
CONFIGURACIÓN FUNCIONAL

ANEJO

8

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Situación Actual	1
2.1. Tráficos Actuales	1
2.2. Trazado Actual	4
2.3. Modos de Transporte Terrestre	4
3. Situación Futura. Alternativas	5
4. Análisis de Tiempo de Recorrido	7
4.1. Simulación de Trenes	7
4.2. Datos de Partida	7
4.3. Resultados Obtenidos.....	8
4.3.1. Simulaciones 1	10
4.3.2. Simulaciones 2	13
5. Conclusiones	16

1. Introducción

La configuración funcional de la nueva línea Sevilla-Huelva, objeto del presente anejo, forma parte del “Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva”, que se enmarca en el “Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, definido para un horizonte 2012-2024 (PITVI).

Es importante señalar que entre Sevilla y Huelva se presenta un alto volumen de circulación vial, lo que implica una elevada intensidad de tráfico rodado, tanto en vehículo privado como en autobús. Por consiguiente, lo que se quiere buscar fundamentalmente con la actuación ferroviaria, objeto de este proyecto, es alcanzar unos valores de tiempo, frecuencias y calidad de servicio adecuados para conseguir un nivel de competitividad suficiente en relación con los otros medios de transportes, ubicados en el mismo corredor y, en consecuencia, obtener una mayor participación del ferrocarril en el reparto modal del transporte.

La previsión de esta nueva línea ferroviaria de alta velocidad para tráfico exclusivo de viajeros, tiene el doble objeto de ampliar la red de altas prestaciones y de mejorar tanto la oferta del servicio como la accesibilidad urbana de Huelva, integrándola a la alta velocidad sur mediante la conexión con la línea Madrid-Sevilla. Por este motivo se ha analizado la configuración idónea de la nueva línea desde el punto de vista de la explotación ferroviaria.

2. Situación Actual

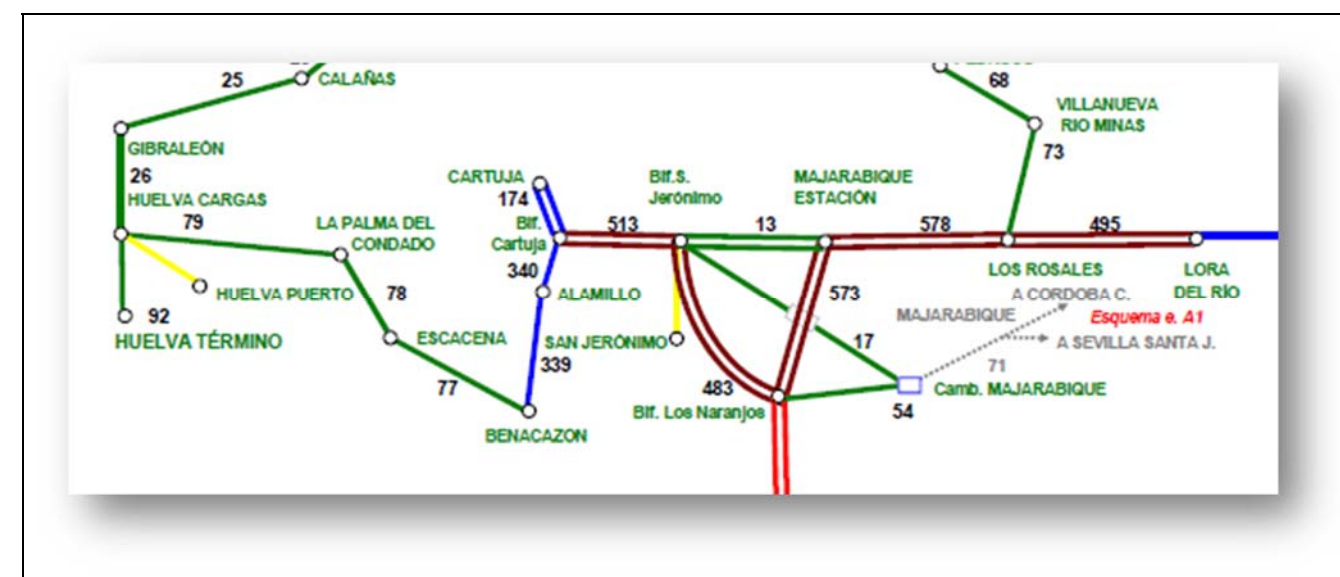
2.1. Tráficos Actuales

Los trenes, ámbito del estudio, que circulan actualmente por la línea Sevilla-Huelva, en ambos sentidos, están compuestos por ocho circulaciones de viajeros de Larga Distancia y Media Distancia y cuatro de mercancías en el día medio.

No obstante, entre Santa Justa y Benecazón circulan trenes de cercanías por la línea C5, que no forman parte de este análisis, porque se mantendrán sin cambios por la línea actual.

En el siguiente esquema, se representa el número total circulaciones semanales de la línea actual Sevilla-Huelva.

Circulaciones reales (media semanal) Sevilla-Huelva



Fuente: CIRTRA Adif

De las ocho circulaciones de viajeros seis pertenecen a servicios de Media Distancia “MD” que realizan parada en las estaciones intermedias, y las otras circulaciones corresponden a los servicios de Larga Distancia “LD” que conectan la ciudad de Huelva con Madrid, efectuando parada en La Palma del Condado en ambos sentidos.

Tomando como datos de partida los horarios comerciales publicados en la página web de viajeros de Renfe para un día laborable de febrero de 2018, se han elaborado las siguientes tablas y confeccionada la correspondiente Malla de explotación.

- Servicios actuales de viajeros con transbordo en Sevilla.

Itinerario actual con transbordo en Sevilla

DATOS RENFE							DURACIÓN
TREN/RECORRIDO ACTUALES				LONGITUD	TIEMPO		
				TRAYECTO	SALIDA	LLEGADA	
1	99041 MD-AVE HUELVA-MADRID TRANSBORDO SEVILLA	MD (Nº 13041) AVE (Nº 02081) MADRID	HUELVA-SEVILLA SANTA JUSTA MADRID	108,880	6:55	8:25	1:30
2	99245 LD-MD 99335 AVE-MD MADRID-HUELVA TRANSBORDO	AV CITY (Nº 02260) MADRID AVE (Nº 02070) MADRID MD (Nº 13037)	MADRID SEVILLA SANTA JUSTA-HUELVA	108,880	10:00	11:38	1:38
3	99043 MD-AVE HUELVA-MADRID TRANSBORDO SEVILLA	MD (Nº 13043) AVE (Nº 02161) MADRID	HUELVA-SEVILLA SANTA JUSTA MADRID	108,880	15:00	16:27	1:27
4	99040 AVE-MD MADRID-HUELVA TRANSBORDO SEVILLA	AVE (Nº 02140) MADRID MD (Nº 13039)	MADRID SEVILLA SANTA JUSTA-HUELVA	108,880	17:00	18:34	1:34
5	99411 MD-LD HUELVA-MADRID TRANSBORDO SEVILLA	MD (Nº 13049) AV CITY (Nº 02411) MADRID	HUELVA-SEVILLA SANTA JUSTA MADRID	108,880	19:00	20:30	1:30
6	99180 AVE-MD MADRID-HUELVA TRANSBORDO SEVILLA	AVE (Nº 02180) MADRID MD (Nº 13095)	MADRID SEVILLA SANTA JUSTA-HUELVA	108,880	20:50	22:18	1:28

Fuente: Renfe Viajeros. Elaboración Ineco

- Servicios de largo recorrido que no paran en Sevilla, efectúan parada en Palma del Condado.

Estos servicios utilizan la línea Madrid-Sevilla de ancho UIC a la altura del nudo de Majarabique, situado al norte de la ciudad de Sevilla, donde realizan mediante un sistema de rodadura desplazable, el cambio de ancho de vía para pasar al ancho Renfe de la línea Sevilla-Huelva y viceversa.

Itinerario actual sin transbordo en Sevilla

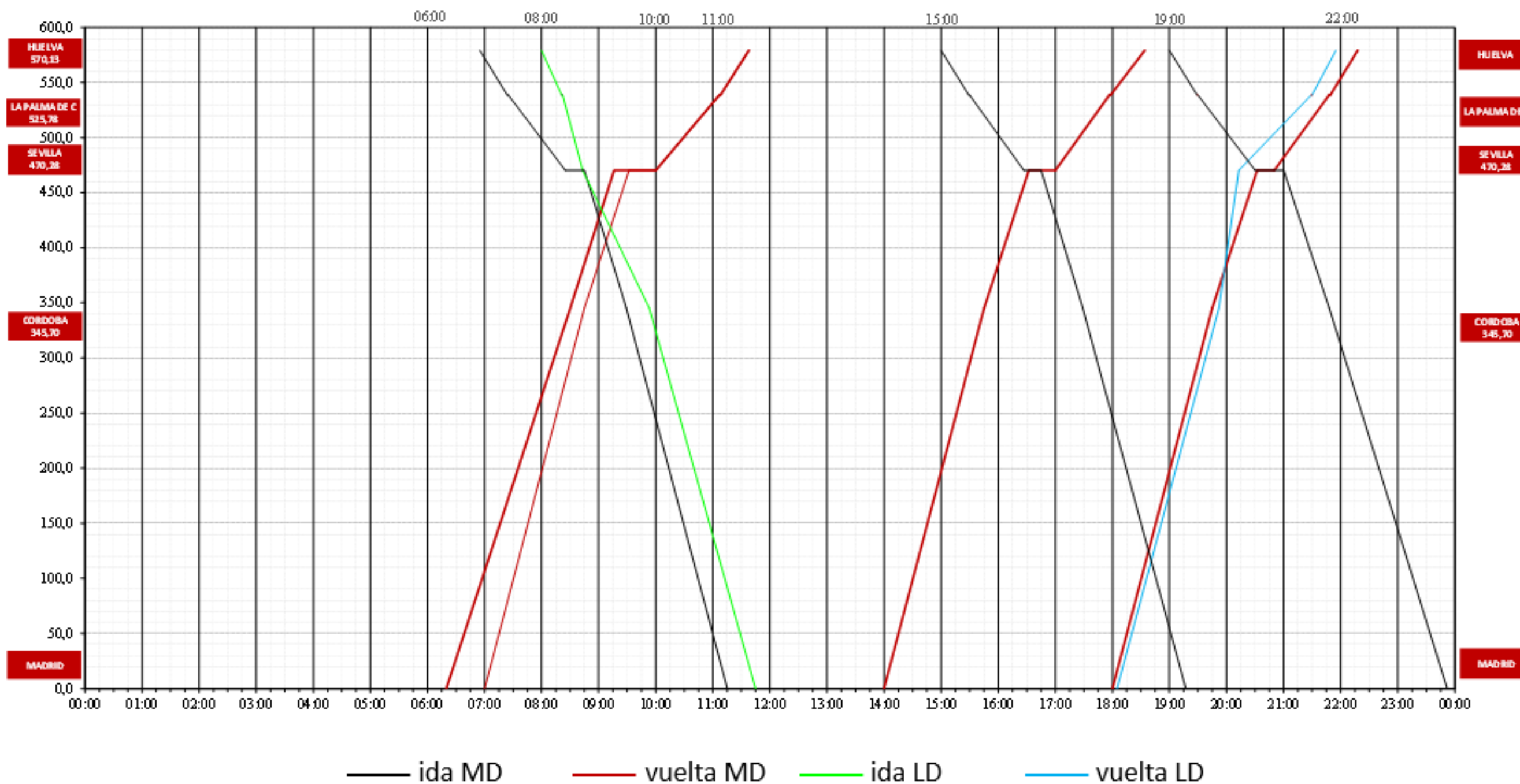
DATOS RENFE				TIEMPO		
TREN/RECORRIDO ACTUALES			LONGITUD	LLEGADA	SALIDA	
			TRAYECTO			
1	ALVIA 02285 HUELVA-MADRID	NO PARA EN SEVILLA PARA EN CÓRDOBA	HUELVA	108,880		10:25
			LA PALMA DEL CONDADO	68,360	10:46	10:47
			CÓRDOBA	-	12:18	12:20
2	ALVIA 02384 MADRID-HUELVA	PARA EN CÓRDOBA NO PARA EN SEVILLA	CÓRDOBA	108,880		19:52
			LA PALMA DEL CONDADO	68,360	21:29	21:30
			HUELVA	-	21:55	

Fuente: Renfe Viajeros. Elaboración Ineco

A partir de estos itinerarios, se ha elaborado gráficamente la ocupación que supone dichos tráficos (ver gráfico siguiente).

En esta figura se representan los tráficos actuales de viajeros de Larga Distancia, Madrid-Sevilla-Huelva, que a partir de Sevilla se convierten en Media Distancia entre Sevilla y Huelva.

Reparto diario de circulaciones de MD y LD



Fuente: Elaboración Ineco

2.2. Trazado Actual

La línea Sevilla-Huelva es una línea en ancho convencional que pertenece a la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG). Línea 440 de Adif entre la Bifurcación los Naranjos y Huelva Termino de la Subdirección de Operaciones Sur.

Desde el punto de vista de la infraestructura es vía única de ancho ibérico banalizada y electrificada, con ASFA y Tren Tierra.

La línea actual presenta velocidades máximas entre 100 Km/h, en las proximidades de las ciudades de Huelva y Sevilla, y velocidades de 140 km/h en el resto de la red.

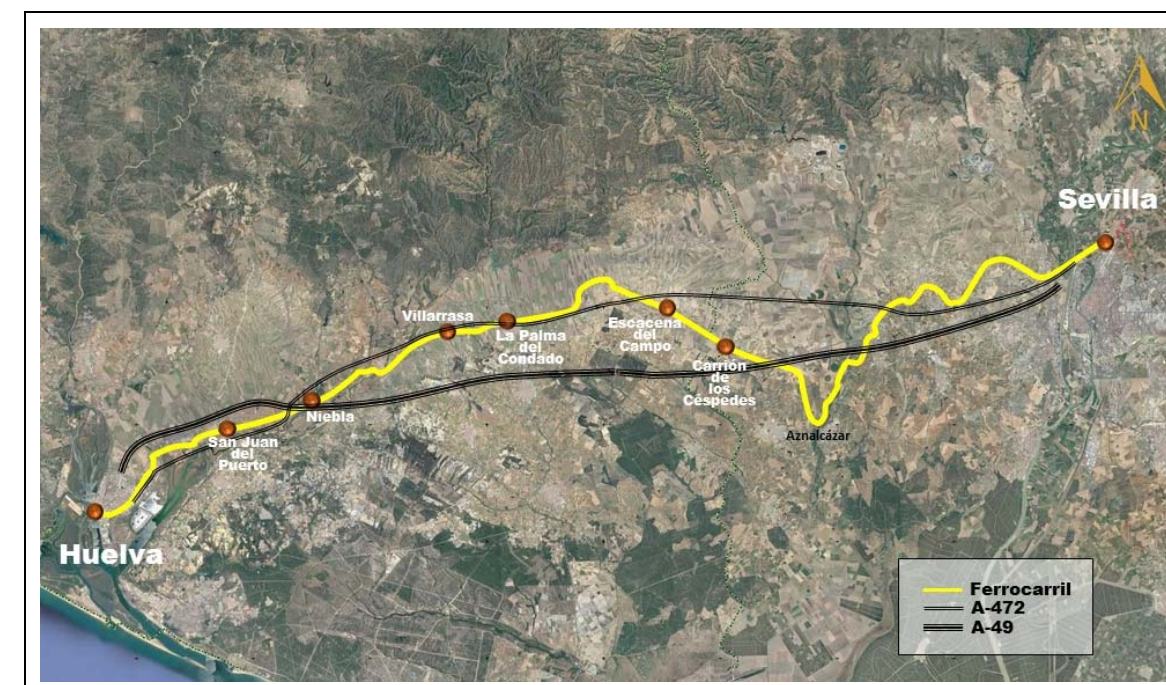
Este corredor ferroviario Sevilla-Huelva presenta, en determinados tramos, una geometría complicada, especialmente en la zona próxima a Sevilla, además de algunas deficiencias en las instalaciones, dotación y calidad de la superestructura.

2.3. Modos de Transporte Terrestre

En el corredor Sevilla-Huelva, además de la línea actual ferroviaria existen dos ejes viarios constituidos por la carretera autonómica A-472 y la autopista A-49 con unos tiempos de recorrido de aproximadamente 1 hora entre las capitales; además de una red de carreteras secundarias y locales que articulan los dos ejes mencionados con su entorno.

En la siguiente figura se muestran los principales ejes del transporte terrestre entre las capitales de Sevilla y Huelva.

Principales ejes del transporte terrestre entre Sevilla y Huelva



Fuente: Elaboración Ineco

Estas singularidades repercuten negativamente en el ferrocarril con tiempos de recorrido mayores que los tiempos por carretera, disminución del tráfico y por consiguiente menos frecuencias, lo que provoca la consiguiente reducción de la demanda en el servicio ferroviario.

Sin embargo estas dificultades son susceptibles de ser mejoradas mediante las correspondientes actuaciones que puedan permitir un incremento importante de la demanda ferroviaria y unos tiempos de recorrido competitivos con la carretera.

3. Situación Futura. Alternativas

La operación ferroviaria de la línea requerirá de nuevas instalaciones ferroviarias, de la dotación del equipamiento tecnológico acorde con las características del sistema implantado en la línea Madrid-Sevilla, y de los requerimientos del servicio a prestar, -tiempo, frecuencias y calidad- para conseguir un nivel de competitividad suficiente en relación con los otros medios de transportes ubicados en el mismo corredor y, en consecuencia, una mayor participación del ferrocarril en el reparto modal del transporte.

Las características y requerimientos mínimos son las siguientes:

Limitaciones de Velocidad	Por geometría del trazado en: <ul style="list-style-type: none"> • La salida de Sevilla-Nudo de Majarabique. • La entrada a Huelva. Por la cercanía al núcleo urbano en: La Palma del Condado (en las alternativas que lo contemplen).
Perfil con pendientes máxima	del 15‰

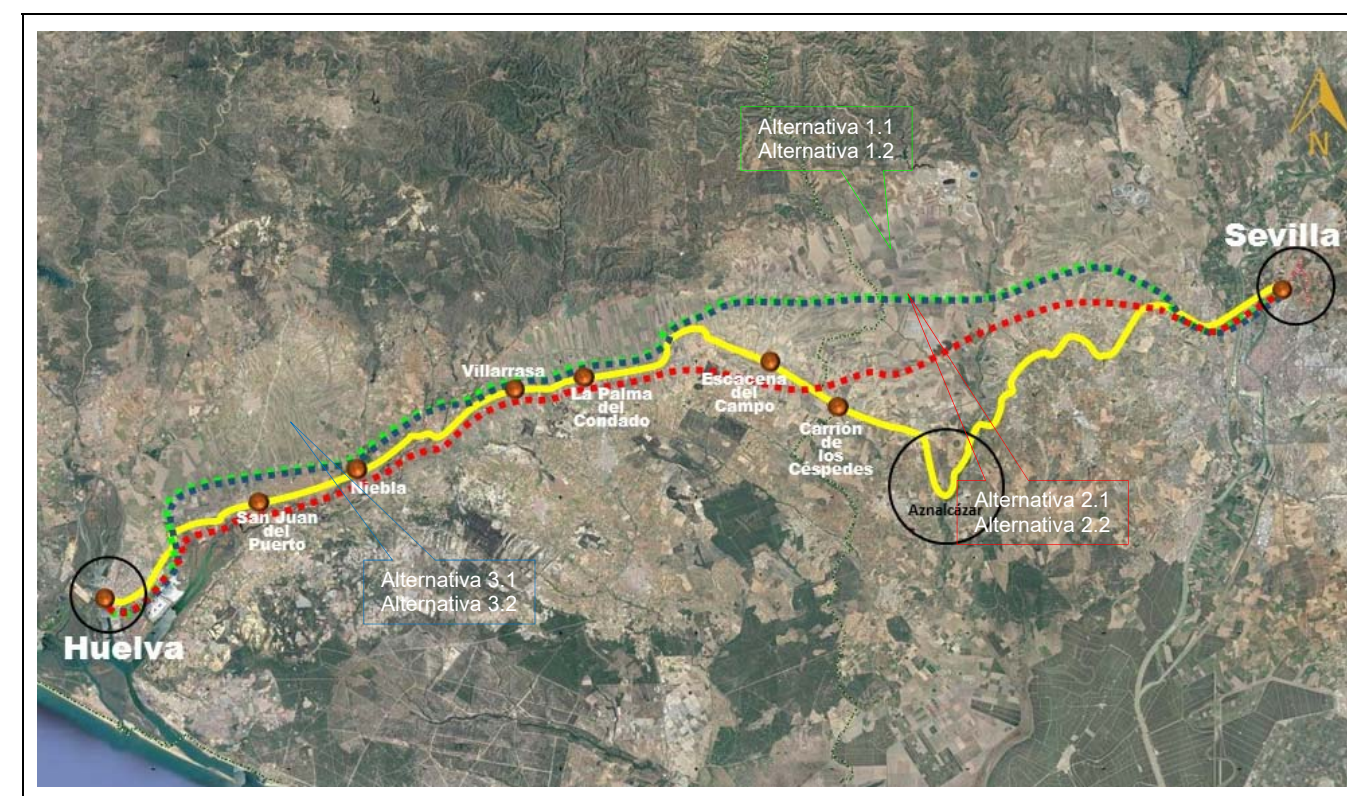
El Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva evalúa seis alternativas de trazado, establecidas en el anejo 17, denominadas:

- Alternativa 1.1
- Alternativa 1.2
- Alternativa 2.1
- Alternativa 2.2
- Alternativa 3.1
- Alternativa 3.2

La nueva Línea Sevilla-Huelva, consiste en una línea ferroviaria de alta velocidad en doble vía electrificada con ancho internacional -UIC- que dará continuidad al actual servicio de viajeros existente entre Madrid y Sevilla.

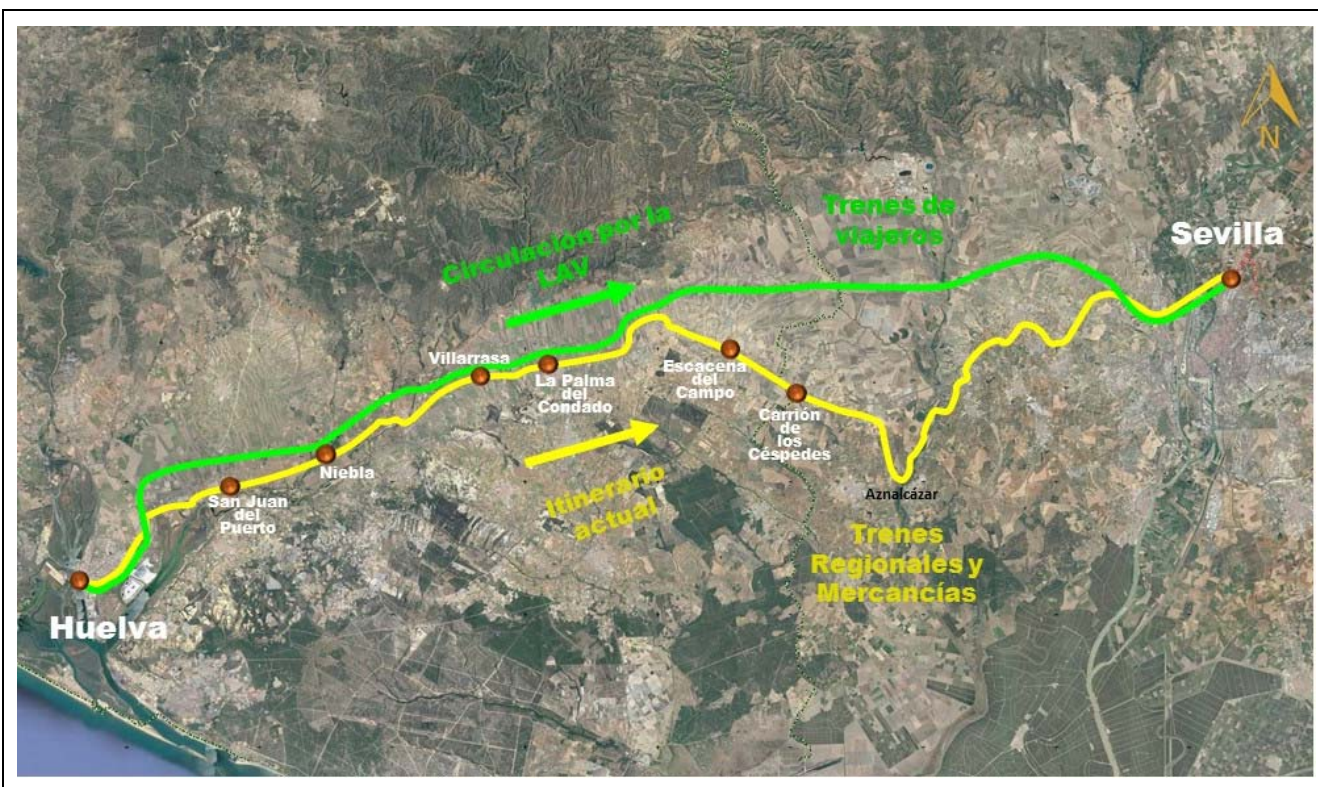
En la siguiente figura, se observa tanto el trayecto actual (línea amarilla) como los trazados de las alternativas planteadas (líneas punteadas).

Trazados actual y alternativas entre Sevilla y Huelva



Fuente: Elaboración Ineco

Por la línea actual, se mantendrá tanto el tráfico de mercancías como el servicio de pasajeros a las poblaciones por donde discurre, como se observa en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración Ineco

A continuación se expone el trayecto de cada una de las seis alternativas del Estudio Informativo.

Trayectos por alternativas

ALTERNATIVAS	INICIO SEVILLA	FINAL HUELVA	DISTANCIA KM
1.1	0+000 Nudo de Majarabique	94+322 Huelva Termino	99,941
1.2	0+000 Nudo de Majarabique	94+226 Huelva Termino	99,850
2.1	0+000 Nudo de Majarabique	95+421 Huelva Termino	101,039
2.2	0+000 Nudo de Majarabique	95+683 Huelva Termino	101,302
3.1	0+000 Nudo de Majarabique	96+396 Huelva Termino	102,015
3.2	0+000 Nudo de Majarabique	96+301 Huelva Termino	101,920

Fuente: Elaboración Ineco

Cada una de estas soluciones tiene trazados diferentes, como se puede observar en la tabla, sin embargo todas tienen un mismo punto inicial y un punto final común lo que facilita una comparación coherente de las mismas.

El punto inicial de las alternativas se encuentra en Majarabique, en el norte de la ciudad de Sevilla, y el punto final es coincidente en la entrada a la ciudad de Huelva.

Para los análisis realizados se ha contemplado como parada intermedia la Palma del Condado, en las alternativas impares. Sin embargo la oferta ferroviaria deberá ser confeccionada por los futuros operadores ferroviarios que utilicen la línea.

4. Análisis de Tiempo de Recorrido

4.1. Simulación de Trenes

Para este análisis se ha utilizado la aplicación informática “Duplo-Simultren” que realiza el cálculo lineal de marchas tipo, además de generar para cada circulación una matriz dinámica (posición, tiempo, aceleración y velocidad), teniendo en cuenta tanto las características del trazado, del material rodante como las condiciones de circulación.

En definitiva, el programa evalúa la marcha del tren a partir de las fórmulas de resistencia del material (resistencia al avance) y de la curva esfuerzo-velocidad del tren, realiza el cálculo por incrementos (o decrementos) finitos de la velocidad.

Este software de simulación realiza los cálculos utilizando las siguientes entradas de datos:

- Características de la infraestructura: alineaciones de vías (pendientes y radios) y puntos singulares (estaciones de pasajeros, y de mercancías, desvíos, túneles, etc.).
- Características técnicas del tren: curvas de rendimiento, carga adherente, coeficiente de adherencia estática y coeficientes de resistencia de frenado. Los datos técnicos generalmente son adquiridos por el fabricante del material rodante.
- Normativa: aplicación de la normativa europea UIC.

La siguiente figura muestra los procesos integrados en la herramienta, diseñados para garantizar resultados consistentes y sólidos.



Fuente: Elaboración Ineco

4.2. Datos de Partida

Como base de partida para la realización de las simulaciones de trenes, se toman los valores aportados en el Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva siendo estos:

1. Las seis alternativas de trazado, específicamente, los datos geométricos:

Radios de curva (m)

Rampas y pendientes (‰)

Longitudes de las alineaciones en planta y alzado (m)

Estaciones intermedias (PK)

Velocidades máximas de circulación (km/h)

Máxima aceleración sin compensar (m/s²)

2. Con respecto al material rodante, se tuvo en cuenta las características técnicas:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Peso total (T):	251.3
Carga máxima por eje (T/eje):	17
Velocidad Máxima (km/h):	250
Adherencia en marcha:	0.37
Potencia máxima (kW):	4.000
Esfuerzo máximo de tracción (kN):	216
Aceleración de servicio (m/s ²):	0.75
Deceleración de servicio (m/s ²):	0.85
Longitud (m):	107

El análisis de Tiempos de Recorrido se realizó para cada una de las seis alternativas de trazado, definidas en el Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva (a escala 1:5.000) y para los dos tipos de material rodante estipulados para el servicio de viajeros.

Una vez concluida la red de vértices topográficos se procede al análisis de la información para determinar la bondad de la misma y exponer los resultados obtenidos.

4.3. Resultados Obtenidos

Una vez elaborada la base de datos o input para la aplicación informática, se rodó el programa teniendo en cuenta que:

- A cada alternativa le corresponde un trayecto distinto, sin embargo todas ellas tienen el mismo punto de inicio y de final.

El inicio está situado justo antes del nudo de Majarabique y el final en las inmediaciones de la estación de Huelva Termino. Para ambos puntos se ha estimado una velocidad media de 50 km/h.

- Las simulaciones se realizaron para los dos tipos de material rodante y para ambos sentidos de circulación previstos.

No se consideró ninguna parada intermedia. Sin embargo para las alternativas 1.1, 2.1 y 3.1 se incluyó una parada en la estación de La Palma del Condado, con un minuto de espera.

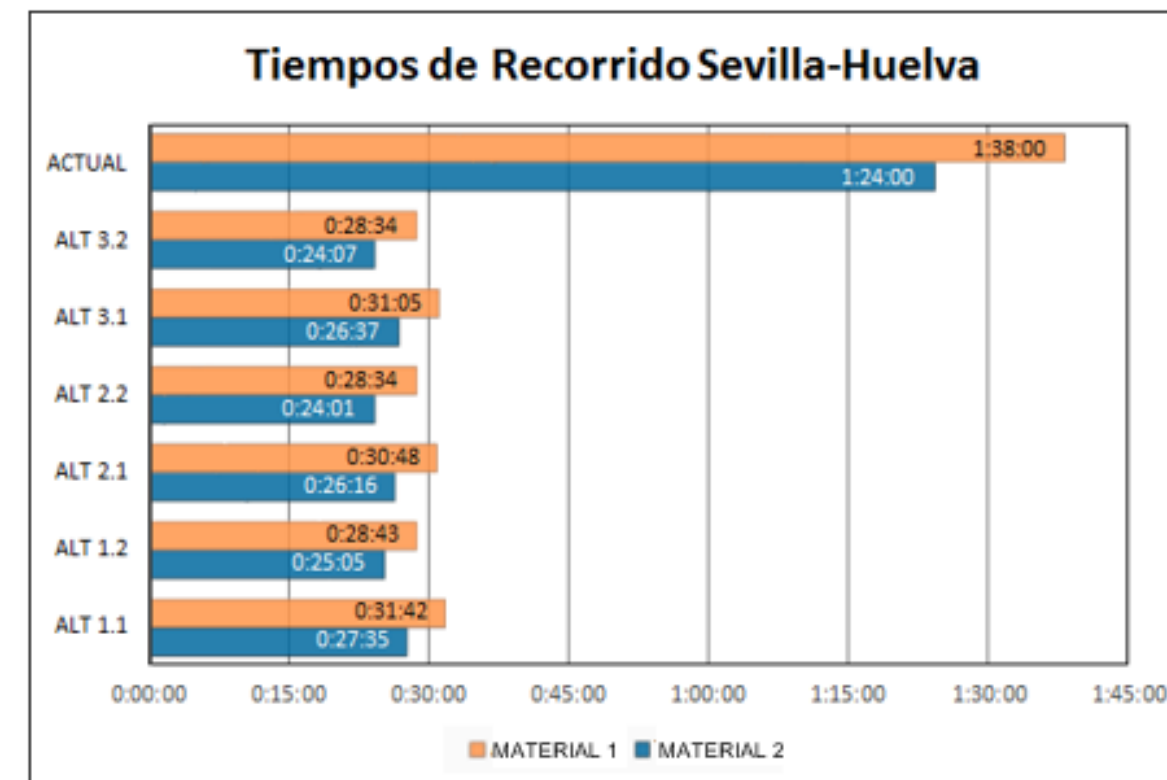
- No se definieron limitación de velocidad a lo largo de los trayectos, por lo que las limitaciones de velocidad resultantes son debidas a la geometría del diseño de la alternativa.

De los resultados obtenidos, tiempos de recorrido para las distintas alternativas, se podrán obtener conclusiones sobre la homogeneidad de velocidades de los trazados geométricos de las mismas, y así observar que alternativas son más favorables.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

ALTERNATIVA		LONGITUD TRAYECTO	TIEMPO	
			MATERIAL 1	MATERIAL 2
ALTERNATIVA 1.1	VUELTA	99,484	0:27:14	0:31:33
	IDA	99,941	0:27:35	0:31:42
ALTERNATIVA 1.2	VUELTA	99,388	0:24:39	0:28:24
	IDA	99,850	0:25:05	0:28:43
ALTERNATIVA 2.1	VUELTA	100,582	0:26:03	0:30:52
	IDA	101,039	0:26:16	0:30:48
ALTERNATIVA 2.2	VUELTA	100,845	0:23:31	0:28:06
	IDA	101,302	0:24:01	0:28:34
ALTERNATIVA 3.1	VUELTA	101,558	0:26:22	0:31:08
	IDA	102,015	0:26:37	0:31:05
ALTERNATIVA 3.2	VUELTA	101,463	0:23:38	0:28:06
	IDA	101,920	0:24:07	0:28:34

Fuente: Elaboración Ineco



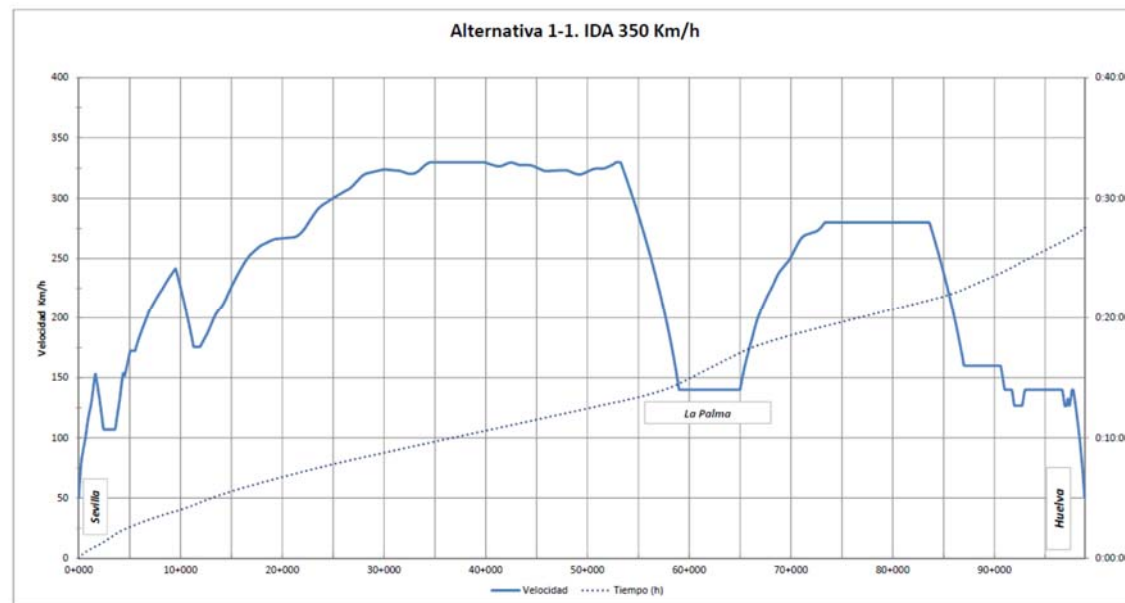
Fuente: Elaboración Ineco

Como se observa en el gráfico anterior las mejoras en el tramo Sevilla-Huelva permitirán la reducción del tiempo de viaje entre Huelva y Sevilla en el entorno de los 60 minutos.

A continuación, se adjuntan las gráficas de velocidad de las simulaciones realizadas en cada uno de los casos.

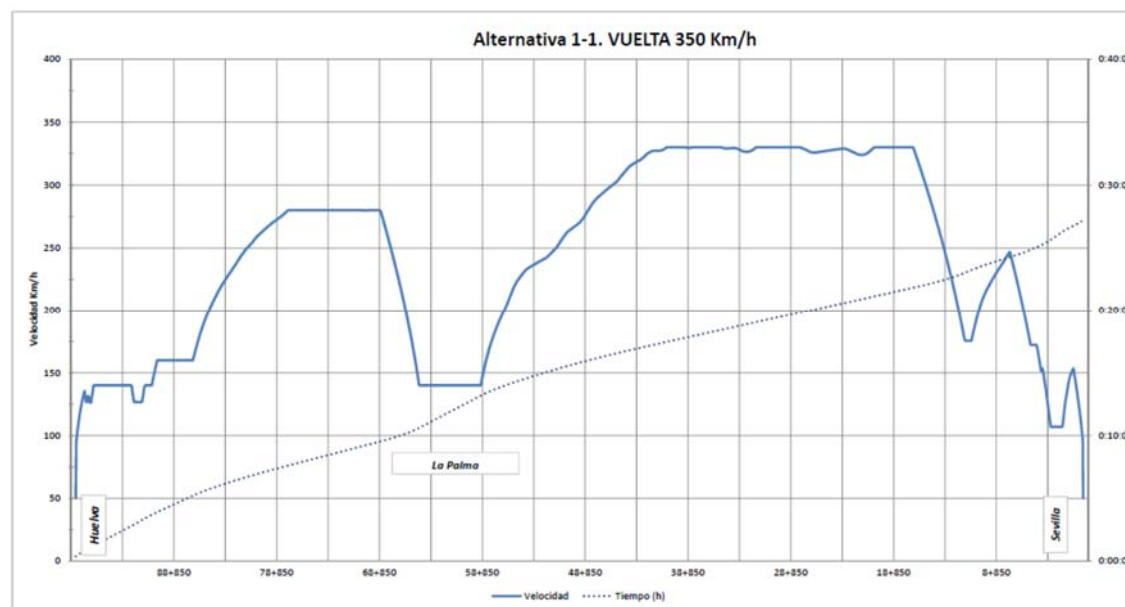
4.3.1. Simulaciones 1

Alternativa 1.1 Sevilla-Huelva



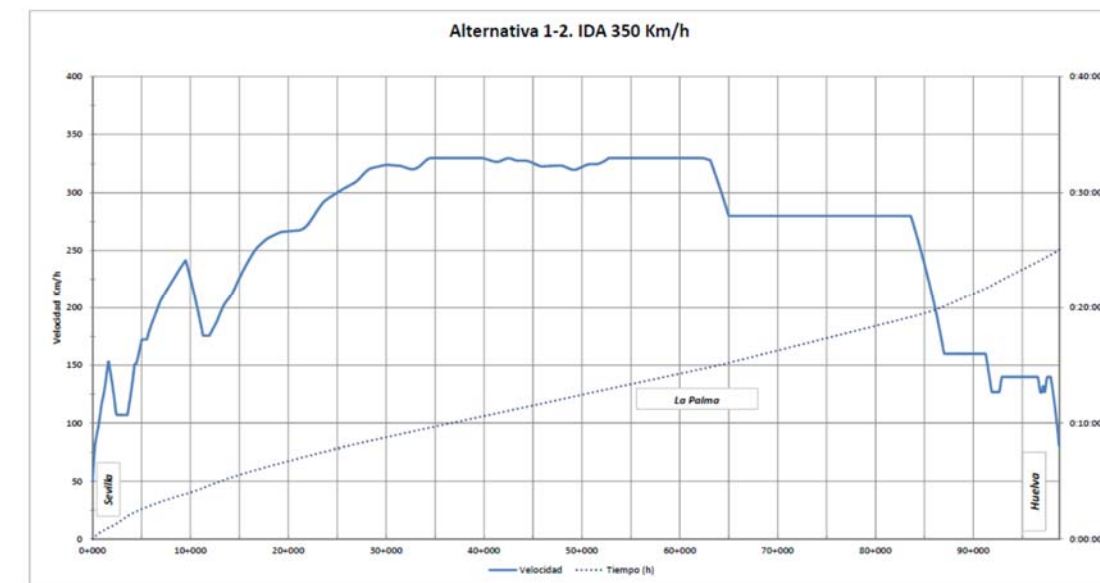
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.1 Sevilla – Huelva.

Alternativa 1.1 Huelva-Sevilla



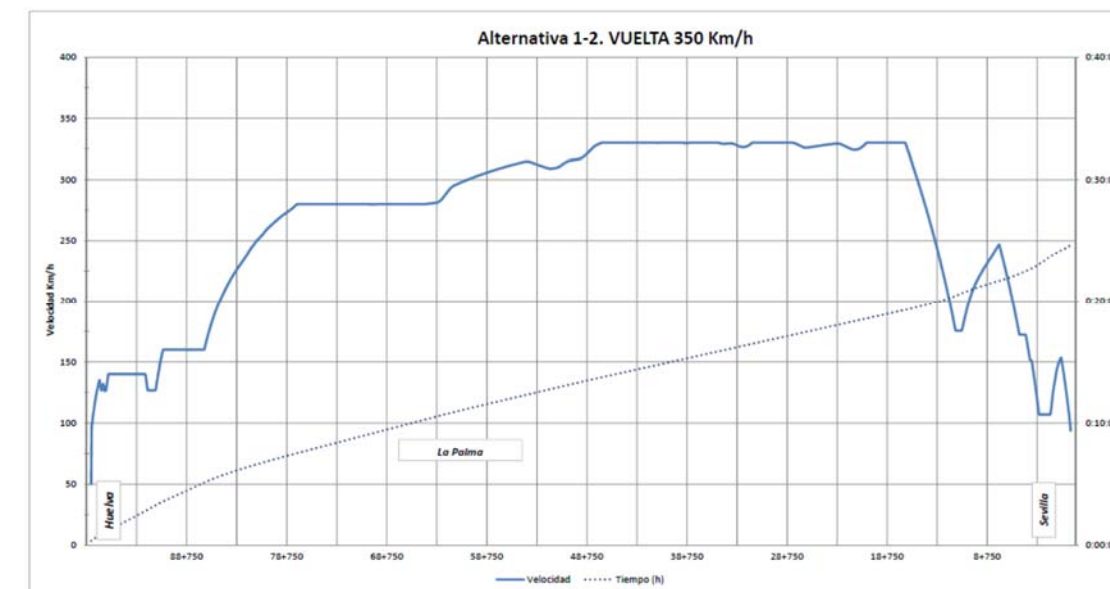
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.1. Huelva - Sevilla.

Alternativa 1.2. Sevilla-Huelva



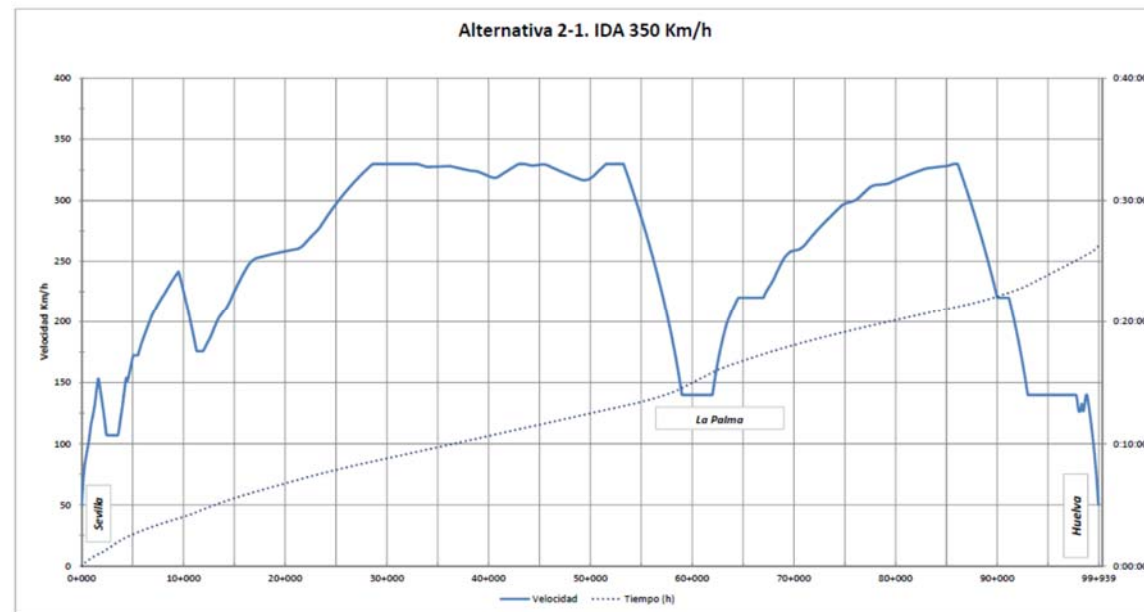
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.2 Sevilla – Huelva.

Alternativa 1.2. Huelva-Sevilla



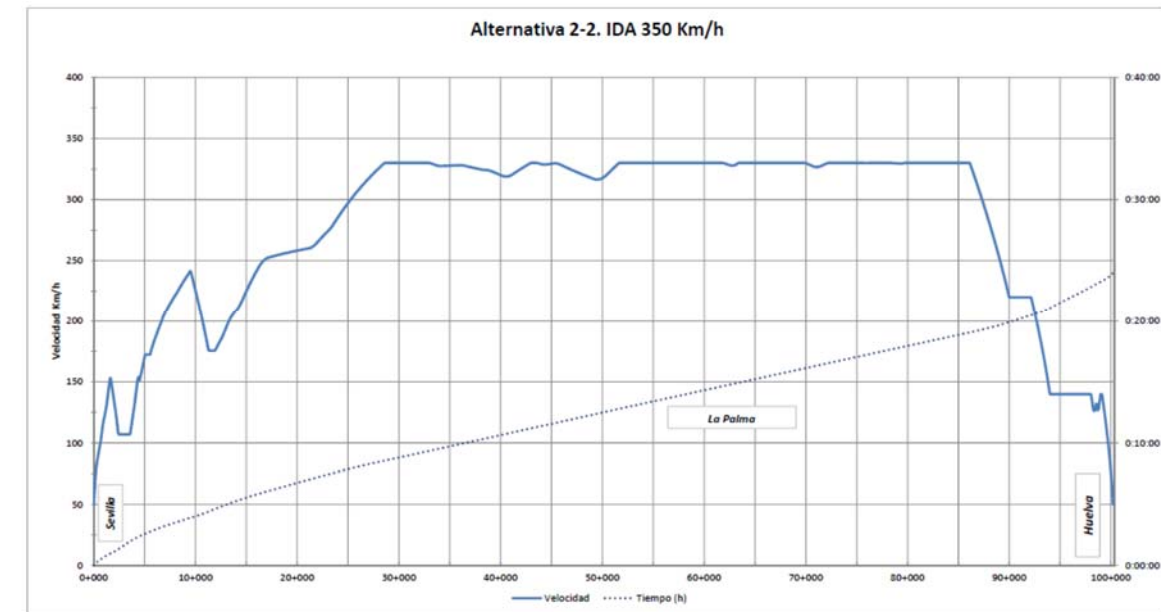
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.2. Huelva - Sevilla.

Alternativa 2.1. Sevilla-Huelva



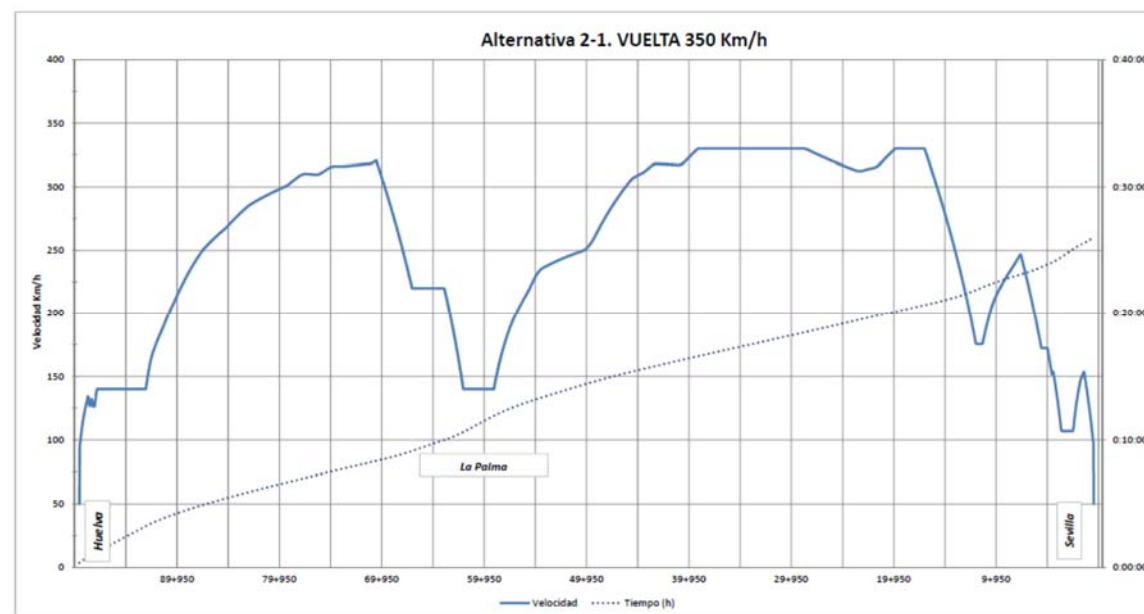
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.1. Sevilla – Huelva.

Alternativa 2.2. Sevilla-Huelva



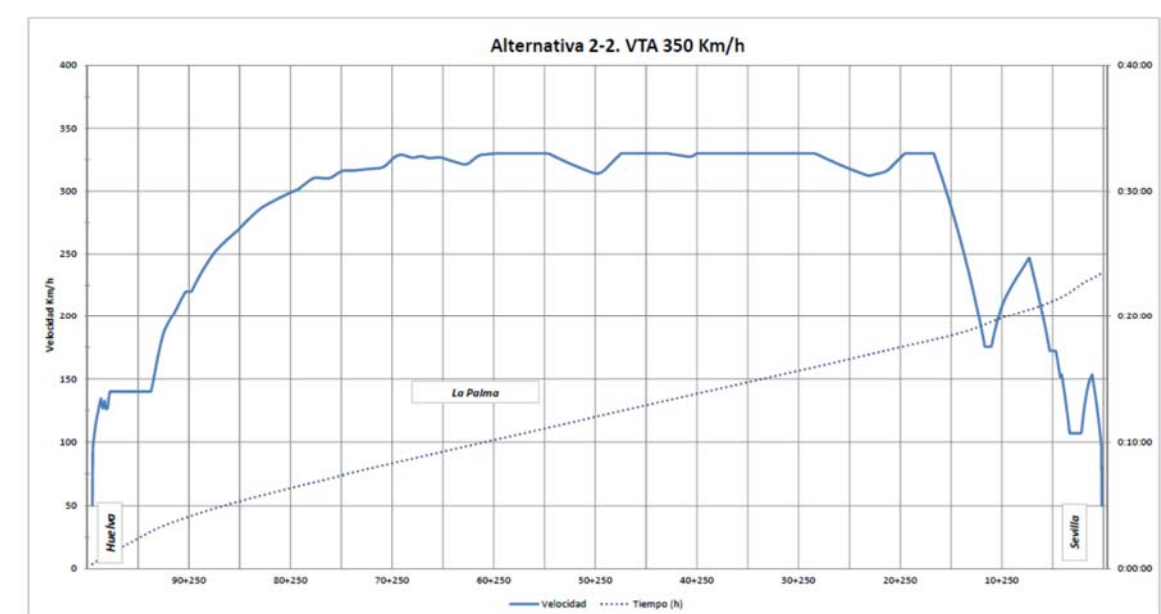
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.2. Sevilla – Huelva.

Alternativa 2.1. Huelva-Sevilla



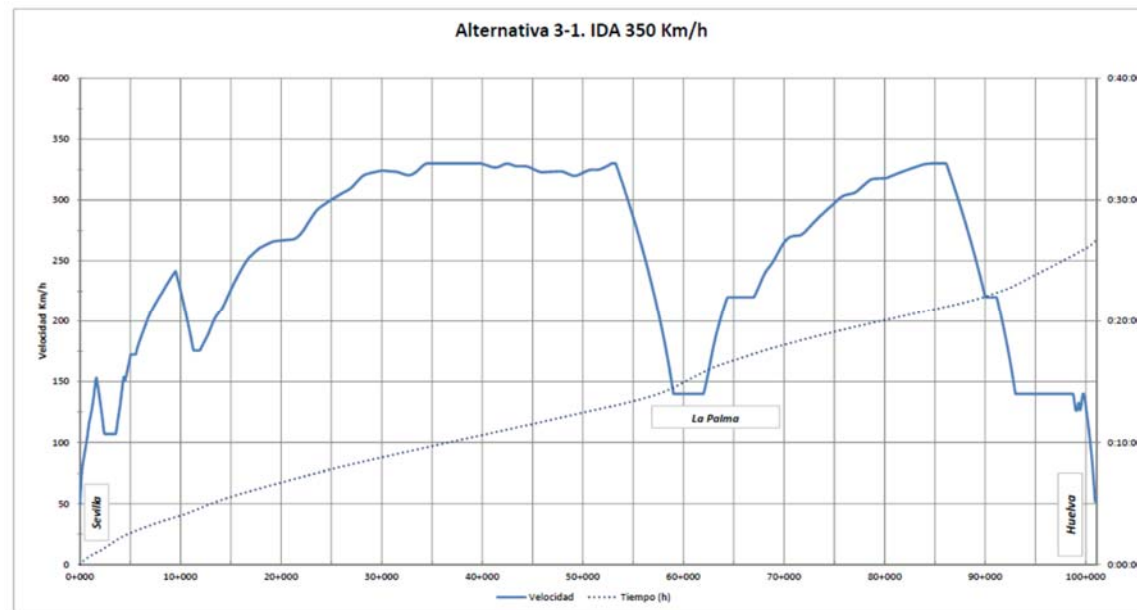
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.1. Huelva - Sevilla.

Alternativa 2.2. Huelva-Sevilla



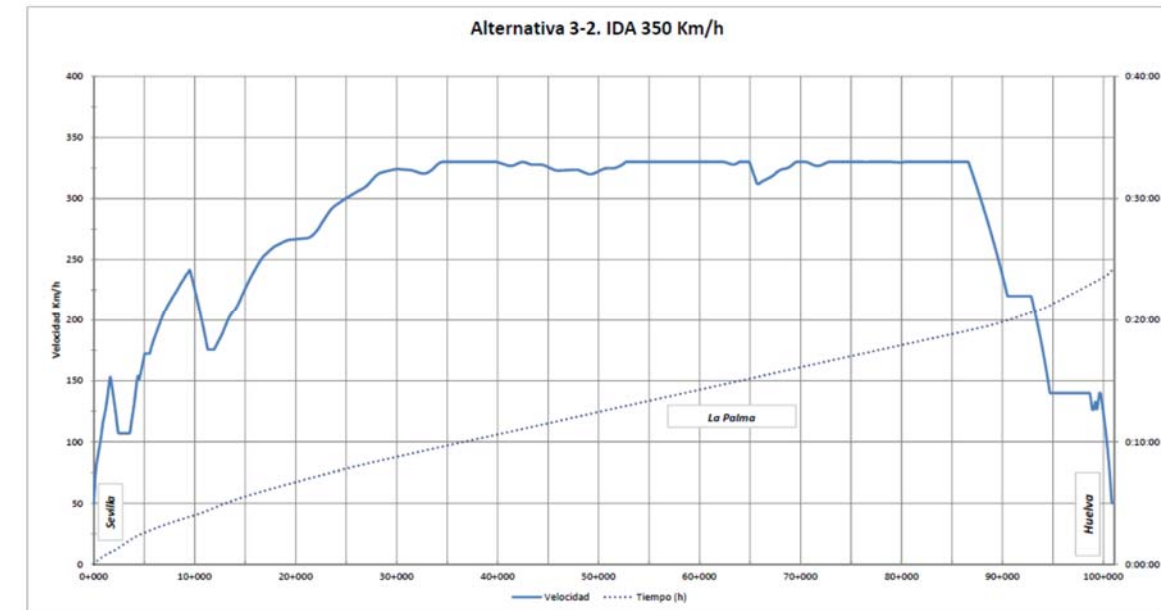
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.2. Huelva - Sevilla.

Alternativa 3.1. Sevilla-Huelva



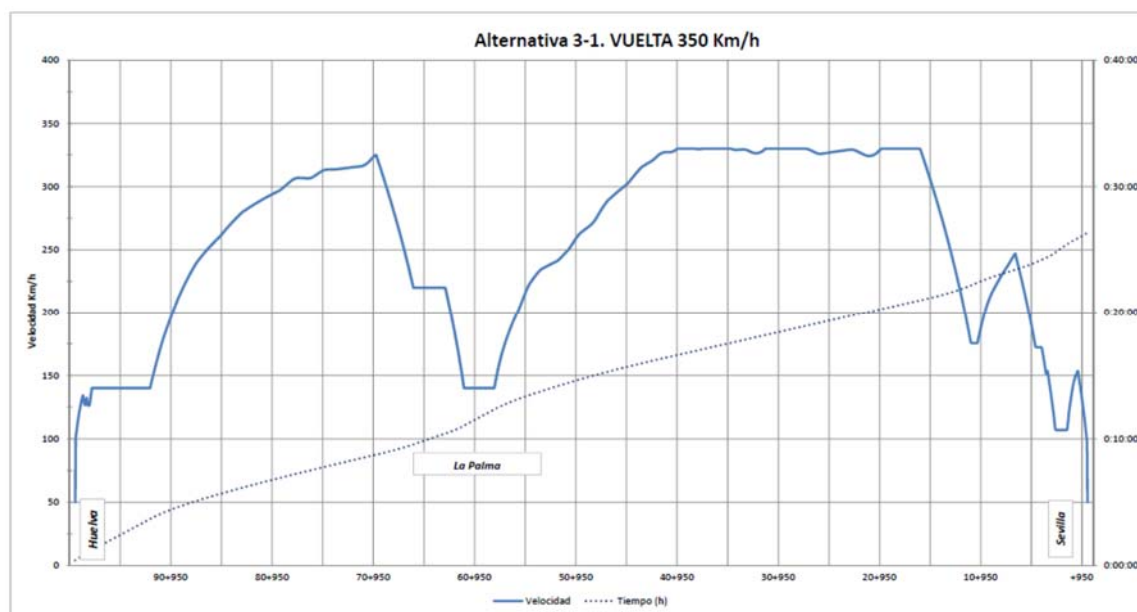
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.1. Sevilla – Huelva.

Alternativa 3.2. Sevilla-Huelva



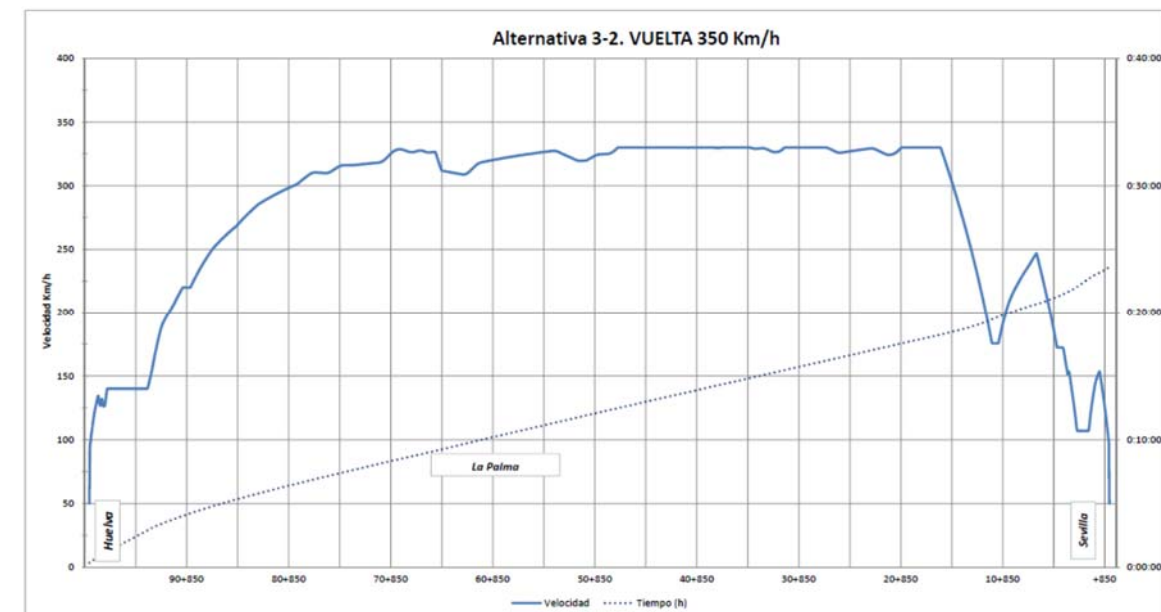
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.2. Sevilla – Huelva.

Alternativa 3.1. Huelva-Sevilla



Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.1. Huelva - Sevilla.

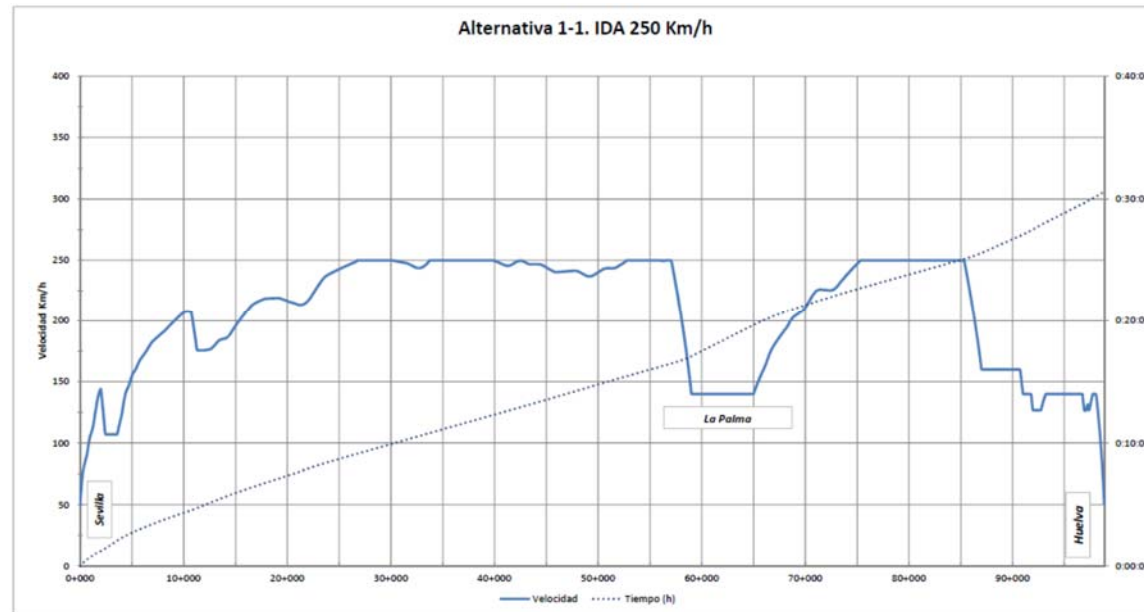
Alternativa 3.2. Huelva-Sevilla



Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.2. Huelva - Sevilla.

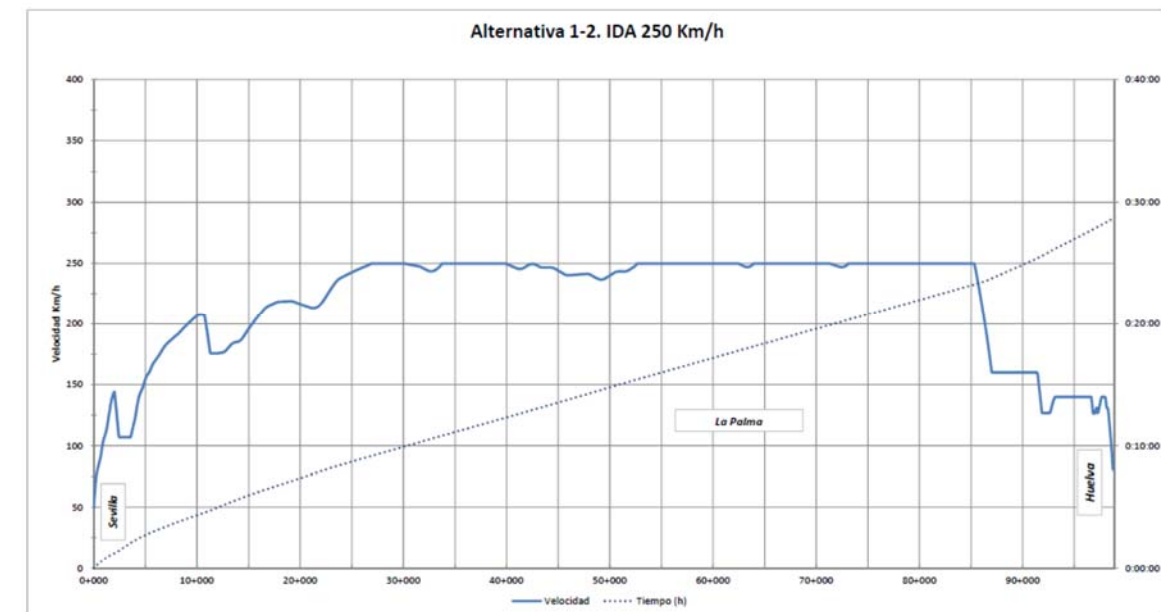
4.3.2. Simulaciones 2

Alternativa 1.1 Sevilla-Huelva



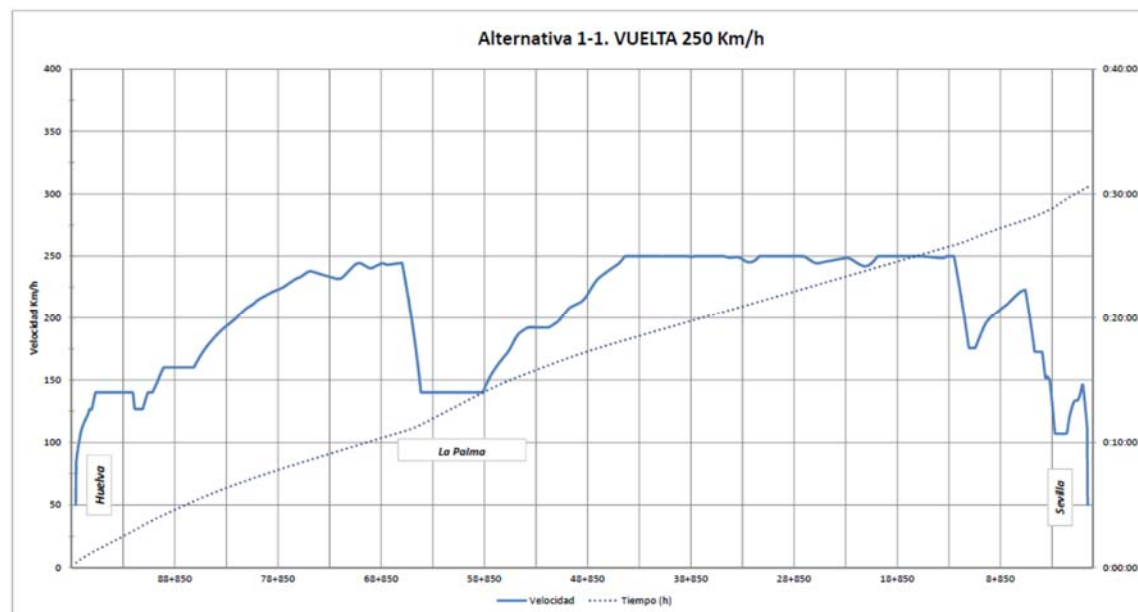
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.1 Sevilla – Huelva.

Alternativa 1.2. Sevilla-Huelva



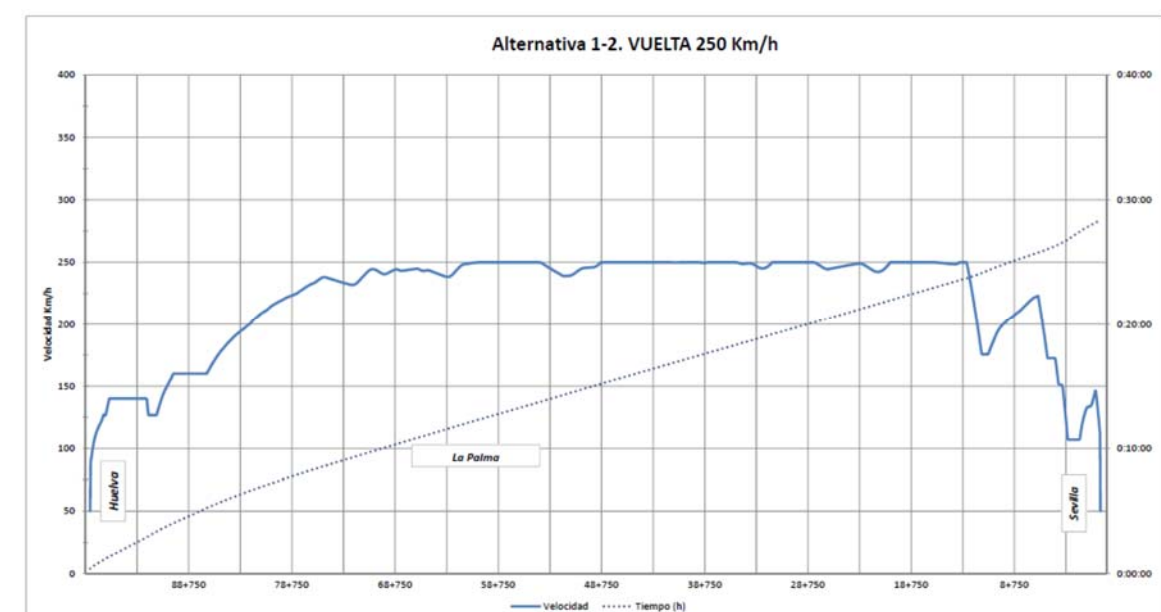
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.2. Sevilla – Huelva.

Alternativa 1.1 Huelva-Sevilla



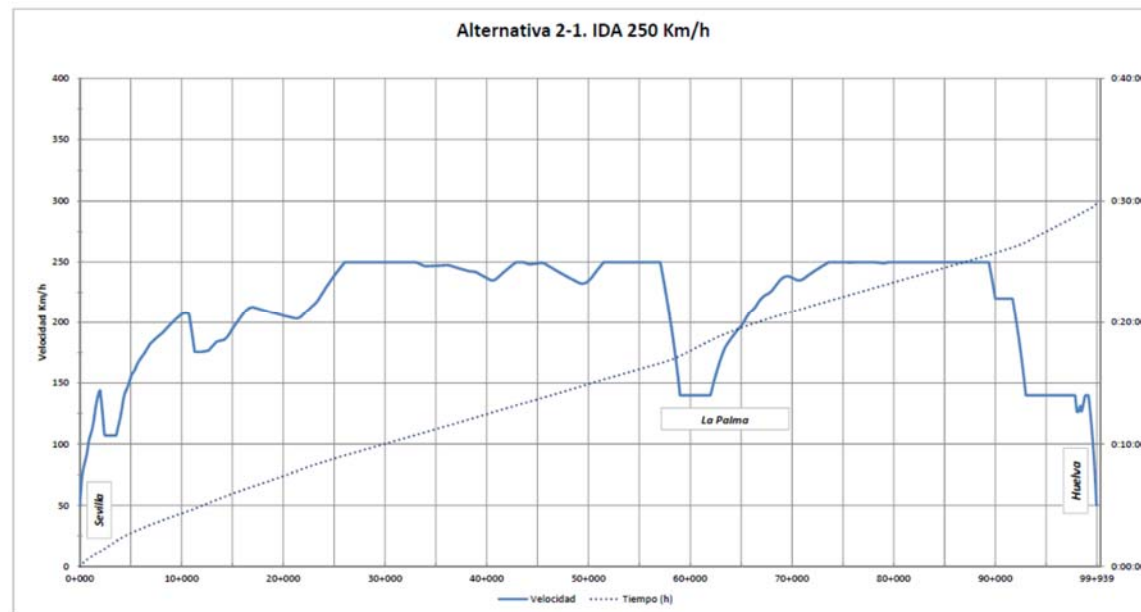
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.1 Huelva - Sevilla.

Alternativa 1.2. Huelva-Sevilla



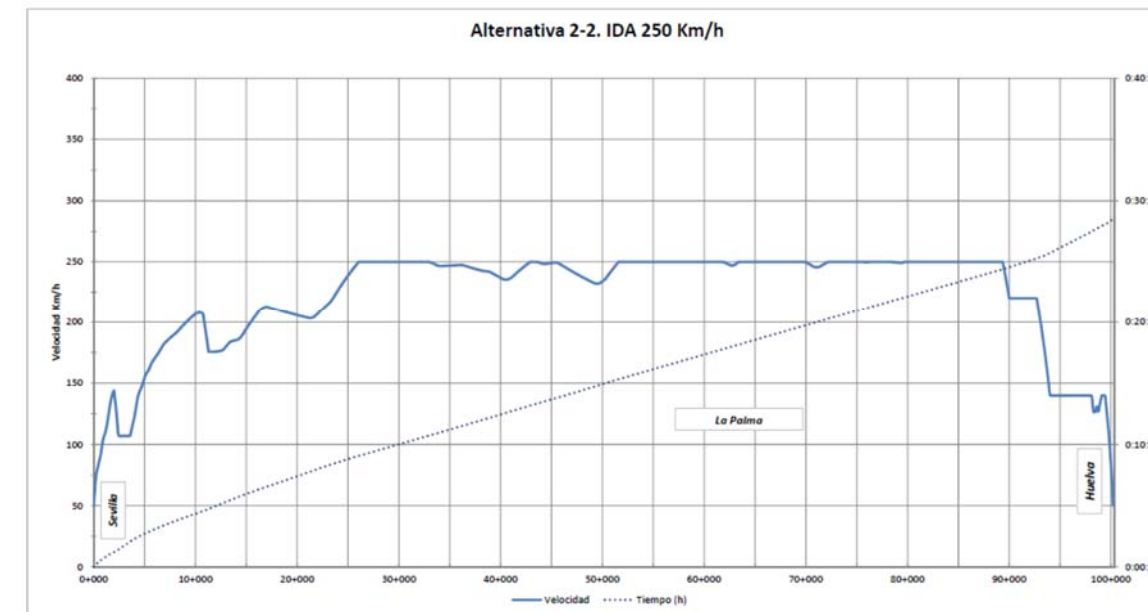
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 1.2. Huelva - Sevilla.

Alternativa 2.1. Sevilla-Huelva



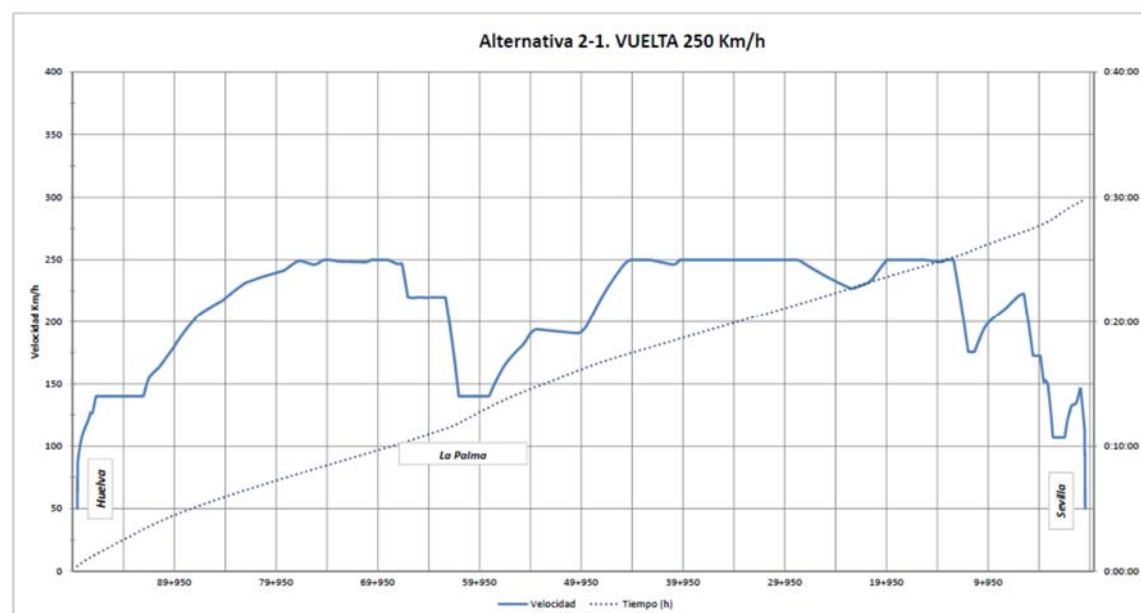
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.1. Sevilla – Huelva.

Alternativa 2.2. Sevilla-Huelva



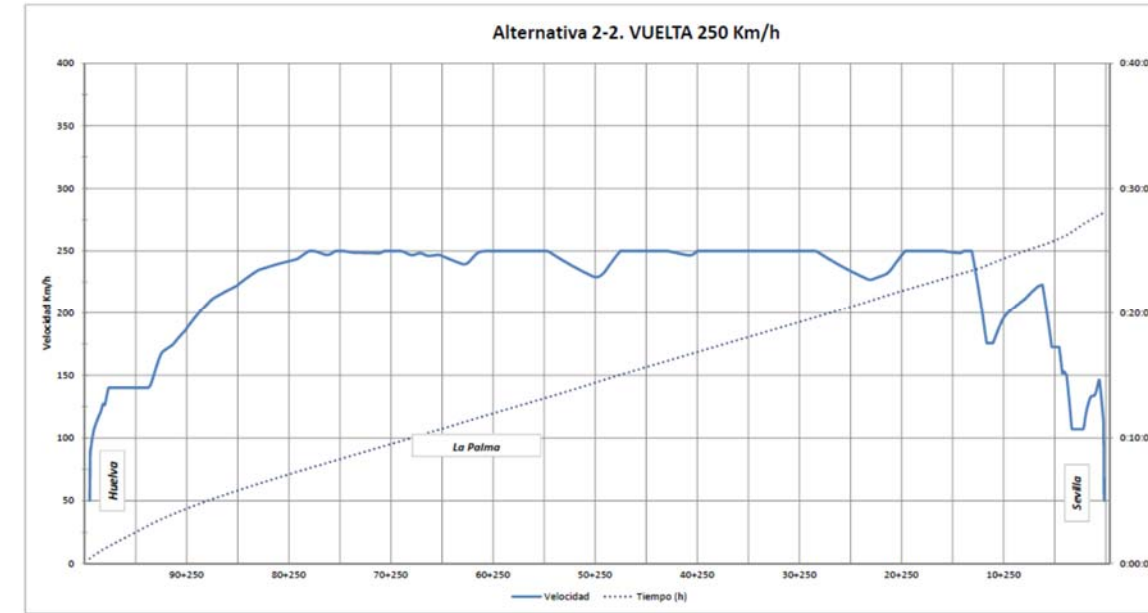
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.2. Sevilla – Huelva.

Alternativa 2.1. Huelva-Sevilla



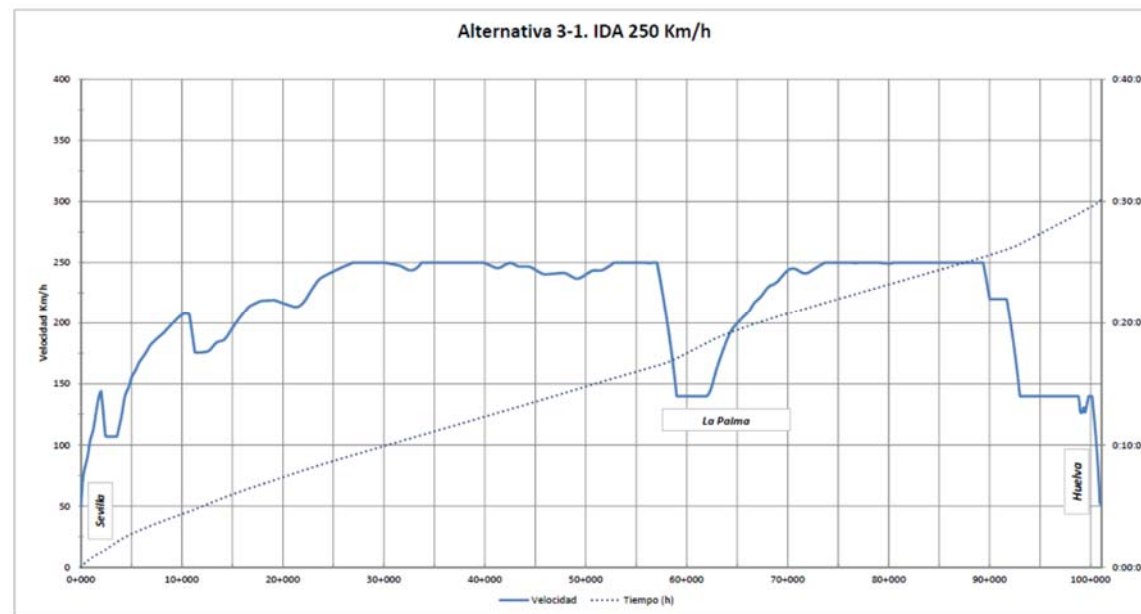
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.1. Huelva - Sevilla.

Alternativa 2.2. Huelva-Sevilla



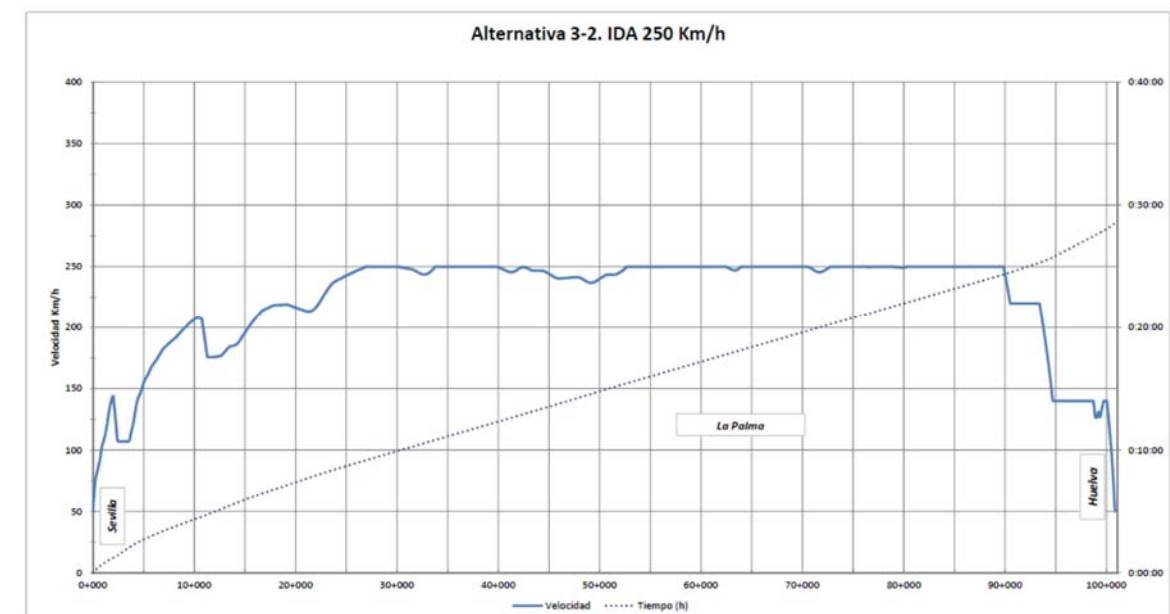
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 2.2. Huelva - Sevilla.

Alternativa 3.1. Sevilla-Huelva



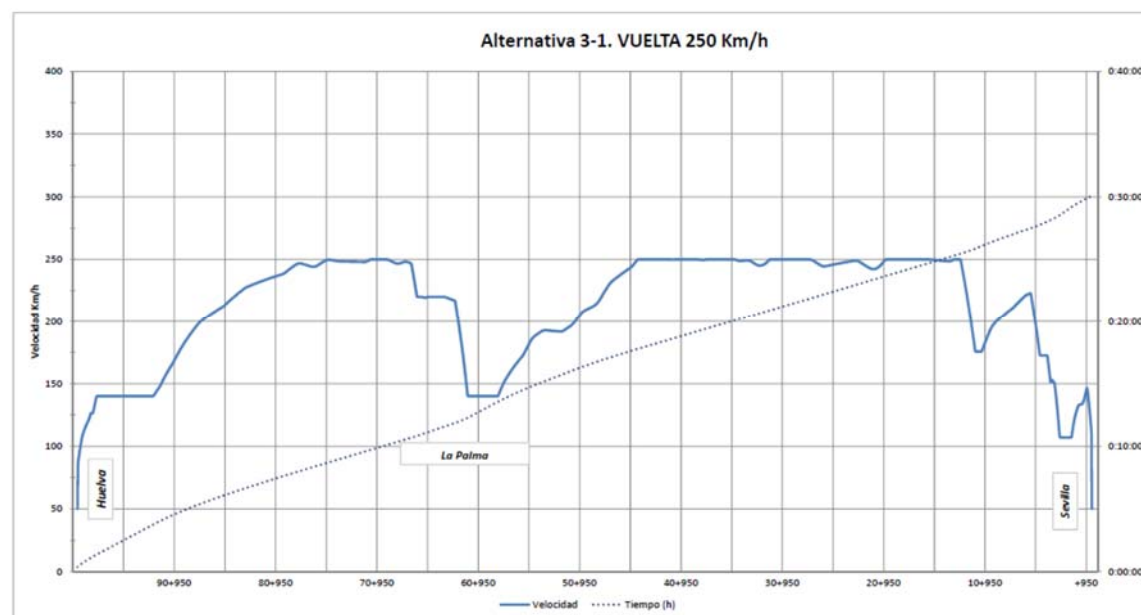
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.1. Sevilla – Huelva.

Alternativa 3.2. Sevilla-Huelva



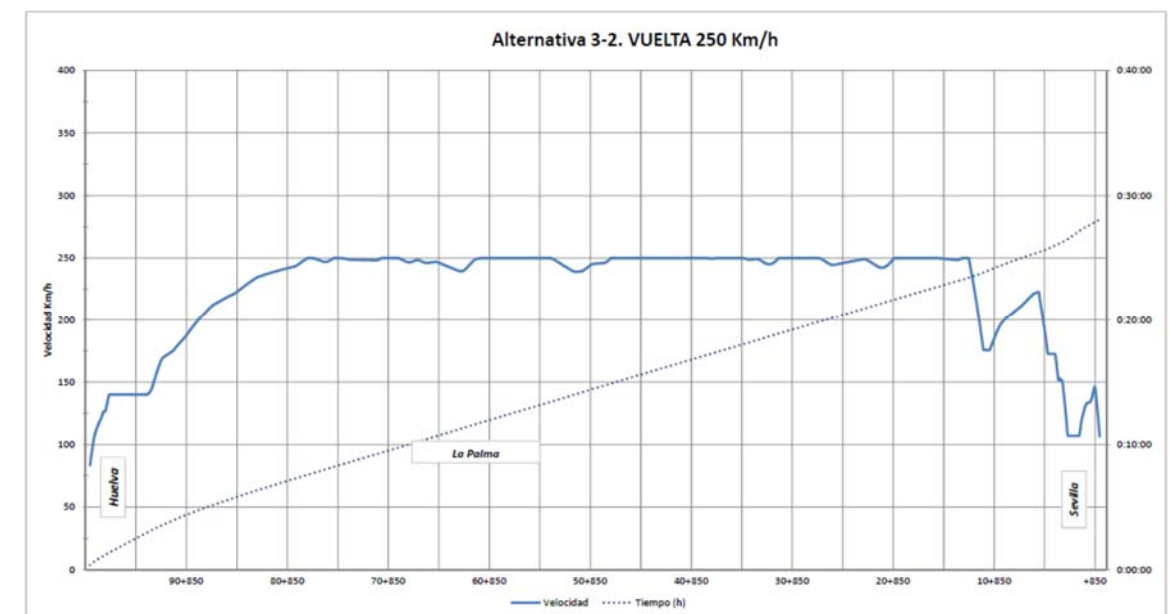
Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.2. Sevilla – Huelva.

Alternativa 3.1. Huelva-Sevilla



Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.1. Huelva - Sevilla.

Alternativa 3.2. Huelva-Sevilla



Gráfica Velocidad. Simulación Alternativa 3.2. Huelva - Sevilla.

5. Conclusiones

Con los análisis realizados para el desarrollo de la propuesta expuesta, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Permite reducir muy significativamente los tiempos de viaje entre Sevilla y Huelva.
- La línea de alta velocidad tiene capacidad suficiente para los nuevos servicios, incluyendo un crecimiento de los existentes y la inclusión de los servicios de largo recorrido de Madrid.
- La continuidad de los servicios en Sevilla son viables.
- Los accesos a las estaciones terminales o cabeceras se verán beneficiados.