a plasmar el alzado de dicho eje en el visor de perfil. A continuación, en el mismo visor se crearán la rasante y las curvas de acuerdo vertical.

Para la creación de la rasante se tendrá en cuenta el criterio del apartado 2.2 del presente anejo y, aunque se intentará ajustar la rasante en la medida de lo posible al perfil del terreno, cuando no sea posible la rasante se situará por debajo de la alineación del terreno para que el movimiento de tierras quede en desmonte.

Pese a lo dicho, en este punto del proceso de diseño no es tan importante la cota a la que se sitúe la rasante respecto del terreno, dado que el trazado en planta aún no es el definitivo. Más adelante, cuando se genere la obra tridimensional, conocida en Civil 3D como obra lineal, se podrá acceder a una opción llamada Editor de Secciones que muestra la sección transversal de cualquier punto del eje en planta. Entonces, será posible ajustar el movimiento de tierras.

Ahora lo importante es la coordinación planta-alzado. Una buena coordinación planta-alzado permite que usuario pueda circular por la vía en condiciones de comodidad y seguridad. Y evitar situaciones de pérdida de trazado, orientación y dinámica.

Para ello, los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posible del punto de radio infinito, (Ministerio del Fomento 2013).

Por tanto, se situarán los vértices de las curvas verticales en el centro de las curvas circulares.

En cuanto a las curvas de acuerdo vertical, de momento, se dispondrá el Kv mínimo que establece la instrucción para una velocidad de proyecto dada. Una vez esté generada la obra lineal, se adaptará dicho Kv a la velocidad de operación como se explica en el apartado 3.3.2. *Acuerdo Verticales* del presente anejo.

La tabla 5.3 de la norma 3.1 IC establece para una carretera del grupo 3 de 50 km/h de velocidad de proyecto los siguientes valores representados en la tabla 3:

**Tabla 3.** Parámetros mínimos acuerdos verticales

Acuerdos convexos		Acuerdos cóncavos	
Kv parada (m)	Kv adelantamiento (m)	Kv parada (m)	Kv adelantamiento (m)
450	650	1160	3000

#### 2.4.4. Desfases.

Se trata de una línea que se crea a partir de otra a la distancia que se le indique. Crear desfases nos permite añadir sobreamanchos en las curvas que lo necesiten. Por tanto, será necesario crear desfases de carril a ambos lados del eje principal. De esta manera, cuando generemos los sobreamanchos en las curvas de los desfases, podrán ser ajustadas las alineaciones de carril de la obra lineal a éstos mediante un objetivo de anchura. Se hablará de los objetivos en el apartado obra lineal.

En la ilustración 1 se puede observar el desfase de la propuesta de trazado del PK 0+600 al 0+800.





**Ilustración 1.** Detalle de desfases de alineación en el PK 0+800 de la propuesta de trazado

#### 2.4.5. Ensamblajes.

Los ensamblajes son estructuras que Civil 3D permite montar como patrón de la sección transversal.

Un ensamblaje está compuesto a su vez de subensamblajes, que son las pequeñas piezas que constituyen cada una de las partes de la sección transversal. Como, por ejemplo: carril izquierdo y derecho, arcén izquierdo y derecho, bermas, enlace con el terreno en forma de desmonte o terraplén.

Las dimensiones de anchura definidas para cada subensamblaje se han establecido de acuerdo a la tabla 7.1 de la Norma 3.1-IC, y se muestran en la tabla 4:

**Tabla 4.** Dimensiones para una carretera convencional de 50 km/h de velocidad de proyecto.

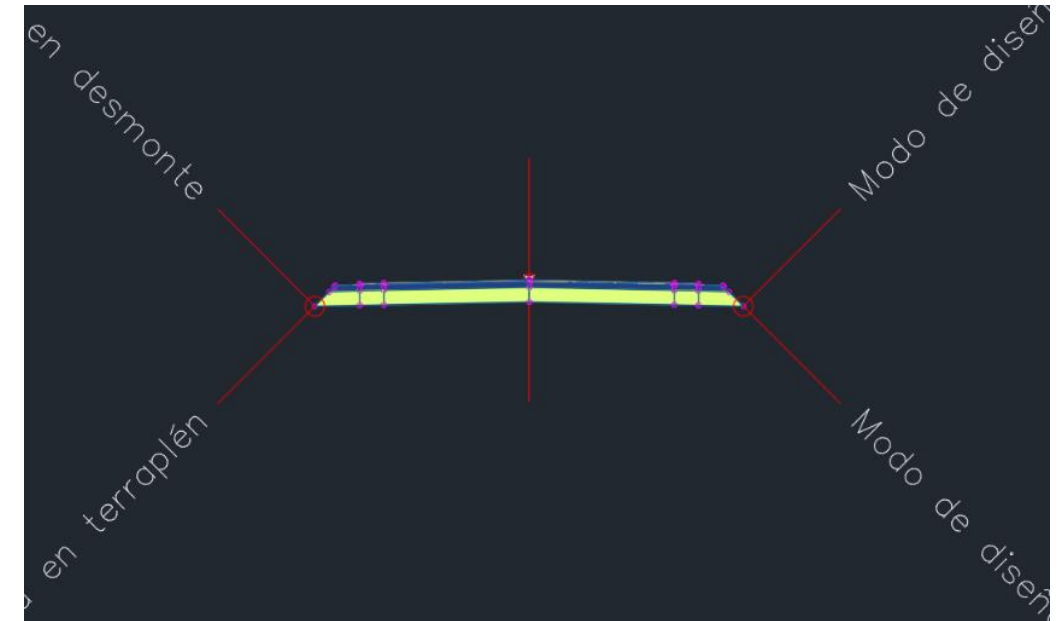
Clase de carretera	Vp( km/h)	Carriles (m)	Arcén interior (m)	Arcén exterior (m)	Bermas(m)
Convencional	50	3	0,5	0,5	0,5

Para la propuesta de trazado se han creado los siguientes ensamblajes:

- **Ensamblaje Genérico.**

Predomina en la mayor parte del trazado principal. Está compuesto por carril derecho e izquierdo, arcén derecho e izquierdo, berma derecha e izquierda y enlace con el terreno en ambos lados en forma de desmonte o terraplén. El enlace con el terreno tiene las siguientes características:

- Talud en desmonte: 0.1:1
- Talud en terraplén: 1,5: 1
- Talud interior cuneta: 1:1



**Ilustración 2.** Ensamblaje genérico de la propuesta de trazado.

- **Ensamblaje obras de paso superior.**

Ensamblaje sencillo compuesto por carril derecho e izquierdo. Es un ensamblaje que calca la sección transversal de las obras de paso de la carretera existente dado que no van a ser modificadas.

#### 2.4.6. Obra lineal.

Una vez creados el eje principal de la nueva carretera en planta, su alzado y los ensamblajes, Civil 3D permite crear una obra tridimensional a través de una opción denominada Obra lineal. Lo que Civil 3D hace es juntar los tres elementos anteriores, que están en dos dimensiones, para crear un único elemento en 3 dimensiones.

Para que la obra lineal enlace con el terreno y no quede suspendida en el dibujo, se hace uso de la superficie generada a través de los datos MDT. Esto se denomina Objetivo de superficie.

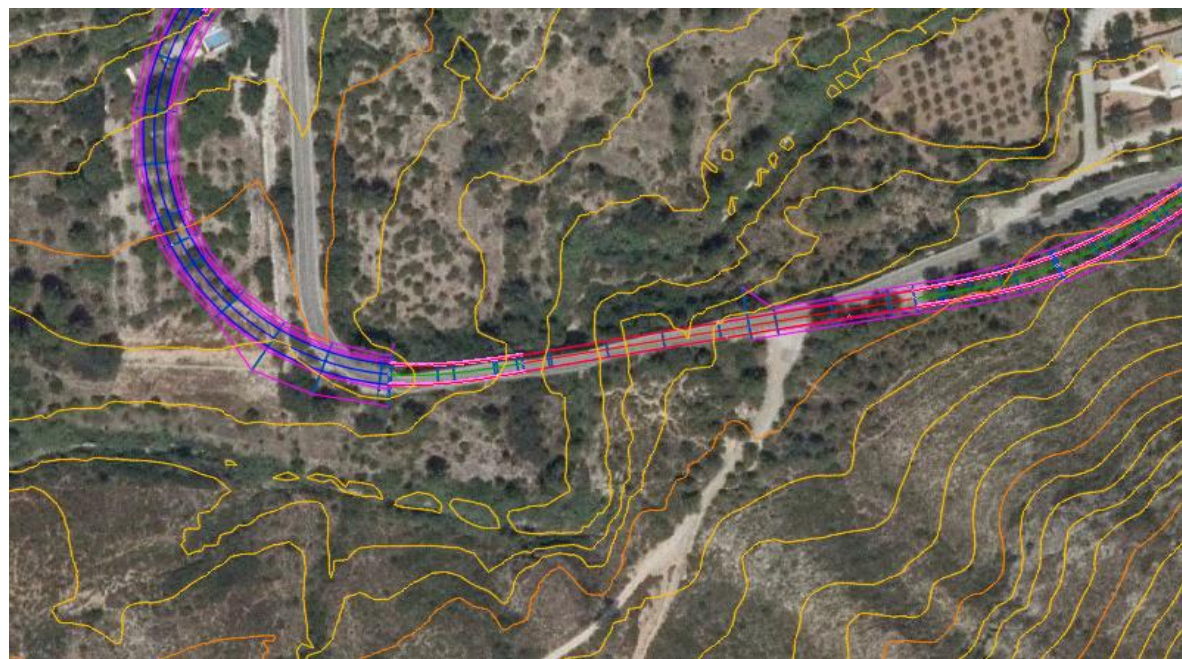
Civil 3D permite establecer en la obra lineal tres tipos de objetivo: Superficie, anchura y elevaciones. El objetivo de elevaciones se verá en el apartado *Glorieta* del presente anejo.

Tras esto, los ensamblajes de enlace con la superficie del terreno crearán un primer movimiento de tierras que posteriormente será editado.

Para insertar el ensamblaje de las obras de paso superior, se deberá delimitar la obra lineal del trazado principal en regiones. Una región es un tramo dentro de una obra lineal en el que se puede modificar el ensamblaje a utilizar. Por tanto, los tramos de trazado que concurren por la obra de paso superior se delimitarán con regiones.



En la ilustración 3 se muestra el cambio de una región a otra al pasar por una obra de paso superior en el PK 0+400. Nótese que la obra lineal utiliza un ensamblaje distinto.



**Ilustración 3.** Detalle de delimitación de región sobre obra de paso superior.

#### 2.4.7. Editor de secciones

El editor de secciones de Civil 3D, nos muestra en pantalla el eje en planta, en alzado y la sección transversal en uno de sus puntos.

Si tenemos activadas las curvas de nivel, se puede observar la rasante de la carretera, los taludes y la línea del terreno. De esta manera, mediante pequeños cambios en la planta y en el alzado podemos modificar el movimiento de tierras.

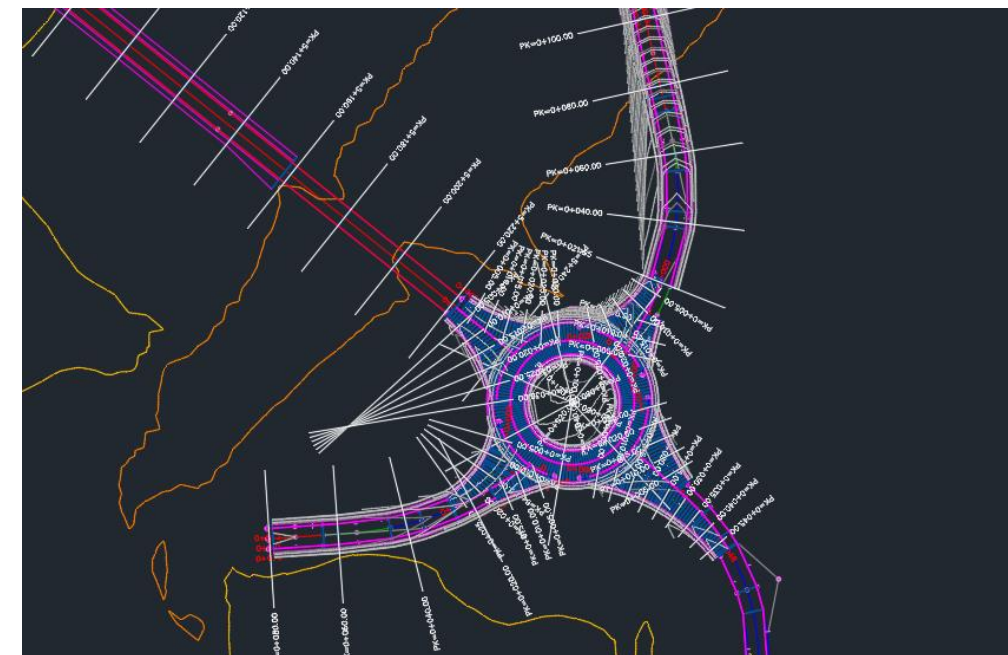
#### 2.4.8. Movimiento de tierras.

Para que Civil 3D pueda calcular el movimiento de tierras, es necesario crear dos superficies que actúen como envolvente de la obra lineal. La superficie Superior interactuará con los vínculos superiores de la obra lineal, mientras que la superficie Datum interactuará con los inferiores. De esta manera Civil 3D ya es capaz de calcular los metros cúbicos de terraplén y desmonte.

Se ha indicado a Civil 3D que calcule los metros cúbicos cada 20 metros. Para ello es necesario insertar las llamadas Líneas de Muestreo, que se trata de superficies que intersectan en la obra lineal.

En el apéndice 5 del presente anejo se muestra el movimiento de tierras de cada una de las alineaciones que componen la propuesta de trazado: área y volumen de desmonte, área y volumen en terraplén y volumen de desmonte y terraplén acumulados. Posteriormente, será utilizado en el documento 3 *Relación Valorada*.

En la ilustración 4 se pueden observar las líneas de muestreo de la alineación principal, la glorieta y las alineaciones este, oeste y sur.



**Ilustración 4.** Detalle de líneas de muestreo en la propuesta de trazado.

#### 2.4.9. Curvas de acuerdo vertical

Se pretende adaptar las curvas de acuerdo vertical a la velocidad de operación, que es la velocidad real a la que circularán los conductores, y no a la velocidad de proyecto.

Para ello se deberá calcular el Kv de acuerdo a las ecuaciones 21 y 22 del anejo *Estudio situación actual*.

El valor de la variable visibilidad requerida (D), se calculará como distancia de parada. Dado que no se van a establecer tramos con posibilidad de adelantamiento.

La distancia de parada se calcula a través de la siguiente expresión, (Ministerio del Fomento 2013):

$$V = \frac{V \cdot tp}{3.6} \cdot \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)} \quad ec. 1$$

Siendo:

$D_p$  = Distancia de parada (m).

$V$  = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

$f_l$  = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento

$i$  = Inclinação de la rasante (en tanto por uno).

$t_p$  = Tiempo de percepción y reacción (s).

- Para la velocidad se utilizará la velocidad específica, que es la más parecida a la velocidad de operación.
  - El tiempo de percepción y reacción será de 2 segundos.
  - En cuanto al parámetro de inclinación de la rasante ( $i$ ) se utilizará el valor de la rasante con mayor pendiente en valor absoluto.
  - El coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento se calculará mediante la interpolación a través de la siguiente tabla, (Ministerio del Fomento 2013):

**Tabla 5.** Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado en una maniobra de frenado

$V$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_l$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Se calculará el parámetro  $K_v$  mínimo en todas curvas de acuerdo vertical para asegurar que no se den situaciones de pérdida de trazado, orientación y dinámica.

Además, la longitud de la curva de acuerdo vertical cumplirá la condición:

$$L \geq Vp \quad \text{ec. 2}$$

Siendo:

$L$  = Longitud de la curva de acuerdo (m).

$V_p$  = Velocidad de proyecto (km/h).

En la tabla 6 se señala la longitud mínima que debe tener la curva de acuerdo vertical:

**Tabla 6.** Longitud mínima de la curva de acuerdo vertical

$L$ (m)	50
---------	----

#### 2.4.10. Sobreanchos

La Norma 3.1 IC define sobreancho como la diferencia entre el ancho del carril en dicha curva y en una recta, debido al mayor espacio que, si el radio es reducido, requiere un vehículo que circule por ella, no pudiendo obtenerse por disminución del ancho de los arcenes.

Los sobreanchos de las curvas circulares se pueden obtener a partir de la siguiente expresión, (Ministerio del Fomento 2013):

$$3.5 + \frac{l^2}{2 \cdot R} \quad \text{ec. 3}$$

Siendo:

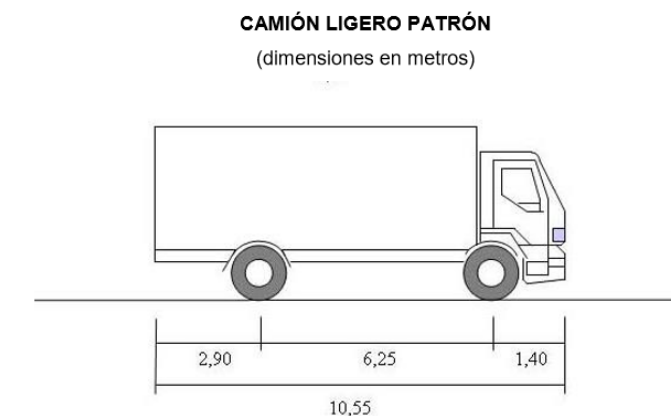
$R$  = Radio de la curva horizontal (m).

$l$  = Longitud del vehículo patrón característico, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m)

La transición entre el ancho de los carriles en recta y en curva se podrá realizar linealmente, en una longitud mayor o igual que treinta metros ( $\geq 30$  m) desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente el ancho de los carriles hasta alcanzar el sobreancho máximo estimado en el inicio de la curva circular.

Según la tabla 10.1 de Norma 3.1 IC para nudos en intersecciones en una carretera convencional C-50, el vehículo patrón que se debe utilizar es el Camión ligero.

En la ilustración 5 se pueden observar sus medidas:



**Ilustración 5.** Dimensiones vehículo patrón camión ligero.

Por tanto,  $l = 6,25 + 1,4 = 7,65$  m

En la tabla 7 se muestran los sobreanchos para cada una de las curvas circulares que constituyen la propuesta de trazado:

**Tabla 7.** Sobreanchos de las curvas circulares de la propuesta de trazado.

Nº	Radio (m)	Sobreancho (m)
1	100	3.793
2	90	3.825
3	125	3.734
4	140	3.709
5	125	3.734
6	97	3.802
7	140	3.709
8	129	3.727

9	160	3.683
10	220	3.633
11	285	3.603
12	335	3.587
13	240	3.622
14	170	3.672
15	210	3.639
16	200	3.646
17	180	3.663
18	270	3.608

Tras obtener los valores se aplica a las curvas y seguidamente, se modifica el objetivo de anchura de los carriles de la obra lineal para que se adapten a los desfases.

En la ilustración 6 se puede observar la transición a través de la clotoide hasta alcanzar el sobree ancho en la curva.

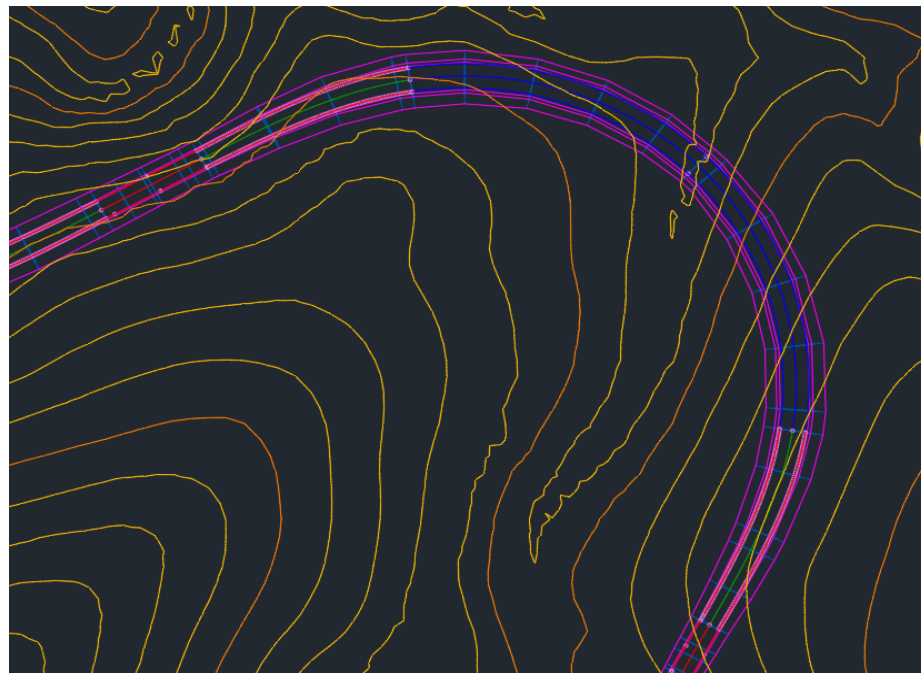


Ilustración 6. Detalle de transición del sobre ancho sobre la clotoide.

#### 2.4.11. Peraltes.

Una vez conocido el trazado de la carretera, ya se pueden editar los peraltes. No se deben editar antes porque no son automáticos y un cambio de la geometría en planta obligaría a rehacerlos.

La Norma 3.1 I.C establece lo siguiente acerca del valor del peralte, bombeo en recta, desvanecimiento del bombeo y la transición del peralte, (Ministerio del Fomento 2013):

- El peralte para carreteras del grupo 3 con radios comprendidos entre los 50 y 350 metros será del 7 %.

- La calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (2 %) hacia cada lado a partir del eje de la calzada
- Las bermas se dispondrán con una inclinación transversal del cuatro por ciento (4 %) hacia el exterior de la plataforma.
- El desvanecimiento del bombeo en cualquier clase de carretera se hará en la alineación recta e inmediatamente antes de la tangente de entrada a la curva de acuerdo en planta (clotoide).
- Si la rasante tiene una inclinación superior al uno por ciento (> 1 %) se hará en una longitud mayor o igual que la longitud mínima “Lmin” correspondiente a la limitación por transición del peralte, que tiene como expresión:

$$L_{min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}} \cdot B \cdot K \quad ec. 4$$

Siendo:

Lmin = Longitud mínima de transición del peralte (m).

pf = Peralte final con su signo (%).

pi = Peralte inicial con su signo al inicio de la clotoide (%).

B = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

k = Factor de ajuste, función del número de carriles que giran, se considerarán los siguientes valores:

k = 1,00 si gira un carril

k = 0,75 si giran dos carriles

k = 0,67 si giran tres o más carriles

$\nabla_{ip}$  = Gradiente de la pendiente transversal del borde que experimenta la mayor variación longitudinal de la calzada respecto al eje de la misma (%).

- El valor de  $\nabla_{ip}$  se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\nabla_{ip} = 0,86 - 0,004 \cdot V_p \quad ec. 5$$

Siendo:

$\nabla_{ip}$  = Gradiente de la pendiente transversal del borde que experimenta la mayor variación longitudinal de la calzada respecto al eje de la misma (%).

Vp = Velocidad de proyecto (km/h).

En la tabla 8 se muestra el valor de la Lmín:

Pf	Pi	B	K	$\nabla_{ip}$	Lmin (m)
2	0	3	1	0,172	34,8



Excepcionalmente, si la rasante tiene una inclinación menor o igual al uno por ciento, se hará en una longitud "L<sub>min</sub>" mayor o igual a quince metros ( $\geq 15$  m) en carreteras del Grupo 3, según el epígrafe 4.4.3.2 de la norma.

La transición del peralte en carreteras convencionales se desarrollará a lo largo de la curva de acuerdo en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo:

- En el primer tramo la variación del peralte desde el cero por ciento (0 %) al dos por ciento (2 %) se producirá de igual forma que en el desvanecimiento del bombeo y, por lo tanto, con el mismo gradiente y longitud.
- En el segundo tramo se variará el peralte desde el dos por ciento (2 %) hasta el valor del peralte de la curva circular (p %).

La longitud de la curva de acuerdo en la que se efectúa la transición del peralte deberá tener la longitud mínima correspondiente a la limitación por transición del peralte.

Los tramos de transición del peralte en el caso de que la longitud de la curva circular sea menor que treinta metros (< 30 m), se desplazarán de forma que exista un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de la curva circular.

Siguiendo las especificaciones de la instrucción se edita el peralte que se encuentra representado en el documento Nº 2 *Planos Perfil Longitudinal*.

## 2.5. Diseño de la glorieta

### 2.5.1. Justificación de su establecimiento

El motivo de establecer una glorieta es que funcione como elemento que aporte consistencia al trazado, de tal manera que a medida que los usuarios se acerquen a ésta disminuyan la velocidad, puesto que entienden que se va a producir un cambio en las características del tramo consecutivo. Por tanto, las expectativas del conductor se modificarán y conducirá más prudentemente.

### 2.5.2. Normativa

Para el diseño de la glorieta se ha hecho uso de la Guía de Nudos Viarios del Ministerio de Fomento.

La Guía de nudos Viarios establece que, en las glorietas, para el carril más desfavorable de cada entrada se determinarán las tres trayectorias del vehículo patrón que correspondan a:

- El giro a la derecha para tomar la primera salida.
- El movimiento aproximadamente recto que corresponde, en su caso, a tomar la salida que prolonga la pata de entrada.
- El giro a la izquierda para tomar la última salida antes de la entrada en cuestión.

En la ilustración 7 se muestran las tres trayectorias que se deben determinar con el vehículo patrón para el diseño de la glorieta.

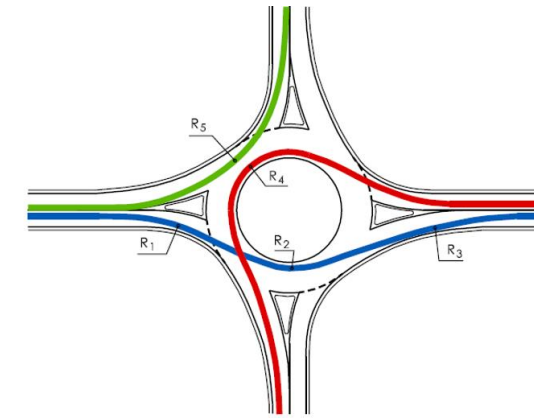


Ilustración 7. -Trayectorias para el diseño de una glorieta.

Respetando los siguientes resguardos establecidos que se señalan en la ilustración 8:

- Donde haya arcenes (o gorjales) de más de 0,5 m de anchura, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,0 m del borde de la calzada.
- Donde haya aceras, o arcenes o gorjales de anchura no superior a 0,5 m, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,5 m de la acera, o del borde del arcén o gorjal.
- En patas de calzada única con doble sentido de circulación, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,0 m de la marca vial de separación de sentidos.
- En patas con más de un carril para el sentido de circulación considerado, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,0 m del borde del carril que convenga.
- En las calzadas anulares de dos carriles, las trayectorias correspondientes al carril exterior se podrán acercar hasta a 0,5 m del borde izquierdo de éste.

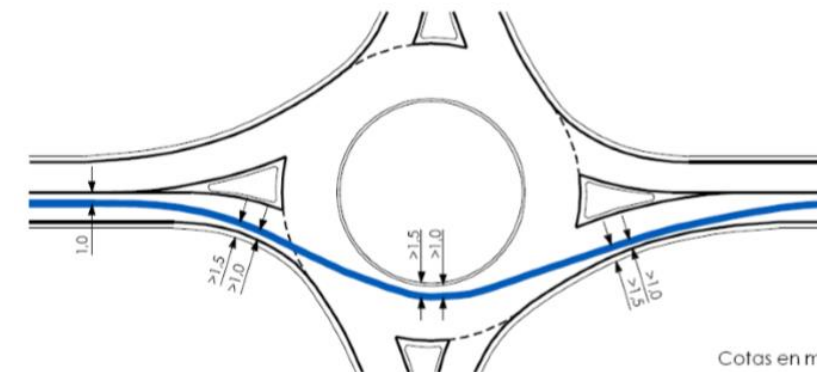
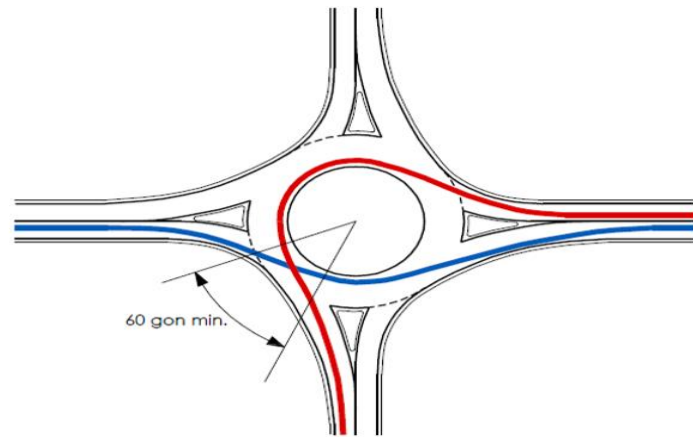


Ilustración 8. Resguardos de trayectorias en el diseño de una glorieta.

Además, se recomienda un espaciamiento uniforme de las patas a lo largo de la calzada anular, de manera que:

- No resulte inferior a 60 gon el ángulo subtendido al centro de la glorieta por dos puntos de intersección de la circunferencia definida por el borde exterior de la calzada anular: uno con la trayectoria más desfavorable de entrada por una pata, y otro con la trayectoria más desfavorable de salida por la pata siguiente como se muestra en la ilustración 9.



**Ilustración 9.** Espaciamiento uniforme de las patas a lo largo de la calzada anular

- Se disponga de la visibilidad necesaria tanto en las entradas como en la propia calzada anular.

La ilustración 10 indica la manera correcta e incorrecta de espaciar uniformemente las patas de la glorieta para aumentar la visibilidad.



**Ilustración 10.** Espaciamiento y visibilidad en patas de glorieta.

- Resulte posible colocar de forma adecuada la señalización de orientación.

### 2.5.3. Planificación de la intersección a nivel teórico

En primer lugar, se ha de decidir qué características va a tener la glorieta. En el caso que nos ocupa, se ha decidido proyectar una glorieta con dos carriles de circulación en su calzada anular y cuatro patas:

- Pata Norte: es la propia alineación principal.
- Pata Sur: tramo de la carretera existente que atraviesa la población de Bellús.
- Pata Este: Pata que da acceso a la zona rural/agrícola del municipio.
- Pata Oeste: Similar a la pata Este.

En la Guía de Nudos Viarios, el termino de pata se refiere a la propia alineación que conecta con la glorieta. A su vez, esta pata se constituye de dos tramos denominados pata de entrada y pata de salida, que como su nombre indica conectan con la glorieta para que los vehículos se introduzcan o dejen atrás la glorieta. Por tanto, para evitar confusión en los próximos apartados, se utilizará el termino de “alineación” para referirse a las cuatro patas principales anteriormente mencionadas.

### 2.5.4. Planificación de la intersección a nivel de movimiento de vehículos.

Teniendo en cuenta la normativa, se procederá a proyectar los movimientos que el vehículo patrón realizará a su paso por la glorieta para conocer las dimensiones y morfología que deberá tener.

El primer paso será generar el eje de referencia de la glorieta. Éste será una circunferencia creada en el sentido contrario a las agujas del reloj, y que coincidirá con el borde exterior del carril derecho del anillo de la glorieta. Se dispondrá un radio que tendrá en cuenta los 8 metros correspondientes a los dos carriles (4 metros por carril), el arcén de 1 metro y el radio de la isleta central de la glorieta.

En un primer momento se definirá un valor estimado para el radio de la glorieta. Seguidamente, cuando se proyecten los movimientos del vehículo patrón se podrá ir ajustando teniendo en cuenta el cumplimiento de la normativa. De esta manera se realizará un proceso iterativo que culminará con un primer boceto de la glorieta.

La proyección de los movimientos del vehículo patrón se realiza a partir de la aplicación Vehicle Tracking de AutoCAD Civil 3D. Esta aplicación, permite elegir un vehículo patrón, colocarlo en la calzada de la carretera y establecer la trayectoria a seguir.

La Guía de Nudos Viarios establece como vehículo patrón, en glorieta con dos carriles y una intensidad de vehículos pesados menor a 200 vh p./h, dos turismos seguidos con un resguardo de 0.6 metros.

La longitud del turismo patrón es de 4.8 metros. Esto hace una longitud total del vehículo patrón de 10.2 metros. Puesto que Vehicle Tracking no permite unir dos vehículos, se ha utilizado para la definición de las trayectorias el vehículo patrón Camión ligero que tiene una longitud de 10.55 metros.

En la ilustración 11 se muestra, como ejemplo, la trayectoria que efectuará el vehículo patrón desde la pata Norte.



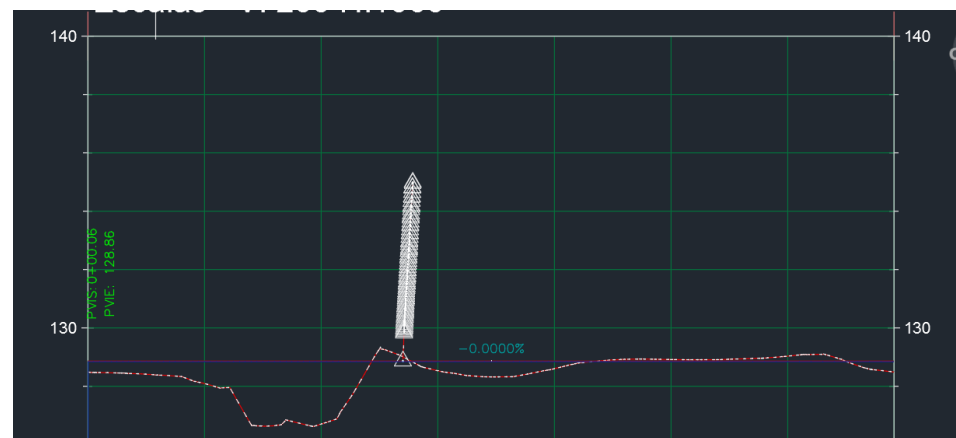
**Ilustración 11.** Trayectorias del vehículo patrón desde la Alineación principal de la Propuesta de trazado

#### 2.5.5. Ajuste de ejes de las carreteras que intersectan.

Definidas las trayectorias de los vehículos, se generarán los ejes en planta de la alineación este, oeste, y sur. Y el perfil en alzado, también el del eje de la glorieta (terreno y rasante).

En este momento, las rasantes de las alineaciones en relación con el eje de la glorieta se encuentran a distinta cota y no se intersectan en planta.

Para que intersecten a la misma cota, se prolongarán los ejes de las alineaciones hasta que corten con el eje de la glorieta y se utilizará la opción Perfil Superpuesto de Civil 3D. Esta herramienta superpone los perfiles de ambas alineaciones (alineación sur con eje glorieta, por ejemplo) y permite editarlas para que enlacen a la misma cota, como se señala en la ilustración 12.



**Ilustración 12.** Perfil superpuesto de la Alineación principal sobre el perfil del eje de la glorieta en la propuesta de trazado.

#### 2.5.6. Creación y ajuste de los ejes de empalme de intersección.

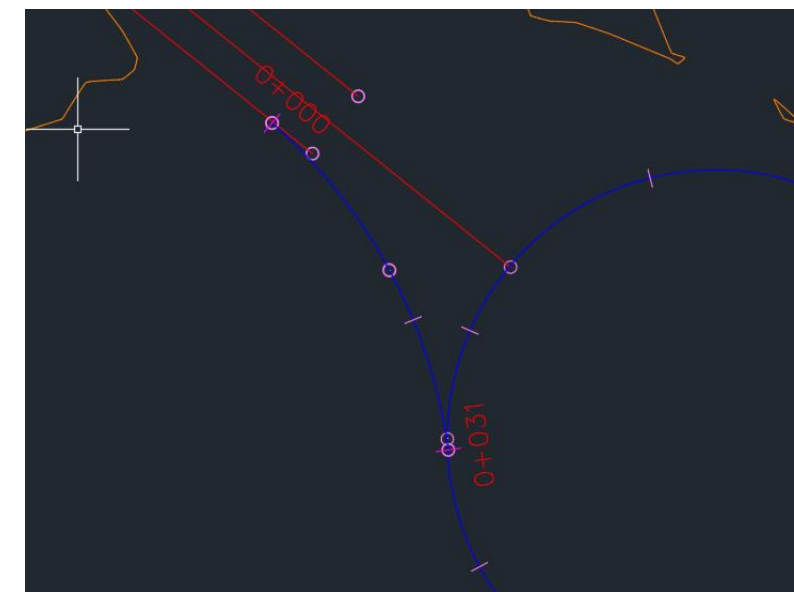
El siguiente paso es crear una alineación de emplame que una los bordes exteriores de la calzada de cada una de las alineaciones con el eje de la glorieta, generando las patas de entrada y salida de cada alineación en contacto con la glorieta.

Para ello deberemos en primer lugar generar la obra lineal de la alineación principal, sur, este y oeste y, editar el peralte.

La alineación de la carretera principal, ya tiene creada la obra lineal. Pero las restantes no. Las alineaciones este y oeste utilizarán un ensamblaje constituido por:

- Carril: 2 carriles de 3 metros.
- Arcén: 2 arcenes de 1 metro. Se ha decidido aumentar la anchura del arcén respecto del ensamblaje de la alineación principal, ya que el espacio disponible es mayor y la glorieta también tiene este ancho de arcén.
- Enlace con el terreno: como se ha visto en el anejo 2 Geología y Geotécnica, el terreno sobre el que se asienta la glorieta se constituye por limo de vertiente. Por tanto, se ha establecido un talud en desmonte 2:1. Y un talud en terraplén 1.5:1, puesto que como se explica en el anejo Dimensionamiento del firme, para este tramo el terraplén tiene como cimiento de la explanada el pedraplén sobrante de la voladura en roca de parte de la alineación principal.

La alineación sur, que conecta la glorieta con bellús, puesto que no va a ser modificada, simplemente interesa restituirla y, por tanto, utilizará el ensamblaje de la obra de paso superior.



**Ilustración 13.** Eje de empalme de la alineación principal con la glorieta.



Una vez esté creada la alineación de empalme y ésta intersecte con el borde de calzada correspondiente de cada alineación y con el eje de la glorieta, se deberá ajustar la cota de la rasante que compone la pata de entrada y salida al borde de calzada y al eje de la glorieta.

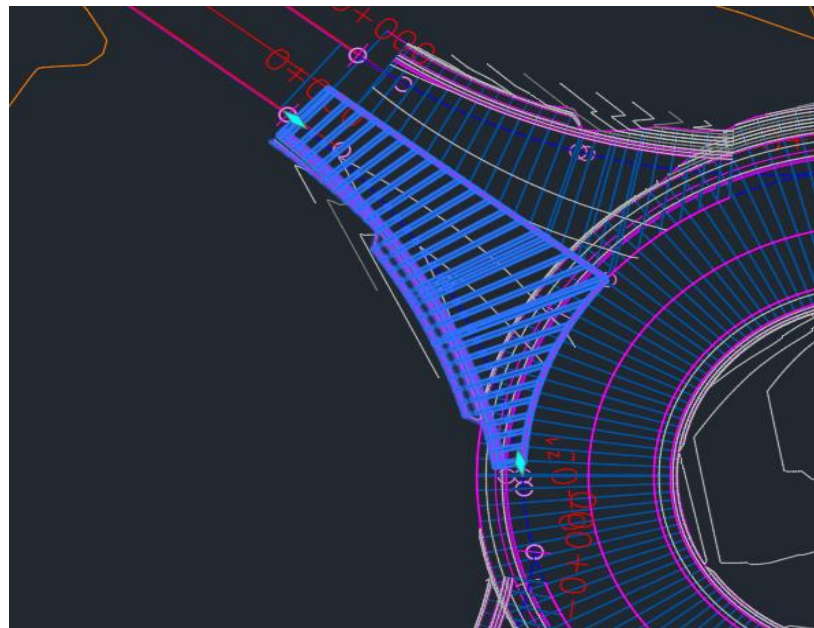
Para ello se proyectará cada borde de calzada en el visualizador de perfil correspondiente. Es decir, el borde de la calzada de la carretera principal se proyectará sobre el visualizador de perfil que la contiene. De esta manera se podrá conocer la cota y el PK del borde de la calzada de cada alineación donde intersecta el eje de empalme y seguidamente ajustar la rasante del eje de empalme en el perfil donde se sitúe. Se hará lo mismo para ajustarlo con la glorieta.

#### 2.5.7. Obra lineal de las patas de entrada y salida

Para la obra lineal de los ejes de empalme se crearán los siguientes subensamblajes:

- Ensamblaje pata de entrada glorieta: El siguiente ensamblaje constituye el patrón para la sección transversal del carril de entrada a la glorieta. Se compone a la izquierda del eje principal de carril. Y a la derecha de arcén y enlace con el terreno.
- Ensamblaje pata de salida glorieta: Es similar al anterior, pero con los subensamblajes en el lado opuesto del eje.

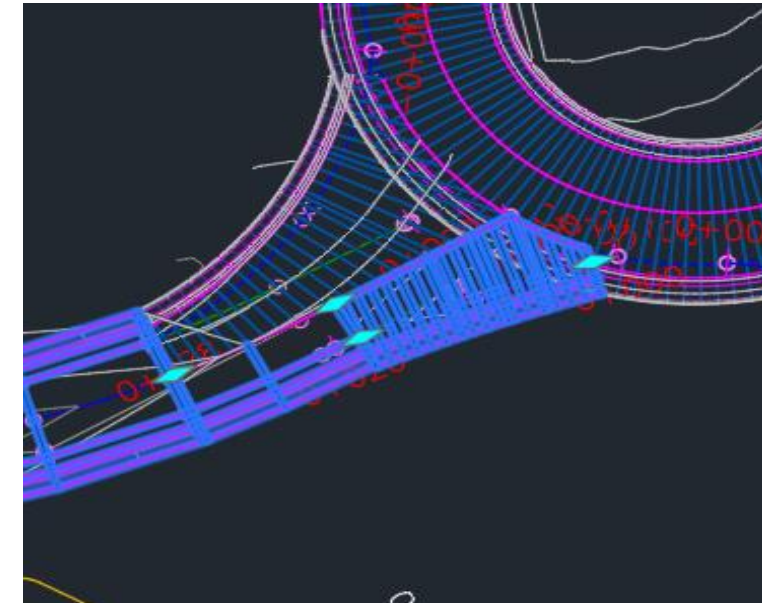
Se les definirán objetivos de anchura a las obras lineales de los ejes de empalme para que se ajusten al eje de referencia de cada alineación y al de la glorieta como muestra la ilustración 14.



**Ilustración 14.** Detalle de obra lineal de la pata de entrada a la glorieta desde la alineación principal.

#### 2.5.8. Regiones

Por último, queda generar regiones en las obras lineales de las alineaciones, dado que la pata de entrada y salida de cada alineación es diferente porque conecta en un punto distinto del eje de la glorieta. En la ilustración 15 se puede observar como la obra lineal de la alineación Oeste se compone de dos regiones para ajustarse a la obra lineal de la pata de entrada a la glorieta.



**Ilustración 15.** Detalle de obra lineal de alineación Oeste constituida por dos regiones con ensamblajes distintos.

#### 2.6. Datos geométricos y representación del diseño

En los Apéndices 1, 2, 3 y 4 del presente anejo se encuentran el listado de puntos cada 20 metros y el estado de alineaciones en planta y alzado de la alineación Principal, Este, Oeste, Sur y Glorieta.

El listado de puntos cada 20 metros muestra el punto kilométrico (PK) inicial, la ordenada, la abscisa y la orientación de la tangente, tanto de los puntos situados cada 20 metros como de los puntos singulares de la alineación.

El estado de alineaciones en planta y alzado muestra las características geométricas relevantes de los puntos singulares de la alineación. Los puntos singulares se corresponden con el inicio de cada uno de los elementos que constituyen el trazado: rectas, clotoideas y curvas circulares.

El estado de alineaciones en planta informa del tipo de alineación, el PK inicial y final, la longitud del elemento, el radio de las curvas circulares, el parámetro A y el ángulo de deflexión. Además, las rectas y curvas circulares han sido numeradas para facilitar su identificación en cada uno de los análisis que se van a realizar en el apartado de *Seguridad Vial Nominal*.



El estado de alineaciones en alzado informa del PK de vértice de acuerdo vertical, su elevación, la inclinación de la rasante de entrada y salida, el tipo de curva de perfil (cóncavo o convexo), el valor del parámetro KV y la longitud de las curvas de acuerdo vertical.

Además, en el Documento Nº 2 Planos 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 correspondientes a la planta de replanteo, planta general, perfil longitudinal y sección transversal, respectivamente, de la propuesta de trazado.

### 3. Análisis de la Seguridad Vial.

En los siguientes apartados, se va a analizar la propuesta de trazado desde el punto de vista de la seguridad vial nominal y sustantiva con la finalidad de comprobar que se han resuelto las deficiencias que presentaba la carretera existente.

#### 3.1. Seguridad vial nominal.

Como ya se ha citado, es la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento a través de la Norma 3.1-IC la normativa vigente en materia de proyectos de carreteras, y mediante la cual se va a evaluar los resultados con la finalidad de conocer las deficiencias que presenta el trazado actual en cuanto al cumplimiento normativo.

#### 3.2. Trazado en planta

##### 3.2.1. Rectas: Longitud mínima, máxima y rectas de longitud limitada

La longitud máxima de las rectas se limita para evitar que el conductor sienta cansancio, monotonía, deslumbramientos y excesos de velocidad. Y la mínima para hacer posible la acomodación y adaptación, siempre que se disponga de recta intermedia entre las alineaciones curvas. Una alineación curva está constituida por una curva circular y sus dos clotoides simétricas.

La rectas de longitud limitada son aquellas que se encuentran entre dos alineaciones curvas cuando la velocidad máxima alcanzable se ve condicionada por la presencia de éstas, (Ministerio del Fomento 2013).

Según la tabla 4.2 de la Norma 3.1-IC, para una velocidad de proyecto de 50 km/h, se considera recta de longitud limitada a aquella menor o igual a 50 metros ( $\leq 50\text{m}$ ).

Se debe procurar el cumplimiento de las siguientes expresiones, (Ministerio del Fomento 2013):

$$L_{\min,s} = 1.39 \cdot V_p \quad \text{ec.6}$$

$$L_{\min,o} = 2.78 \cdot V_p \quad \text{ec.7}$$

$$L_{\max} = 16.70 \cdot V_p \quad \text{ec.8}$$

Siendo:

$L_{\min,s}$  = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min,o}$  = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{\max}$  = Longitud máxima (m).

$V_p$  = Velocidad de proyecto del tramo (km/h)

Como se ha comentado en el apartado 2.4.2 del presente anejo, la propuesta de trazado tiene una velocidad de proyecto de 50 km/h.

En la tabla 9 se muestran los resultados:

**Tabla 9.** Longitudes límite en rectas

<b><math>L_{\min,s}</math> (m)</b>	<b>69.5</b>
<b><math>L_{\min,o}</math> (m)</b>	<b>139</b>
<b><math>L_{\max}</math> (m)</b>	<b>835</b>

En la tabla 10 se muestran las rectas que cumplen y no cumplen la condición anterior, o que se trata de rectas de longitud limitada.

**Tabla 10.** Análisis de las rectas

Rectas de longitud limitada	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cumplen $L_{\min,s}$															
Cumplen $L_{\min,o}$															
No cumplen $L_{\min}$ .															
Cumplen $L_{\max}$ .															

##### 3.2.2. Curvas Circulares: Radio mínimo.

La estabilidad al deslizamiento de un vehículo cuando circula por una curva es función de la siguiente expresión, (Ministerio del Fomento 2013):

$$V^2 = 127 \cdot R \left( f + \left( \frac{p}{100} \right) \right) \quad \text{ec. 9}$$

Siendo:

$V$  = Velocidad de la curva circular (km/h).

$R$  = Radio de la circunferencia que define el eje del trazado en planta (m).

$f$  = Coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

$p$  = Peralte (%).

Para toda curva circular con el peralte máximo correspondiente se cumplirá que, recorrida la curva circular a la velocidad específica, no se sobrepasarán los valores del coeficiente transversal máximo movilizado (ftmax) de la Tabla 3, (Ministerio del Fomento 2013):

**Tabla 11:** Coeficiente de rozamiento transversal máximo movilizado (ftmax)

Ve	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
ftmax	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

El radio deducido de la ec. 4 constituye el mínimo admisible en el diseño de la curva circular. Se adoptará como velocidad específica de cada una de las curvas circulares que forman parte de un tramo la correspondiente a la velocidad de proyecto (Vp) de dicho tramo, (Ministerio del Fomento 2013).

De esta manera, particularizando para el tramo objeto de estudio, se obtiene el valor de radio mínimo en la tabla 12:

- La velocidad específica es igual a la velocidad de proyecto, 50 km/h.
- El coeficiente de rozamiento transversal movilizado (ftmax) es el asociado a la velocidad específica de la tabla anterior, 0.166.
- El peralte (p) es del 7 %. Es el asociado a las carreteras del grupo 3, con radios comprendidos entre los 50 y 350 m que podemos encontrar en la tabla 4.5 de la Norma 3.1-IC.

**Tabla 12.** Radio mínimo curvas circulares

Rmin (m)	85
----------	----

Las curvas circulares de la propuesta de trazado cumple la limitación de radio mínimo en todos los casos como se puede apreciar en la tabla 13.

**Tabla 13.** Análisis Radio mínimo en curvas circulares

Cumple Rmín.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
No cumple Rmín.	Ninguna																	

### 3.2.3. Curvas de transición: Limitaciones clotoides

Las clotoides evitan discontinuidades de curvatura al variarla gradualmente a lo largo de su desarrollo. Y obedecen a la siguiente expresión, (Ministerio del Fomento 2013):

$$R \cdot L = A^2 \quad \text{ec. 1}$$

Siendo:

R = Radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = Longitud de la curva entre su punto de inflexión (R = ∞) y el punto de radio R.

A = Parámetro de la clotoide, característico de la misma

- Limitaciones Mínimas

I. Variación aceleración centrífuga en el plano horizontal (J). Limitación por comodidad, (Ministerio del Fomento 2013):

$$L_{min} = \frac{V_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left( \frac{V_e^2}{R_o} - 1.27 \cdot P_o \right) \rightarrow A_{min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46.656 \cdot J} \left( \frac{V_e^2}{R_o} - 1.27 \cdot P_o \right)} \quad \text{ec. 11}$$

Siendo:

Ve = Velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor (km/h).

J = Variación de la aceleración centrífuga (m/s<sup>3</sup>). En función de Ve, tabla 6.

Ro = Radio de la curva circular asociada de radio menor (m).

Po = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio menor (%).

II. Variación de la aceleración centrífuga en el plano vertical o variación del peralte (4%/s). Limitación por seguridad, (Ministerio del Fomento 2013):

$$L_{min} = \frac{V_e \cdot p}{14.4} \rightarrow A_{min} = \sqrt{\frac{V_e \cdot p \cdot R_o}{14.4}} \quad \text{ec. 12}$$

III. Percepción visual. Limitación por Estética y armonía, (Ministerio del Fomento 2013):

– III-1: ángulo  $\tau \geq 1/18 \text{ rad}$

$$L_{min} = \frac{R_o}{9} \rightarrow A_{min} = \frac{R_o}{3} \quad \text{ec. 13}$$

– III-2: retranqueo  $\Delta R \geq 50 \text{ cm}$

$$L_{min} = 2 \cdot \sqrt{3 \cdot R_o} \rightarrow A_{min} = (12 \cdot R_o^3)^{\frac{1}{4}} \quad \text{ec. 14}$$

– III-3: ángulo  $\tau \geq 1/5 \omega$

$$L_{min} = \frac{\pi \cdot \Omega}{500} \cdot R_o \rightarrow A_{min} = R_o \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \Omega}{500}} \quad \text{ec. 15}$$

Siendo:

$\Omega$  = Ángulo de giro entre alineaciones rectas.

**Tabla 14.** Variación de la aceleración centrífuga.

Ve (km/h)	Ve < 80	80 ≤ Ve < 100	100 ≤ Ve < 120	120 ≤ Ve
J	0.5	0.4	0.4	0.4
Jmax	0.7	0.6	0.5	0.4

- Limitaciones Máximas:

Aconsejable no aumentar los mínimos significativamente. Limitación por Estética,(Ministerio del Fomento 2013):

$$L_{max} = 1.5 \cdot L_{mín} \quad \text{ec. 16}$$

- Cálculo de los parámetros Amin y Lmin de las clotoides:

Todas las limitaciones anteriormente citadas son de obligatorio cumplimiento excepto la III-3, que se recomienda su cumplimiento, (Ministerio del Fomento 2013).

En la tabla 7 se puede observar el análisis de las limitaciones de las clotoides de la carretera actual

**Tabla 15.** Análisis clotoides

Nº Curva	Radio	A	$\Omega$	AminNORMATIVA	AmaxNORMATIVA	CUMPLE
1	100	70	81,5	69	83	SI
2	90	65	164	64	79	SI
3	125	80	26,6	78	96	SI
4	140	100	84,7	99	103	SI
5	125	95	78,9	88	96	SI
6	97	80	163,1	67	82	SI
7	140	85	24	83	103	SI
8	129	80	38,3	79	98	SI
9	160	90	34,9	90	110	SI
10	220	115	22,8	107	132	SI
11	285	160	32,5	138	170	SI
12	335	190	14	177	217	SI
13	240	135	33,3	113	139	SI
14	170	120	31,8	96	123	SI
15	210	125	66,13	105	129	SI
16	200	120	63,6	102	125	SI
17	180	115	144,4	96	118	SI
18	270	135	102,1	134	164	SI

### 3.2.4. Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas

Cuando se unan dos alineaciones curvas consecutivas (constituida cada una por una curva circular con sus correspondientes curvas de acuerdo) sin alineación recta intermedia o con una recta de longitud limitada, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones de la Tabla 16. Para rectas de mayor longitud también se aplicará esta especificación, dado que la norma aplica una condición muy restrictiva que para Vp menores es muy difícil de cumplir.

**Tabla 16.** Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud limitada

R (m)	R' (m)
50-450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7.8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14.4 \quad \text{ec. 17}$
450-700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166.7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1280 \quad \text{ec. 18}$
700-1800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166.7 \quad \text{ec. 19}$
>1800	$R' \geq 700 \quad \text{ec. 20}$

En las tablas 16 y 17, se analiza la coordinación de radios consecutivos entre curvas circulares con recta de longitud limitada en el sentido creciente de los PKs (ida) y en el sentido decreciente (vuelta).

**Tabla 17.** Análisis de radios consecutivos para curvas circulares sin recta intermedia o recta de longitud limitada IDA

CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS IDA						
Nº curva	Rado	Radio posterior	Tipo de Recta	R'min.	R'max.	CUMPLE
1	100	90	Recta Longitud Limitada	72.7	144.3	SI
2	90	125	Recta	66.2	128.4	SI
3	125	140	Recta Longitud Limitada	88.9	184.1	SI
4	140	125	Recta Longitud Limitada	98.7	207.8	SI
5	125	97	Recta Longitud Limitada	88.9	184.1	SI
6	97	140	Recta Longitud Limitada	70.7	142	SI
7	140	129	Recta	98.7	207.8	SI
8	129	160	Recta Longitud Limitada	91.5	190.4	SI
9	160	220	Recta Longitud Limitada	111.6	239.6	SI
10	220	285	Recta Longitud Limitada	150.6	334.8	SI
11	285	355	Recta Longitud Limitada	192.81	438.1	SI
12	355	240	Recta Longitud Limitada	238.3	549.2	SI
13	240	170	Recta Longitud Limitada	163.6	366.6	SI
14	170	210	Recta Longitud Limitada	118.1	255.5	SI
15	210	200	Recta Longitud Limitada	144.1	318.9	SI
16	200	180	Recta Longitud Limitada	137.6	303.1	SI
17	180	270	Recta	124.6	271.3	SI
18	270	-				

**Tabla 18.** Análisis de radios consecutivos para curvas circulares sin recta intermedia o recta de longitud limitada VUELTA

CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS VUELTA						
Nº curva	Rado	Radio posterior	Tipo de Recta	R'min.	R'max.	CUMPLE
1	100	-				
2	90	100	Recta Longitud Limitada	66.2	128.4	SI
3	125	90	Recta	88.9	184	SI
4	140	125	Recta Longitud Limitada	98.7	207.8	SI
5	125	140	Recta Longitud Limitada	88.9	184.1	SI
6	97	125	Recta Longitud Limitada	70.7	139.6	SI
7	140	97	Recta Longitud Limitada	95	207.8	SI
8	129	140	Recta	91.5	190.4	SI
9	160	129	Recta Longitud Limitada	111.6	239.6	SI
10	220	160	Recta Longitud Limitada	150.6	334.8	SI
11	285	220	Recta Longitud Limitada	192.8	438.1	SI
12	355	285	Recta Longitud Limitada	238.3	549.2	SI
13	240	355	Recta Longitud Limitada	163.6	366.6	SI
14	170	240	Recta Longitud Limitada	118.1	255.5	SI
15	210	170	Recta Longitud Limitada	144.1	318.9	SI
16	200	210	Recta Longitud Limitada	137.6	303.1	SI
17	180	200	Recta Longitud Limitada	124.6	271.3	SI
18	270	180	Recta	179.8	414.2	SI

### 3.3. Trazado en alzado

#### 3.3.1. Inclinación de las rasantes

La Norma 3.1-IC establece para carreteras convencionales con una velocidad de proyecto de 50 km/h.

**Tabla 19.** Valores maximos inclinación rasante

Vp (km/h)	Inclinación Maxima (%)	Inclinación máx. Excepcional (5)
50	7	10

La inclinación mínima será mayor o igual que 5 décimas por ciento ( $\geq 0,55$ ). Y excepcionalmente, se podrá alcanzar un valor menor, mayor o igual a dos décimas por ciento ( $\geq 0.2$ ).

Además, no se dispondrán de rampas y pendientes, para el caso que nos ocupa, con una inclinación máxima del 7 % cuya longitud supere los 3000 metros ( $\leq 3000$ ). Ni cuyo tiempo de recorrido a velocidad de proyecto (50 km/h) sea inferior a 10 segundos, (Ministerio del Fomento 2013). Por tanto:

**Tabla 20.** Longitudes máximas y mínimas

Vp (km/h )	Longitud máxima (m)	Longitud mínima (m)
50	3000	138.8

En el estado de alineaciones en alzado del apéndice 1 se puede observar que se cumplen los valores máximos y mínimos de inclinación de las rasantes, además, de la longitud máxima y mínima establecida por la normativa.

#### 3.3.2. Acuerdos verticales

Las curvas de acuerdo vertical son parábolas que cumplen la siguiente función, (Ministerio del Fomento 2013):

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot Kv} \quad ec. 21$$

Siendo:

Kv = radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente "parámetro".

A su vez, el parámetro Kv está definido por la siguiente expresión:

$$kv = \frac{L}{\theta} \quad ec. 22$$

Siendo:

L = Longitud de la curva de acuerdo

$\theta$  = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno ( $\theta = |i_2 - i_1|$ ).

El valor del parámetro Kv en el diseño de una carretera es importante por razones de comodidad en la conducción y visibilidad. Si la visibilidad requerida (D) cuando se circula a través de una curva de acuerdo vertical es menor que la longitud (L) de la propia curva, se pueden producir accidentes. Por alcance, cuando hablamos de Visibilidad de Parada, o choques frontales cuando hablamos de Visibilidad de Adelantamiento.

La Norma 3.1-IC define las visibilidades mencionadas de la siguiente manera (Ministerio del Fomento 2013):

- Se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril
- En carreteras convencionales se considerará como visibilidad de adelantamiento la distancia disponible, medida a lo largo del eje que separa ambos sentidos de circulación, entre la posición del vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que pueda divisarlo y sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar dicha maniobra.

Para evitarlo, y que  $L > D$ , la Instrucción establece el cumplimiento de las siguientes expresiones para el cálculo del kv:

- Acuerdos Convexos.

$$kv = \frac{D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} \cdot \sqrt{h_2})^2} \quad ec. 23$$

- Acuerdos Cóncavos.

$$kv = \frac{D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)} \quad ec. 24$$

Siendo:

Kv = Parámetro de la parábola (m).

h1 = Altura del punto de vista del conductor sobre la calzada (m).

h2 = Altura del objeto sobre la calzada (m).

h = Altura de los faros del vehículo (m).

$\alpha$  = Ángulo que el rayo de luz de mayor pendiente del cono de luz de los faros forma con el eje longitudinal del vehículo.

D = Visibilidad requerida (m).

Para comprobar la visibilidad de parada en los acuerdos cóncavos se considerará, (Ministerio del Fomento 2013):

h1 = 1,10 m

h2 = 0,50 m

h = 0,75 m

$\alpha = 1^\circ$

Las expresiones anteriores se han utilizado en el diseño de la propuesta de trazado para obtener un kv que se ajuste a la velocidad de operación, dado que es la velocidad real a la que circula el conductor.

Para ello, la variable Visibilidad Requerida (D) se ha obtenido a través del cálculo de la Distancia de Parada, que corresponde a la expresión 25. De esta manera se procura que la visibilidad requerida sea al menos igual a la distancia de parada.

$$Dp = \frac{V \cdot tp}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (fl + i)} \quad ec. 25$$

Siendo:

Dp = Distancia de parada (m).

V = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

fl = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento. Tabla 3.1 Norma 3.1 IC.

i = Inclinação de la rasante (en tanto por uno).

tp = Tiempo de percepción y reacción (s). Es de 2 segundos.

Aunque la norma establece que a efectos de diseño se utilizará como V la velocidad de operación (Vp), se ha utilizado para el cálculo de la distancia de parada el valor de Velocidad específica del elemento en planta sobre el que se sitúe la curva de acuerdo vertical. Por ser la velocidad más parecida a la velocidad de operación.

De esta manera se cumplirá el kv mínimo fijado por la Norma y además aumentará significativamente el grado de seguridad vial.

En la tabla 20 se muestran los valores mínimos de kv en función del tipo de acuerdo vertical dispuesto.

La visibilidad de adelantamiento no se tendrá en cuenta debido a la sinuosidad del trazado que concurre por una zona montañosa donde establecer zonas de adelantamiento provocaría una disminución de la seguridad vial.

**Tabla 21.** Parámetros mínimos acuerdos verticales

Acuerdos convexos		Acuerdos cóncavos	
Kv parada (m)	Kv adelantamiento (m)	Kv parada (m)	Kv adelantamiento (m)
450	650	1160	3000

Como se puede observar en el estado de alineaciones en alzado del apéndice 1 cumplen todos los acuerdos verticales el kv mínimo fijado por la norma 3.1 IC.

### 3.3.3. Coordinación planta-alzado

Una mala coordinación planta-alzado puede ocasionar problemas de:

- Pérdida de trazado
- Pérdida de orientación
- Pérdida de dinámica

Para evitarlo la Norma 3.1 IC establece el cumplimiento de los siguientes aspectos:



- Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posible del punto de radio infinito.
- En carreteras con velocidad de proyecto ( $V_p$ ) menor o igual que sesenta kilómetros por hora (60 km/h) y en carreteras de características reducidas, se cumplirá cuando sea posible la condición  $K_v = 100 \cdot R \cdot p$ . Si no fuese así, el cociente  $k_v \cdot R$  será mayor o igual que seis (6), siendo  $K_v$  el parámetro de la curva de acuerdo vertical (m),  $R$  el radio de la curva circular en planta en metros (m), y  $p$  el peralte correspondiente a la curva circular en tanto por ciento (%).

**Tabla 22.** Análisis de relación  $k_v/R$  para coordinación planta-alzado

Nº CURVA PLANTA	RADIO	KV	Peralte	KV/R	Cumple
1	100	4790.2	7	47.9	Si
2	90	4960.2	7	55.1	Si
4	140	8113.8	7	58.0	Si
5	125	10286.1	7	82.3	Si
6	97	5677.5	7	58.5	Si
7	140	2309	7	16.5	Si
8	129	30153.7	7	233.7	Si
9	160	27760.3	7	173.5	Si
11	285	19662.3	7	69.0	Si
12	335	9556.2	7	28.5	Si
13	240	1586.5	7	6.6	Si
14	170	223558.1	7	1315.0	Si
15	210	49348.4	7	235.0	Si
16	200	10418.2	7	52.1	Si
17	180	2707	7	15.0	Si
18	270	4229.5	7	15.7	Si

En todos los casos  $k_v/R$  es mayor a 6. Por tanto, la propuesta de trazado cumple la coordinación planta-alzado.

### 3.4. Seguridad Vial Sustantiva

A continuación, se va a analizar la seguridad sustantiva de la propuesta de trazado a través del estudio de la consistencia.

### 3.5. Criterios de consistencia

Entre los distintos métodos de estudiar la consistencia, en aquellos basados en la velocidad de operación se puede distinguir, por una parte, criterios que llevan a cabo una evaluación local de cada uno de los elementos geométricos del trazado. Y los criterios de evaluación Global, que tienen en cuenta el conjunto del tramo que se está analizando.

### 3.6. Criterios Locales

El criterio Local que se ha utilizado se basa en examinar la variación de las velocidades de operación de los elementos geométricos consecutivos en planta a lo largo del trazado de la carretera. Indican donde se produce el fallo de seguridad y son idóneos cuando se trata de problemas localizados. Es una forma indirecta de cuantificar la sorpresa experimentada por los conductores y se ha revelado como un indicador de consistencia muy sencillo y utilizado, (García et al. 2013). Este criterio fue desarrollado por Lamm et al y se denomina Criterio II de Lamm.

La Tabla 22 presenta los umbrales de consistencia para este criterio:

**Tabla 23.** Umbrales de consistencia Criterio II de Lamm

Buena	Aceptable	Pobre
$ V_{85,i} - V_{85,i+1}  \leq 10$	$10 <  V_{85,i} - V_{85,i+1}  \leq 20$	$20 <  V_{85,i} - V_{85,i+1} $

#### 3.6.1. Perfil de velocidades de operación.

Para la aplicación del Criterio II de Lamm es necesario obtener los perfiles de velocidad de operación en el sentido creciente y decreciente de los puntos kilométricos (PKs).

El perfil de velocidades de operación es un gráfico de dispersión en el que se representa en el eje de abscisas los puntos kilométricos, y en el eje de ordenadas las velocidades de operación. De esta manera, una vez representado podemos analizar las variaciones entre elementos consecutivos y evaluarlas a partir de los umbrales de la tabla 10.

#### 3.6.2. Modelos de velocidad de operación.

Las velocidades de operación de las rectas y curvas circulares que componen el trazado, se determinan a través de los modelos de velocidad de operación de Perez et al. (2010):

$$v_{85} = 97,4254 - \frac{3310,94}{R}; \quad 400 \text{ m} < R \leq 950 \text{ m} \quad \text{ec. 26}$$

$$v_{85} = 102,048 - \frac{3990,94}{R}; \quad 70 \text{ m} < R \leq 400 \text{ m} \quad \text{ec. 27}$$

$$v_{85} = v_{85C} + (1 - e^{-\lambda \cdot T_L}) \cdot (110 - v_{85C}) \quad \text{ec. 28}$$

Siendo:

$$\lambda = 0,00135 + (R - 100) \cdot 7,00625 \cdot 10^{-6}$$

$V_{85C}$  = Velocidad de operación de la curva anterior (km/h)

$R$  = Radio de la curva precedente (m)

$T_L$  = Longitud de la recta (m)

Para aquellas curvas circulares inferiores a 70 metros o mayores a 950 metros la velocidad de operación se obtendrá calculando la Velocidad específica ( $V_e$ ) a partir de la ecuación 4 como se explicó en el subapartado 4.2.3 del presente anejo.

### 3.6.3. Tasas de aceleración y deceleración.

Una vez obtenidas las velocidades de operación de las rectas y curvas circulares que componen el trazado, se representan en el perfil de velocidades de operación como un conjunto de datos con una velocidad y una longitud determinada, en el que se producen saltos bruscos de velocidades entre las rectas y curvas circulares consecutivas.

Para enlazar estas velocidades, laminarlas y representar un perfil continuo se calculan las tasas de aceleración y deceleración de las curvas circulares.

El objetivo de estas tasas es el ajuste de la longitud donde se produce el cambio de velocidad.

Están asociadas al confort del conductor, ya que la aceleración o deceleración que experimenta un conductor que se encuentra circulando por una carretera influye sobre la comodidad. La deceleración, además, está fundamentalmente ligada con la siniestralidad. Los puntos donde se dan las máximas reducciones de la velocidad serán donde se producen las máximas deceleraciones, estando comprobado que existe una relación entre dicho fenómeno y la accidentalidad, (Licencia 2015).

A continuación, se exponen los modelos para la obtención de las tasas de aceleración, de Camacho et al, y deceleración de Garcia et al:

$$tasa\ aceleración = 0,417 + \frac{65,936}{R} \quad ec. 29$$

$$tasa\ deceleración = 0,313 + \frac{114,436}{R} \quad ec. 30$$

Para aplicar las tasas de aceleración y deceleración de las curvas circulares y enlazar las distintas velocidades de operación de curvas y rectas para generar el perfil de velocidades de operación, se utilizará la ecuación relativa al Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado de la física cinemática:

$$2 \cdot a \cdot s = vf^2 - vo^2 \quad ec. 31$$

Siendo:

$a$  = aceleración ( $m/s^2$ )

$s$  = espacio (m)

$vo$  = Velocidad inicial (km/h)

$vf$  = Velocidad final (km/h)

En ocasiones, necesitaremos obtener la velocidad inicial ( $Vo$ ). En otras, la velocidad final ( $Vf$ ). En ambos casos, será necesario convertir las unidades de km/h a m/s.

Una vez conocidas las tasas de las distintas curvas, el siguiente paso será aplicarlas a los elementos representados en el perfil de velocidades de operación. En la práctica, la aplicación de las tasas debe seguir los siguientes criterios:

- Prevalece la velocidad de operación menor. Es decir, entre dos elementos consecutivos en el perfil de velocidades de operación, se aplicará la tasa correspondiente, con la finalidad de obtener la  $Vo$  o  $Vf$ , siempre en el elemento con velocidad de operación menor. Generalmente será entre recta-curva, aunque también puede darse el caso de curvas consecutivas sin recta intermedia.
- Si del elemento con velocidad de operación menor se conoce la Velocidad inicial ( $Vo$ ) se hará uso de la tasa de aceleración. Si en cambio, conocemos se conoce la velocidad final, se hará uso de la tasa de deceleración.
- Para la ida, sentido de PKS creciente, el perfil se desarrollará de izquierda a derecha. Y para la vuelta, sentido PKS decreciente, el perfil se conformará de derecha a izquierda.

### 3.6.4. Perfil de velocidad de operación y análisis criterio II de Lamm

En la página 22 se muestra la representación del perfil de velocidades de operación para la ida y la vuelta, y se procederá a su análisis a través del Criterio II de Lamm, de acuerdo a los umbrales de consistencia definidos en la tabla 22. Se trata de evaluar la variación de velocidad que se experimenta en las deceleraciones, dado que son la fuente habitual de accidente.

Como se puede observar en los gráficos, las flechas que indican el grado de consistencia tienen un sentido u otro en función de si se está analizando la ida o la vuelta y, señalan la deceleración que se ha producido. El resto de deceleraciones sin indicar muestran una consistencia buena.



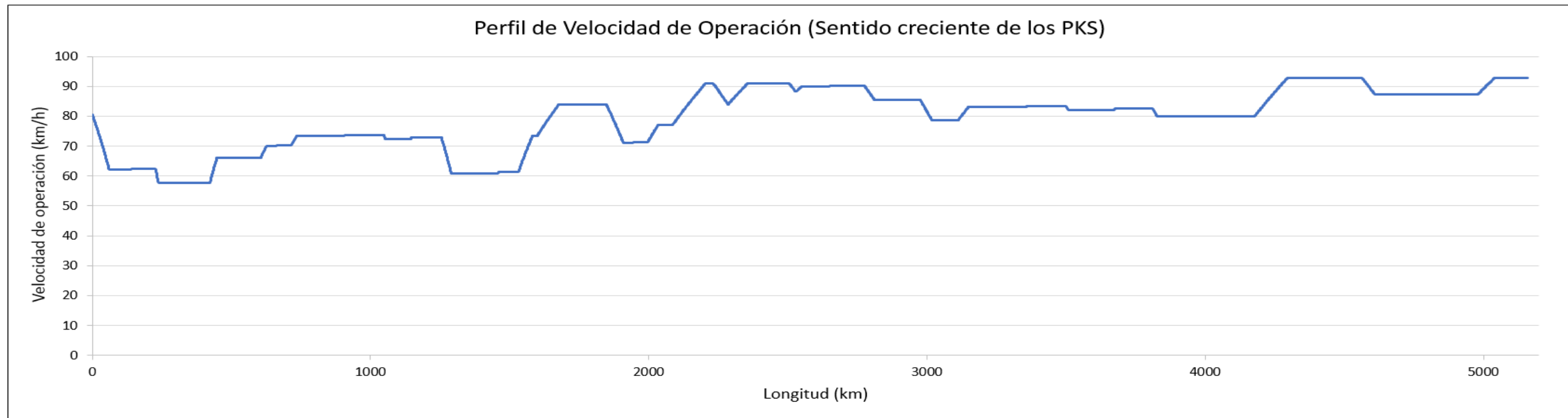


Ilustración 16. Perfil de Velocidad de operación sentido creciente de los PKS.

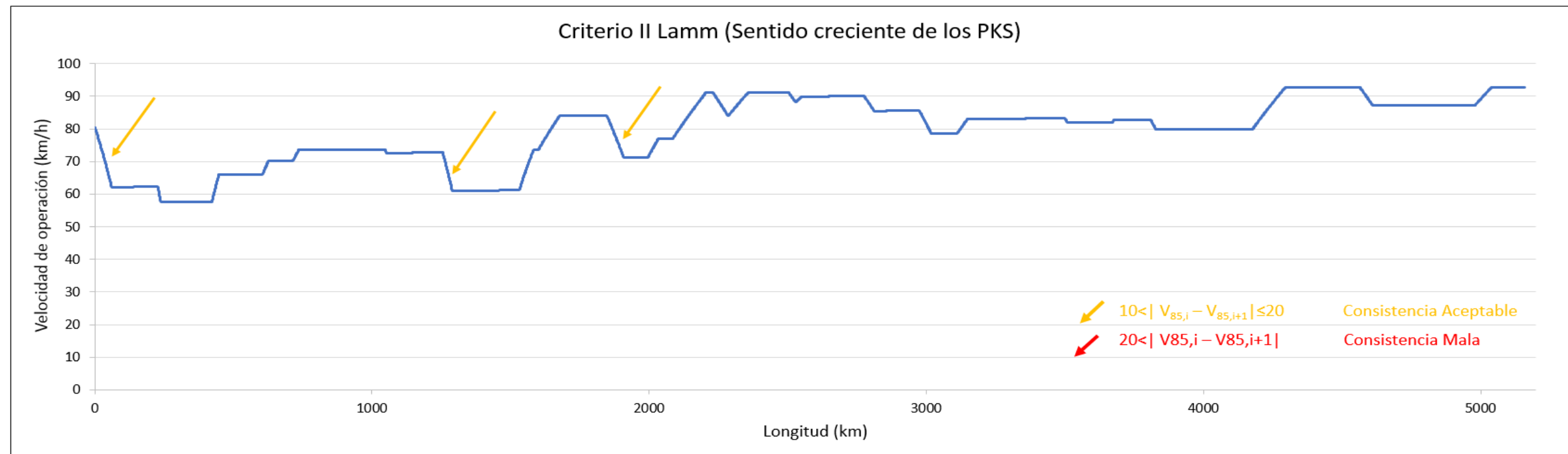


Ilustración 17. Criterio II Lamm sentido creciente de los PKS

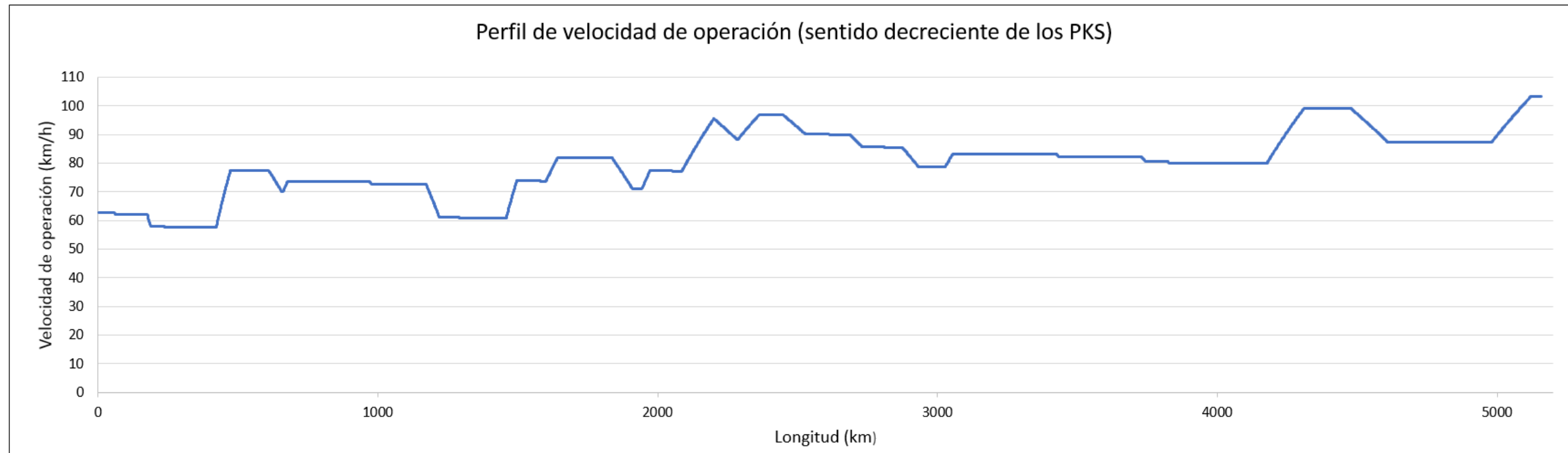


Ilustración 18. Perfil de velocidad de operación sentido decreciente de los PKS

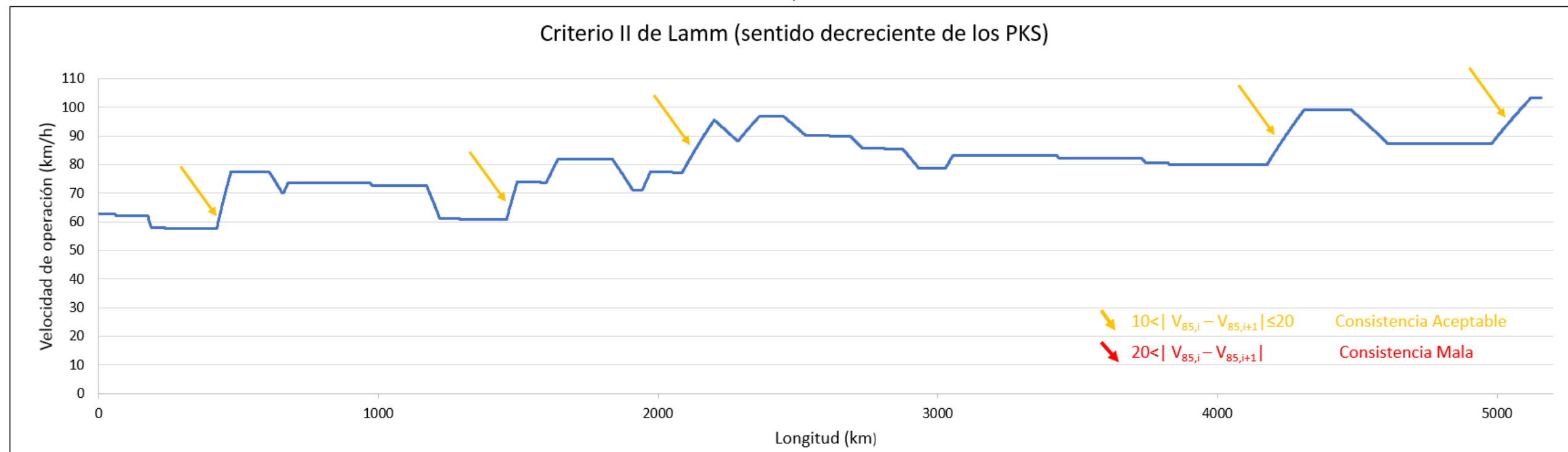


Ilustración 19. Criterio II Lamm sentido decreciente de los PKS

Del análisis del Criterio II de Lamm en las figuras 15 y 17 se extrae la siguiente información:

- La propuesta de trazado no contiene ningún punto con consistencia mala.
- En aquellos puntos con consistencia aceptable se establecerá señalización que informe al conductor para evitar situaciones de peligro.
- El resto de deceleraciones sin indicar poseen una consistencia buena.

3.7. Criterios Globales

Se ha utilizado el criterio global desarrollado por Camacho et al (2012). A través de este método se estudia la dispersión del perfil de velocidades de operación y se relaciona con la carga cognitiva del conductor, puesto que se entiende que son directamente proporcionales. En consecuencia, una mayor carga cognitiva se asocia a una mayor probabilidad de accidente, (García et al. 2013). Este hecho nos permite, además, estimar la accidentalidad como se podrá comprobar en el apartado 5.6 Accidentalidad.

Este modelo evalúa la consistencia global a partir del siguiente índice:

$$C = \sqrt[3]{\frac{\bar{v}_{85}}{\bar{a}_{85}}} \quad \text{ec 32}$$

Siendo:

C = Índice que refleja la consistencia

$\bar{v}_{85}$  = Media de las velocidades de operación

$\bar{a}_{85}$  = Media de las tasas de deceleración aplicadas en cada deceleración del perfil de velocidad de operación.

Tras la obtención del índice se clasificará de acuerdo a los umbrales definidos en la tabla 17:

Tabla 24. Umbrales de consistencia criterio global	
Buena	C > 3,25
Aceptable	2,55 < C ≤ 3,25
Mala	C ≤ 2.55

La consistencia global del tramo objeto de estudio se refleja en la tabla 18:

Tabla 25. Valoración de la consistencia global.		
	Sentido creciente PKS	Sentido decreciente PKS
$\bar{v}_{85}$ (km/h)	79,38	80,28
$\bar{a}_{85}$	1,19	1,22
C	4,05	4,03
Consistencia	Buena	Buena

3.8. Accidentalidad

Como se ha comentado anteriormente, a través de la consistencia se puede estimar la accidentalidad del tramo objeto de estudio. Pero antes es necesario explicar los conceptos de tramo coartado y tramo libre. Ya que, en función de la tipología del tramo la Safety Performance Function (SPF) de Camacho para la estimación de la tasa de accidentalidad tiene exponentes distintos.

En tramo libre los conductores vienen de un tramo del cual tienen unas expectativas creadas y esperan que el tramo en el que se adentran sea similar, siendo en realidad, distinto. Por tanto, a medida que conducen por el tramo nuevo van readaptando su conducción y generando unas expectativas nuevas.

En cambio, en un tramo coartado los conductores saben que están entrando en un tramo nuevo de carretera y prestan atención para adquirir nuevas expectativas. A medida que los conductores van adquiriendo información del nuevo tramo relajan parcialmente su atención a la conducción. Por tanto al tasa de siniestralidad aumenta con la longitud del tramo.

En el caso que nos ocupa, se considera coartado puesto que el tramo proveniente del municipio de Xàtiva, que une con el PK 0+000 en el diseño de la restitución de la carretera, es geoméricamente similar al tramo objeto de estudio. Y el tramo que conecta con el PK 5+ 287 del diseño de la restitución, bordea por el oeste la población de Bellús, signo que le hace pensar al conductor que se está adentrando en un tramo nuevo de carretera.

Por tanto, al tratarse de un tramo coartado se hace uso de la siguiente expresión que permite conocer el número de accidentes que son susceptibles de ocurrir en diez años:

$$Y_{10}=e^{-3,91602} \cdot L^{1,16103} \cdot IMD^{0.8015} \cdot e^{-0,64299 \cdot C} \quad \text{ec.33}$$

Siendo:

Y= Tasa de siniestralidad (n.º accidentes cada diez años).

L = Longitud del tramo objeto de estudio (km)

IMD = Intensidad media diaria año horizonte. Obenida en el anejo N.º 1 Estudio del tráfico (vh/día).

C = Consistencia Global de Camacho et al.

Tabla 26. Estimación accidentalidad.			
Sentido creciente de los PKS			
L (km)	IMD (vh/día)	C	N.º accidentes
5,242	1161	4,05	2.88
Sentido decreciente de los PKS			
L (km)	IMD (vh/día)	C	N.º accidentes
5,242	1161	4,03	2.92

#### 4. Conclusiones

El análisis de la seguridad vial de la propuesta de adecuación ha demostrado que:

- El nuevo trazado cumple los parámetros mínimos establecidos por la Norma 3.1 IC
- Se han corregido todos los puntos en los que la consistencia del trazado era mala.
- Se ha estimado una reducción de accidentes en los próximos 10 años de más del 50 %.

#### 5. Bibliografía

García, García, Camacho Torregrosa, Fco Javier, Pérez Zuriaga, and Ana María. 2013. "Consistencia Del Diseño Geométrico de Carreteras : Concepto Y Criterios." 1:10.

García, García, Camacho Torregrosa, Fco Javier, Pérez Zuriaga, and Ana María. n.d. "Integración de La Consistencia En El Proceso de Diseño Geométrico de Carreteras." 1..

Ministerio del Fomento. 2013. "Norma 3.1 -IC Trazado." *Gobierno de España* 53(9):1689–99.

Torregrosa, Camacho, Alfredo Garcia, and Perez Ana. n.d. "Introducción Al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Y Planteamiento."

Camacho Torregrosa, Fco Javier. " Desarrollo Y Calibración De Un Modelo Global De Consistencia Del Diseño Geométrico De Carreteras Convencionales Basado En El Empleo De Perfiles Continuos De Velocidad De Operación".





## APÉNDICE 1

### ESTADO DE ALINEACIONES DE LA PROPUESTA DE TRAZADO: ALINEACIÓN PRINCIPAL

• LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS: PLANTA

Puntos Singulares	P.K.	Ordenada	Abscisa	Orientación de tangente
	0+000.00	4,315,985.6417m	715,626.6669m	S 25º 44' 59"E
S	0+011.20m	4315975.5555m	715631.5319m	S 25º 44' 59"E
	0+020.00	4,315,967.6177m	715,635.3348m	S 25º 17' 49"E
	0+040.00	4,315,949.2794m	715,643.3040m	S 20º 54' 00"E
	0+060.00	4,315,930.1484m	715,649.0628m	S 11º 49' 32"E
S	0+060.20m	4315929.9543m	715649.1032m	S 11º 42' 44"E
	0+080.00	4,315,910.2946m	715,651.1833m	S 0º 22' 00"E
	0+100.00	4,315,890.4153m	715,649.3171m	S 11º 05' 33"O
	0+120.00	4,315,871.3030m	715,643.5388m	S 22º 33' 06"O
S	0+139.18m	4315854.4038m	715634.5361m	S 33º 32' 21"W
	0+140.00	4,315,853.7197m	715,634.0786m	S 34º 00' 24"O
	0+160.00	4,315,838.1621m	715,621.5427m	S 42º 56' 06"O
	0+180.00	4,315,824.1347m	715,607.2933m	S 47º 11' 09"O
S	0+188.18m	4315818.6048m	715601.2697m	S 47º 34' 36"W
S	0+191.23m	4315816.5480m	715599.0191m	S 47º 34' 36"W
	0+200.00	4,315,810.6094m	715,592.5603m	S 47º 03' 17"O
	0+220.00	4,315,796.4623m	715,578.4325m	S 41º 57' 46"O
S	0+238.17m	4315782.0959m	715567.3403m	S 32º 38' 02"W
	0+240.00	4,315,780.5452m	715,566.3694m	S 31º 28' 09"O
	0+260.00	4,315,762.4715m	715,557.9019m	S 18º 44' 12"O
	0+280.00	4,315,742.9760m	715,553.6261m	S 6º 00' 15"O
	0+300.00	4,315,723.0175m	715,553.7522m	S 6º 43' 41"E
	0+320.00	4,315,703.5776m	715,558.2740m	S 19º 27' 38"E
	0+340.00	4,315,685.6123m	715,566.9691m	S 32º 11' 35"E
	0+360.00	4,315,670.0052m	715,579.4099m	S 44º 55' 31"E
	0+380.00	4,315,657.5237m	715,594.9845m	S 57º 39' 28"E
	0+400.00	4,315,648.7818m	715,612.9271m	S 70º 23' 24"E
	0+420.00	4,315,644.2094m	715,632.3552m	S 83º 07' 21"E
S	0+423.11m	4315643.8908m	715635.4444m	S 85º 05' 59"E
	0+440.00	4,315,643.8414m	715,652.3218m	N 86º 04' 49"E
	0+460.00	4,315,646.3093m	715,672.1613m	N 80º 38' 32"E
S	0+470.05m	4315648.0223m	715682.0643m	N 79º 57' 27"E
	0+480.00	4,315,649.7574m	715,691.8617m	N 79º 57' 27"E
	0+500.00	4,315,653.2450m	715,711.5553m	N 79º 57' 27"E
	0+520.00	4,315,656.7326m	715,731.2488m	N 79º 57' 27"E
	0+540.00	4,315,660.2202m	715,750.9424m	N 79º 57' 27"E
	0+560.00	4,315,663.7078m	715,770.6360m	N 79º 57' 27"E
	0+580.00	4,315,667.1954m	715,790.3295m	N 79º 57' 27"E
	0+600.00	4,315,670.6830m	715,810.0231m	N 79º 57' 27"E

S	0+609.30m	4315672.3050m	715819.1822m	N 79º 57' 27"E
	0+620.00	4,315,674.2019m	715,829.7110m	N 79º 26' 42"E
	0+640.00	4,315,678.3968m	715,849.2626m	N 75º 44' 21"E
	0+660.00	4,315,684.4421m	715,868.3128m	N 68º 27' 07"E
S	0+660.50m	4315684.6273m	715868.7790m	N 68º 13' 24"E
S	0+661.46m	4315684.9866m	715869.6686m	N 67º 47' 01"E
	0+680.00	4,315,693.0948m	715,886.3278m	N 60º 49' 28"E
	0+700.00	4,315,703.5434m	715,903.3764m	N 56º 46' 01"E
S	0+712.66m	4315710.5703m	715913.9083m	N 56º 02' 58"E
S	0+713.50m	4315711.0372m	715914.6019m	N 56º 02' 58"E
	0+720.00	4,315,714.6652m	715,919.9987m	N 56º 10' 14"E
	0+740.00	4,315,725.5794m	715,936.7571m	N 58º 03' 42"E
	0+760.00	4,315,735.5886m	715,954.0671m	N 62º 14' 40"E
	0+780.00	4,315,743.9444m	715,972.2263m	N 68º 43' 09"E
S	0+784.93m	4315745.6547m	715976.8452m	N 70º 39' 56"E
	0+800.00	4,315,749.8709m	715,991.3103m	N 76º 50' 06"E
	0+820.00	4,315,753.0219m	716,011.0433m	N 85º 01' 12"E
	0+840.00	4,315,753.3314m	716,031.0239m	S 86º 47' 42"E
	0+860.00	4,315,750.7931m	716,050.8451m	S 78º 36' 35"E
	0+880.00	4,315,745.4587m	716,070.1029m	S 70º 25' 29"E
S	0+899.95m	4315737.4614m	716088.3584m	S 62º 15' 40"E
	0+900.00	4,315,737.4368m	716,088.4051m	S 62º 14' 22"E
	0+920.00	4,315,727.0029m	716,105.4530m	S 55º 12' 23"E
	0+940.00	4,315,714.8713m	716,121.3462m	S 50º 27' 54"E
	0+960.00	4,315,701.7641m	716,136.4505m	S 48º 00' 56"E
S	0+971.38m	4315694.1181m	716144.8736m	S 47º 38' 42"E
	0+980.00	4,315,688.3078m	716,151.2467m	S 47º 38' 42"E
S	0+997.36m	4315676.6103m	716164.0773m	S 47º 38' 42"E
	1+000.00	4,315,674.8336m	716,166.0266m	S 47º 40' 01"E
	1+020.00	4,315,661.5184m	716,180.9490m	S 49º 16' 18"E
	1+040.00	4,315,648.9706m	716,196.5174m	S 53º 24' 56"E
	1+060.00	4,315,637.9514m	716,213.1945m	S 60º 05' 57"E
S	1+069.56m	4315633.4774m	716221.6434m	S 64º 11' 31"E
	1+040.00	4,315,648.9706m	716,196.5174m	S 53º 24' 56"E
	1+060.00	4,315,637.9514m	716,213.1945m	S 60º 05' 57"E
S	1+069.56m	4315633.4774m	716221.6434m	S 64º 11' 31"E
	1+080.00	4,315,629.3307m	716,231.2186m	S 68º 58' 34"E
	1+100.00	4,315,623.6764m	716,250.3804m	S 78º 08' 36"E
	1+120.00	4,315,621.1472m	716,270.1984m	S 87º 18' 39"E
	1+140.00	4,315,621.8076m	716,290.1661m	N 83º 31' 19"E
S	1+152.47m	4315623.8308m	716302.4706m	N 77º 48' 14"E
	1+060.00	4,315,637.9514m	716,213.1945m	S 60º 05' 57"E



	1+080.00	4,315,629.3307m	716,231.2186m	S 68º 58' 34"E
	1+100.00	4,315,623.6764m	716,250.3804m	S 78º 08' 36"E
	1+120.00	4,315,621.1472m	716,270.1984m	S 87º 18' 39"E
	1+140.00	4,315,621.8076m	716,290.1661m	N 83º 31' 19"E
	1+160.00	4,315,625.6333m	716,309.7756m	N 74º 32' 04"E
	1+180.00	4,315,632.1896m	716,328.6575m	N 67º 35' 32"E
	1+200.00	4,315,640.5831m	716,346.8055m	N 63º 11' 22"E
	1+220.00	4,315,649.9579m	716,364.4712m	N 61º 19' 34"E
<b>S</b>	1+224.67m	4315652.2043m	716368.5710m	N 61º 15' 25"E
	1+240.00	4,315,659.5739m	716,382.0078m	N 61º 15' 25"E
<b>S</b>	1+258.02m	4315668.2404m	716397.8091m	N 61º 15' 25"E
	1+260.00	4,315,669.1914m	716,399.5436m	N 61º 16' 28"E
	1+280.00	4,315,678.5654m	716,417.2093m	N 63º 25' 08"E
	1+300.00	4,315,686.7020m	716,435.4702m	N 69º 08' 41"E
	1+320.00	4,315,692.3763m	716,454.6254m	N 78º 27' 05"E
<b>S</b>	1+324.00m	4315693.0995m	716458.5605m	N 80º 44' 35"E
	1+340.00	4,315,694.3622m	716,474.4912m	S 89º 48' 24"E
	1+360.00	4,315,692.2407m	716,494.3427m	S 77º 59' 36"E
	1+380.00	4,315,686.1000m	716,513.3395m	S 66º 10' 47"E
	1+400.00	4,315,676.2001m	716,530.6767m	S 54º 21' 58"E
	1+420.00	4,315,662.9606m	716,545.6199m	S 42º 33' 09"E
	1+440.00	4,315,646.9422m	716,557.5360m	S 30º 44' 20"E
	1+460.00	4,315,628.8235m	716,565.9204m	S 18º 55' 32"E
	1+480.00	4,315,609.3720m	716,570.4178m	S 7º 06' 43"E
	1+500.00	4,315,589.4119m	716,570.8377m	S 4º 42' 06"O
<b>S</b>	1+506.60m	4315582.8587m	716570.0736m	S 8º 35' 58"W
	1+520.00	4,315,569.7730m	716,567.2230m	S 15º 42' 41"O
	1+540.00	4,315,550.9719m	716,560.4461m	S 23º 20' 06"O
	1+560.00	4,315,532.9473m	716,551.7890m	S 27º 22' 39"O
<b>S</b>	1+572.58m	4315521.8260m	716545.9130m	S 28º 05' 09"W
	1+580.00	4,315,515.2782m	716,542.4189m	S 28º 05' 09"O
<b>S</b>	1+590.46m	4315506.0536m	716537.4964m	S 28º 05' 09"W
	1+600.00	4,315,497.6428m	716,532.9854m	S 28º 26' 49"O
	1+620.00	4,315,480.2780m	716,523.0676m	S 31º 32' 48"O
	1+640.00	4,315,463.7876m	716,511.7686m	S 37º 49' 07"O
<b>S</b>	1+642.06m	4315462.1670m	716510.4920m	S 38º 38' 46"W
<b>S</b>	1+643.45m	4315461.0916m	716509.6234m	S 39º 12' 43"W
	1+660.00	4,315,448.8402m	716,498.5000m	S 44º 54' 01"O
	1+680.00	4,315,435.2416m	716,483.8399m	S 48º 52' 25"O
<b>S</b>	1+695.05m	4315425.4604m	716472.3986m	S 49º 46' 19"W
	1+700.00	4,315,422.2652m	716,468.6214m	S 49º 46' 19"O
	1+720.00	4,315,409.3486m	716,453.3517m	S 49º 46' 19"O

	1+740.00	4,315,396.4320m	716,438.0821m	S 49º 46' 19"O
	1+760.00	4,315,383.5154m	716,422.8125m	S 49º 46' 19"O
	1+780.00	4,315,370.5988m	716,407.5429m	S 49º 46' 19"O
	1+800.00	4,315,357.6822m	716,392.2732m	S 49º 46' 19"O
	1+820.00	4,315,344.7656m	716,377.0036m	S 49º 46' 19"O
	1+840.00	4,315,331.8490m	716,361.7340m	S 49º 46' 19"O
	1+860.00	4,315,318.9324m	716,346.4644m	S 49º 46' 19"O
	1+880.00	4,315,306.0158m	716,331.1947m	S 49º 46' 19"O
<b>S</b>	1+894.63m	4315296.5689m	716320.0269m	S 49º 46' 19"W
	1+900.00	4,315,293.1023m	716,315.9225m	S 49º 54' 05"O
	1+920.00	4,315,280.5114m	716,300.3857m	S 52º 39' 13"O
	1+940.00	4,315,269.1954m	716,283.9073m	S 58º 59' 14"O
<b>S</b>	1+944.24m	4315267.0675m	716280.2402m	S 60º 47' 23"W
	1+960.00	4,315,260.2347m	716,266.0492m	S 67º 47' 23"O
<b>S</b>	1+972.38m	4315256.1115m	716254.3804m	S 73º 17' 19"W
	1+980.00	4,315,254.1261m	716,247.0252m	S 76º 24' 46"O
	2+000.00	4,315,250.5089m	716,227.3636m	S 82º 08' 28"O
	2+020.00	4,315,248.2495m	716,207.4928m	S 84º 17' 19"O
<b>S</b>	2+021.99m	4315248.0516m	716205.5097m	S 84º 18' 23"W
	2+040.00	4,315,246.2651m	716,187.5915m	S 84º 18' 23"O
<b>S</b>	2+051.58m	4315245.1158m	716176.0641m	S 84º 18' 23"W
	2+060.00	4,315,244.2687m	716,167.6914m	S 84º 03' 21"O
	2+080.00	4,315,241.8278m	716,147.8427m	S 81º 27' 02"O
	2+100.00	4,315,238.0024m	716,128.2196m	S 76º 00' 57"O
<b>S</b>	2+102.21m	4315237.4541m	716126.0792m	S 75º 14' 31"W
	2+120.00	4,315,231.9761m	716,109.1628m	S 68º 52' 16"O
<b>S</b>	2+139.55m	4315223.8356m	716091.4056m	S 61º 52' 18"W
	2+140.00	4,315,223.6211m	716,091.0059m	S 61º 42' 36"O
	2+160.00	4,315,213.2150m	716,073.9359m	S 56º 01' 37"O
	2+180.00	4,315,201.5636m	716,057.6829m	S 53º 10' 24"O
<b>S</b>	2+190.17m	4315195.4323m	716049.5672m	S 52º 48' 26"W
<b>S</b>	2+191.67m	4315194.5272m	716048.3745m	S 52º 48' 26"W
	2+200.00	4,315,189.4851m	716,041.7421m	S 52º 39' 25"O
	2+220.00	4,315,177.1743m	716,025.9809m	S 51º 04' 07"O
	2+240.00	4,315,164.2010m	716,010.7630m	S 47º 44' 50"O
<b>S</b>	2+051.58m	4315245.1158m	716176.0641m	S 84º 18' 23"W
	2+260.00	4,315,150.1585m	715,996.5307m	S 42º 50' 21"O
<b>S</b>	2+270.79m	4315142.0666m	715989.3882m	S 40º 01' 41"W
	2+280.00	4,315,134.9019m	715,983.6090m	S 37º 48' 51"O
	2+300.00	4,315,118.7031m	715,971.8841m	S 34º 16' 11"O
	2+320.00	4,315,101.9722m	715,960.9277m	S 32º 27' 29"O
<b>S</b>	2+330.91m	4315092.7507m	715955.1012m	S 32º 12' 01"W

<b>S</b>	2+336.59m	4315087.9457m	715952.0753m	S 32º 12' 01"W
	2+340.00	4,315,085.0570m	715,950.2565m	S 32º 11' 14"O
	2+360.00	4,315,068.0890m	715,939.6695m	S 31º 35' 12"O
	2+380.00	4,315,050.9306m	715,929.3949m	S 30º 05' 28"O
	2+400.00	4,315,033.4345m	715,919.7085m	S 27º 42' 01"O
	2+420.00	4,315,015.4812m	715,910.9010m	S 24º 24' 50"O
<b>S</b>	2+426.41m	4315009.6156m	715908.3139m	S 23º 10' 16"W
	2+460.00	4,314,978.0296m	715,896.9455m	S 16º 25' 07"O
	2+480.00	4,314,958.6626m	715,891.9700m	S 12º 23' 52"O
<b>S</b>	2+482.13m	4314956.5780m	715891.5199m	S 11º 58' 08"W
	2+500.00	4,314,939.0005m	715,888.3280m	S 8º 44' 03"O
	2+520.00	4,314,919.1633m	715,885.7964m	S 5º 57' 39"O
	2+540.00	4,314,899.2387m	715,884.0717m	S 4º 04' 58"O
	2+560.00	4,314,879.2766m	715,882.8449m	S 3º 06' 00"O
	2+580.00	4,314,859.3035m	715,881.8080m	S 2º 56' 24"O
<b>S</b>	2+582.25m	4314857.0598m	715881.6928m	S 2º 56' 24"W
	2+600.00	4,314,839.3286m	715,880.8080m	S 2º 41' 23"O
	2+620.00	4,314,819.3449m	715,880.0046m	S 1º 48' 32"O
	2+640.00	4,314,799.3492m	715,879.6193m	S 0º 17' 35"O
	2+660.00	4,314,779.3520m	715,879.8739m	S 1º 51' 28"E
<b>S</b>	2+665.24m	4314774.1207m	715880.0738m	S 2º 31' 32"E
<b>S</b>	2+678.04m	4314761.3369m	715880.8263m	S 4º 12' 44"E
	2+680.00	4,314,759.3840m	715,880.9745m	S 4º 28' 02"E
	2+700.00	4,314,739.4824m	715,882.9425m	S 6º 43' 19"E
	2+720.00	4,314,719.6581m	715,885.5823m	S 8º 20' 30"E
	2+740.00	4,314,699.8984m	715,888.6720m	S 9º 19' 36"E
	2+760.00	4,314,680.1759m	715,891.9917m	S 9º 40' 36"E
<b>S</b>	2+761.03m	4314679.1605m	715892.1649m	S 9º 40' 39"E
<b>S</b>	2+770.82m	4314669.5077m	715893.8110m	S 9º 40' 39"E
	2+780.00	4,314,660.4617m	715,895.3608m	S 9º 48' 36"E
	2+800.00	4,314,640.7849m	715,898.9395m	S 11º 00' 57"E
	2+820.00	4,314,621.2338m	715,903.1462m	S 13º 28' 45"E
	2+840.00	4,314,601.9401m	715,908.4008m	S 17º 12' 00"E
<b>S</b>	2+846.76m	4314595.5100m	715910.4850m	S 18º 44' 31"E
	2+860.00	4,314,583.0954m	715,915.0828m	S 21º 54' 10"E
	2+880.00	4,314,564.8712m	715,923.3076m	S 26º 40' 39"E
<b>S</b>	2+896.50m	4314550.3961m	715931.2150m	S 30º 36' 58"E
	2+900.00	4,314,547.3946m	715,933.0204m	S 31º 25' 58"E
	2+920.00	4,314,530.7203m	715,944.0572m	S 35º 21' 31"E
	2+940.00	4,314,514.7066m	715,956.0358m	S 38º 01' 36"E
	2+960.00	4,314,499.1283m	715,968.5776m	S 39º 26' 14"E
<b>S</b>	2+972.43m	4314489.5470m	715976.5037m	S 39º 40' 49"E

<b>S</b>	2+972.62m	4314489.4075m	715976.6194m	S 39º 40' 49"E
	2+980.00	4,314,483.7217m	715,981.3305m	S 39º 34' 19"E
	3+000.00	4,314,468.1820m	715,993.9201m	S 38º 11' 19"E
	3+020.00	4,314,452.1762m	716,005.9086m	S 35º 12' 49"E
	3+040.00	4,314,435.4192m	716,016.8170m	S 30º 38' 50"E
<b>S</b>	3+057.32m	4314420.1482m	716024.9799m	S 25º 24' 22"E
<b>S</b>	3+057.78m	4314419.7364m	716025.1748m	S 25º 15' 09"E
	3+060.00	4,314,417.7202m	716,026.1099m	S 24º 30' 48"E
	3+080.00	4,314,399.1193m	716,033.4357m	S 18º 44' 43"E
	3+100.00	4,314,379.9495m	716,039.1228m	S 14º 34' 07"E
	3+120.00	4,314,360.4751m	716,043.6703m	S 11º 59' 01"E
	3+140.00	4,314,340.8668m	716,047.6078m	S 10º 59' 25"E
<b>S</b>	3+142.48m	4314338.4289m	716048.0809m	S 10º 58' 41"E
<b>S</b>	3+157.47m	4314323.7189m	716050.9343m	S 10º 58' 41"E
	3+160.00	4,314,321.2329m	716,051.4168m	S 10º 59' 23"E
	3+180.00	4,314,301.6227m	716,055.3449m	S 11º 54' 32"E
	3+200.00	4,314,282.1351m	716,059.8367m	S 14º 17' 41"E
	3+220.00	4,314,262.9230m	716,065.3816m	S 18º 08' 51"E
<b>S</b>	3+231.87m	4314251.7395m	716069.3627m	S 21º 07' 42"E
	3+340.00	4,314,165.0928m	716,132.0357m	S 50º 37' 46"E
	3+360.00	4,314,153.1610m	716,148.0773m	S 56º 05' 10"E
<b>S</b>	3+375.63m	4314144.9285m	716161.3648m	S 60º 21' 07"E
	3+380.00	4,314,142.8079m	716,165.1803m	S 61º 30' 29"E
	3+400.00	4,314,133.9900m	716,183.1259m	S 65º 54' 40"E
	3+420.00	4,314,126.3377m	716,201.6017m	S 68º 50' 52"E
	3+440.00	4,314,119.4007m	716,220.3596m	S 70º 19' 02"E
<b>S</b>	3+450.04m	4314116.0397m	716229.8197m	S 70º 30' 08"E
	3+460.00	4,314,112.7151m	716,239.2090m	S 70º 30' 08"E
	3+480.00	4,314,106.0397m	716,258.0621m	S 70º 30' 08"E
<b>S</b>	3+494.91m	4314101.0640m	716272.1146m	S 70º 30' 08"E
	3+500.00	4,314,099.3628m	716,276.9147m	S 70º 27' 02"E
	3+520.00	4,314,092.5168m	716,295.7061m	S 69º 14' 58"E
	3+540.00	4,314,085.0209m	716,314.2461m	S 66º 27' 25"E
	3+560.00	4,314,076.3805m	716,332.2779m	S 62º 04' 22"E
<b>S</b>	3+566.91m	4314073.0474m	716338.3275m	S 60º 11' 20"E
	3+580.00	4,314,066.1714m	716,349.4665m	S 56º 26' 17"E
	3+600.00	4,314,054.3005m	716,365.5522m	S 50º 42' 31"E
	3+620.00	4,314,040.8830m	716,380.3723m	S 44º 58' 44"E
	3+640.00	4,314,026.0529m	716,393.7790m	S 39º 14' 58"E
	3+660.00	4,314,009.9586m	716,405.6381m	S 33º 31' 11"E
	3+680.00	4,313,992.7607m	716,415.8312m	S 27º 47' 25"E
<b>S</b>	3+694.77m	4313979.4538m	716422.2282m	S 23º 33' 34"E

	3+700.00	4,313,974.6318m	716,424.2580m	S 22º 06' 54"E
	3+720.00	4,313,955.8100m	716,431.0059m	S 17º 35' 52"E
	3+740.00	4,313,936.5871m	716,436.5188m	S 14º 40' 18"E
	3+760.00	4,313,917.1709m	716,441.3137m	S 13º 20' 15"E
<b>S</b>	3+766.77m	4313910.5837m	716442.8680m	S 13º 14' 47"E
	3+780.00	4,313,897.7038m	716,445.8999m	S 13º 14' 47"E
<b>S</b>	3+786.04m	4313891.8273m	716447.2833m	S 13º 14' 47"E
	3+800.00	4,313,878.2438m	716,450.5160m	S 13º 40' 07"E
	3+820.00	4,313,858.8874m	716,455.5444m	S 15º 44' 42"E
	3+840.00	4,313,839.8172m	716,461.5591m	S 19º 33' 15"E
<b>S</b>	3+859.51m	4313821.7491m	716468.8993m	S 24º 56' 23"E
	3+860.00	4,313,821.3045m	716,469.1068m	S 25º 05' 45"E
	3+880.00	4,313,803.7005m	716,478.5773m	S 31º 27' 44"E
	3+900.00	4,313,787.2552m	716,489.9413m	S 37º 49' 42"E
	3+920.00	4,313,772.1714m	716,503.0587m	S 44º 11' 40"E
	3+940.00	4,313,758.6351m	716,517.7678m	S 50º 33' 39"E
	3+960.00	4,313,746.8132m	716,533.8871m	S 56º 55' 37"E
	3+980.00	4,313,736.8516m	716,551.2179m	S 63º 17' 35"E
	4+000.00	4,313,728.8731m	716,569.5463m	S 69º 39' 33"E
	4+020.00	4,313,722.9761m	716,588.6464m	S 76º 01' 32"E
	4+040.00	4,313,719.2334m	716,608.2826m	S 82º 23' 30"E
	4+060.00	4,313,717.6910m	716,628.2128m	S 88º 45' 28"E
	4+080.00	4,313,718.3681m	716,648.1910m	N 84º 52' 33"E
	4+100.00	4,313,721.2562m	716,667.9710m	N 78º 30' 35"E
	4+120.00	4,313,726.3198m	716,687.3087m	N 72º 08' 37"E
	4+140.00	4,313,733.4963m	716,705.9658m	N 65º 46' 38"E
	4+160.00	4,313,742.6974m	716,723.7120m	N 59º 24' 40"E
	4+180.00	4,313,753.8094m	716,740.3286m	N 53º 02' 42"E
<b>S</b>	4+194.50m	4313762.9817m	716751.5500m	N 48º 25' 49"E
	4+220.00	4,313,781.0546m	716,769.5229m	N 41º 43' 17"E
	4+240.00	4,313,796.3887m	716,782.3587m	N 38º 25' 53"E
	4+260.00	4,313,812.2534m	716,794.5359m	N 36º 52' 28"E
<b>S</b>	4+267.97m	4313818.6361m	716799.3078m	N 36º 44' 13"E
	4+280.00	4,313,828.2774m	716,806.5039m	N 36º 44' 13"E
	4+300.00	4,313,844.3052m	716,818.4667m	N 36º 44' 13"E
	4+320.00	4,313,860.3330m	716,830.4295m	N 36º 44' 13"E
	4+340.00	4,313,876.3608m	716,842.3923m	N 36º 44' 13"E
	4+360.00	4,313,892.3887m	716,854.3552m	N 36º 44' 13"E
	4+380.00	4,313,908.4165m	716,866.3180m	N 36º 44' 13"E
	4+400.00	4,313,924.4443m	716,878.2808m	N 36º 44' 13"E
	4+420.00	4,313,940.4721m	716,890.2436m	N 36º 44' 13"E
	4+440.00	4,313,956.4999m	716,902.2065m	N 36º 44' 13"E

	4+460.00	4,313,972.5277m	716,914.1693m	N 36º 44' 13"E
	4+480.00	4,313,988.5555m	716,926.1321m	N 36º 44' 13"E
	4+500.00	4,314,004.5833m	716,938.0950m	N 36º 44' 13"E
	4+520.00	4,314,020.6112m	716,950.0578m	N 36º 44' 13"E
	4+540.00	4,314,036.6390m	716,962.0206m	N 36º 44' 13"E
<b>S</b>	4+545.14m	4314040.7682m	716965.1026m	N 36º 44' 13"E
	4+560.00	4,314,052.6488m	716,974.0074m	N 37º 05' 00"E
	4+580.00	4,314,068.4600m	716,986.2540m	N 38º 38' 45"E
	4+600.00	4,314,083.7904m	716,999.0953m	N 41º 27' 56"E
<b>S</b>	4+612.64m	4314093.0972m	717007.6655m	N 43º 53' 56"E
	4+620.00	4,314,098.3215m	717,012.8315m	N 45º 27' 29"E
	4+640.00	4,314,111.8096m	717,027.5925m	N 49º 42' 08"E
	4+660.00	4,314,124.1683m	717,043.3113m	N 53º 56' 47"E
	4+680.00	4,314,135.3298m	717,059.9016m	N 58º 11' 26"E
	4+700.00	4,314,145.2330m	717,077.2724m	N 62º 26' 04"E
	4+720.00	4,314,153.8234m	717,095.3285m	N 66º 40' 43"E
	4+740.00	4,314,161.0540m	717,113.9708m	N 70º 55' 22"E
	4+760.00	4,314,166.8851m	717,133.0971m	N 75º 10' 01"E
	4+780.00	4,314,171.2847m	717,152.6025m	N 79º 24' 40"E
	4+800.00	4,314,174.2288m	717,172.3800m	N 83º 39' 19"E
	4+820.00	4,314,175.7011m	717,192.3211m	N 87º 53' 58"E
	4+840.00	4,314,175.6936m	717,212.3166m	S 87º 51' 23"E
	4+860.00	4,314,174.2064m	717,232.2566m	S 83º 36' 45"E
	4+880.00	4,314,171.2475m	717,252.0319m	S 79º 22' 06"E
	4+900.00	4,314,166.8333m	717,271.5340m	S 75º 07' 27"E
	4+920.00	4,314,160.9879m	717,290.6559m	S 70º 52' 48"E
	4+940.00	4,314,153.7434m	717,309.2928m	S 66º 38' 09"E
	4+960.00	4,314,145.1395m	717,327.3425m	S 62º 23' 30"E
<b>S</b>	4+978.34m	4314136.0971m	717343.2898m	S 58º 30' 03"E
	4+980.00	4,314,135.2234m	717,344.7059m	S 58º 09' 07"E
	5+000.00	4,314,124.1259m	717,361.3408m	S 54º 38' 28"E
	5+020.00	4,314,112.2049m	717,377.3981m	S 52º 23' 17"E
	5+040.00	4,314,099.8328m	717,393.1119m	S 51º 23' 32"E
<b>S</b>	5+045.84m	4314096.1884m	717397.6701m	S 51º 20' 19"E
	5+060.00	4,314,087.3400m	717,408.7301m	S 51º 20' 19"E
	5+080.00	4,314,074.8457m	717,424.3472m	S 51º 20' 19"E
	5+100.00	4,314,062.3514m	717,439.9642m	S 51º 20' 19"E
	5+120.00	4,314,049.8571m	717,455.5813m	S 51º 20' 19"E
	5+140.00	4,314,037.3628m	717,471.1983m	S 51º 20' 19"E
	5+160.00	4,314,024.8685m	717,486.8154m	S 51º 20' 19"E
	5+180.00	4,314,012.3742m	717,502.4324m	S 51º 20' 19"E
	5+200.00	4,313,999.8799m	717,518.0495m	S 51º 20' 19"E

5+220.00	4,313,987.3856m	717,533.6665m	S 51º 20' 19"E
5+240.00	4,313,974.8913m	717,549.2836m	S 51º 20' 19"E

• ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA.

Tipo	Número	P.K.inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A	Ángulo de Deflexión
Línea	1	0+000.00m	0+011.20m	11.198m			
Clotoide		0+011.20m	0+060.20m	49.000m		70.000m	15.5972 (gc)
Curva	1	0+060.20m	0+139.18m	78.979m	100.000m		50.2795 (gc)
Clotoide		0+139.18m	0+188.18m	49.000m		70.000m	15.5972 (gc)
Línea	2	0+188.18m	0+191.23m	3.049m			
Clotoide		0+191.23m	0+238.17m	46.944m		65.000m	16.6032 (gc)
Curva	2	0+238.17m	0+423.11m	184.935m	90.000m		130.8150 (gc)
Clotoide		0+423.11m	0+470.05m	46.944m		65.000m	16.6032 (gc)
Línea	3	0+470.05m	0+609.30m	139.251m			
Clotoide		0+609.30m	0+660.50m	51.200m		80.000m	13.0380 (gc)
Curva	3	0+660.50m	0+661.46m	0.959m	125.000m		0.4886 (gc)
Clotoide		0+661.46m	0+712.66m	51.200m		80.000m	13.0380 (gc)
Línea	4	0+712.66m	0+713.50m	0.836m			
Clotoide		0+713.50m	0+784.93m	71.429m		100.000m	16.2403 (gc)
Curva	4	0+784.93m	0+899.95m	115.022m	140.000m		52.3036 (gc)
Clotoide		0+899.95m	0+971.38m	71.429m		100.000m	16.2403 (gc)
Línea	5	0+971.38m	0+997.36m	25.987m			
Clotoide		0+997.36m	1+069.56m	72.200m		95.000m	18.3856 (gc)
Curva	5	1+069.56m	1+152.47m	82.912m	125.000m		42.2270 (gc)
Clotoide		1+152.47m	1+224.67m	72.200m		95.000m	18.3856 (gc)
Línea	6	1+224.67m	1+258.02m	33.347m			
Clotoide		1+258.02m	1+324.00m	65.979m		80.000m	21.6514 (gc)
Curva	6	1+324.00m	1+506.60m	182.598m	97.000m		119.8405 (gc)
Clotoide		1+506.60m	1+572.58m	65.979m		80.000m	21.6514 (gc)
Línea	7	1+572.58m	1+590.46m	17.878m			
Clotoide		1+590.46m	1+642.06m	51.607m		85.000m	11.7336 (gc)
Curva	7	1+642.06m	1+643.45m	1.382m	140.000m		0.6286 (gc)
Clotoide		1+643.45m	1+695.05m	51.607m		85.000m	11.7336 (gc)
Línea	8	1+695.05m	1+894.63m	199.575m			
Clotoide		1+894.63m	1+944.24m	49.612m		80.000m	12.2420 (gc)
Curva	8	1+944.24m	1+972.38m	28.141m	129.000m		13.8875 (gc)
Clotoide		1+972.38m	2+021.99m	49.612m		80.000m	12.2420 (gc)
Línea	9	2+021.99m	2+051.58m	29.592m			
Clotoide		2+051.58m	2+102.21m	50.625m		90.000m	10.0715 (gc)
Curva	9	2+102.21m	2+139.55m	37.337m	160.000m		14.8558 (gc)

Clotoide		2+139.55m	2+190.17m	50.625m		90.000m	10.0715 (gc)
Línea	10	2+190.17m	2+191.67m	1.497m			
Clotoide		2+191.67m	2+251.78m	60.114m		115.000m	8.6976 (gc)
Curva	10	2+251.78m	2+270.79m	19.012m	220.000m		5.5016 (gc)
Clotoide		2+270.79m	2+330.91m	60.114m		115.000m	8.6976 (gc)
Línea	11	2+330.91m	2+336.59m	5.678m			
Clotoide		2+336.59m	2+426.41m	89.825m		160.000m	10.0323 (gc)
Curva	11	2+426.41m	2+482.13m	55.722m	285.000m		12.4468 (gc)
Clotoide		2+482.13m	2+571.96m	89.825m		160.000m	10.0323 (gc)
Línea	12	2+571.96m	2+582.25m	10.290m			
Clotoide		2+582.25m	2+665.24m	82.989m		190.000m	6.0727 (gc)
Curva	12	2+665.24m	2+678.04m	12.806m	335.000m		1.8742 (gc)
Clotoide		2+678.04m	2+761.03m	82.989m		190.000m	6.0727 (gc)
Línea	13	2+761.03m	2+770.82m	9.792m			
Clotoide		2+770.82m	2+846.76m	75.938m		135.000m	10.0715 (gc)
Curva	13	2+846.76m	2+896.50m	49.738m	240.000m		13.1933 (gc)
Clotoide		2+896.50m	2+972.43m	75.938m		135.000m	10.0715 (gc)
Línea	14	2+972.43m	2+972.62m	0.181m			
Clotoide		2+972.62m	3+057.32m	84.706m		120.000m	15.8604 (gc)
Curva	14	3+057.32m	3+057.78m	0.456m	170.000m		0.1706 (gc)
Clotoide		3+057.78m	3+142.48m	84.706m		120.000m	15.8604 (gc)
Línea	15	3+142.48m	3+157.47m	14.984m			
Clotoide		3+157.47m	3+231.87m	74.405m		125.000m	11.2780 (gc)
Curva	15	3+231.87m	3+375.63m	143.762m	210.000m		43.5819 (gc)
Clotoide		3+375.63m	3+450.04m	74.405m		125.000m	11.2780 (gc)
Línea	16	3+450.04m	3+494.91m	44.868m			
Clotoide		3+494.91m	3+566.91m	72.000m		120.000m	11.4592 (gc)
Curva	16	3+566.91m	3+694.77m	127.861m	200.000m		40.6993 (gc)
Clotoide		3+694.77m	3+766.77m	72.000m		120.000m	11.4592 (gc)
Línea	17	3+766.77m	3+786.04m	19.269m			
Clotoide		3+786.04m	3+859.51m	73.472m		115.000m	12.9927 (gc)
Curva	17	3+859.51m	4+194.50m	334.988m	180.000m		118.4777 (gc)
Clotoide		4+194.50m	4+267.97m	73.472m		115.000m	12.9927 (gc)
Línea	18	4+267.97m	4+545.14m	277.175m			
Clotoide		4+545.14m	4+612.64m	67.500m		135.000m	7.9577 (gc)
Curva	18	4+612.64m	4+978.34m	365.692m	270.000m		86.2247 (gc)
Clotoide		4+978.34m	5+045.84m	67.500m		135.000m	7.9577 (gc)
Línea	19	5+045.84m	5+242.14m	196.302m			



• ESTADO DE ALINEACIONES EN ALZADO.

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud
1	0+000.00m	171.096		-9.92%			
2	0+099.93m	161.183	-9.92%	-6.04%	Cóncavo	47.902	185.940
3	0+331.18m	147.220	-6.04%	-0.52%	Cóncavo	49.602	273.649
4	0+843.08m	144.550	-0.52%	2.58%	Cóncavo	81.138	251.994
5	1+111.23m	151.480	2.58%	3.54%	Cóncavo	102.861	98.518m
6	1+418.70m	162.371	3.54%	9.36%	Cóncavo	56.775	330.207
7	1+641.82m	183.251	9.36%	4.81%	Convexo	23.09	105.112
8	1+957.56m	198.425	4.81%	5.29%	Cóncavo	301.537	145.386
9	2+120.59m	207.046	5.29%	5.72%	Cóncavo	277.603	120.500
10	2+455.90m	226.233	5.72%	6.90%	Cóncavo	196.623	231.775
11	2+671.76m	241.129	6.90%	5.23%	Convexo	95.562	159.471
12	2+871.88m	251.599	5.23%	-7.27%	Convexo	15.865	198.289
13	3+057.96m	238.077	-7.27%	-7.19%	Cóncavo	2235.581	164.660
14	3+304.24m	220.363	-7.19%	-7.64%	Convexo	493.484	221.722
15	3+633.11m	195.231	-7.64%	-10.02%	Convexo	104.182	248.241
16	4+000.35m	158.415	-10.02%	-1.02%	Cóncavo	27.07	243.781
17	4+698.93m	151.295	-1.02%	-8.18%	Convexo	42.295	303.073
18	4+955.28m	130.312	-8.18%	-0.54%	Cóncavo	17.46	133.545
19	5+224.82m	128.866	-0.54%				

• LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS: ALZADO.

Puntos singulares	P.K.	Abscisa	Ordenada	Cota terreno	Cota rasante	Diferencia de cota
PS	0+000,00	7,156,266,669	43,159,856,417	171,096m	171,096m	-0,000m
	0+020,00	7,156,353,348	43,159,676,177	170,649m	169,130m	1,519m
	0+040,00	7,156,440,027	43,159,492,794	171,189m	167,242m	3,947m
	0+060,00	7,156,490,628	43,159,301,484	166,293m	165,438m	0,855m
	0+080,00	7,156,511,833	43,159,102,946	165,049m	163,717m	1,332m
PS	0+099.93m	7,156,493,303	43,158,904,828	159,000m	162,085m	-3,085m
	0+100,00	7,156,493,171	43,158,904,153	158,993m	162,080m	-3,086m
	0+120,00	7,156,435,388	4,315,871,303	158,262m	160,526m	-2,264m
	0+140,00	7,156,340,786	43,158,537,197	157,956m	159,056m	-1,099m
	0+160,00	7,156,215,427	43,158,381,621	159,601m	157,669m	1,932m
	0+180,00	7,156,072,933	43,158,241,347	160,686m	156,366m	4,320m
	0+200,00	7,155,925,603	43,158,106,094	160,458m	155,144m	5,314m
	0+220,00	7,155,784,325	43,157,964,623	160,495m	153,999m	6,496m
	0+240,00	7,155,663,694	43,157,805,452	161,054m	152,935m	8,119m
	0+260,00	7,155,579,019	43,157,624,715	159,570m	151,952m	7,618m
	0+280,00	7,155,536,261	4,315,742,976	155,303m	151,049m	4,254m
	0+300,00	7,155,537,522	43,157,230,175	152,454m	150,227m	2,226m
	0+320,00	7,155,558,274	43,157,035,776	150,562m	149,486m	1,076m
	0+331.18m	7,155,626,423	43,156,932,959	149,604m	149,107m	0,498m
	0+340,00	7,155,669,691	43,156,856,123	148,909m	148,825m	0,084m
PS	0+360,00	7,155,794,099	43,156,700,052	147,517m	148,245m	-0,728m
	0+380,00	7,155,949,845	43,156,575,237	145,222m	147,746m	-2,524m
	0+400,00	7,156,129,271	43,156,487,818	148,277m	147,327m	0,950m
	0+420,00	7,156,323,552	43,156,442,094	148,734m	146,989m	1,745m
	0+440,00	7,156,523,218	43,156,438,414	143,058m	146,731m	-3,674m
	0+460,00	7,156,721,613	43,156,463,093	140,802m	146,554m	-5,752m
	0+480,00	7,156,918,617	43,156,497,574	134,091m	146,444m	-12,352m
	0+500,00	7,157,115,553	4,315,653,245	137,038m	146,339m	-9,301m
	0+520,00	7,157,312,488	43,156,567,326	141,700m	146,235m	-4,535m
	0+540,00	7,157,509,424	43,156,602,202	146,293m	146,131m	0,162m
	0+560,00	7,157,706,360	43,156,637,078	146,774m	146,026m	0,748m
	0+580,00	7,157,903,295	43,156,671,954	146,657m	145,922m	0,735m
	0+600,00	7,158,100,231	4,315,670,683	147,166m	145,818m	1,349m
	0+620,00	7,158,297,167	43,156,742,019	148,385m	145,713m	2,672m
	0+640,00	7,158,492,626	43,156,783,968	149,650m	145,609m	4,041m
PS	0+660,00	7,158,683,128	43,156,844,421	153,337m	145,505m	7,832m
	0+680,00	7,158,863,278	43,156,930,948	152,135m	145,401m	6,734m
	0+700,00	7,159,033,764	43,157,035,434	150,532m	145,296m	5,236m

	0+720,00	7,159,199,987	43,157,146,652	149,804m	145,193m	4,611m
	0+740,00	7,159,367,571	43,157,255,794	149,866m	145,120m	4,746m
	0+760,00	7,159,540,671	43,157,355,886	149,011m	145,097m	3,914m
	0+780,00	7,159,722,263	43,157,439,444	147,539m	145,123m	2,416m
	0+800,00	7,159,913,103	43,157,498,709	148,139m	145,199m	2,940m
	0+820,00	7,160,110,433	43,157,530,219	149,833m	145,323m	4,510m
	0+840,00	7,160,310,239	43,157,533,314	150,998m	145,497m	5,500m
<b>PS</b>	0+843.08m	7,160,341,011	43,157,531,251	151,040m	145,529m	5,511m
	0+860,00	7,160,508,451	43,157,507,931	151,516m	145,721m	5,795m
	0+880,00	7,160,701,029	43,157,454,587	153,223m	145,993m	7,229m
	0+900,00	7,160,884,051	43,157,374,368	156,638m	146,315m	10,323m
	0+920,00	716,105,453	43,157,270,029	158,465m	146,686m	11,779m
	0+940,00	7,161,213,462	43,157,148,713	159,772m	147,107m	12,665m
	0+960,00	7,161,364,505	43,157,017,641	159,581m	147,577m	12,004m
	0+980,00	7,161,512,467	43,156,883,078	158,521m	148,089m	10,432m
	1+000,00	7,161,660,266	43,156,748,336	158,651m	148,605m	10,045m
	1+020,00	716,180,949	43,156,615,184	159,372m	149,122m	10,250m
	1+040,00	7,161,965,174	43,156,489,706	161,266m	149,639m	11,627m
	1+060,00	7,162,131,945	43,156,379,514	162,018m	150,156m	11,862m
	1+080,00	7,162,312,186	43,156,293,307	160,308m	150,689m	9,619m
	1+100,00	7,162,503,804	43,156,236,764	156,020m	151,260m	4,760m
<b>PS</b>	1+111.23m	7,162,614,582	43,156,218,657	160,781m	151,598m	9,183m
	1+120,00	7,162,701,984	43,156,211,472	164,072m	151,870m	12,202m
	1+140,00	7,162,901,661	43,156,218,076	168,500m	152,519m	15,981m
	1+160,00	7,163,097,756	43,156,256,333	171,694m	153,207m	18,487m
	1+180,00	7,163,286,575	43,156,321,896	172,900m	153,916m	18,984m
	1+200,00	7,163,468,055	43,156,405,831	175,054m	154,624m	20,429m
	1+220,00	7,163,644,712	43,156,499,579	173,352m	155,333m	18,019m
	1+240,00	7,163,820,078	43,156,595,739	171,982m	156,041m	15,940m
	1+260,00	7,163,995,436	43,156,691,914	169,425m	156,753m	12,672m
	1+280,00	7,164,172,093	43,156,785,654	172,767m	157,519m	15,247m
	1+300,00	7,164,354,702	4,315,686,702	176,861m	158,356m	18,505m
	1+320,00	7,164,546,254	43,156,923,763	175,797m	159,263m	16,534m
	1+340,00	7,164,744,912	43,156,943,622	173,945m	160,241m	13,705m
	1+360,00	7,164,943,427	43,156,922,407	171,239m	161,289m	9,951m
	1+380,00	7,165,133,395	43,156,861	169,656m	162,407m	7,249m
	1+400,00	7,165,306,767	43,156,762,001	168,429m	163,596m	4,833m
<b>PS</b>	1+418.70m	716,544,732	43,156,639,148	165,658m	164,771m	0,887m
	1+420,00	7,165,456,199	43,156,629,606	166,216m	164,855m	1,361m
	1+440,00	716,557,536	43,156,469,422	174,978m	166,185m	8,793m
	1+460,00	7,165,659,204	43,156,288,235	181,004m	167,586m	13,419m
	1+480,00	7,165,704,178	4,315,609,372	185,844m	169,056m	16,787m

	1+500,00	7,165,708,377	43,155,894,119	188,715m	170,598m	18,117m
	1+520,00	716,567,223	4,315,569,773	189,914m	172,209m	17,705m
	1+540,00	7,165,604,461	43,155,509,719	189,962m	173,891m	16,071m
	1+560,00	716,551,789	43,155,329,473	188,636m	175,644m	12,992m
	1+580,00	7,165,424,189	43,155,152,782	184,789m	177,467m	7,322m
	1+600,00	7,165,329,854	43,154,976,428	179,565m	179,312m	0,253m
	1+620,00	7,165,230,676	4,315,480,278	184,670m	181,004m	3,666m
	1+640,00	7,165,117,686	43,154,637,876	187,556m	182,523m	5,032m
<b>PS</b>	1+641.82m	7,165,106,434	43,154,623,567	187,813m	182,653m	5,160m
	1+660,00	716,498,5	43,154,488,402	190,106m	183,869m	6,237m
	1+680,00	7,164,838,399	43,154,352,416	190,946m	185,041m	5,905m
	1+700,00	7,164,686,214	43,154,222,652	189,684m	186,047m	3,637m
	1+720,00	7,164,533,517	43,154,093,486	189,549m	187,008m	2,541m
	1+740,00	7,164,380,821	4,315,396,432	190,176m	187,969m	2,207m
	1+760,00	7,164,228,125	43,153,835,154	194,508m	188,930m	5,578m
	1+780,00	7,164,075,429	43,153,705,988	198,200m	189,892m	8,309m
	1+800,00	7,163,922,732	43,153,576,822	200,011m	190,853m	9,158m
	1+820,00	7,163,770,036	43,153,447,656	199,871m	191,814m	8,057m
	1+840,00	716,361,734	4,315,331,849	198,278m	192,775m	5,503m
	1+860,00	7,163,464,644	43,153,189,324	197,172m	193,736m	3,436m
	1+880,00	7,163,311,947	43,153,060,158	199,893m	194,697m	5,196m
	1+900,00	7,163,159,225	43,152,931,023	201,030m	195,662m	5,368m
	1+920,00	7,163,003,857	43,152,805,114	200,168m	196,640m	3,528m
	1+940,00	7,162,839,073	43,152,691,954	200,096m	197,631m	2,464m
<b>PS</b>	1+957.56m	7,162,683,023	43,152,611,796	198,596m	198,512m	0,084m
	1+960,00	7,162,660,492	43,152,602,347	198,668m	198,636m	0,032m
	1+980,00	7,162,470,252	43,152,541,261	201,933m	199,653m	2,280m
	2+000,00	7,162,273,636	43,152,505,089	204,275m	200,684m	3,591m
	2+020,00	7,162,074,928	43,152,482,495	205,135m	201,728m	3,407m
	2+040,00	7,161,875,915	43,152,462,651	205,779m	202,784m	2,995m
	2+060,00	7,161,676,914	43,152,442,687	207,281m	203,842m	3,439m
	2+080,00	7,161,478,427	43,152,418,278	207,947m	204,906m	3,040m
	2+100,00	7,161,282,196	43,152,380,024	208,222m	205,985m	2,237m
	2+120,00	7,161,091,628	43,152,319,761	207,348m	207,079m	0,269m
<b>PS</b>	2+120.59m	7,161,086,117	4,315,231,762	207,396m	207,111m	0,285m
	2+140,00	7,160,910,059	43,152,236,211	208,315m	208,187m	0,129m
	2+160,00	7,160,739,359	4,315,213,215	209,886m	209,309m	0,577m
	2+180,00	7,160,576,829	43,152,015,636	211,748m	210,445m	1,303m
	2+200,00	7,160,417,421	43,151,894,851	213,622m	211,590m	2,032m
	2+220,00	7,160,259,809	43,151,771,743	215,064m	212,734m	2,330m
	2+240,00	716,010,763	4,315,164,201	216,421m	213,879m	2,542m
	2+260,00	7,159,965,307	43,151,501,585	216,683m	215,023m	1,660m

	2+280,00	715,983,609	43,151,349,019	217,345m	216,167m	1,178m
	2+300,00	7,159,718,841	43,151,187,031	218,935m	217,312m	1,623m
	2+320,00	7,159,609,277	43,151,019,722	220,901m	218,456m	2,445m
	2+340,00	7,159,502,565	4,315,085,057	221,556m	219,601m	1,955m
	2+360,00	7,159,396,695	4,315,068,089	221,986m	220,755m	1,231m
	2+380,00	7,159,293,949	43,150,509,306	223,073m	221,930m	1,142m
	2+400,00	7,159,197,085	43,150,334,345	224,243m	223,125m	1,117m
	2+420,00	715,910,901	43,150,154,812	225,982m	224,341m	1,641m
	2+440,00	7,159,032,667	4314997	228,294m	225,577m	2,717m
PS	2+455.90m	7,158,981,324	43,149,819,532	230,125m	226,574m	3,551m
	2+460,00	7,158,969,455	43,149,780,296	230,374m	226,833m	3,541m
	2+480,00	715891,97	43,149,586,626	230,714m	228,110m	2,604m
	2+500,00	715,888,328	43,149,390,005	228,792m	229,407m	-0,615m
	2+520,00	7,158,857,964	43,149,191,633	231,261m	230,724m	0,537m
	2+540,00	7,158,840,717	43,148,992,387	232,470m	232,062m	0,408m
	2+560,00	7,158,828,449	43,148,792,766	237,138m	233,420m	3,718m
	2+580,00	715,881,808	43,148,593,035	239,423m	234,796m	4,626m
	2+600,00	715,880,808	43,148,393,286	242,353m	236,173m	6,180m
	2+620,00	7,158,800,046	43,148,193,449	244,811m	237,516m	7,295m
	2+640,00	7,158,796,193	43,147,993,492	244,325m	238,817m	5,509m
	2+660,00	7,158,798,739	4,314,779,352	240,858m	240,075m	0,783m
PS	2+671.76m	7,158,804,101	43,147,676,059	241,339m	240,796m	0,543m
	2+680,00	7,158,809,745	4,314,759,384	241,787m	241,292m	0,495m
	2+700,00	7,158,829,425	43,147,394,824	243,280m	242,467m	0,812m
	2+720,00	7,158,855,823	43,147,196,581	243,952m	243,601m	0,352m
	2+740,00	715,888,672	43,146,998,984	244,692m	244,692m	0,000m
	2+760,00	7,158,919,917	43,146,801,759	245,668m	245,745m	-0,078m
	2+780,00	7,158,953,608	43,146,604,617	246,674m	246,775m	-0,101m
	2+800,00	7,158,989,395	43,146,407,849	247,567m	247,604m	-0,037m
	2+820,00	7,159,031,462	43,146,212,338	248,480m	248,181m	0,299m
	2+840,00	7,159,084,008	43,146,019,401	249,427m	248,505m	0,922m
	2+860,00	7,159,150,828	43,145,830,954	250,102m	248,577m	1,525m
PS	2+871.88m	7,159,197,837	43,145,721,906	250,163m	248,501m	1,662m
	2+880,00	7,159,233,076	43,145,648,712	250,103m	248,398m	1,706m
	2+900,00	7,159,330,204	43,145,473,946	249,548m	247,966m	1,583m
	2+920,00	7,159,440,572	43,145,307,203	248,749m	247,282m	1,467m
	2+940,00	7,159,560,358	43,145,147,066	247,693m	246,345m	1,348m
	2+960,00	7,159,685,776	43,144,991,283	246,386m	245,157m	1,228m
	2+980,00	7,159,813,305	43,144,837,217	244,756m	243,742m	1,014m
	3+000,00	7,159,939,201	4,314,468,182	242,494m	242,290m	0,204m
	3+020,00	7,160,059,086	43,144,521,762	241,329m	240,840m	0,489m
	3+040,00	716,016,817	43,144,354,192	239,614m	239,392m	0,222m

PS	3+057.96m	7,160,252,532	43,144,195,699	238,137m	238,092m	0,044m
	3+060,00	7,160,261,099	43,144,177,202	238,019m	237,945m	0,074m
	3+080,00	7,160,334,357	43,143,991,193	236,947m	236,500m	0,447m
	3+100,00	7,160,391,228	43,143,799,495	235,396m	235,057m	0,339m
	3+120,00	7,160,436,703	43,143,604,751	234,156m	233,616m	0,540m
	3+140,00	7,160,476,078	43,143,408,668	232,911m	232,176m	0,734m
	3+160,00	7,160,514,168	43,143,212,329	230,918m	230,738m	0,180m
	3+180,00	7,160,553,449	43,143,016,227	229,701m	229,299m	0,402m
	3+200,00	7,160,598,367	43,142,821,351	228,866m	227,860m	1,005m
	3+220,00	7,160,653,816	4,314,262,923	230,379m	226,415m	3,964m
	3+240,00	7,160,724,383	43,142,442,168	232,009m	224,962m	7,047m
	3+260,00	7,160,812,257	4,314,226,259	232,038m	223,500m	8,538m
	3+280,00	7,160,916,809	43,142,092,183	230,989m	222,030m	8,958m
	3+300,00	7,161,037,092	4,314,193,249	230,529m	220,553m	9,976m
PS	3+304.24m	7,161,064,508	43,141,900,156	230,912m	220,238m	10,673m
	3+320,00	7,161,172,016	4,314,178,496	230,648m	219,067m	11,581m
	3+340,00	7,161,320,357	43,141,650,928	229,824m	217,573m	12,251m
	3+360,00	7,161,480,773	4,314,153,161	225,749m	216,071m	9,678m
	3+380,00	7,161,651,803	43,141,428,079	221,142m	214,561m	6,581m
	3+400,00	7,161,831,259	4314133,99	220,075m	213,043m	7,033m
	3+420,00	7,162,016,017	43,141,263,377	221,708m	211,517m	10,192m
	3+440,00	7,162,203,596	43,141,194,007	218,030m	209,988m	8,041m
	3+460,00	716,239,209	43,141,127,151	211,374m	208,460m	2,915m
	3+480,00	7,162,580,621	43,141,060,397	217,800m	206,931m	10,869m
	3+500,00	7,162,769,147	43,140,993,628	220,694m	205,403m	15,291m
	3+520,00	7,162,957,061	43,140,925,168	222,472m	203,869m	18,603m
	3+540,00	7,163,142,461	43,140,850,209	221,611m	202,300m	19,311m
	3+560,00	7,163,322,779	43,140,763,805	220,164m	200,693m	19,472m
	3+580,00	7,163,494,665	43,140,661,714	217,681m	199,047m	18,634m
	3+600,00	7,163,655,522	43,140,543,005	212,419m	197,363m	15,056m
	3+620,00	7,163,803,723	4,314,040,883	206,110m	195,641m	10,469m
PS	3+633.11m	7,163,893,275	43,140,313,137	201,282m	194,491m	6,791m
	3+640,00	716,393,779	43,140,260,529	197,859m	193,880m	3,979m
	3+660,00	7,164,056,381	43,140,099,586	194,118m	192,081m	2,037m
	3+680,00	7,164,158,312	43,139,927,607	202,116m	190,244m	11,873m
	3+700,00	716,424,258	43,139,746,318	201,700m	188,368m	13,332m
	3+720,00	7,164,310,059	4313955,81	198,349m	186,453m	11,896m
	3+740,00	7,164,365,188	43,139,365,871	198,271m	184,501m	13,771m
	3+760,00	7,164,413,137	43,139,171,709	194,849m	182,510m	12,339m
	3+780,00	7,164,458,999	43,138,977,038	183,522m	180,505m	3,017m
	3+800,00	716,450,516	43,138,782,438	181,571m	178,500m	3,071m
	3+820,00	7,164,555,444	43,138,588,874	182,150m	176,495m	5,655m



	3+840,00	7,164,615,591	43,138,398,172	183,704m	174,490m	9,214m
	3+860,00	7,164,691,068	43,138,213,045	185,377m	172,485m	12,892m
	3+880,00	7,164,785,773	43,138,037,005	186,176m	170,481m	15,695m
	3+900,00	7,164,899,413	43,137,872,552	185,401m	168,561m	16,840m
	3+920,00	7,165,030,587	43,137,721,714	185,142m	166,789m	18,353m
	3+940,00	7,165,177,678	43,137,586,351	187,270m	165,165m	22,105m
	3+960,00	7,165,338,871	43,137,468,132	183,073m	163,688m	19,385m
	3+980,00	7,165,512,179	43,137,368,516	179,119m	162,360m	16,760m
	4+000,00	7,165,695,463	43,137,288,731	178,147m	161,179m	16,968m
PS	4+000.35m	7,165,698,768	4,313,728,751	178,118m	161,159m	16,959m
	4+020,00	7,165,886,464	43,137,229,761	176,163m	160,146m	16,017m
	4+040,00	7,166,082,826	43,137,192,334	174,528m	159,260m	15,267m
	4+060,00	7,166,282,128	4,313,717,691	171,798m	158,523m	13,275m
	4+080,00	716,648,191	43,137,183,681	169,685m	157,933m	11,752m
	4+100,00	716,667,971	43,137,212,562	167,974m	157,491m	10,483m
	4+120,00	7,166,873,087	43,137,263,198	166,263m	157,197m	9,067m
	4+140,00	7,167,059,658	43,137,334,963	165,292m	156,992m	8,301m
	4+160,00	716,723,712	43,137,426,974	164,457m	156,788m	7,669m
	4+180,00	7,167,403,286	43,137,538,094	163,333m	156,584m	6,749m
	4+200,00	716,755,612	43,137,666,939	162,645m	156,380m	6,265m
	4+220,00	7,167,695,229	43,137,810,546	161,581m	156,176m	5,405m
	4+240,00	7,167,823,587	43,137,963,887	163,162m	155,972m	7,190m
	4+260,00	7,167,945,359	43,138,122,534	162,602m	155,769m	6,833m
	4+280,00	7,168,065,039	43,138,282,774	160,810m	155,565m	5,245m
	4+300,00	7,168,184,667	43,138,443,052	160,260m	155,361m	4,899m
	4+320,00	7,168,304,295	4,313,860,333	160,451m	155,157m	5,294m
	4+340,00	7,168,423,923	43,138,763,608	159,998m	154,953m	5,045m
	4+360,00	7,168,543,552	43,138,923,887	159,646m	154,749m	4,897m
	4+380,00	716,866,318	43,139,084,165	157,242m	154,546m	2,696m
	4+400,00	7,168,782,808	43,139,244,443	156,415m	154,342m	2,073m
	4+420,00	7,168,902,436	43,139,404,721	156,827m	154,138m	2,689m
	4+440,00	7,169,022,065	43,139,564,999	156,607m	153,934m	2,673m
	4+460,00	7,169,141,693	43,139,725,277	156,974m	153,730m	3,244m
	4+480,00	7,169,261,321	43,139,885,555	156,407m	153,526m	2,881m
	4+500,00	716,938,095	43,140,045,833	156,116m	153,322m	2,793m
	4+520,00	7,169,500,578	43,140,206,112	155,570m	153,119m	2,452m
	4+540,00	7,169,620,206	4,314,036,639	155,872m	152,915m	2,957m
	4+560,00	7,169,740,074	43,140,526,488	156,128m	152,692m	3,436m
	4+580,00	716,986,254	4314068,46	156,625m	152,381m	4,243m
	4+600,00	7,169,990,953	43,140,837,904	157,084m	151,976m	5,108m
	4+620,00	7,170,128,315	43,140,983,215	157,533m	151,476m	6,057m
	4+640,00	7,170,275,925	43,141,118,096	156,609m	150,882m	5,728m

	4+660,00	7,170,433,113	43,141,241,683	155,578m	150,193m	5,386m
	4+680,00	7,170,599,016	43,141,353,298	154,516m	149,409m	5,107m
PS	4+698.93m	7,170,763,213	4,314,144,734	152,716m	148,580m	4,136m
	4+700,00	7,170,772,724	4,314,145,233	152,617m	148,531m	4,086m
	4+720,00	7,170,953,285	43,141,538,234	150,698m	147,558m	3,140m
	4+740,00	7,171,139,708	4,314,161,054	149,090m	146,491m	2,600m
	4+760,00	7,171,330,971	43,141,668,851	147,133m	145,329m	1,805m
	4+780,00	7,171,526,025	43,141,712,847	145,033m	144,072m	0,961m
	4+800,00	717172,38	43,141,742,288	142,688m	142,721m	-0,033m
	4+820,00	7,171,923,211	43,141,757,011	141,325m	141,275m	0,050m
	4+840,00	7,172,123,166	43,141,756,936	140,030m	139,735m	0,294m
	4+860,00	7,172,322,566	43,141,742,064	138,655m	138,111m	0,544m
	4+880,00	7,172,520,319	43,141,712,475	137,170m	136,474m	0,696m
	4+900,00	717,271,534	43,141,668,333	135,622m	134,875m	0,747m
	4+920,00	7,172,906,559	43,141,609,879	134,225m	133,484m	0,741m
	4+940,00	7,173,092,928	43,141,537,434	133,252m	132,322m	0,929m
PS	4+955.28m	717,323,144	43,141,472,887	132,533m	131,589m	0,944m
	4+960,00	7,173,273,425	43,141,451,395	132,337m	131,390m	0,947m
	4+980,00	7,173,447,059	43,141,352,234	132,640m	130,686m	1,954m
	5+000,00	7,173,613,408	43,141,241,259	133,184m	130,212m	2,972m
	5+020,00	7,173,773,981	43,141,122,049	132,642m	129,966m	2,676m
	5+040,00	7,173,931,119	43,140,998,328	131,674m	129,858m	1,817m
	5+060,00	7,174,087,301	4314087,34	130,739m	129,750m	0,989m
	5+080,00	7,174,243,472	43,140,748,457	129,777m	129,643m	0,134m
	5+100,00	7,174,399,642	43,140,623,514	129,351m	129,536m	-0,185m
	5+120,00	7,174,555,813	43,140,498,571	129,282m	129,428m	-0,147m
	5+140,00	7,174,711,983	43,140,373,628	129,164m	129,321m	-0,157m
	5+160,00	7,174,868,154	43,140,248,685	128,474m	129,214m	-0,740m
	5+180,00	7,175,024,324	43,140,123,742	121,501m	129,107m	-7,605m
	5+200,00	7,175,180,495	43,139,998,799	125,776m	128,999m	-3,224m
	5+220,00	7,175,336,665	43,139,873,856	128,540m	128,892m	-0,352m



## APÉNDICE 2

### ESTADO DE ALINEACIONES DE LA PROPUESTA DE TRAZADO: ALINEACIÓN ESTE

- LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS: PLANTA.

Puntos Singulares	P.K.	Ordenada	Abscisa	Orientación de tangente
	0+000.00m	4313974.0585m	717584.4177m	N 28° 46' 19"E
S	0+004.45m	4313977.9604m	717586.5603m	N 28° 46' 19"E
	0+020.00	4,313,991.8221m	717,593.5889m	N 23° 07' 06"E
S	0+021.95m	4313993.6265m	717594.3319m	N 21° 36' 36"E
	0+040.00	4,314,011.0733m	717,598.7542m	N 6° 50' 14"E
S	0+055.00m	4314026.0479m	717598.9363m	N 5° 26' 39"W
	0+060.00	4,314,031.0023m	717,598.3021m	N 8° 56' 58"O
S	0+072.50m	4314043.2584m	717595.8337m	N 12° 36' 22"W
	0+080.00	4,314,050.5733m	717,594.1978m	N 12° 36' 22"O
	0+100.00	4,314,070.0911m	717,589.8328m	N 12° 36' 22"O

0+060,00	7,175,983,021	43,140,310,023	127,753m	127,645m	0,108m
0+080,00	7,175,941,978	43,140,505,733	126,293m	126,360m	-0,067m
0+100,00	7,175,898,328	43,140,700,911	121,611m	124,765m	-3,154m
0+106,98	7,175,883,089	43,140,769,053	121,369m	124,209m	-2,840m

- ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA.

Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A	Ángulo de Deflexión
Línea	0+000.00m	0+004.45m	4.451m			
Clotoide	0+004.45m	0+021.95m	17.500m		35.000m	7.9577 (gc)
Curva Circular	0+021.95m	0+055.00m	33.053m	70.000m		30.0602 (gc)
Clotoide	0+055.00m	0+072.50m	17.500m		35.000m	7.9577 (gc)
Línea	0+072.50m	0+106.98m	34.478m			

- ESTADO DE ALINEACIONES EN ALZADO

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación rasante T.E.	Inclinación rasante T.S.	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud
1	0+000.00m	128.269m		-0.51%			
2	0+059.91m	127.962m	-0.51%	-7.97%	Convexo	4.5	33.568m
3	0+107.04m	124.204m	-7.97%				

- LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS: ALZADO.

Puntos Singulares	P.K.	Abscisa	Ordenada	Cota terreno	Cota rasante	Diferencia de cota
PS	0+000,00	7,175,844,177	43,139,740,585	128,269m	128,269m	-0,000m
	0+020,00	7,175,935,889	43,139,918,221	128,649m	128,167m	0,483m
	0+040,00	7,175,987,542	43,140,110,733	128,322m	128,064m	0,258m
PS	0+059,91	7,175,983,156	43,140,309,165	127,755m	127,649m	0,107m

### APÉNDICE 3

## ESTADO DE ALINEACIONES DE LA PROPUESTA DE TRAZADO: ALINEACIÓN OESTE

- LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS

Puntos Singulares	P.K.	Ordenada	Abscisa	Orientación de tangente
	0+000.00	4,313,940.5846m	717,556.3917m	S 59º 19' 46"O
S	0+006.32m	4313937.3589m	717550.9526m	S 59º 19' 46"W
	0+020.00	4,313,930.6141m	717,539.0575m	S 62º 40' 42"O
S	0+025.84m	4313928.0847m	717533.7993m	S 66º 08' 47"W
	0+040.00	4,313,923.5011m	717,520.4159m	S 76º 02' 35"O
S	0+044.78m	4313922.4847m	717515.7496m	S 79º 22' 50"W
	0+060.00	4,313,920.7138m	717,500.6377m	S 85º 52' 05"O
S	0+064.29m	4313920.4212m	717496.3592m	S 86º 11' 51"W
	0+080.00	4,313,919.3792m	717,480.6823m	S 86º 11' 51"O

- ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA

Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A	Ángulo de Deflexión
Línea	0+000.00m	0+006.32m	6.324m			
Clotoide	0+006.32m	0+025.84m	19.512m		40.000m	7.5743 (gc)
Curva circular	0+025.84m	0+044.78m	18.940m	82.000m		14.7047 (gc)
Clotoide	0+044.78m	0+064.29m	19.512m		40.000m	7.5743 (gc)
Línea	0+064.29m	0+080.54m	16.254m			

- ESTADO DE ALINEACIONES EN ALZADO

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación rasante T.E.	Inclinación rasante T.S.	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud
1	0+000.00m	128.840m		0.50%			
2	0+079.62m	129.236m	0.50%				

- LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS: ALZADO

Puntos Singulares	P.K.	Abscisa	Ordenada	Cota terreno	Cota rasante	Diferencia de cota
PS	0+000,00	7,175,563,917	43,139,405,846	128,911m	128,840m	0,071m
	0+020,00	7,175,390,575	43,139,306,141	129,030m	128,940m	0,090m
	0+040,00	7,175,204,159	43,139,235,011	129,576m	129,039m	0,537m
	0+060,00	7,175,006,377	43,139,207,138	129,644m	129,138m	0,506m
PS	0+079,62	7,174,810,615	43,139,194,044	129,246m	129,236m	0,010m

## APÉNDICE 4

### ESTADO DE ALINEACIONES DE LA PROPUESTA DE TRAZADO: EJE GLORIETA

- LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS

Puntos Singulares	P.K.	Ordenada	Abscisa	Orientación de tangente
S	0+000.00	4,313,958.8229m	717,590.6264m	N 0º 00' 00"E
	0+020.00	4,313,976.1797m	717,582.1446m	N 52º 05' 13"O
	0+040.00	4,313,980.1531m	717,563.2393m	S 75º 49' 33"O
	0+060.00	4,313,967.6794m	717,548.4878m	S 23º 44' 20"O
	0+080.00	4,313,948.3766m	717,549.2647m	S 28º 20' 54"E
	0+100.00	4,313,937.1287m	717,564.9709m	S 80º 26' 07"E
	0+120.00	4,313,942.6086m	717,583.4958m	N 47º 28' 39"E

- ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA

Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A	Ángulo de Deflexión
Curva	0+000.00m	0+138.23m	138.230m	22.000m		86.8118 (gc)

- ESTADO DE ALINEACIONES EN ALZADO

Nº	P.K. VAV	Elevación de VAV	Inclinación rasante T.E.	Inclinación rasante T.S.	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud
1	0+000.06m	128.864m		0.00%			
2	0+138.29m	128.864m	0.00%				

- LISTADO DE PUNTOS CADA 20 METROS: ALZADO



## APÉNDICE 5

### MOVIMIENTO DE TIERRAS



• ALINEACIÓN PRINCIPAL.

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m2)	Vol.desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+020.000	22.88	0	0	0	0	0
0+040.000	50.88	0	738.54	0	738.54	0
0+060.000	18.61	0	694.92	0	1433.46	0
0+080.000	21.75	1.26	396.7	13.4	1830.16	13.4
0+100.000	0	43.45	211.38	455.01	2041.54	468.41
0+120.000	0	27.03	0	715.41	2041.54	1183.81
0+140.000	0	11.64	0	394.22	2041.54	1578.04
0+160.000	32.25	0	319.79	119.54	2361.33	1697.58
0+180.000	57.48	0	894.6	0	3255.93	1697.58
0+200.000	69.95	0	1274.35	0	4530.28	1697.58
0+220.000	87.5	0	1578.75	0	6109.03	1697.58
0+240.000	134.61	0	2233.38	0	8342.42	1697.58
0+260.000	118.63	0	2541.36	0	10883.77	1697.58
0+280.000	68.64	0	1872.77	0	12756.54	1697.58
0+300.000	38.34	0	1069.59	0	13826.13	1697.58
0+320.000	21.8	0	598.62	0	14424.75	1697.58
0+340.000	7.58	0	289.87	0	14714.63	1697.58
0+360.000	0.82	3.57	81.35	37.01	14795.97	1734.6
0+380.000	0.44	35.67	11.7	411.53	14807.67	2146.13
0+400.000	22.24	14.92	217.38	535.52	15025.05	2681.65
0+420.000	23.45	1.13	446.67	173.4	15471.72	2855.05
0+440.000	0	22.22	233.5	234.38	15705.22	3089.42
0+460.000	0	33.06	0	552.98	15705.22	3642.4
0+480.000	0	71.11	0	1041.7	15705.22	4684.1
0+500.000	0	53.2	0	1243.1	15705.22	5927.2
0+520.000	0	24.11	0	773.06	15705.22	6700.26
0+540.000	3.05	0.54	30.52	246.49	15735.74	6946.75
0+560.000	10.36	0	134.07	5.4	15869.8	6952.16
0+580.000	12.99	0	233.44	0	16103.24	6952.16
0+600.000	21.45	0	344.37	0	16447.61	6952.16
0+620.000	36.58	0	580.24	0	17027.85	6952.16
0+640.000	51.83	0	886.16	0	17914.01	6952.16
0+660.000	103.27	0	1555.6	0	19469.61	6952.16
0+680.000	87.64	0	1916.3	0	21385.91	6952.16
0+700.000	68.62	0	1566.91	0	22952.82	6952.16
0+720.000	67.09	0	1357.1	0	24309.92	6952.16
0+740.000	62.19	0	1290.59	0	25600.51	6952.16

0+760.000	49.64	0	1113.67	0	26714.18	6952.16
0+780.000	36.08	0	849.96	0	27564.15	6952.16
0+800.000	46.97	0	819.62	0	28383.77	6952.16
0+820.000	66.5	0	1122.04	0	29505.81	6952.16
0+840.000	80.91	0	1462	0	30967.8	6952.16
0+860.000	81.74	0	1614.2	0	32582.01	6952.16
0+880.000	105.52	0	1863.58	0	34445.58	6952.16
0+900.000	0	0	1052.52	0	35498.1	6952.16
0+920.000	0	0	0	0	35498.1	6952.16
0+940.000	160.06	0	1596.62	0	37094.72	6952.16
0+960.000	0	0	1598.53	0	38693.25	6952.16
0+980.000	0	0	0	0	38693.25	6952.16
1+000.000	111.76	0	1117.56	0	39810.81	6952.16
1+020.000	121.26	0	2332.25	0	42143.06	6952.16
1+040.000	136.69	0	2584.98	0	44728.04	6952.16
1+060.000	145.95	0	2835.82	0	47563.86	6952.16
1+080.000	128.52	0	2759.86	0	50323.72	6952.16
1+100.000	66.41	0	1967.15	0	52290.87	6952.16
1+120.000	158.79	0	2270.83	0	54561.7	6952.16
1+140.000	223.2	0	3841.91	0	58403.61	6952.16
1+160.000	254.95	0	4806.81	0	63210.41	6952.16
1+180.000	255.08	0	5119.18	0	68329.59	6952.16
1+200.000	269.82	0	5260.7	0	73590.29	6952.16
1+220.000	0	0	2700.81	0	76291.1	6952.16
1+240.000	190.54	0	1905.43	0	78196.53	6952.16
1+260.000	156.9	0	3474.39	0	81670.92	6952.16
1+280.000	0	0	1566.26	0	83237.18	6952.16
1+300.000	267.2	0	2666.02	0	85903.21	6952.16
1+320.000	258.55	0	5230.7	0	91133.91	6952.16
1+340.000	0	0	2563.95	0	93697.86	6952.16
1+360.000	153.18	0	1515.88	0	95213.73	6952.16
1+380.000	112.83	0	2633.33	0	97847.06	6952.16
1+400.000	75.93	0	1871	0	99718.06	6952.16
1+420.000	28.58	0	1044.83	0	100762.89	6952.16
1+440.000	135.74	0	1654.95	0	102417.84	6952.16
1+460.000	210.19	0	3475.35	0	105893.19	6952.16
1+480.000	267.35	0	4796.85	0	110690.04	6952.16
1+500.000	290.15	0	5598.21	0	116288.25	6952.16
1+520.000	270.01	0	5621	0	121909.25	6952.16
1+540.000	225.49	0	4965.65	0	126874.9	6952.16
1+560.000	164.13	0	3900.27	0	130775.18	6952.16
1+580.000	85.27	0	2493.94	0	133269.12	6952.16

1+600.000	8	0	932.7	0	134201.82	6952.16
1+620.000	46.94	0	550.69	0	134752.51	6952.16
1+640.000	66.86	0	1143.1	0	135895.61	6952.16
1+660.000	79.66	0	1472.46	0	137368.06	6952.16
1+680.000	72.61	0	1526.23	0	138894.3	6952.16
1+700.000	44.31	0	1169.19	0	140063.49	6952.16
1+720.000	33.72	0	780.33	0	140843.82	6952.16
1+740.000	29.33	0	630.55	0	141474.37	6952.16
1+760.000	66.26	0	955.89	0	142430.26	6952.16
1+780.000	97.52	0	1637.82	0	144068.08	6952.16
1+800.000	107.8	0	2053.25	0	146121.34	6952.16
1+820.000	94.57	0	2023.68	0	148145.02	6952.16
1+840.000	65.02	0	1595.91	0	149740.93	6952.16
1+860.000	41.63	0	1066.58	0	150807.51	6952.16
1+880.000	61.58	0	1032.15	0	151839.66	6952.16
1+900.000	63.33	0	1249.14	0	153088.8	6952.16
1+920.000	45.3	0	1088.34	0	154177.14	6952.16
1+940.000	36.15	0	818.64	0	154995.78	6952.16
1+960.000	7.2	0	437.22	0	155433	6952.16
1+980.000	33.25	0	408	0	155841	6952.16
2+000.000	46.05	0	796.41	0	156637.41	6952.16
2+020.000	41.75	0	879.24	0	157516.65	6952.16
2+040.000	36.86	0	786.11	0	158302.76	6952.16
2+060.000	42.73	0	795.92	0	159098.68	6952.16
2+080.000	40.16	0	827.46	0	159926.14	6952.16
2+100.000	32.49	0	722.34	0	160648.48	6952.16
2+120.000	9.97	0.61	419.81	6.28	161068.28	6958.44
2+140.000	6.15	0.9	158.63	15.56	161226.91	6974
2+160.000	11.78	0	177.68	9.22	161404.59	6983.22
2+180.000	19.68	0	313.6	0	161718.2	6983.22
2+200.000	27.56	0	472.43	0	162190.63	6983.22
2+220.000	31.56	0	590.29	0	162780.91	6983.22
2+240.000	35.24	0	665.89	0	163446.8	6983.22
2+260.000	26.51	0	614.32	0	164061.12	6983.22
2+280.000	21.8	0	480.27	0	164541.38	6983.22
2+300.000	24.06	0	456.95	0	164998.33	6983.22
2+320.000	32.36	0	563.23	0	165561.56	6983.22
2+340.000	26.69	0	590.5	0	166152.06	6983.22
2+360.000	19.6	0	462.97	0	166615.04	6983.22
2+380.000	19.89	0	394.73	0	167009.76	6983.22
2+400.000	20.55	0	404.06	0	167413.83	6983.22
2+420.000	27.15	0	475.95	0	167889.78	6983.22

2+440.000	40.18	0	670.59	0	168560.37	6983.22
2+460.000	51.61	0	913.7	0	169474.07	6983.22
2+480.000	41.23	0	924.04	0	170398.11	6983.22
2+500.000	3.12	4.61	441.91	46.87	170840.02	7030.08
2+520.000	14.55	0	176.05	46.68	171016.07	7076.77
2+540.000	13.59	0	280.3	0	171296.37	7076.77
2+560.000	45.3	0	588.98	0	171885.35	7076.77
2+580.000	54.01	0	993.2	0	172878.55	7076.77
2+600.000	74.11	0	1281.25	0	174159.79	7076.77
2+620.000	89.08	0	1631.87	0	175791.67	7076.77
2+640.000	68.53	0	1574.42	0	177366.08	7076.77
2+660.000	22.21	0	905.08	0	178271.16	7076.77
2+680.000	14.18	0	361.87	0	178633.03	7076.77
2+700.000	17.33	0	313.76	0	178946.8	7076.77
2+720.000	16.87	0	340.93	0	179287.72	7076.77
2+740.000	7.84	0	247.06	0	179534.79	7076.77
2+760.000	4.28	0	121.14	0	179655.93	7076.77
2+780.000	3.02	0	72.95	0	179728.87	7076.77
2+800.000	3.87	0	68.86	0	179797.73	7076.77
2+820.000	7.79	0	116.34	0	179914.07	7076.77
2+840.000	15.56	0	232.96	0	180147.03	7076.77
2+860.000	25.03	0	405.19	0	180552.21	7076.77
2+880.000	27.8	0	527.82	0	181080.03	7076.77
2+900.000	26.72	0	544.9	0	181624.93	7076.77
2+920.000	24.19	0	508.89	0	182133.82	7076.77
2+940.000	22.1	0	462.8	0	182596.63	7076.77
2+960.000	19.74	0	418.11	0	183014.74	7076.77
2+980.000	18.67	0	384.05	0	183398.79	7076.77
3+000.000	10.22	0	289.24	0	183688.03	7076.77
3+020.000	12.25	0	225.21	0	183913.24	7076.77
3+040.000	9.13	0	214.13	0	184127.37	7076.77
3+060.000	6.85	0	159.43	0	184286.8	7076.77
3+080.000	10.34	0	171.3	0	184458.1	7076.77
3+100.000	8.95	0	192.49	0	184650.59	7076.77
3+120.000	11.89	0	208.17	0	184858.76	7076.77
3+140.000	12.8	0	246.9	0	185105.66	7076.77
3+160.000	11.57	0	243.73	0	185349.39	7076.77
3+180.000	16.34	0	279.09	0	185628.48	7076.77
3+200.000	24.29	0	405.68	0	186034.16	7076.77
3+220.000	53.18	0	771.38	0	186805.54	7076.77
3+240.000	93.54	0	1459.73	0	188265.27	7076.77
3+260.000	110.51	0	2032.65	0	190297.92	7076.77

3+280.000	111.02	0	2206.49	0	192504.41	7076.77
3+300.000	125.06	0	2349.65	0	194854.06	7076.77
3+320.000	152.72	0	2768.33	0	197622.39	7076.77
3+340.000	166.46	0	3183.99	0	200806.39	7076.77
3+360.000	136.49	0	3017.38	0	203823.76	7076.77
3+380.000	96.05	0	2309.17	0	206132.93	7076.77
3+400.000	95.27	0	1900.81	0	208033.74	7076.77
3+420.000	130.01	0	2245.78	0	210279.53	7076.77
3+440.000	97.36	0	2271.43	0	212550.96	7076.77
3+460.000	36.4	0	1337.55	0	213888.51	7076.77
3+480.000	128.68	0	1650.79	0	215539.3	7076.77
3+500.000	0	0	1286.8	0	216826.1	7076.77
3+520.000	0	0	0	0	216826.1	7076.77
3+540.000	257.16	0	2567.67	0	219393.76	7076.77
3+560.000	266.37	0	5222.99	0	224616.76	7076.77
3+580.000	276.66	0	5413.79	0	230030.55	7076.77
3+600.000	0	0	2757.82	0	232788.37	7076.77
3+620.000	148.77	0	1479.83	0	234268.2	7076.77
3+640.000	63	0	2104.03	0	236372.23	7076.77
3+660.000	45.39	0.54	1070.13	5.53	237442.36	7082.3
3+680.000	0	0	445.93	5.53	237888.3	7087.83
3+700.000	0	0	0	0	237888.3	7087.83
3+720.000	158.44	0	1576.91	0	239465.2	7087.83
3+740.000	178.62	0	3362.55	0	242827.75	7087.83
3+760.000	149.83	0	3282.31	0	246110.06	7087.83
3+780.000	35.44	0	1852.7	0	247962.76	7087.83
3+800.000	40.12	0	755.57	0	248718.33	7087.83
3+820.000	74.47	0	1142.55	0	249860.88	7087.83
3+840.000	118.64	0	1922.97	0	251783.85	7087.83
3+860.000	190.57	0	3076.47	0	254860.32	7087.83
3+880.000	231.66	0	4200.37	0	259060.69	7087.83
3+900.000	249.6	0	4789.72	0	263850.41	7087.83
3+920.000	273.9	0	5211.72	0	269062.13	7087.83
3+940.000	337.3	0	6086.59	0	275148.72	7087.83
3+960.000	288.4	0	6234.07	0	281382.79	7087.83
3+980.000	246.5	0	5333.63	0	286716.42	7087.83
4+000.000	253.56	0	4989.07	0	291705.48	7087.83
4+020.000	236.86	0	4894.24	0	296599.73	7087.83
4+040.000	221.73	0	4576.8	0	301176.52	7087.83
4+060.000	192.86	0	4136.55	0	305313.08	7087.83
4+080.000	170.19	0	3622.04	0	308935.11	7087.83
4+100.000	150.69	0	3202.23	0	312137.35	7087.83

4+120.000	130.32	0	2805.01	0	314942.35	7087.83
4+140.000	118.68	0	2485.86	0	317428.22	7087.83
4+160.000	109.56	0	2278.89	0	319707.11	7087.83
4+180.000	97.47	0	2066.57	0	321773.68	7087.83
4+200.000	89.28	0	1862.99	0	323636.67	7087.83
4+220.000	74.41	0	1632.44	0	325269.11	7087.83
4+240.000	86.69	0	1608.72	0	326877.83	7087.83
4+260.000	80.76	0	1674.16	0	328551.99	7087.83
4+280.000	61.24	0	1419.98	0	329971.98	7087.83
4+300.000	54.02	0	1152.66	0	331124.64	7087.83
4+320.000	61.38	0	1154.04	0	332278.68	7087.83
4+340.000	59.51	0	1208.86	0	333487.54	7087.83
4+360.000	58.07	0	1175.8	0	334663.34	7087.83
4+380.000	33.99	0	920.64	0	335583.99	7087.83
4+400.000	27.75	0	617.36	0	336201.35	7087.83
4+420.000	30.71	0	584.5	0	336785.85	7087.83
4+440.000	33.04	0	637.45	0	337423.3	7087.83
4+460.000	39	0	720.42	0	338143.72	7087.83
4+480.000	35.41	0	744.1	0	338887.82	7087.83
4+500.000	34.78	0	701.85	0	339589.67	7087.83
4+520.000	31.11	0	658.86	0	340248.53	7087.83
4+540.000	36.6	0	677.09	0	340925.62	7087.83
4+560.000	43.55	0	801.53	0	341727.14	7087.83
4+580.000	55.89	0	994.95	0	342722.09	7087.83
4+600.000	69.64	0	1256.7	0	343978.79	7087.83
4+620.000	83.62	0	1534.86	0	345513.65	7087.83
4+640.000	79.09	0	1628.31	0	347141.96	7087.83
4+660.000	73.51	0	1527.31	0	348669.26	7087.83
4+680.000	71.11	0	1448.69	0	350117.95	7087.83
4+700.000	58.58	0	1299.2	0	351417.15	7087.83
4+720.000	46.62	0	1054.04	0	352471.19	7087.83
4+740.000	38.57	0	853.76	0	353324.95	7087.83
4+760.000	28.46	0	671.94	0	353996.89	7087.83
4+780.000	17.06	0	456.54	0	354453.43	7087.83
4+800.000	6.4	0	235.52	0	354688.95	7087.83
4+820.000	6.86	0	132.71	0	354821.66	7087.83
4+840.000	9.02	0	158.45	0	354980.11	7087.83
4+860.000	12.52	0	215.25	0	355195.35	7087.83
4+880.000	14.51	0	270.2	0	355465.55	7087.83
4+900.000	15.28	0	297.64	0	355763.19	7087.83
4+920.000	15.44	0	306.7	0	356069.89	7087.83
4+940.000	17.25	0	326.15	0	356396.04	7087.83

4+960.000	20.68	0	379.16	0	356775.2	7087.83
4+980.000	35.71	0	566.52	0	357341.72	7087.83
5+000.000	39.18	0	752.11	0	358093.84	7087.83
5+020.000	33.86	0	731.52	0	358825.35	7087.83
5+040.000	23.98	0	578.39	0	359403.75	7087.83
5+060.000	15.36	0	393.44	0	359797.19	7087.83
5+080.000	6.82	0	221.86	0	360019.05	7087.83
5+100.000	3.44	0	102.59	0	360121.64	7087.83
5+120.000	3.65	0	70.87	0	360192.51	7087.83
5+140.000	3.57	0	72.16	0	360264.67	7087.83
5+160.000	0.24	4.91	38.11	49.11	360302.78	7136.94
5+180.000	0	42.78	2.44	476.96	360305.22	7613.9
5+200.000	0	17.99	0	607.78	360305.22	8221.68
5+220.000	1.24	0.68	12.4	186.79	360317.62	8408.47
5+240.000	0	0	12.4	6.85	360330.02	8415.32

• PATA ENTRADA ALINEACIÓN PRINCIPAL

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	0.61	0.7	0	0	0	0
0+010.000	1.31	0.1	5.04	1.96	5.04	1.96
0+015.000	2.06	0	8.75	0.25	13.79	2.22
0+020.000	1.53	0	9.32	0	23.11	2.22
0+025.000	0.39	0	4.96	0	28.07	2.22
0+030.000	0	0	0.98	0	29.04	2.22

• PATA DE SALIDA ALINEACIÓN PRINCIPAL

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	3.9	0	0	0	0	0
0+010.000	4.68	0.02	21.85	0.04	21.85	0.04
0+015.000	3.96	0.14	22.53	0.36	44.39	0.41
0+020.000	1.88	2.38	15.65	6.05	60.04	6.46
0+025.000	0	0	5.14	5.73	65.18	12.19
0+030.000	0	0	0	0	65.18	12.19

• ALINEACIÓN ESTE

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+040.000	10.31	0.03	0	0	0	0
0+060.000	13.58	0	227.55	0.28	227.55	0.28
0+080.000	4.96	1.89	183.62	18.6	411.16	18.89
0+100.000	0	27.47	49.61	293.57	460.77	312.46

• PATA DE ENTRADA ALINEACIÓN ESTE

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	1.25	0	0	0	0	0
0+010.000	1.95	0	8.03	0	8.03	0
0+015.000	1.85	0	9.54	0	17.57	0

• PATA DE SALIDA ALINEACIÓN ESTE

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	4.2	0	0	0	0	0
0+010.000	4.31	0	21.06	0	21.06	0
0+015.000	4.61	0	21.34	0	42.41	0
0+020.000	0.49	3.37	11.83	8.25	54.24	8.25
0+025.000	0	0	1	8.25	55.23	16.49

• ALINEACIÓN OESTE

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	4.2	0	0	0	0	0
0+010.000	4.31	21.06	0	0	21.06	0
0+015.000	4.61	21.34	0	0	42.41	0
0+020.000	0.49	11.83	3.37	8.25	54.24	8.25
0+025.000	0	1	0	8.25	55.23	16.49

• PATA DE ENTRADA ALINEACIÓN OESTE

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	2.2	0	0	0	0	0
0+010.000	3.83	0.02	15.77	0.05	15.77	0.05
0+015.000	4.72	0.06	22.38	0.17	38.15	0.21
0+020.000	5.13	0.05	25.65	0.24	63.8	0.45
0+025.000	4.82	0	25.53	0.11	89.33	0.56

• PATA DE SALIDA ALINEACIÓN OESTE

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	4.37	0	0	0	0	0
0+010.000	4.9	0	23.32	0	23.32	0
0+015.000	4.76	0	24.26	0	47.58	0

• PATA DE ENTRADA ALINEACIÓN SUR

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	2.85	0	0	0	0	0
0+010.000	3.91	0.02	17.11	0.05	17.11	0.05
0+015.000	3.93	0	19.94	0.04	37.05	0.09
0+020.000	3.97	0	20.03	0	57.08	0.1
0+025.000	3.89	0	19.96	0	77.04	0.1
0+030.000	3.64	0.02	19.17	0.06	96.21	0.17
0+035.000	3.47	0.07	18.11	0.22	114.32	0.39
0+040.000	3.41	0.11	17.48	0.42	131.8	0.81
0+045.000	3.55	0.01	17.6	0.29	149.4	1.1

• PATA DE SALIDA ALINEACIÓN SUR

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+005.000	5.7	0	0	0	0	0
0+010.000	5.79	0	29.08	0	29.08	0
0+015.000	4.69	0	26.59	0	55.68	0
0+020.000	2.9	0.02	19.29	0.05	74.96	0.06
0+025.000	0	0	7.37	0.05	82.33	0.11

• ANILLO GLORIETA

P.K.	Área de desmonte (m2)	Área de terraplén (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumulado (m3)	Vol. terraplén acumulado (m3)
0+020.000	5.96	7.24	0	0	0	0
0+040.000	8.35	17.44	40.73	219.5	40.73	219.5
0+060.000	7.24	0	56.8	163.61	97.52	383.11
0+080.000	4.15	0.04	53.31	0.22	150.83	383.33
0+100.000	8.42	0	80.09	0.22	230.93	383.55
0+120.000	13.25	0	142.98	0	373.91	383.55