



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

---

## ANEJO II: Estudio de rehabilitación de firme

AUTOR: Román Hernández Gorrín  
TUTOR: Álvaro Cuadrado Tarodo

**GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS**

**Curso Académico 14/15**  
Septiembre 2015



## ÍNDICE

---

1.	Introducción .....	1
2.	Necesidad de rehabilitación.....	1
2.1.	Necesidad de rehabilitación superficial.....	1
2.2.	Necesidad de rehabilitación estructural.....	2
3.	Recopilación y análisis de datos.....	2
3.1.	Antecedentes.....	2
3.2.	Entorno.....	3
3.3.	Características del firme existente y estado del pavimento.....	4
3.4.	Solicitaciones de tráfico.....	5
4.	Evaluación del estado del firme y su agotamiento.....	8
4.1.	Categoría de tráfico pesado.....	8
4.2.	Tipo de firme.....	8
4.3.	Tramificación previa.....	8
4.4.	Inspección visual.....	8
4.5.	Estudio de deflexiones.....	10
5.	Diagnóstico sobre el estado del firme.....	11
5.1.	Esquema resumen.....	11
5.2.	Diagnóstico.....	11
5.3.	Tramificación.....	13
6.	Análisis de soluciones.....	16



## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

### 1. INTRODUCCIÓN

Tras la construcción de una carretera la obra queda expuesta al deterioro continuo generado por su entorno. Es entonces cuando poco a poco empiezan a aparecer las deficiencias de un inadecuado diseño o una mala ejecución, detectándose irregularidades que pueden afectar a la conducción o incluso a la integridad de la infraestructura.

Si las labores de mantenimiento no consiguen paliar estos síntomas, será necesario proyectar la rehabilitación del firme, según dicta la Norma 6.3-IC de la Dirección General de Carreteras, ya que el problema puede ser de gran importancia. Con dichas recomendaciones, se desarrolla en este anejo el Estudio de rehabilitación del firme de la Avenida República Argentina, siendo la mejora del estado del firme el objetivo principal de este proyecto.

### 2. NECESIDAD DE REHABILITACIÓN.

La *Norma 6.3-IC* establece dos grupos en los que clasificar los motivos y necesidades que dan pie al planteamiento de un proyecto de rehabilitación del firme:

#### 2.1. Necesidad de rehabilitación superficial.

La necesidad de rehabilitación superficial surge cuando se ven alteradas las condiciones de comodidad, seguridad o durabilidad del pavimento. Es el primer síntoma del mal estado de una carretera y, de no ser corregido a tiempo, puede ocasionar mayores problemas con soluciones más costosas.

La Avenida República Argentina es voz pópuli por el mal estado de su calzada, contando con numerosos baches que hacen parecer un camino agrícola a lo que es una vía principal. Tal es el deterioro del firme que este se encuentra levantado en grandes porciones, observándose conductores que varían su trayectoria para no dañar los neumáticos, para lo cual es necesario recurrir a maniobras peligrosas en una calzada estrecha de doble sentido.

Dentro de las deficiencias que contempla la *Norma 6.3-IC* como susceptibles de rehabilitación superficial, destaca la existencia de *pavimento fisurado, descarnado o en proceso de desintegración superficial*. Este es uno de los síntomas que saltan a primera vista en la carretera de estudio, al encontrarse continuamente fisurada a lo largo de todo su recorrido, con tramos realmente preocupantes. Además, como se observa en la *Ilustración 1*, se acumulan partículas de firme en los márgenes de la carretera, demostrándose la desintegración que se está produciendo.



**Ilustración 1 - Deterioro del firme de la carretera.**

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

### 2.2.Necesidad de rehabilitación estructural.

Una vez justificada la atención sobre el deterioro del firme de la carretera, es necesario profundizar en sus deficiencias. La *Norma 6.3-IC* propone una serie de circunstancias bajo las cuales se justifican las técnicas de rehabilitación estructural del firme, de las cuales analizaremos el *agotamiento estructural* del mismo.

Según el artículo 9.3.1 de la Norma 6.3-IC: *se considerará que existe agotamiento estructural del firme cuando se observe en su superficie un agrietamiento de tipo estructural (zonas del carril cuarteadas en malla gruesa o fina y zonas de las rodadas con grietas longitudinales, ramificadas o no)*. Además se hace especial hincapié en la realización de inspecciones visuales que ayuden a caracterizar y a definir la problemática.

Durante la inspección realizada, se documentaron fotográficamente múltiples zonas con necesidad de rehabilitación estructural, lo cual ayudará a definir los tramos de actuación de las distintas medidas a emplear.



Ilustración 2 - Zona de rodadura agrietada.



Ilustración 3 - Zona de rodadura agrietada.

Como se observa en la *Ilustración 2* y en la *Ilustración 3*, la necesidad de rehabilitación estructural se justifica al producirse el agotamiento estructural del firme, identificándose en la zona de rodadura agrietamiento longitudinal enormemente ramificado, así como zonas de carril cuarteadas en malla fina.

## 3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.

### 3.1.Antecedentes.

#### • Naturaleza del tramo.

La Avenida República Argentina ha supuesto tradicionalmente uno de los principales accesos viarios a la ciudad de La Laguna, conociéndose antiguamente como la Carretera de Tejina. Con la construcción de la Autopista del Norte (TF-5) en los años 1940, se incrementó el interés por adecuar las carreteras de la isla a las nuevas demandas de tráfico, existiendo muy pocos tramos asfaltados y algunos más adoquinados en los núcleos urbanos. La Avenida República Argentina no dejó de ser un camino de tierra hasta los años 1960, cuando se asfaltaron unos pocos centímetros

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

en varias vías en la ciudad de La Laguna. Esta deficiente tecnología fue sustituida en los años 1980 por la infraestructura que hoy conforma la vía.

Siendo tradicionalmente una carretera aislada, hoy en día se encuentra en el límite del casco urbano de la ciudad, experimentando un aumento de la urbanización en contraste con el abandono de las tierras de cultivo que la rodeaban.



Ilustración 4 - Fotografía de la Carretera de Tejina en 1890.

### 3.2. Entorno.

#### • Clima.

La ciudad de La Laguna, y más concretamente la carretera objeto de estudio, se encuentra en un valle rodeado de distintas formas montañosas en la vertiente Norte de la isla de Tenerife. En estas zonas se reciben los vientos Alisios del Atlántico, cargados de humedad, y se produce la precipitación de la masa nubosa al ser elevada a altitudes más frías. Esto convierte a la ciudad en una zona muy húmeda, con una humedad relativa superior al 70% durante todo el año, encontrándose las precipitaciones importantes limitadas al invierno.

Mes	T	P	H
Enero	13.1	80	76
Febrero	13.4	70	75
Marzo	14.5	61	71
Abril	14.7	39	74
Mayo	16.1	19	72
Junio	18.1	11	73
Julio	20.2	6	69
Agosto	21.2	5	69
Septiembre	20.7	16	71
Octubre	18.9	47	74
Noviembre	16.5	81	75
Diciembre	14.3	82	79
Año	16.8	520	73

Periodo: 1981-2010

Altitud (m): 632

Latitud: 28° 28' 39" N

Longitud: 16° 19' 46" O

#### Leyenda

T: Temperatura media mensual/anual (°C)

P: Precipitación mensual/anual media (mm)

H: Humedad relativa media (%)

Tabla 1 - Valores climatológicos normales. Tenerife Norte-Aeropuerto. (Fuente AEMET)

#### • Suelo.

Las características del clima y de la orografía dieron lugar en su momento a una laguna que recibía las abundantes precipitaciones del invierno, degradando los materiales volcánicos que ocupaban estos suelos. Con la llegada de los colonizadores y el aumento de la población se desecó

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

intencionadamente este pequeño lago y se niveló su superficie, generando unas tierras de gran valor agrícola.

El análisis de las principales características del suelo lo define como arenas arcillosas, debido a su carácter lacustre. Aun así, el suelo bajo el que se asienta nuestra carretera de estudio, presenta un inusual bajo contenido de materia orgánica, al haber servido durante siglos como vía de comunicación. Este hecho permite considerarlo como "Suelo adecuado", tal y como lo contempla la actual normativa de la Dirección General de Carreteras.

### •Drenaje.

El estudio del drenaje de la carretera se ha llevado a cabo en el *Anejo I* de este proyecto. Las medidas adoptadas en dicho documento se realizarán de forma previa a las que aquí se definan, considerándose necesarias para evitar el futuro deterioro de las soluciones que se adopten para la vía.

### 3.3.Características del firme existente y estado del pavimento.

#### • Fecha de puesta en servicio.

Año 1981.

#### • Características geométricas.

Se trata de una vía de doble sentido de 6m de ancho (3 metros por carril) y arcenes en ambos lados de 0,2m. El trazado se desarrolla prácticamente en línea recta, con un ligero giro en la intersección principal en el PK 0+800.

Previo a esta intersección, en el PK 0+646, se produce una variación importante de la pendiente, siendo la media en el tramo inicial del 0,21% y en el tramo final del 1,00%. La pendiente media del eje principal de la carretera es del 0,68%.

Los detalles del perfil longitudinal y de las curvaturas de la vía se encuentran en el *Plano A-2.1*.

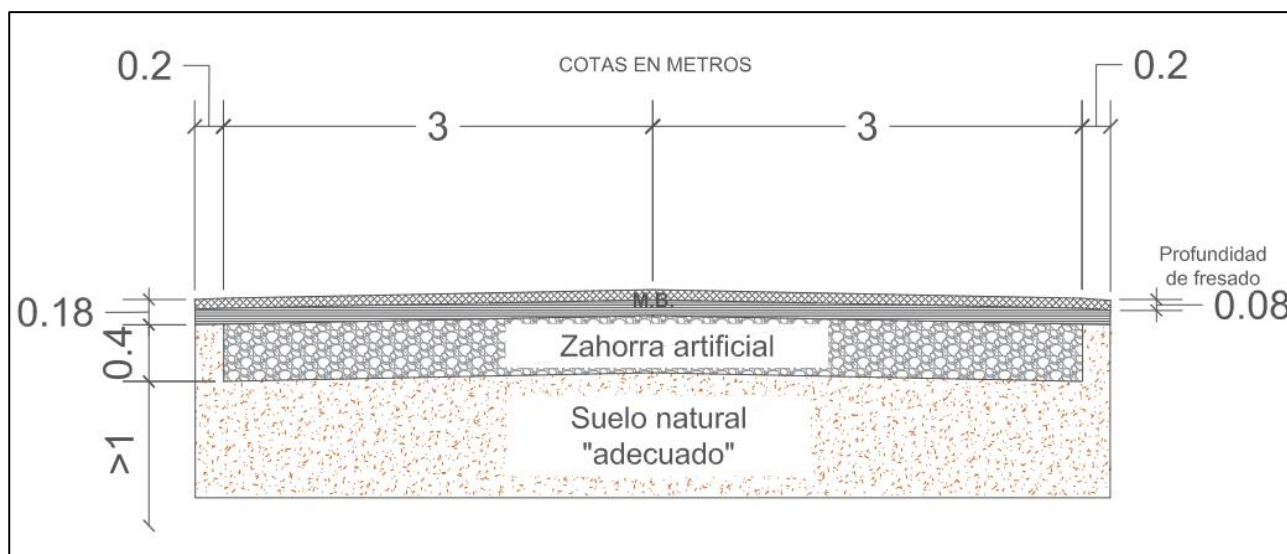


Ilustración 5 - Esquema de la sección transversal característica de la vía.



## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

---

### • Características de la explanada.

Según los criterios de la actual normativa de la Dirección General de Carreteras, se puede considerar que la explanada existente tiene una categoría E1, al contar la geología de la zona con varios metros en profundidad de suelo adecuado.

### • Sección estructural del firme de la calzada.

La gran obra de infraestructura en la Avenida República Argentina se finalizó en el año 1981, colocando sobre 40 centímetros de zahorra otros 12 centímetros de mezcla bituminosa. Para ese entonces no existía la actual Norma 6.1-IC sobre secciones de firme, la cual consideraría apta dicha sección para una categoría de tráfico pesado T41 (sección 4111).

Con el aumento del tráfico se comenzaron a identificar síntomas de deterioro y en el año 2009 se proyectó una sección 3211, completando los 18 centímetros de mezcla bituminosa mediante recrecimiento.

### • Características de los materiales.

La sección de firme cuenta con 40 centímetros de zahorra procedente del machaqueo de áridos en planta. Sobre esta capa base se han dispuesto 8 centímetros de mezcla bituminosa en caliente tipo G25 (actual AC32 base G), 5 centímetros de M.B.C tipo S25 (actual AC32 bin S) y 5 centímetros de M.B.C tipo S20 (actual AC22 surf S).

### • Tipos y fechas de realización de las distintas actuaciones de conservación o de rehabilitación del firme desde su construcción.

- **Año 2009:** Recrecimiento del firme, añadiendo 6cm de mezcla bituminosa a la sección original para completar 18 centímetros de espesor.
- **Año 2012:** Reparación de puntos singulares mediante sellado de grietas y recrecimientos localizados.

### • Otras informaciones disponibles.

Se dispone de una inspección visual realizada en el año 2015, la cual se ha comparado con diferentes documentos fotográficos de fechas anteriores. Además, tras la inspección visual, se realizó la auscultación del firme de cara a obtener una batería de medidas de las deflexiones.

## 3.4.Solicitaciones de tráfico.

La Avenida República Argentina es una prolongación de la carretera TF-13 en la rotonda que produce su desvío hacia el Norte. Los aforos más cercanos se producen en dos tramos distintos de la carretera TF-13, uno previo y otro posterior a la intersección con la rotonda.

Al no disponer de datos de IMD propios, analizaremos las solicitudes de tráfico a partir de tres estaciones:

- COB-165 TF-13 Km 4,34 LA VEGA.
- COB-167 TF-13 Km 4,86 LAS CANTERAS.
- COB-385 TF-113 Km 0,42 LAS PERAS.

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

A partir de la base de datos AforoNetWeb del Cabildo de Tenerife, obtenemos la IMD registrada en dichas estaciones durante los últimos cinco años. En la Tabla 2 se ha calculado el promedio de los valores de cada estación para el periodo estudiado. Se calcula también la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) según la recomendación para calzadas de dos carriles con doble sentido de circulación: dividiendo el número total de vehículos pesados a la mitad.

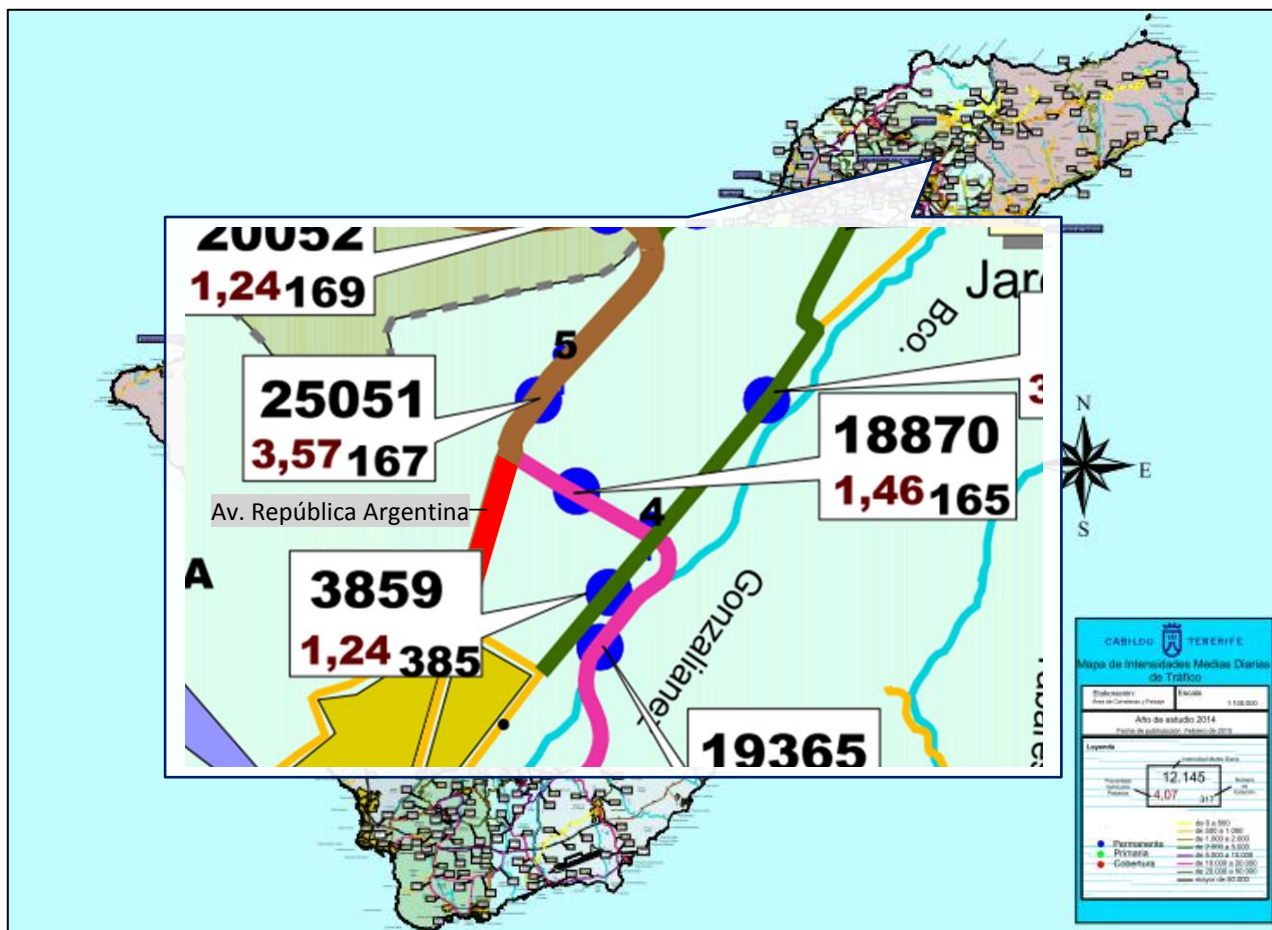


Ilustración 6 - Mapa IMD 2014 (Fuente: Servicio de Carreteras del Cabildo de Tenerife).

Analizando los valores del tráfico, se observa un flujo de vehículos que pasa por la COB-167 muy similar al que se registra en la COB-165, indicando la dirección principal del tráfico. Es por ello que se ha elegido la estación COB-385 como tercer punto de comparación, debido a su carácter semiurbano similar al de la carretera de estudio.

Observando la evolución de los datos, cabe destacar un ligero incremento del tráfico pesado en las estaciones de la carretera TF-13 en decremento del tráfico pesado de la TF-113, debido al empeoramiento de las condiciones de estas carreteras semiurbanas tan antiguas.

Valorando la mejora que supondrá este proyecto para las condiciones de la carretera de estudio, interpretamos que habrá un aumento del tráfico pesado en la Avenida República Argentina por presentar un mejor acceso a la ciudad para este tipo de vehículos. De esta forma, se estima que la IMDp por carril estará en el rango  $100 \leq \text{IMDp} < 200$ .

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

2014

<u>Estación</u>	<u>Asc.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Total</u>	<u>Pesados</u>	<u>IMDp</u>
165	9,911	8,959	18,870	275	138
167	12,876	12,175	25,051	895	448
385	2,485	1,374	3,859	48	24

2013

<u>Estación</u>	<u>Asc.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Total</u>	<u>Pesados</u>	<u>IMDp</u>
165	9,007	8,089	17,096	272	136
167	9,386	9,018	18,404	732	366
385	2,685	1,512	4,197	167	84

2012

<u>Estación</u>	<u>Asc.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Total</u>	<u>Pesados</u>	<u>IMDp</u>
165	9,087	8,731	17,818	695	348
167	9,854	9,468	19,322	705	353
385	2,617	1,527	4,144	204	102

2011

<u>Estación</u>	<u>Asc.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Total</u>	<u>Pesados</u>	<u>IMDp</u>
165	5,374	5,164	10,538	385	193
167	9,599	9,223	18,822	687	344
385	-	-	3,869	141	71

2010

<u>Estación</u>	<u>Asc.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Total</u>	<u>Pesados</u>	<u>IMDp</u>
165	5,557	5,340	10,897	202	101
167	10,113	9,350	19,463	823	412
385	2,430	1,571	4,001	184	92

2009

<u>Estación</u>	<u>Asc.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Total</u>	<u>Pesados</u>	<u>IMDp</u>
165	6,992	6,718	13,710	184	92
167	12,017	11,426	23,443	1122	561
385	2,111	1,409	3,520	96	48

Valor estimado por falta de dato

### PROMEDIO 2009-2014

<u>Estación</u>	<u>Asc.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Total</u>	<u>Pesados</u>	<u>IMDp</u>
165	7,655	7,167	14,822	336	168
167	10,641	10,110	20,751	827	414
385	2,466	1,479	3,932	140	70

Tabla 2 – IMD del periodo 2009-2014 para las distintas estaciones.

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

---

### 4. EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL FIRME Y SU AGOTAMIENTO.

#### 4.1. Categoría de tráfico pesado.

Según los criterios de la Dirección General de Carreteras, y con lo expuesto anteriormente, se define la categoría de tráfico pesado T31 como adecuada para las condiciones actuales y futuras de las solicitudes del tráfico.

#### 4.2. Tipo de firme.

Se considera un firme semiflexible, al tratarse de una sección de firme con un espesor superior a 15cm, según se establece en el *artículo 5.2 de la Norma 6.3-IC*.

#### 4.3. Tramificación previa.

Con el objeto de realizar un análisis adecuado del estado del firme, se procede a realizar una división de la carretera en tramos homogéneos, a partir de los datos del apartado 4. Se consideran tramos homogéneos los que sean iguales en:

- Número de carriles.
- Sección estructural del firme.
- Fecha de última actuación estructural.
- Categoría de tráfico pesado.

Debido a la corta longitud de la carretera, las tres primeras características apenas varían, siendo determinante la categoría del tráfico pesado, que se ve influenciada por la existencia de un cruce con la principal carretera de entrada a la ciudad.

Así, definimos la tramificación previa en dos intervalos:

- **PK 0+000 a PK 0+800:** hasta la intersección con Calle Pozo Cabildo.
- **PK 0+800 a PK 1+464:** hasta el acceso a la rotonda de la TF-13.

#### 4.4. Inspección visual.

Siguiendo las recomendaciones de la Norma 6.3-IC, y con el fin de complementar este estudio de rehabilitación del firme, se llevó a cabo una detallada inspección visual de la carretera, documentando fotográficamente aquellos aspectos más singulares y de especial interés para su consideración en distintos aspectos de este proyecto.

En líneas generales, la inspección visual confirma la tramificación anteriormente expuesta, existiendo de igual forma un contraste en el grado de desgaste del firme según dichos tramos.

En lo que concierne a este estudio, se prestó especial atención a identificar, situar y caracterizar las distintas deficiencias que se observaron en el firme de la carretera. Entre ellas destacan:

- **Agrietamientos.**

Se extienden a lo largo de toda la carretera, encontrándose en formas variadas. El tramo inicial, de reciente urbanización, presenta continuas fisuras de poca profundidad y abertura, en las cuales ha surgido vegetación de pequeño tamaño. Contrasta con el segundo tramo, de mayor



## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

---

preocupación, ya que se observaron múltiples agrietamientos distribuidos en malla en la zona de rodadura, con profundidades de hasta 4 centímetros.



Ilustración 7 - Afloramiento de vegetación por las fisuras.



Ilustración 8 - Agrietamiento en malla en la zona de rodadura.

- **Baches.**

Se observa puntualmente en varias zonas de la carretera la ausencia de porciones de firme, seguramente por haber sido arrancadas tras el desgaste de los agrietamientos más severos. En algunos de ellos encontramos parches de cemento que en su momento pretendieron reparar esta deficiencia a modo de relleno. Debido a su mayor resistencia, estos parches han aguantado el desgaste de la carretera, mientras que el firme que los rodea ha ido desapareciendo.

También encontramos varias tapas de los pozos de la red de saneamiento, las cuales no han sido niveladas adecuadamente con el resto del firme, generando mayor deterioro.



Ilustración 9 - Parche en zona de agrietamiento.



Ilustración 10 - Tapa de registro y baches por desgaste.

- **Irregularidades y depresiones.**

Como se expone en otros anejos, una de las deficiencias más importantes del firme de la carretera reside en el mal funcionamiento del bombeo de la sección. A lo largo del trazado de la carretera aparecen multitud de irregularidades en las pendientes de la sección de firme, bien porque se haya producido un asentamiento o, en alguna zona, por la elevación del firme por parte de las raíces de los árboles.

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

Estas circunstancias generan zonas de encharcamiento y pequeños escalones que favorecen el deterioro prematuro del firme y condicionan el confort de la conducción.



Ilustración 12 - Depresión por asentamiento.



Ilustración 11 - Levantamiento del firme por raíces.

### 4.5. Estudio de deflexiones.

Complementando a la inspección visual se realiza un estudio de las deflexiones del firme de cara a obtener información precisa y cuantitativa sobre el estado de sus características.

Siguiendo las indicaciones de la Norma 6.3-IC, se obtiene la deflexión patrón normalizada a una distancia de 20m entre medidas. La auscultación se realizó de forma posterior a la inspección visual, en el mes de Abril de 2015, cumpliendo el rango de temperaturas  $5 < T(^{\circ}\text{C}) < 30$ .

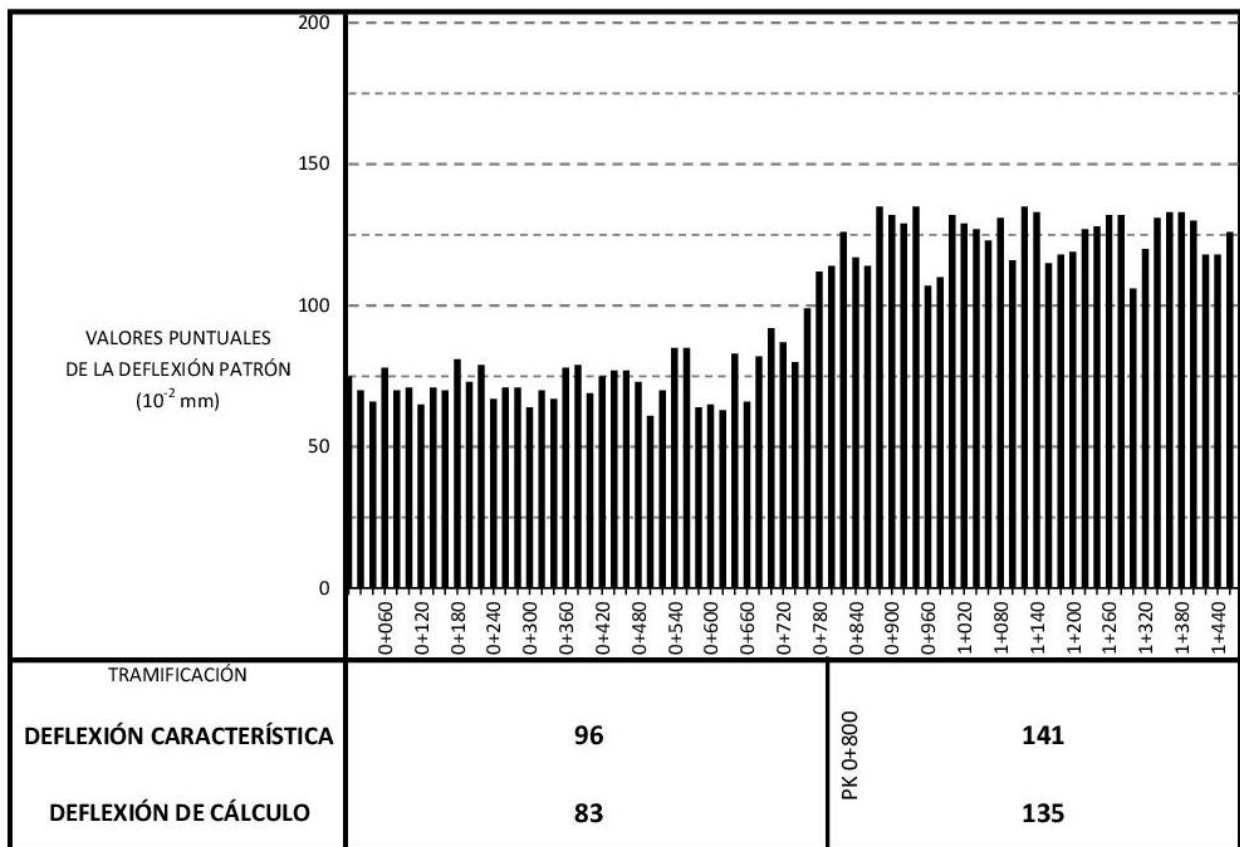


Ilustración 13 - Deflectograma obtenido en la Avenida República Argentina.

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

---

Se ha obtenido el deflectograma con los valores de deflexión patrón medidos en cada punto. Analizando los valores obtenidos, se ha considerado la tramificación definida comprobando que cumple los criterios que se proponen en la Norma 6.3-IC: tramos entre 200 y 1000m de longitud con el 95% de los valores de deflexión comprendidos entre la mitad de su media y una vez y media la misma (entre 0,5m y 1,5m).

Siguiendo las recomendaciones de la Norma 6.3-IC y de la *“Guía para el estudio de las deflexiones en firmes con pavimento bituminoso”* que le acompaña como anejo, se ha obtenido la deflexión característica de cada tramo homogéneo, corrigiéndola mediante factores de temperatura y humedad para obtener la deflexión de cálculo.

### 5. DIAGNÓSTICO SOBRE EL ESTADO DEL FIRME.

#### 5.1. Esquema resumen.

Se expone en la siguiente página la sintetización del inventario realizado con el objetivo de facilitar el análisis de los datos y evaluar acertadamente la problemática de la carretera.

#### 5.2. Diagnóstico.

A la vista del esquema resumen, parece que se confirma la tramificación inicialmente definida. La existencia de una intersección con una carretera general en el PK 0+800 es el factor que más influencia la discontinuidad en la homogeneidad de las propiedades de la carretera.

Las características geométricas de la Avenida República Argentina son prácticamente invariables a lo largo de su trazado. Se trata de una carretera en terraplén, con una explanada E1 conformada por el suelo adecuado que supone la geología de la zona. El ancho de vía apenas varía, excepto en el acceso a la rotonda de la TF-13, al igual que los arcenes, excesivamente pequeños.

La sección de firme se ha visto alterada desde su puesta en servicio con el objeto de dar cabida al creciente tráfico de la vía. En 2009 se realizó la última rehabilitación importante, ejecutando un recrecimiento de 6cm de mezcla bituminosa sobre la sección original. Posteriormente se han realizado labores de mantenimiento y rehabilitación puntuales que han intentado reparar los defectos de dicha rehabilitación. En 2011 se corrigió el bombeo de la intersección en el PK 0+800 mediante un nuevo recrecimiento, además de realizar un sellado de grietas con cemento bastante deficiente.

Aun así, el factor determinante del estado del firme es la IMD, estimándose unos 3500 vehículos diarios en el primer tramo e incrementándose hasta 8000 vehículos/día a partir de la intersección con la Calle Pozo Cabildo (PK 0+800). Esta ruta no solo da acceso a la ciudad sino que también conecta con las principales vías que enlazan con la zona norte, y por ello cuenta con mayor tránsito de vehículos pesados. Este comportamiento se ve reflejado tanto en las deflexiones como en la inspección visual, observándose un claro contraste en el estado del firme antes y después de la intersección.



## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

PK	Calzada general								Carril ascendente			Carril descendente		
	Plataforma	Explanada	Drenaje	Sección firme	Cat. tráfico	Anchura	IMD	Fecha rehab.	Observaciones	Deflexiones máximas	Inspección visual	Arcén	Inspección visual	Arcén
0+000	Terraplén	E1	Alcantarillado	0.18	T32	6	3500	2009	-	75	Buen estado	0.1	Buen estado	0.1
0+137	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T32	6	3500	2009	Acceso calle	71	Buen estado	0.1	Grietas	0.1
0+148 <sup>a</sup>	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T32	6	3500	2009	Árboles en arcén ascend.	81	Levantamiento y grietas	0.2	Grietas	0.1
0+307	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T32	5.85	3500	2009	Intersección	79	Grietas	0.1	Grietas	0.1
0+370	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T32	5.85	3500	2009	Acceso calle	77	Grietas	0.1	Buen estado	0.1
0+504	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T32	6	3500	2009	Acceso calle	85	Buen estado	0.1	Buen estado	0.1
0+555	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T32	6	3500	2009	Acceso calle	92	Buen estado	0.1	Grietas	0.1
0+715	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T31	6	8000	2011	Intersección	114	Agrietamientos Baches	0.5	Agrietamientos Baches	0.5
0+800	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T31	6	8000	2009	Acceso calle	135	Agrietamientos	0.1	Agrietamientos Baches	0.2
0+959	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T31	6	8000	2009	-	110	Agrietamientos	0.1	Agrietamientos	0.1
0+974	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T31	6.5	8000	2009	Acceso rotonda	135	Agrietamientos Baches	0.1	Agrietamientos Baches	0.1
1+450	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T31	12	8000	2011	Rotonda	127	Agrietamientos Baches	0.1	Agrietamientos Baches	0.1
1+464	Terraplén	E1	Bombeo	0.18	T31	12	8000	2011	Rotonda	127	Agrietamientos Baches	0.1	Agrietamientos Baches	0.1

Tabla 3 - Esquema resumen del conjunto de datos.



## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

---

### 5.3. Tramificación.

A partir del análisis anterior, se realiza la división de la carretera en tramos homogéneos y diferenciados, considerando:

- Las características de la vía.
- El estado de la vía observado durante la inspección visual.
- Las conexiones preferentes del tráfico pesado respecto al resto de la red viaria.
- La fecha de ejecución de rehabilitaciones anteriores.

Con todo ello, se establecen dos tramos claramente diferenciados.

#### • Tramo I: Desde PK 0+000 hasta PK 0+800.

Parte desde la calle Quintín Benito hasta poco antes de la intersección principal con las calles Pozo Cabildo, Madre del Agua, Adán Martín y Camino El Pino.

Se diferencia este tramo por un mejor estado del firme, contando solamente con fisuras de carácter no estructural, pero invadidas por pequeña vegetación.

Habrà que considerar también, desde el PK 0+137 hasta el PK 0+307, el levantamiento del firme producido por los árboles contiguos a la carretera.

Se señalan en la *Ilustración 14* los límites de dicho tramo, así como las zonas levantadas por la vegetación.

#### • Tramo II: Desde PK 0+800 hasta PK 1+464.

Inicia unos metros antes de la intersección y llega hasta el final de la vía, en la rotonda con la carretera TF-13.

Se incluye toda la superficie de la intersección, penetrando unos metros en las respectivas calles para dar continuidad al firme y no limitarlo al eje de la Avenida República Argentina. De esta forma se pretende eliminar los parches que se han ido solapando en las sucesivas reparaciones y generar una superficie sin discontinuidades que permita la correcta evacuación de las aguas.

Este segundo tramo presenta un mayor desgaste, al ser el más transitado por enlazar con la Calle Pozo Cabildo, desvío principal del tráfico pesado hacia la ciudad.

En la *Ilustración 15* se muestran los límites de ejecución de este tramo.

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

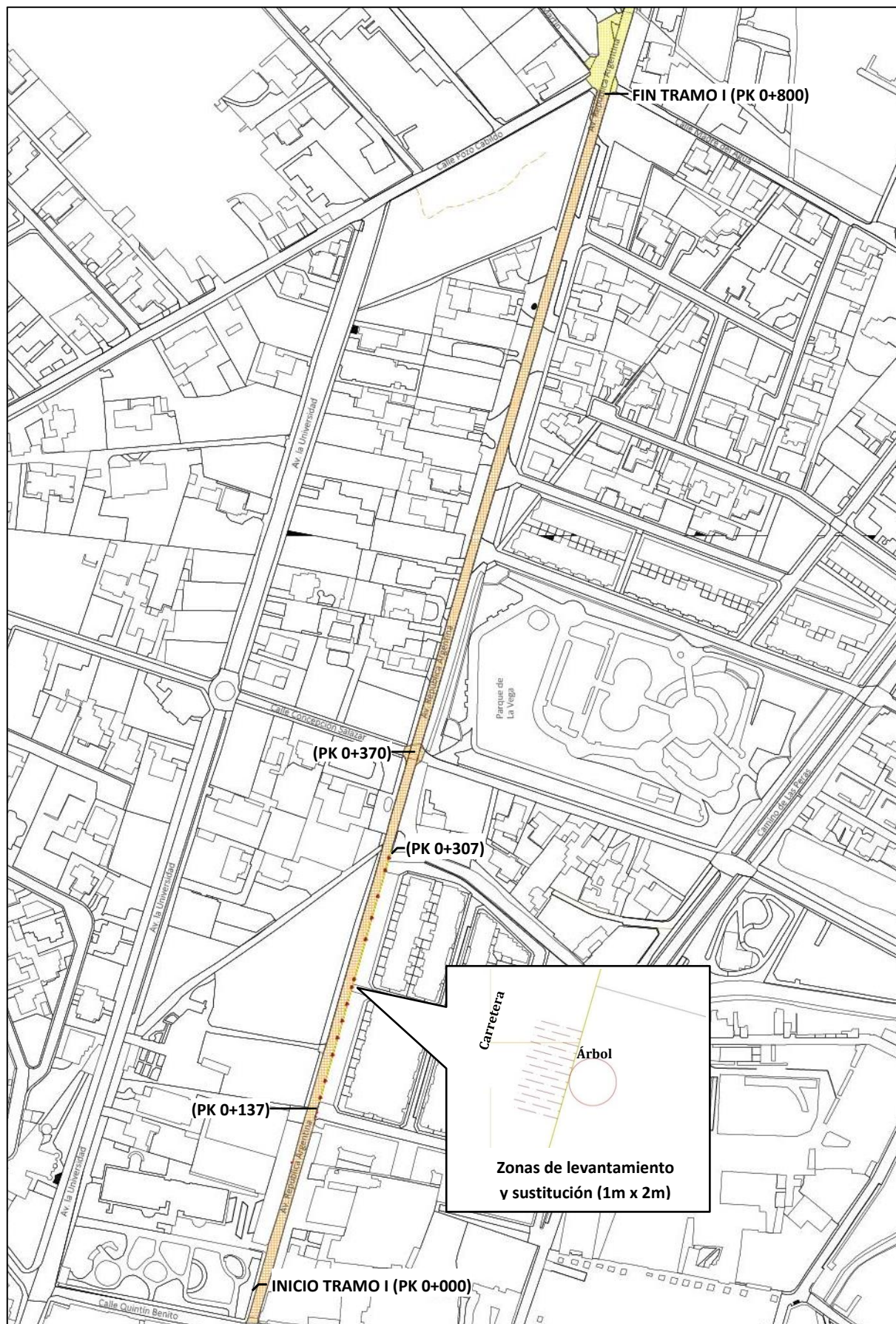


Ilustración 14 – Vista general del tramo de rehabilitación I.



## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

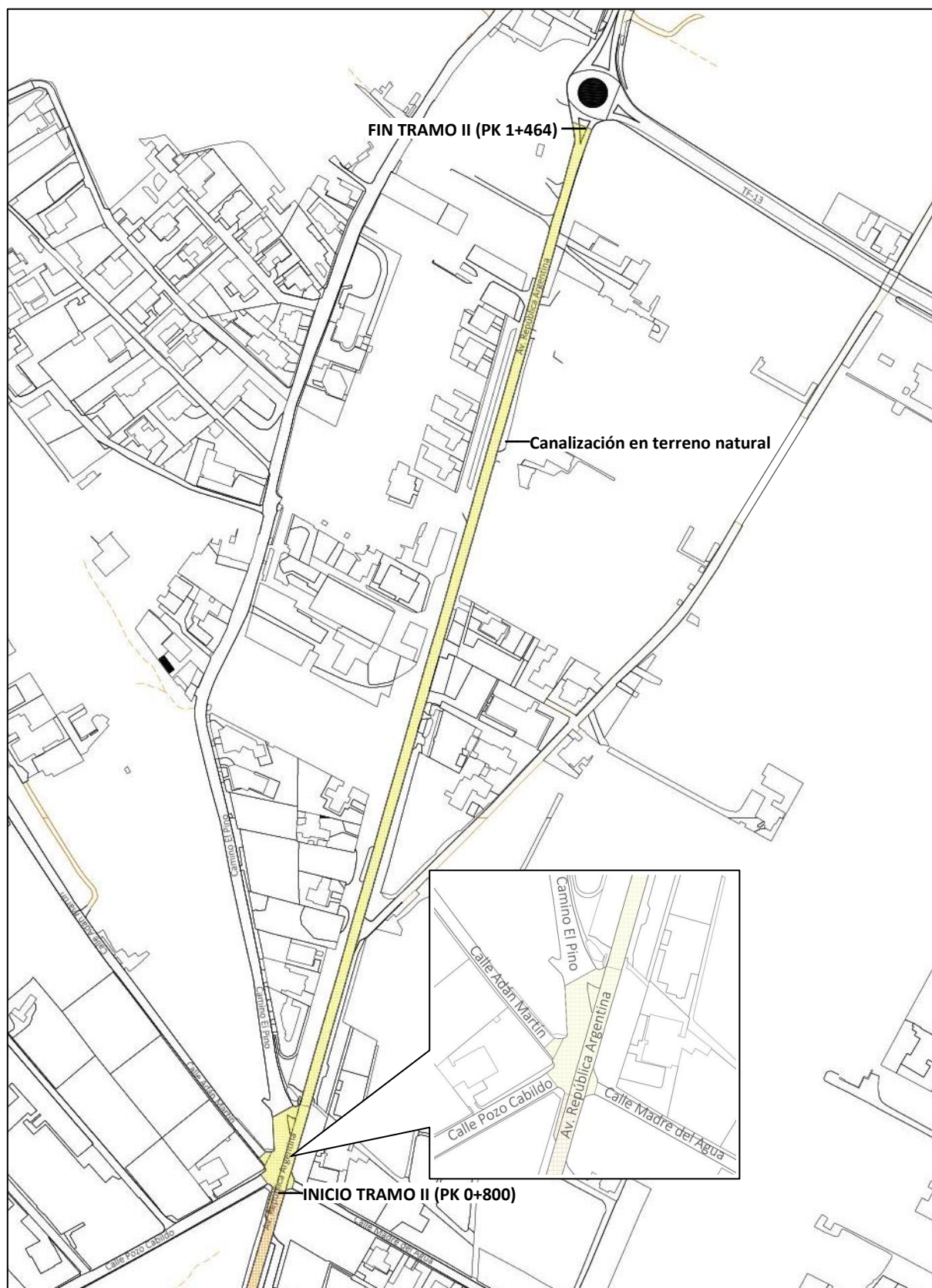


Ilustración 15 – Vista general del tramo de rehabilitación II.

## ANEJO II: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE FIRME

Proyecto Básico de Acondicionamiento de la Avenida República Argentina en Santa Cruz de Tenerife

### 6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.

Se exponen a continuación las soluciones adoptadas en cada uno de los tramos definidos anteriormente con el objetivo de solucionar los problemas identificados en la carretera de estudio.

- **Tramo I: Desde PK 0+000 hasta PK 0+800.**

Inicialmente se realizará el levantamiento y reposición del firme alrededor de los árboles del tramo comprendido entre el PK 0+137 y PK 0+307. Se pretende con ello nivelar la superficie asfaltada y eliminar las irregularidades generadas por las raíces de los árboles.

A continuación se ejecutará un sellado de grietas, realizando una limpieza de las grietas de mayor tamaño que se encuentren ocupadas por pequeña vegetación, rellenándose posteriormente con un mástic bituminoso.

Por último se extenderá una capa de 2 centímetros de microaglomerado en frío para homogeneizar la superficie e igualar la sección de firme a la del segundo tramo.

Se estima una longitud de sellado total de 500 metros, mientras que la superficie de eliminación de firme será de 26 metros cuadrados.

- **Tramo II: Desde PK 0+800 hasta PK 1+464.**

Se descarta para este tramo el empleo de un recrecimiento del firme, ya que para alcanzar la sección adecuada sería necesario aplicar unos escasos 2 centímetros de mezcla bituminosa, lo cual tampoco solucionaría el agotamiento del firme ni las numerosas irregularidades, tanto en el perfil longitudinal como en el bombeo transversal.

Se plantea, en cambio, la eliminación y reposición del firme en todo el tramo, debido a la corta distancia entre incidencias, procurando la continuidad de la solución. Al identificarse el agotamiento estructural por agrietamientos en malla de hasta 4 centímetros, se ejecutará un fresado del firme de 8 centímetros y una posterior reposición de 10 centímetros de mezcla bituminosa que alcance la sección 3111 definida. Debido a la existencia de una capa base, se dispondrán 6 centímetros de MBC tipo AC32 bin S y 4 centímetros de MBC tipo AC16 surf S.

Además, aprovechando la obra de excavación en zanja llevada a cabo para la instalación de los colectores, se creará un arcén de 1.5 metros con la misma sección del firme de la calzada.

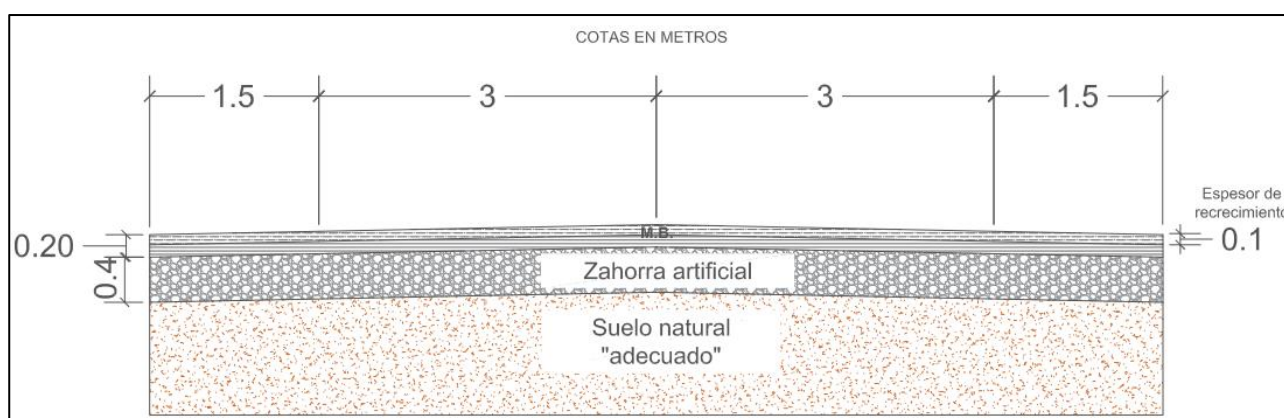


Ilustración 16 - Esquema de la sección proyectada para el Tramo II.