

# APÉNDICE N° 3. NOTA SOBRE DIMENSIONAMIENTO DE PARQUE Y SERVICIO EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA



Dirección Ejecutiva de  
Proyectos, Via y  
Explotación



**DOCUMENTO:**

**TREN DEL SUR SANTA CRUZ - FONSAÍA, NOTA SOBRE  
DIMENSIONAMIENTO DE PARQUE Y SERVICIO EN FUNCIÓN DE  
LA DEMANDA**

CÓDIGO DOCUMENTO: 002. REVISIÓN 0		
Realizado por:	Juan Miguel Sastre Herranz	14/12/2009
Revisado por:		
Aprobado por:		

Capitán Haya, 1  
28020 Madrid, España  
Tel.: +34 91 343 62 00  
Fax: +34 91 343 61 97  
www.tifsa.es

CÓDIGO PROYECTO:

FECHA: 14/12/2009



Plan Territorial Especial  
de Ordenación  
de Infraestructuras  
de la ampliación  
del Tren del Sur  
a Fonsalía

**DOCUMENTO Nº 2.**  
**MEMORIA DE ORDENACIÓN**  
Apéndice nº 3



## ÍNDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>OBJETO</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>CAPACIDAD DE LOS TRENES</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DEMANDA DIARIA ESTIMADA</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>PLANTEAMIENTO DE SERVICIO A PRESTAR</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>TIEMPOS DE VIAJE Y NECESIDADES DE PARQUE</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>DEFINICIÓN OPERATIVA DE LA ESTACIÓN DE SANTA CRUZ</b> .....	<b>8</b>

## 1 OBJETO

El objetivo de la presente nota es hacer una aproximación a la dimensión del parque móvil necesario para el "Tren del Sur" con cabeceras en Santa Cruz y en Fonsalía, y del tipo de explotación que requerirá, en función de los datos de demanda de viajeros disponibles.

## 2 CAPACIDAD DE LOS TRENES

La capacidad de los trenes está muy relacionada con el número de servicios diarios a prestar en cada sentido de circulación, ello repercute de forma decisiva en los costes de explotación en el dimensionamiento de recursos humanos que en cada caso, serán necesarios para el desarrollo del servicio.

Relacionada también la capacidad de los trenes con la longitud de los mismos, y esta con la longitud de los andenes de las estaciones, para la aproximación que se desarrolla en la presente nota, se toman como referencia trenes de 450 plazas sentadas.

## 3 DEMANDA DIARIA ESTIMADA

Para el cálculo de la flota necesaria para materializar un servicio ferroviario, el dato más relevante es el número de viajeros que permanecerán en los trenes de forma simultánea en cada tramo de la línea, con los datos procedentes del estudio de demanda, se ha realizado un cuadro que contiene los viajeros diarios por sentido de cada una de las estaciones:

Año 2008				
Estaciones	Viajeros subidos	Viajeros bajados	Viajeros en el tren	Tramo
Santa Cruz	14061		14061	Santa Cruz - Acorán
Acorán	4661	3156	15566	Acorán - Candelaria
Candelaria	711	4759	11518	Candelaria - San Isidro
San Isidro	1558	3497	9579	San Isidro - Aeropuerto Sur
Aeroporto Sur	1923	454	11048	Aeroporto Sur - Los Cristianos
Los Cristianos	803	7154	4697	Los Cristianos - Las Américas
Las Américas	516	2865	2348	Las Américas - Fonsalía
Fonsalía		2348		

El tramo de mayor ocupación de los trenes es entre Acorán y Candelaria que registrará una ocupación diaria de 15.566 viajeros por sentido de circulación.

Considerando los crecimientos de demanda hasta el año 2040, los datos serían:

Año 2010				
Estaciones	Viajeros subidos	Viajeros bajados	Viajeros en el tren	Tramo
Santa Cruz	14265		14265	Santa Cruz - Acorán
Acorán	4729	3202	15792	Acorán - Candelaria
Candelaria	721	4828	11685	Candelaria - San Isidro
San Isidro	1581	3548	9718	San Isidro - Aeropuerto Sur
Aeroporto Sur	1951	461	11208	Aeroporto Sur - Los Cristianos
Los Cristianos	815	7258	4765	Los Cristianos - Las Américas
Las Américas	523	2907	2382	Las Américas - Fonsalía
Fonsalía		2382		

Año 2015				
Estaciones	Viajeros subidos	Viajeros bajados	Viajeros en el tren	Tramo
Santa Cruz	15291		15291	Santa Cruz - Acorán
Acorán	5069	3432	16928	Acorán - Candelaria
Candelaria	773	5175	12526	Candelaria - San Isidro
San Isidro	1694	3803	10417	San Isidro - Aeropuerto Sur
Aeroporto Sur	2091	494	12015	Aeroporto Sur - Los Cristianos
Los Cristianos	873	7780	5108	Los Cristianos - Las Américas
Las Américas	561	3116	2553	Las Américas - Fonsalía
Fonsalía		2553		

Año 2025				
Estaciones	Viajeros subidos	Viajeros bajados	Viajeros en el tren	Tramo
Santa Cruz	16014		16014	Santa Cruz - Acorán
Acorán	5308	3594	17728	Acorán - Candelaria
Candelaria	810	5420	13118	Candelaria - San Isidro
San Isidro	1774	3983	10190	San Isidro - Aeropuerto Sur
Aeroporto Sur	2190	517	12583	Aeroporto Sur - Los Cristianos
Los Cristianos	915	8148	5349	Los Cristianos - Las Américas
Las Américas	588	3263	2674	Las Américas - Fonsalía
Fonsalía		2674		

Año 2035				
Estaciones	Viajeros subidos	Viajeros bajados	Viajeros en el tren	Tramo
Santa Cruz	17465		17465	Santa Cruz - Acorán
Acorán	5789	3920	19335	Acorán - Candelaria
Candelaria	883	5911	14307	Candelaria - San Isidro
San Isidro	1935	4344	11898	San Isidro - Aeropuerto Sur
Aeroporto Sur	2389	564	13723	Aeroporto Sur - Los Cristianos
Los Cristianos	997	8886	5834	Los Cristianos - Las Américas
Las Américas	641	3559	2916	Las Américas - Fonsalía
Fonsalía		2916		

Año 2040				
Estaciones	Viajeros subidos	Viajeros bajados	Viajeros en el tren	Tramo
Santa Cruz	17697		17697	Santa Cruz - Acorán
Acorán	5886	3972	19591	Acorán - Candelaria
Candelaria	895	5990	14497	Candelaria - San Isidro
San Isidro	1961	4401	12056	San Isidro - Aeropuerto Sur
Aeroporto Sur	2420	571	13905	Aeroporto Sur - Los Cristianos
Los Cristianos	1011	9004	5912	Los Cristianos - Las Américas
Las Américas	649	3606	2955	Las Américas - Fonsalía
Fonsalía		2955		

#### 4 PLANTEAMIENTO DE SERVICIO A PRESTAR

Con la capacidad definida para los trenes y las cifras de viajeros diarios que los utilizarán, serán necesarios 41 servicios diarios en cada sentido con un coeficiente de aprovechamiento global diario del 84 %.

Los datos relevantes para el año de referencia (2008) son:

INDICADORES DE OFERTA Y DEMANDA: APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL									
41 trenes		con 450 plazas							
	Sta Cru - Acor	Acor - Cand	Cand - San Isi	San Isi - Aeropto	Aeropto - Crist Crist	Américéricas - Fonsalía			
Plazas ocupadas:	14061	15566	11518	9579	11048	4697	2348		
Plazas ofertadas:	18450	18450	18450	18450	18450	18450	18450		
Porcentaje de ocupación	76%	84%	62%	52%	60%	25%	13%		
Viajeros * km (vk)	107.595	125.151	471.927	34.590	152.794	23.772	19.625	935.452	
Plazas * km (pk)	141.179	148.338	755.952	66.623	255.164	93.375	154.205	1.614.836	
Aprovechamiento (A) (vk/pk)	76%	84%	62%	52%	60%	25%	13%	58%	
Aprovechamiento vertical (Av) (vx/p)	76%	84%	62%	52%	60%	25%	13%	84%	
Aprovechamiento horizontal (Ah) (vm/vx)	76%	69%	93%	112%	97%	228%	455%	69%	

Se considera un periodo de servicio diario de 18 horas con una frecuencia base de 30 minutos, y un periodo horario catalogado como "Punta de tráfico" del entorno de 3 horas de duración con servicios cada 15 minutos.

La capacidad de respuesta de este modelo de servicio ante crecimientos de la demanda es muy grande, teniendo en cuenta el reducido periodo horario considerado como punta de tráfico.

De forma concreta, para los años reflejados en los cuadros de viajeros diarios por sentido reflejados en el punto anterior, los datos relevantes de servicios a prestar serían:

Documento: 001 [Rev 0]	Tren del Sur incluida Fonsalía, nota dimensionamiento del parque y del servicio en función de la demanda	Fecha: 14/12/2009
		Página: 5

#### Año 2010

INDICADORES DE OFERTA Y DEMANDA: APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL									
42 trenes		con 450 plazas							
	Sta Cru - Acor	Acor - Cand	Cand - San Isi	San Isi - Aeropto	Aeropto - Crist Crist	Américéricas - Fonsalía			
Plazas ocupadas:	14265	15792	11685	9718	11208	4765	2382		
Plazas ofertadas:	18900	18900	18900	18900	18900	18900	18900		
Porcentaje de ocupación	75%	84%	62%	51%	59%	25%	13%		
Viajeros * km (vk)	109.155	126.965	478.770	35.091	155.009	24.116	19.909	949.016	
Plazas * km (pk)	144.623	151.966	774.390	68.248	261.387	95.653	157.966	1.654.223	
Aprovechamiento (A) (vk/pk)	75%	84%	62%	51%	59%	25%	13%	57%	
Aprovechamiento vertical (Av) (vx/p)	75%	84%	62%	51%	59%	25%	13%	84%	
Aprovechamiento horizontal (Ah) (vm/vx)	76%	69%	93%	112%	97%	228%	455%	69%	

#### Año 2015

INDICADORES DE OFERTA Y DEMANDA: APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL									
44 trenes		con 450 plazas							
	Sta Cru - Acor	Acor - Cand	Cand - San Isi	San Isi - Aeropto	Aeropto - Crist Crist	Américéricas - Fonsalía			
Plazas ocupadas:	15291	16928	12526	10417	12015	5108	2553		
Plazas ofertadas:	19800	19800	19800	19800	19800	19800	19800		
Porcentaje de ocupación	77%	85%	63%	53%	61%	26%	13%		
Viajeros * km (vk)	117.009	136.101	513.221	37.616	166.163	25.852	21.342	1.017.304	
Plazas * km (pk)	151.510	159.192	811.265	71.498	273.834	100.208	165.488	1.732.995	
Aprovechamiento (A) (vk/pk)	77%	85%	63%	53%	61%	26%	13%	59%	
Aprovechamiento vertical (Av) (vx/p)	77%	85%	63%	53%	61%	26%	13%	85%	
Aprovechamiento horizontal (Ah) (vm/vx)	76%	69%	93%	112%	97%	228%	455%	69%	

#### Año 2025

INDICADORES DE OFERTA Y DEMANDA: APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL									
47 trenes		con 450 plazas							
	Sta Cru - Acor	Acor - Cand	Cand - San Isi	San Isi - Aeropto	Aeropto - Crist Crist	Américéricas - Fonsalía			
Plazas ocupadas:	16014	17728	13118	10910	12583	5349	2674		
Plazas ofertadas:	21150	21150	21150	21150	21150	21150	21150		
Porcentaje de ocupación	76%	84%	62%	52%	59%	25%	13%		
Viajeros * km (vk)	122.540	142.534	537.478	39.394	174.017	27.073	22.350	1.065.386	
Plazas * km (pk)	161.840	170.046	866.579	76.373	292.505	107.040	176.772	1.851.154	
Aprovechamiento (A) (vk/pk)	76%	84%	62%	52%	59%	25%	13%	58%	
Aprovechamiento vertical (Av) (vx/p)	76%	84%	62%	52%	59%	25%	13%	84%	
Aprovechamiento horizontal (Ah) (vm/vx)	76%	69%	93%	112%	97%	228%	455%	69%	

#### Año 2035

INDICADORES DE OFERTA Y DEMANDA: APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL									
51 trenes		con 450 plazas							
	Sta Cru - Acor	Acor - Cand	Cand - San Isi	San Isi - Aeropto	Aeropto - Crist Crist	Américéricas - Fonsalía			
Plazas ocupadas:	17465	19335	14307	11898	13723	5834	2916		
Plazas ofertadas:	22950	22950	22950	22950	22950	22950	22950		
Porcentaje de ocupación	76%	84%	62%	52%	60%	25%	13%		
Viajeros * km (vk)	133.643	155.450	586.181	42.964	189.785	29.527	24.376	1.161.925	
Plazas * km (pk)	175.613	184.518	940.330	82.872	317.399	116.150	191.816	2.008.699	
Aprovechamiento (A) (vk/pk)	76%	84%	62%	52%	60%	25%	13%	58%	
Aprovechamiento vertical (Av) (vx/p)	76%	84%	62%	52%	60%	25%	13%	84%	
Aprovechamiento horizontal (Ah) (vm/vx)	76%	69%	93%	112%	97%	228%	455%	69%	

Documento: 001 [Rev 0]	Tren del Sur incluida Fonsalía, nota dimensionamiento del parque y del servicio en función de la demanda	Fecha: 14/12/2009
		Página: 6

Año 2040

INDICADORES DE OFERTA Y DEMANDA: APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL									
	52 trenes		con 450 plazas						
	Sta Cru - Acor	Acor - Cand	Cand - San Isi	San Isi - Aéroport	Aéroport - Crist Crist	Américiéricas - Fonsalía			
Plazas ocupada:	17897	19591	14497	12056	13905	5912	2955		
Plazas ofertada:	23400	23400	23400	23400	23400	23400	23400		
Porcentaje de ocupación	76%	84%	62%	52%	59%	25%	13%		
Viajeros * km (vk)	135.419	157.515	593.967	43.535	192.306	29.919	24.700	1.177.360	
Plazas * km (pk)	179.057	188.136	958.768	84.497	323.622	118.427	195.577	2.048.085	
Aprovechamiento (A) (vk/pk)	76%	84%	62%	52%	59%	25%	13%	57%	
Aprovechamiento vertical (Av) (v/vp)	76%	84%	62%	52%	59%	25%	13%	84%	
Aprovechamiento horizontal (Ah) (vm/vs)	76%	69%	93%	112%	97%	228%	455%	69%	

El encaje del crecimiento de demanda estimada puede absorberse incrementando los periodos horarios catalogados como Punta de tráfico sin necesidad de más alteraciones del servicio propuesto.

La oferta se sitúa en 1800 plazas/hora en periodos punta de tráfico y 900 plazas/hora el resto de la jornada, oferta compatible con la estacionalidad horaria de la demanda que sitúa el mayor coeficiente de demanda en el 8.7 % en sentido sur entre las 7 y las 8 de la mañana y el 8.1 % en sentido norte entre las 18 y las 19.00 horas. Para el caso más crítico, el 8.7 % de los viajeros a bordo de los trenes en una hora suponen 1.705 viajeros (tramo crítico en el año 2025) frente a 1800 plazas ofertadas con 4 servicios de 450 plazas cada uno.

## 5 TIEMPOS DE VIAJE Y NECESIDADES DE PARQUE

Los tiempos de viaje obtenidos en la simulación de marchas desarrollada son los siguientes:

ESTACIONES	PK	TIEMPO	
		PARCIAL	AL ORIGEN *
SANTA CRUZ	0,000	---	---
ACORÁN	7,652	6,0	6,0
CANDELARIA	15,692	5,0	12,0
SAN ISIDRO	56,665	17,0	30,0
AEROP. SUR	60,276	3,0	34,0
LOS CRISTIANOS	74,106	7,0	42,0
LAS AMERICAS	79,167	3,5	46,5
FONSALÍA	87,525	5,0	52,5
TIEMPO TOTAL (No incluye el tiempo de parada del tren en las estaciones)		46,5	

\* Supuesto 1 minuto de parada en cada una de las estaciones intermedias.

Documento: 001 [Rev 0]	Tren del Sur incluida Fonsalía, nota dimensionamiento del parque y del servicio en función de la demanda	Fecha: 14/12/2009 Página: 7
---------------------------	--	--------------------------------

Los tiempos de viaje obtenidos de una simulación son los tiempos teóricos que se obtendrían en condiciones óptimas de explotación, dado que las condiciones óptimas no se dan en la explotación diaria en todos los casos, se hace necesario incrementar estos tiempos con unos márgenes que proporcionen estabilidad y regularidad a la malla de trenes que se desarrolle para la prestación del servicio, debe contemplarse como mínimo un incremento de tiempo de un 5 %, lo cual sitúa el tiempo de viaje sin los tiempos de paradas en 48,8 minutos, y en 54.8 minutos incluyendo los tiempos de parada.

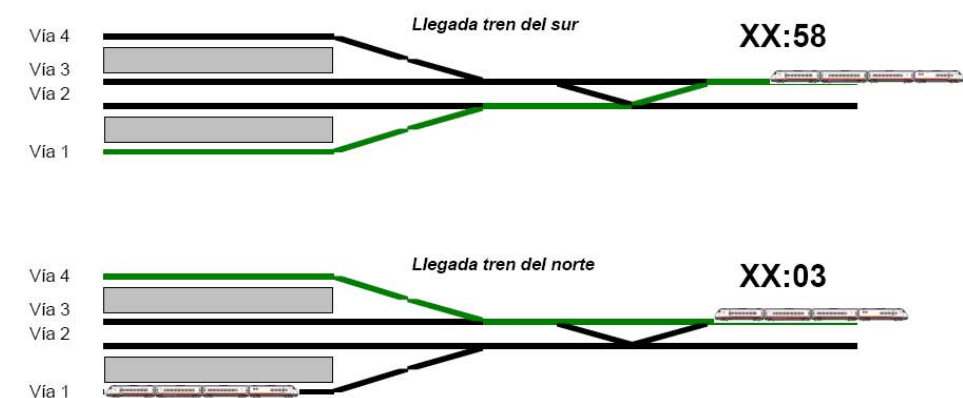
Contemplando servicios con periodos de cadencia de hasta 15 minutos entre trenes consecutivos del mismo sentido, se hace necesario contemplar la existencia de hasta 8 trenes en la línea de forma simultánea, haciéndose necesario un tren más de reserva para poder dar respuesta ante incidencias, operaciones de mantenimiento más largas que el periodo horario diario entre la finalización y el inicio del servicio del día siguiente, etc....; son necesarios por tanto, 9 trenes para poder atender el nivel de servicios planteado.

Un parque de 9 vehículos con 8 de ellos trabajando de forma simultánea durante determinados periodos horarios del día y con reutilizaciones de material muy cortas en ambas cabeceras, supone la necesidad de disponer de 10 maquinistas por turno.

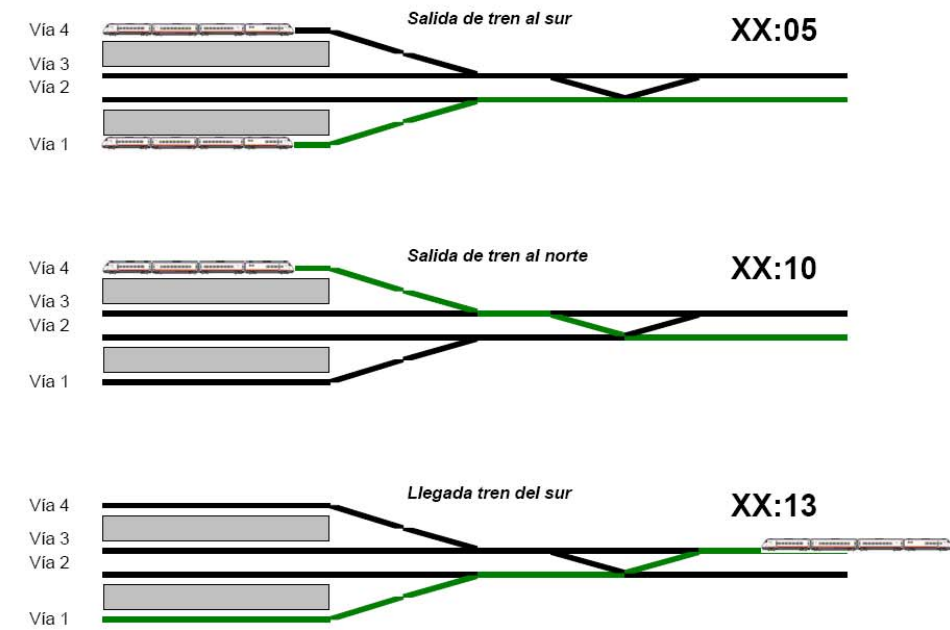
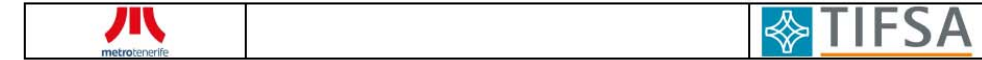
Los tiempos de viaje comerciales de 55 minutos supondrían ciclos completos de 2 horas con reutilizaciones en ambas cabeceras a 5 minutos.

## 6 DEFINICIÓN OPERATIVA DE LA ESTACIÓN DE SANTA CRUZ

La estación de Santa Cruz deberá ser diseñada para atender el servicio de trenes del tren del sur, y en un futuro no lejano, al tren del norte. Previstas frecuencias similares para ambos tipos de servicios (15 minutos de cadencia en horas punta de tráfico), desde el punto de vista operativo de la explotación de la estación, se plantea un dimensionamiento de 4 vías con una operatividad como la que se desarrolla en los siguientes esquemas:



Documento: 001 [Rev 0]	Tren del Sur incluida Fonsalía, nota dimensionamiento del parque y del servicio en función de la demanda	Fecha: 14/12/2009 Página: 8
---------------------------	--	--------------------------------



A partir del minuto XX:13, las operaciones son cíclicas y repetitivas, no se aprecian movimientos incompatibles, y quedan las vías 2 y 3 de la estación, disponibles para el apartado de trenes en horas valle de servicio y/o para atender nuevos tipos de servicios no cadenciados con los definidos en los esquemas. El único condicionante serio es mantener un desfase adecuado entre los horarios de servicio de ambas líneas.



Plan Territorial Especial  
de Ordenación  
de Infraestructuras  
de la ampliación  
del Tren del Sur  
a Fonsalia

**DOCUMENTO Nº 2.**  
**MEMORIA DE ORDENACIÓN**  
Apéndice nº 3



Documento: 001 [Rev 0]	Tren del Sur incluida Fonsalia, nota dimensionamiento del parque y del servicio en función de la demanda	Fecha 14/12/2009 Página 9
---------------------------	---	------------------------------