

El metro de Sevilla

The Seville Underground

Por la Redacción de la ROP

Fotos: Fernando Alda. fernandoalda@fernandoalda.com

Resumen: La Junta de Andalucía adjudicó en el año 2003 la concesión para la construcción y explotación de la línea 1 del Metro Sevilla, a la Ute Dragados, Sacyr, Gea 21, Caf, Tuzsa y Tussan.

Su construcción se ha dividido en los tres tramos e incluye la ejecución de 23 estaciones.

El presupuesto total es de 428,5 millones de euros, distribuidos en un 50% aportado por la Junta, un 33% la Administración Central y el 17% los cuatro ayuntamientos implicados: Sevilla, Dos Hermanas, Mairena del Aljarafe y San Juan de Aznalfarache.

Está prevista su finalización a lo largo del 2008.

Palabras Clave: Sevilla, Metro, Tuneladora, Concesión, Estación.

Abstract: In 2003 the Andalusia Regional Council awarded the concession for the construction and operation of Line 1 of the Seville Underground, to the joint venture of Dragados, Sacyr, Gea 21, Caf, Tuzsa and Tussan.

The construction of the underground has been divided into three sections and includes the construction of 23 stations. The total budget is € 428.5 million, 50% of which being provided by the Regional Council, 33% by the State and 17% by the four municipal councils involved: Seville, Dos Hermanas, Mairena de Aljarafe and San Juan de Aznalfarache. Work is expected to be completed in 2008.

Keywords: Seville, Underground, Tunnelling Machine, Concession, Station

Introducción

La Junta de Andalucía constituyó, el 30 de marzo de 2001, el Consorcio de Transportes del Área de Sevilla, integrado por la propia Junta, la Diputación Provincial y 22 municipios del área metropolitana.

El consorcio se planteó la ejecución del Metro de Sevilla, con el fin de dotar al área metropolitana de un moderno sistema de transporte público que mejore la movilidad en este territorio. Con posterioridad, en Julio de 2003, se aprobaron los estatutos del Ente Público de Gestión de Ferrocarriles Andaluces, que ejercerá, entre otras competencias, el control y tutela de las concesiones otorgadas por la Junta para la construcción y explotación de las nuevas líneas de ferrocarril metropolitano de Sevilla y Málaga, así como el desarrollo, control y supervisión de los proyectos de metro ligero de Granada, Eje Ferroviario Transversal de Andalucía, Corredor Ferroviario de la Costa del Sol y tren-tranvía Bahía de Cádiz.

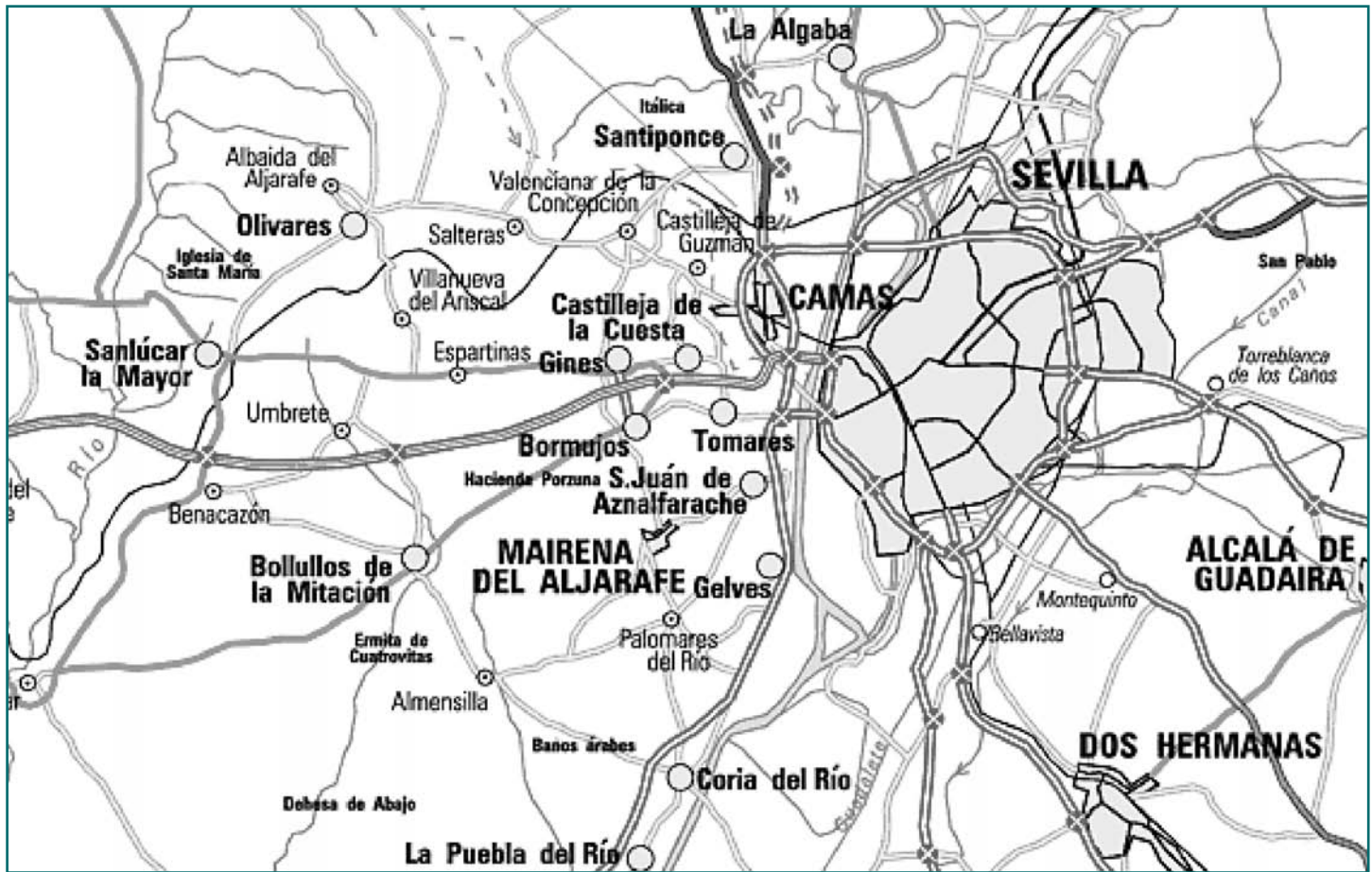
Dicho Ente, está adscrito a la Consejería de Obras Públicas y Transportes.

Se convocó en consecuencia un concurso para la construcción y explotación de la línea 1 del Metro de Sevilla, que comenzó sus trabajos a finales de 2003.

A pesar de las dificultades surgidas en los trabajos de construcción, como consecuencia de los hallazgos arqueológicos, la compleja composición geotécnica del subsuelo de Sevilla o las modificaciones incorporadas al proyecto, se espera poner en servicio la línea 1 en la primavera de 2008.

El área metropolitana de Sevilla integra veintidós municipios y 1.144.000 habitantes.

La sociedad concesionaria para la construcción y explotación de la línea 1 Interurbana Metro de Sevilla está formada por las empresas DRAGADOS, SACYR, GEA 21, CAF y TUZSA, grupo multidisciplinar formado por empresas constructoras y de servicios, operadores de servicio público de viajeros y fabricante de material móvil ferroviario.



Area metropolitana de Sevilla.

Financiación

El sistema de financiación previsto para el proyecto es el siguiente:

- Las administraciones públicas pagan los 428,5 millones de euros que cuesta la línea 1 del Metro de Sevilla (precio de adjudicación), distribuidos entre el 50% que aporta la Junta de Andalucía, un 33% de la Administración central del Estado y el 17% restante que corresponde a los cuatro ayuntamientos implicados: Sevilla, Dos Hermanas, Mairena de Aljarafe y San Juan de Aznalfarache
- El Banco Europeo de Inversiones y las empresas concesionarias de la Línea 1 (Dragados, Sacyr, Gea 21, CAF, Tuzsa y Tussam) prestan su colaboración para que las administraciones públicas puedan realizar este pago y el correspondiente a la subvención a la fase de explotación durante los 30 años de vida de la concesión. Los pagos que realiza la Junta de Andalucía a la concesionaria durante 30 años significan la

garantía para el BEI de la recuperación de su préstamo. De esa garantía toma conocimiento la Junta de Andalucía a través del documento firmado. Se trata de un sistema de financiación singular que propicia la Unión Europea ante las exigencias formales en relación con el endeudamiento de las administraciones públicas. Las características del crédito son:

- Importe: 260 millones de euros:
 - 50 millones en 2004
 - 150 millones en 2005
 - 60 millones en 2006
- Duración: 30 años
- Tasa de interés: Variable:
 - Período de construcción: Euribor + 0,32
 - Resto: Entre Euribor + 0,07 y Euribor + 0,32
 - Contrato de aseguramiento del riesgo de incremento de los tipos de interés con El Monte y Caja San Fernando por el 70% del saldo de la deuda entre 10 y 15 años.

Datos generales

La línea 1 tiene una longitud de casi 19 Km, desde Mairena del Aljarafe hasta Montequinto, de los que aproximadamente la mitad son subterráneos y el resto en superficie. Cuenta con 23 estaciones, y se prevé un tráfico de viajeros de 20 millones anuales.

El diseño de esta primera línea ha tenido especialmente en cuenta la accesibilidad para personas de movilidad reducida y los aspectos de seguridad e integración ambiental.

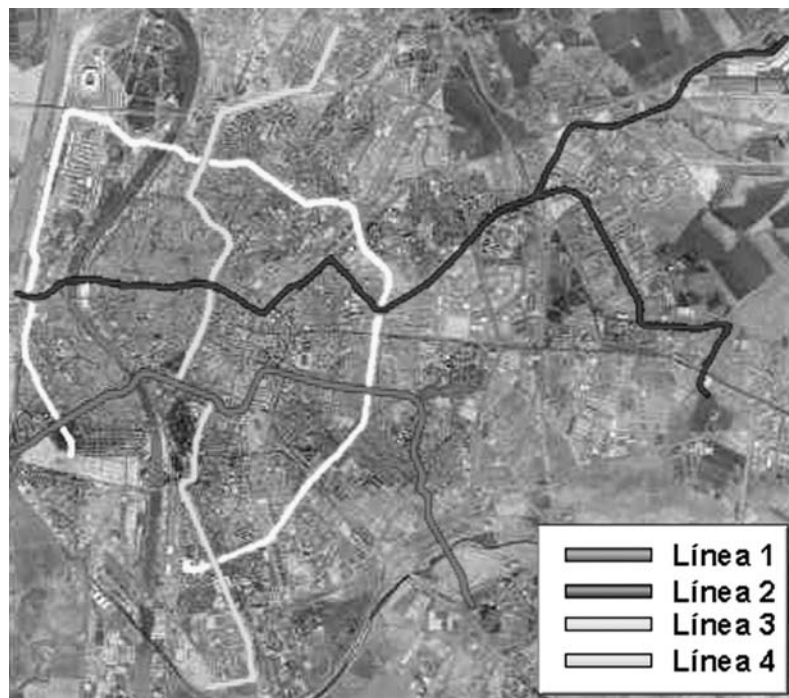
Este sistema de Metro Ligero, alimentado eléctricamente, es al día de hoy el sistema de transporte menos contaminante. Se ha optado por la racionalización y ahorro del consumo de energía, que combina de modo óptimo el respeto al medioambiente, la eficiencia energética y la viabilidad económica, basado principalmente en:

- Implantación de un sistema de energía solar con acumulación de energía a instalar en los Talleres, conectándose el mismo a la red de servicios.
- Implantación de acumuladores para aprovechar la energía producida en el frenado de los trenes, que no pueda ser aprovechada en el momento.
- Aprovechamiento de las aguas subterráneas para la climatización parcial de las estaciones, mediante intercambiadores de calor.
- Recorre 4 Municipios: (Mairena del Aljarafe, San Juan de Aznalfarache, Sevilla y Dos Hermanas) y atenderá a una población de 858.000 habitantes (en los 4 municipios), dando servicio a una población de (a 500 m de las paradas) 227.974 habitantes.
- El recorrido previsto es: Montequinto (Dos Hermanas) - Universidad Pablo de Olavide- Puerta de Jerez - Plaza de Cuba - Avenida Blas Infante - San Juan de Aznalfarache - Ciudad Expo (Mairena del Aljarafe).

Descripción del trazado

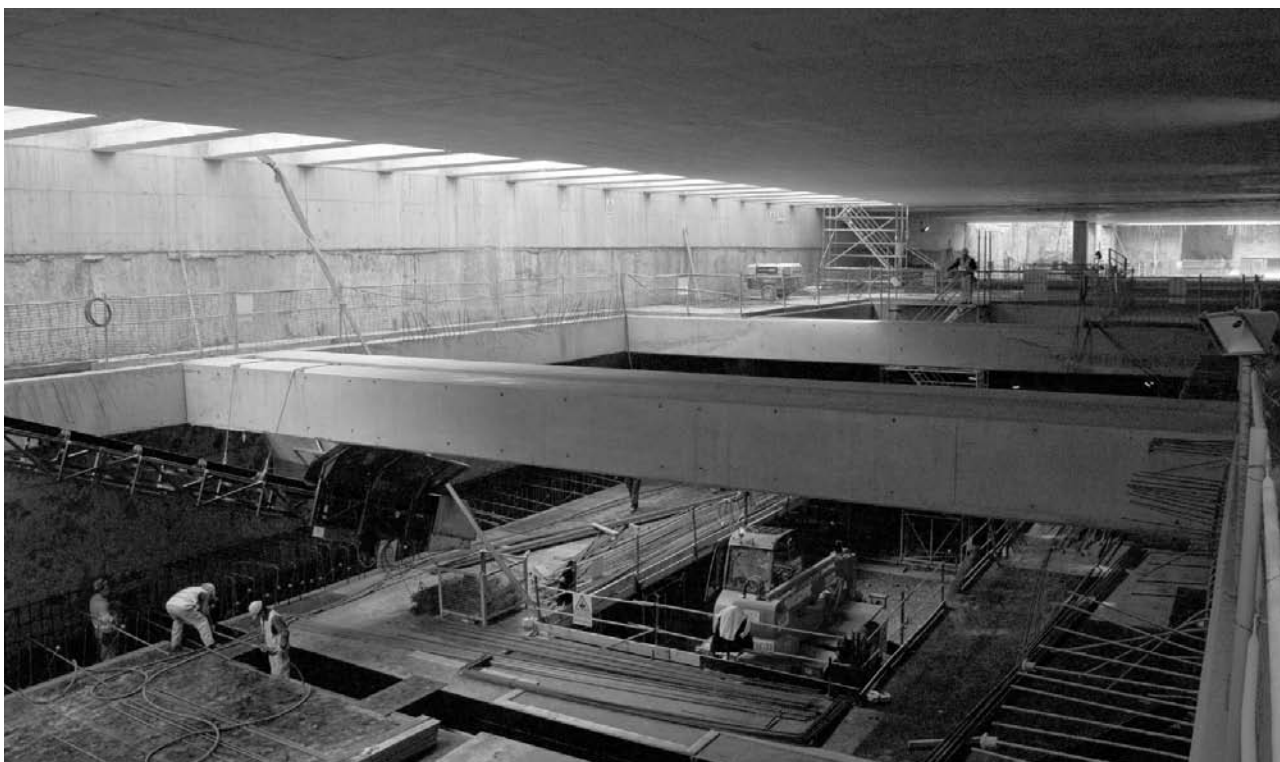
La Línea 1 del Metro de Sevilla se desarrolla entre Aljarafe Sur (Términos Municipales de Mairena del Aljarafe y San Juan de Aznalfarache) y Dos Hermanas (Los Quinto), atravesando la ciudad de Sevilla de Oeste a Este.

El trazado se inicia en Mairena del Aljarafe, en la Avenida de los Descubrimientos, donde se sitúa el intercambiador I-1 "Ciudad EXPO" en superficie. Esta estación dispone de plazas de aparcamiento disuasorio e intercambio con autobuses. La traza continúa en subterráneo con un falso túnel (túnel somero ejecutado a cielo abierto) bajo la Avenida de los Descubrimientos, la Avenida de Mairena, Plaza y Parque de Cavaleri. En la Plaza de Cavaleri se ubica la estación subterránea de "Cavaleri".



El trazado continúa a la salida del Parque de Cavaleri en superficie por la franja de terreno existente en la margen de San Juan de Aznalfarache entre la Autovía de Mairena del Aljarafe y su vía de servicio. Salva mediante dos estructuras el ramal de incorporación a San Juan de Aznalfarache, llegando a la estación intercambiador I-2 "San Juan Alto". Esta estación dispone de aparcamiento subterráneo disuasorio e intercambio con autobuses. El trazado continúa paralelo a la Variante de San Juan y salva mediante viaducto la autovía de Coria. A continuación discurre en falso túnel y en túnel en mina bajo el Cerro del Monumento al Sagrado Corazón. Continúa en terraplén hasta el cruce con la carretera SE-610 que se pasa a distinto nivel. A continuación se ubica el intercambiador I-3 "San Juan Bajo" en viaducto. Esta estación dispone igualmente de aparcamiento disuasorio e intercambio con autobuses. La traza continua en viaducto hasta conectar con un nuevo puente en proyecto, paralelo al actual puente metálico de San Juan, y salvar así el Río Guadalquivir aprovechando la infraestructura existente. Sigue en viaducto salvando la SE-30 y los accesos a Sevilla (puente de las Delicias). Continúa en terraplén por el borde del Campo de la Feria paralelo al nudo de Juan Carlos I hasta enlazar en superficie con la estación semienterrada "Blas Infante". A partir de ella el trazado continúa en túnel entre pantallas por la Avenida Blas Infante mientras se separan las vías para llegar a la estación subterránea de "Parque de los Príncipes", que se ubica bajo la Glorieta cruce de la Avenida de República Argentina y Calle de López de Gomara. Desde la esta-

Estación del Prado de San Sebastián.



ción se inicia el doble túnel ejecutado con tuneladora a lo largo de la Avenida de la República Argentina, donde se sitúa la estación subterránea de "Plaza de Cuba".

Tras la estación de Plaza de Cuba el trazado de doble túnel gira hacia el Norte con el fin de evitar el Puente de San Telmo, pasa bajo el aparcamiento subterráneo de la Plaza de Cuba y el Canal de Alfonso XIII. Una vez superado el río, la traza discurre bajo el aparcamiento subterráneo de la Avenida de Roma, donde se ubicará la estación Puerta de Jerez, alcanzando la C/ San Fernando. Continúa la traza con doble túnel por la C/ San Fernando y la Avenida Carlos V, donde se sitúa la estación subterránea "Prado de San Sebastián", futuro intercambio con la Línea 3. La traza con doble túnel sigue por la Avenida de Carlos V y gira a la altura de la Avenida de la Borbolla hacia el Sur para cruzar bajo la línea de RENFE en el Apeadero de San Bernardo.

En el cruce con el apeadero de RENFE se ubica la estación subterránea "San Bernardo", donde se extraerá la tuneladora. Esta estación es de intercambio con la Red de Cercanías de RENFE. Continúa en túnel único por Huerta de la Salud y enlaza con la Estación "Nervión" bajo la calle San Francisco Javier. Continúa la traza por el túnel ya existente (ejecutado entre pantallas) a lo largo de la Avenida de Eduardo Dato, llegando a la estación subterránea existente de "Gran Plaza". Continúa por la Avenida del Marqués de Pickman y la C/ Federico Mayo, donde se sitúa la estación subterránea existente "Mayo". El túnel gira hacia la C/ Los Gavilanes donde se ubican las estaciones subterráneas

existentes de "Amate" y de "La Plata". Tras esta estación se modifica el trazado bajo la C/Maqueda para convertir el túnel existente en vía única, en túnel de vía doble.

Antes de llegar al Depósito Municipal de Coches se sitúa la Estación semienterrada de "Cocheras", La traza sale después a superficie y continúa en viaducto, que permite el paso sobre los futuros viales a diseñar entre la estación de Cocheras y la SE-30. A este viaducto conectan dos ramales para acceso a las Nuevas Cocheras y Talleres del Metro. Una vez atravesadas las vías de ferrocarril y la SE-30, se inicia el trazado del tramo 2, que discurre entre la Universidad Pablo de Olavide y la estación Olivar de Quintos, ya en el término municipal de Dos Hermanas. El viaducto cruza sobre la SE-30, el Río Guadaira y la Línea de FF.CC. Esta traza ha sido objeto de diversas demandas ciudadanas para su modificación, lo que motivó el desarrollo de un proyecto de trazado con una solución alternativa a la prevista, recibiendo un total de 17 alegaciones en la fase de información pública, principalmente de la Universidad Pablo de Olavide y del propio Ayuntamiento de Dos Hermanas. A continuación, el Ente Público de Gestión de Ferrocarriles Andaluces emitió el pertinente expediente de resolución de alegaciones al nuevo proyecto de trazado y, actualmente, la sociedad concesionaria se encuentra redactando el proyecto constructivo que entregará en mayo a la Consejería de Obras Públicas y Transportes para su aprobación, con el objetivo de que las obras se puedan iniciar antes de que concluya el primer semestre del presente año.



Estación
Parque de
Los Príncipes.

Características principales

La longitud total de la Línea 1 Interurbana del Metro de Sevilla es de 18.988,16 metros. De esta longitud el 75 % (14.632,75 m) es de plataforma exclusiva, esto es, plataforma arquitectónicamente separada, túneles, viaductos o terraplenes. De esta plataforma exclusiva 9.289 m (50% del total) lo componen los túneles, 2.846 m (15%) son viaductos o puentes y 2.498 m (12%) terraplenes.

El resto, 4.355,41 m (23 %) es plataforma exclusiva, esto es, plataforma en superficie separada de las calzadas con cruces a nivel con prioridad semafórica.

Los tramos de los túneles son los de Ciudad EXPO – Cavaleri con 1.300 m, túnel bajo el monumento con 350 m y túnel bajo Sevilla con 7.650 m, de los que 3.100 son ya existentes.

Características de las estaciones

El número de estaciones de la Línea 1 Interurbana del Metro de Sevilla asciende a 23 unidades.

- Características del material móvil (trenes)
 - Número de vehículos iniciales: 17 Unidades
 - Longitud del tren: 32 metros
 - Ancho caja: 2,65 m
 - Altura piso (100 %) 35 cm
 - Bicabina

- Nº de viajeros 200 pax
- Sentados 56 pax
- Velocidad máxima 70 – 80 Km/h

- Mediciones más significativas de la obra de construcción

- M³ hormigón 426.100,00
- Metros Vigas 9.800,00
- Kg Acero estructura 1.234.600,00
- Kg Acero de carriles 2.940.000,00
- M³ Excavación 1.447.000,00

Fase y desarrollo de las obras (enero de 2006)

La construcción de la obra se ha estructurado en los siguientes tramos:

- Tramo 0: Mairena del Aljarafe-Blas Infante pasando por San Juan de Aznalfarache
- Tramo 1: Casco Urbano de Sevilla, entre la estación de Blas Infante y la Universidad de Pablo Olavide
- Tramo 2: Universidad Pablo Olavide-Olivar Quintos (Dos Hermanas)

Tramo 0. Ciudad Expo - Estación de Blas Infante

Este tramo discurre por los Municipios de Mairena del Aljarafe, San Juan de Aznalfarache y Sevilla, finalizando

Viaducto
Guadaira-
Universidad
Pablo de
Olavide.



al comienzo de lo que se puede considerar casco urbano de Sevilla.

Tiene una Longitud de 5425 m según las siguientes características:

Subterráneo	1460 m
Superficie	3965 m
Viaductos	1681 m
Estaciones	4

Hasta el momento se está finalizando la obra civil, teniendo el siguiente avance:

Subterráneo 80%

Se ha finalizado el tramo entre Estación Ciudad Expo y la salida en superficie en el P.K. 1+300, quedando aproximadamente 300 metros correspondientes al Falso túnel II en San Juan de Aznalfarache. Dicho túnel se ha comenzado a construir en el mes de Diciembre de 2005.

Tramo en superficie

El tramo en superficie paralelo a la autovía

Estructuras

Cimentaciones	100 %
Alzados	100 %

Tableros 100 %

Estructura E-1 (Paso Inferior de 150 m incluidas rampas de acceso), se encuentra finalizada.
Estructura E-2 (Paso superior de 38 m), Finalizada
Estructura E-3 (Estructura volada de 120 m). Finalizada
Estructura E-4 Finalizada

Las estructuras E-7 (420 m), E-8 (199 m), E-9 (480m), E-10 (70 m) y E-11 (Paso Inferior 80 m), no se han comenzado. De estas estructuras las E-7, E-8 y E-9 se corresponden con la variación de trazado al construir un nuevo puente metálico sobre el Guadalquivir paralelo al existente. Estos puentes se están proyectando en la actualidad.

Estaciones

Pantallas Estación Cavaleri 100%
Falta por construir la losa del vestíbulo y el resto de la Estación en superficie.

El avance general de la obra civil en este tramo se puede estimar en un 75%.

Tramo I. Estación de Blas Infante - Universidad Pablo de Olavide

Este tramo discurre por los Municipios de Sevilla y Dos Hermanas.

Tiene una Longitud de 8.705 m según las siguientes características:

Total subterráneo	7343 m
Túnel existente vía doble	3098 m
Túnel nuevo (2 túneles)	2114 m
Túnel entre pantallas (excluyendo estaciones)	1306 m
Tramos en superficie	1362 m
Viaductos	936 m
Estaciones existentes	5
Estaciones nuevas	8

Hasta el momento se está ejecutando la obra civil, teniendo el siguiente avance:

Túnel existente vía doble 30 %

Este tramo comprende desde la Estación de Nervión hasta la Estación de Cocheras (Tramo construido con anterioridad). Se han realizando labores de impermeabilización y demolición de andenes para adaptarlos al nuevo material móvil.

Túnel nuevo (2 túneles) 7%

Los trabajos correspondientes a la tuneladora comenzaron el día 11 de agosto de 2005, habiéndose excavado hasta el momento 360 metros del túnel correspondiente a la margen izquierda (nº pares de la Calle República Ar-

gentina). En la actualidad la tuneladora se encuentra en la estación de Plaza de Cuba realizándose una parada técnica programada.

Túnel entre pantallas 90 %

Se ha finalizado el tramo entre Blas Infante y la Estación de Parque de los Príncipes 537 m.

En el tramo entre la Estación de San Bernardo y Nervión de 769 m., se han construido aproximadamente 730 m. de pantallas y 198 m de losa de cierre. Quedando por hacer la excavación de tierras entre pantallas y la construcción de contrabóveda.

Viaductos (Guadaira)

Se ha construido la cimentación y alzado del estribo 1 y 15 pilas (incluido dinteles) de las 29 previstas. Solamente se está construyendo el tramo hasta la zona de cocheras, el resto de pilas no se podrá construir hasta no tener el trazado definitivo del Tramo II.

Estaciones existentes 0 %

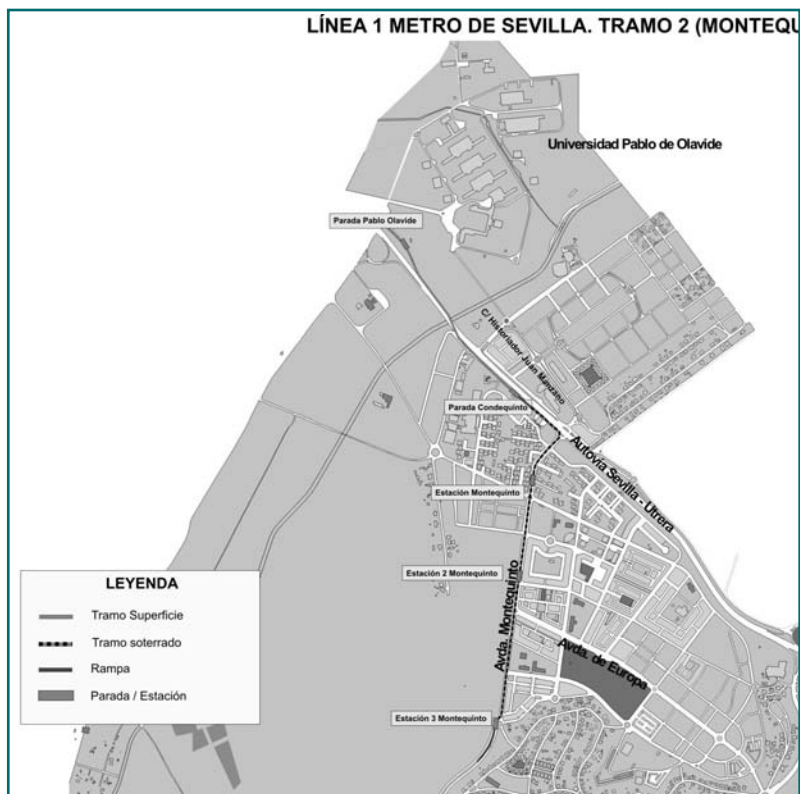
Aún no se dispone de los proyectos definitivos.

Estaciones nuevas 60 %

La Estación de Blas Infante se está finalizando la obra civil, quedando por hacer la parte de arquitectura.



Túnel Estación Plaza de Cuba.



Se ha finalizado la obra civil de las estaciones de Parque de los Príncipes y Plaza de Cuba.

En la Estación del Prado de San Sebastián se está excavando el 2º nivel bajo el vestíbulo.

En la Estación de San Bernardo se están construyendo las pantallas. Estas se deben modificar en alzado para adaptarlo al proyecto de la Universidad que se está redactando en la actualidad.

Excavaciones arqueológicas (100 %)

Se han descubierto los siguientes restos arqueológicos:

- En la Calle San Fernando existe la cimentación de la muralla y barbacana de Sevilla. Se ha aprobado el cambio de ubicación de la Estación de Puerta de Jerez bajo el aparcamiento situado entre el Edificio Cristina y los jardines. En la actualidad se está redactando el Proyecto de Construcción de la estación en dicha ubicación.
- En el cerro de Nuestra Señora del Loreto en San Juan de Aznalfarache han aparecido restos de una muralla islámica del siglo XII y restos de poblamiento de época ibérica, romana e islámica, lo que ha obligado a modificar el sistema constructivo en esta zona. El Proyecto Constructivo de forma que no se afecten los restos, se

ha entregado a FCCAA el mes de Octubre de 2005. Ha sido aprobado y se ha comenzado a realizar el movimiento de tierras en la boquilla lado Sevilla.

El avance general en este tramo se puede estimar en un 40%.

Tramo II Universidad Pablo de Olavide - estación Olivar de Quintos

En este tramo se han producido numerosas demandas ciudadanas, de la Universidad Pablo de Olavide y del Ayuntamiento de Dos Hermanas, por lo que se ha elaborado un Proyecto de Trazado con una alternativa al trazado previsto.

Este Proyecto se ha sometido al oportuno trámite de Información Pública. Se han recibido 17 alegaciones. Se ha elaborado un informe contestando a dichas alegaciones y la Concesionaria está elaborando el oportuno Proyecto de Construcción. Dicho proyecto será entregado en el mes de Mayo de 2006, para comenzar los trabajos de construcción en el primer semestre de este año.

Material móvil

Al ser un prototipo ha sido necesario preparar una Ingeniería de Desarrollo. Estos trabajos se pueden considerar que se han cumplido al 100%.

De las 17 unidades encargadas a la Empresa CAF se están construyendo 7 unidades. Del resto de material, bogies, etc... se ha construido la totalidad de material necesario.

El avance total de los trabajos en el material móvil se puede estimar en un 60%.

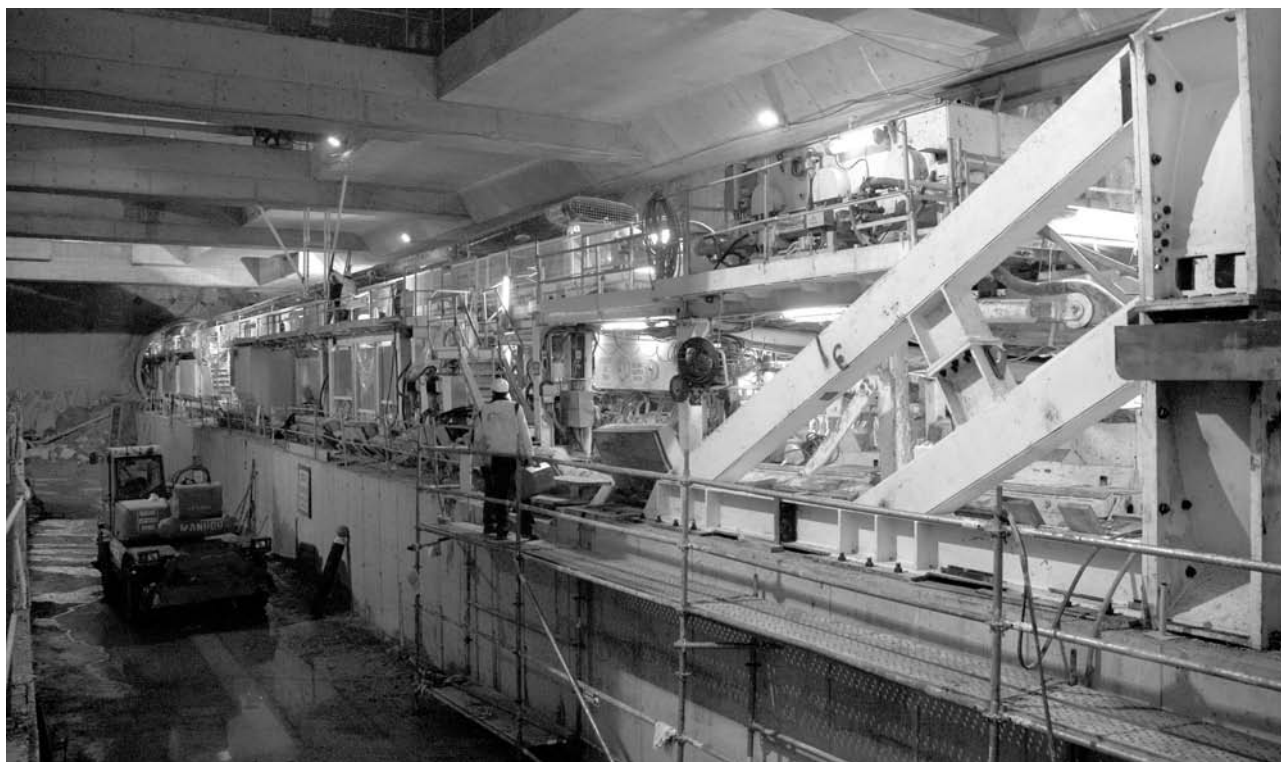
En la actualidad se está trabajando en el 75% de la longitud total de la Línea 1.

Estaciones

El número de estaciones de la Línea 1 Interurbana del Metro de Sevilla asciende a 23 unidades. La distancia media entre estaciones es de 585 metros y la profundidad media de las subterráneas es de 10,4 m. La longitud de andenes es de 65 m por estación de las 11 son de tipología de andén central único y 12 de dos andenes laterales.

Tuneladora

La fabricación de la Tuneladora se encargó a la empresa canadiense LOVAT Inc., empresa líder en el mundo del diseño y fabricación de máquinas de última generación y equipos auxiliares para la construcción de todo tipo de túneles; metro, ferrocarriles, carreteras, conducciones de agua, accesos a minas, túneles para tele-cabinas, etc.



Back up de la tuneladora.

LOVAT Inc. fue fundada en 1972 por Richard Lovat, siendo su propósito inicial mejorar la seguridad y eficiencia en trabajos subterráneos. Desde entonces LOVAT ha construido más de 211 Tuneladoras y ha completado más de 380 proyectos de túneles en los cinco continentes.

Desde Seattle hasta Singapore, las máquinas LOVAT han excavado más de 12.000 metros de túnel en más de veinte países. Cabe destacar que LOVAT ha trabajado en todo tipo de terrenos y con una amplia gama de diámetros (entre 1,5 y 14 metros).

En la actualidad, LOVAT dispone de unas modernas instalaciones de más 14.000 metros cuadrados en Toronto y tiene una plantilla de más de 300 ingenieros encargados del diseño y producción, control de calidad, asistencia técnica, servicios especiales y ventas.

LOVAT es en estos momentos la única empresa fabricante de Tuneladoras que diseña, fabrica, ensambla y prueba sus máquinas. Como dato significativo cabe destacar que a pesar de exportar el 98% de su producción, el 85% del total de sus componentes han sido fabricados en su factoría de Toronto.

Las últimas obras realizadas en el mundo con máquinas LOVAT de similares características a la máquina que se está fabricando para la construcción de los túneles del Metro de Sevilla son:

- Metro de Lisboa, Portugal.
- CN Rail Túnel, Canadá

- Metro de Valencia, Venezuela
- Passante Ferroviario di Bologna, Italia
- CTRL. Contract 250, U.K.
- Metro di Torino, Italia
- Acceso a mina de carbón en Cape Breton, Canadá
- Metro de Madrid, España
- Línea RER D, París
- Metro NEL, París
- Metro Washington, Usa.

TUNELADORA TBM modelo RME 238 SE LOVAT.

FICHA TÉCNICA BÁSICA

Dimensiones:

- Diámetro exterior:** 6,06 metros
(equivalente a una vivienda de dos alturas).
- Longitud de TBM:** 10 metros
(equivalente a un autobús municipal)
- longitud del Back-UP:** 95 metros
(equivalente a un campo de fútbol)

Otros datos técnicos:

- Voltaje de trabajo: 600 V.
- Potencia de corte en cabeza: 1.020 KW.
- Potencia total de trabajo: 2.107KW. (igual potencia para 500-600 viviendas).
- Avance medio: 12 m/d.

Material Móvil

El Material Móvil diseñado especialmente para el Metro de Sevilla, consiste en vehículos multiarticulados compuesto de 5 módulos, 3 de ellos apoyados en un sistema de rodadura.

Está concebido con las últimas tecnologías existentes dentro de este tipo de material, destacando los siguientes conceptos:

- **Modularidad.** Este tipo de vehículo está basado en una serie de módulos acoplables de tal forma que permiten ampliar la longitud, y por tanto la capacidad de los trenes.
- **Accesibilidad.** El vehículo responde al concepto de 100% piso bajo, con una altura del piso de 350 mm sobre el carril, en toda su longitud, para permitir un fácil acceso tanto a personas con movilidad reducida como para personas mayores, carritos de niños, etc., puesto que desde la acera se accede directamente al vehículo sin ningún escalón.
- **Pasillo de intercurrencia.** La unión de los diferentes módulos que componen el tren se realiza mediante un pasillo de una gran amplitud que permite una fácil circulación de los viajeros a lo largo del vehículo, con lo cual, al mismo tiempo que una mejor distribución para la comodidad de los pasajeros, se consigue un mayor grado de seguridad, al no dejar módulos aislados.
- **Personas de movilidad reducida (PMR).** Además de la facilidad de acceso comentada en el capítulo de Accesibilidad, está previsto la ubicación dentro del tren de un espacio para personas discapacitadas en sillas de ruedas, con un mecanismo de anclaje de la misma, asegurando la inmovilidad durante el viaje y con los elementos adecuados de aviso al conductor.
- **Equipo de tracción.** Responde a la tecnología trifásica con la electrónica de última generación, lo que supone menor peso, menor consumo de energía y un mantenimiento mínimo.
- **Freno de recuperación.** El sistema básico de freno es eléctrico, con recuperación de energía, es decir, devolviendo energía a la red durante la fase de frenado. Con este sistema, se pueden conseguir ahorros considerables de consumo (entre un 20 y un 30%). También dispone de freno mecánico interrelacionado con el eléctrico para asegurar el frenado, aunque el diseño prioriza el uso del eléctrico minimizando el consumo de energía y el desgaste de elementos mecánicos.
- **Información.** Los vehículos están informatizados para conseguir de forma automática:
 - Control de marcha del tren
 - Información al viajero
 - Ayuda a la conducción

- **Diagnóstico de averías y ayuda al mantenimiento.** El sistema de Control y Diagnóstico realiza como funciones principales las siguientes: control de los equipos auxiliares de la unidad, indicación al maquinista mediante el terminal de cabina de las averías o incidencias ocurridas y su recomendación asociada.

La conducción en túneles y en zonas de traza exclusivas para el metro ligero, se realiza supervisada por un sistema de protección automática (ATP) que conmutará a un sistema de conducción manual con marcha a la vista pero con priorización semifórica en la circulación del metro ligero a la intemperie cuando comparte viales.

- **Caja Negra.** La unidad dispone de un registrador de eventos o caja negra que recoge los parámetros necesarios para en caso de accidente analizar las incidencias ocurridas antes del mismo.

- **Comunicaciones.** Como un elemento de seguridad, incorpora un sistema de Tren-Tierra, que mediante radiotelefonía digital TETRA de última generación que permite comunicación entre el Puesto de Control Central y el conductor del tren. Así pues ante cualquier incidencia el conductor se puede ver auxiliado por especialistas que desde dicho Puesto de Control Central le asesoren para una mejor información a los viajeros y una más rápida resolución de los problemas que se produzcan durante la explotación. Adicionalmente, los trenes equipan sistemas de megafonía para establecer comunicaciones entre las cabinas de conducción y los recintos de viajeros.

Asimismo, mediante un sistema de fibra óptica en toda la red se puede establecer, a través del Puesto de Control Central, comunicación con Protección Civil, Policía, Bomberos, etc.

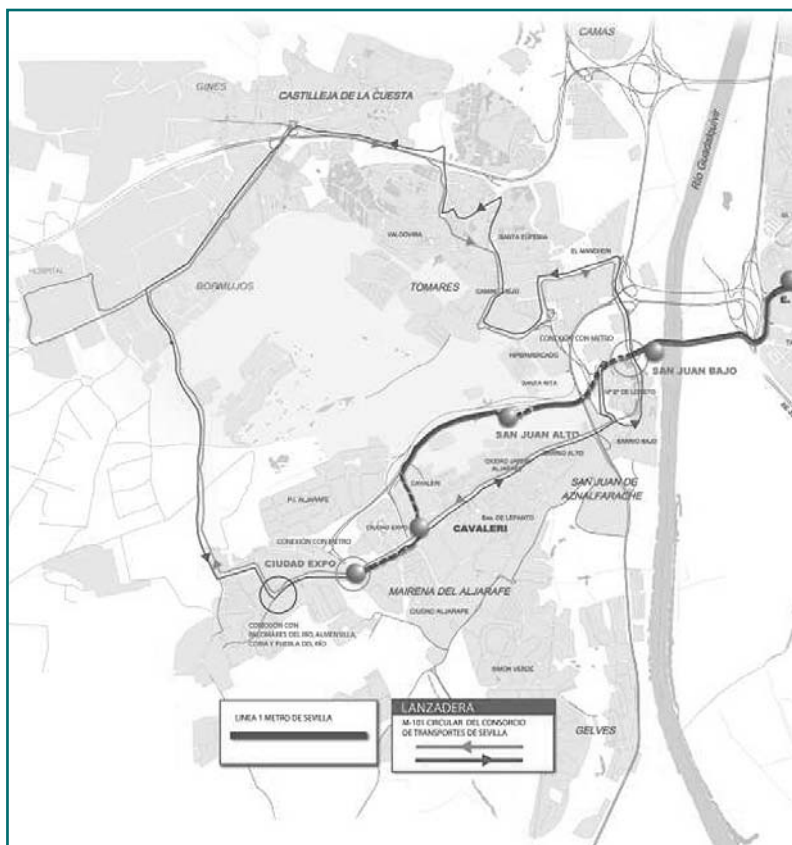
- **Confort.** El tren está concebido para facilitar un alto grado de confort y seguridad al pasajero, creando un espacio luminoso, con climatización, seguridad ante el fuego e insonorización.

- **Respecto al medio ambiente.** Para amortizar la emisión de ruidos y vibraciones, tanto al interior de los vehículos como al exterior, se utilizan ruedas elásticas, basadas en un sistema acero-caucho.

Obras adicionales

Conexión de la Línea 1 de Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra

La inversión prevista para la puesta en marcha del servicio de conexión de la línea 1 de Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra, ascenderá a unos 98 millones de Euros (incluido material móvil). Se ha dividido en 2 tramos,



de los que se acaba de licitar la redacción de ambos proyectos constructivos

El tramo I comprende el trazado desde la Universidad Pablo de Olavide hasta Adufe y el tramo II discurre entre Adufe y Monte Carmelo.

Se trata de un ramal de conexión de unos 12 km. (con un total de 10 estaciones) que conectará desde la Universidad Pablo de Olavide hasta Monte Carmelo. El trazado se proyecta en superficie en toda su longitud, a excepción de un tramo paralelo a la A-92 (ya en Alcalá de Guadaíra) que se proyecta en subterráneo. La frecuencia estimada de paso en hora punta sería de un vehículo cada 10 minutos, con una puesta en marcha del servicio de 5 vehículos 100% piso bajo (para permitir el acceso a personas de movilidad reducida). La demanda estimada a los 10 años de la puesta en marcha del servicio está cercana a los 5 millones de viajeros/año.

Descripción detallada del trazado

El trazado de la ampliación de la Línea 1 del Metro de Sevilla a Alcalá de Guadaíra, comienza en la Línea 1, tras la estación de la "Universidad Pablo Olavide" donde se separa de la misma a la altura del paso del Canal del Bajo Guadalquivir hacia el Este. Continúa paralelo al cami-

no de servicio del Canal del Bajo Guadalquivir bordeando la Universidad por su borde sur, donde se ubica estación de "El Canal" que recogerá parte de los tráficos de la Universidad y de la Barriada de Condequinto. A continuación cruza los terrenos del futuro Parque Tecnológico de Alcalá de Guadaíra, donde se proyecta una nueva estación del "Parque Tecnológico" a 2 Km. de la Estación El Canal.

El trazado prosigue paralelo a la plataforma ferroviaria del antiguo corredor de "Los Panaderos" (Sevilla-Alcalá de Guadaíra-Mairena del Alcor-Carmona) hasta salvar el actual ferrocarril, La Negrilla-Polígonos Industriales del entorno de la A-92, tras la que se sitúa sobre la antigua plataforma hasta alcanzar el núcleo urbano. En este tramo se ubican tres estaciones en "Polígono la Red", "Venta Liebre" y "Polígono Cabeza Hermosa".

Al alcanzar el núcleo urbano, la traza gira hacia el Noroeste, cruzando a distinto nivel bajo la carretera SE-410 y continuando por el bulevar de la fortuna Avenida del Zacatín. En este tramo se ubica la estación de "Zacatín".

El trazado gira al sudoeste al alcanzar la A 92 en subterráneo mediante un falso túnel y sigue paralela a esta por el carril de servicio de la misma. En este tramo se ubican las estaciones de "La Paz" y "Pablo VI".

A continuación la traza gira al sur por la nueva ordenación urbana de la zona para finalizar en la estación "Monte Carmelo" al borde de la travesía Alcalá de Guadaíra, Mairena del Alcor y El Viso del Alcor.

Resumen de Características Técnicas

Longitud: 12.179,722 m.

El trazado discurre en plataforma reservada y plataforma segregada:

L. Plataforma reservada nuevo ramal: 6.080 m.

L. Plataforma segregada nuevo ramal: 6.100 m.

Cuando discurre en plataforma reservada, va con vía en placa y una velocidad máxima de 50 km/h. mientras que cuando lo hace en plataforma segregada (aprovechando el trazado del antiguo "tren de los Panaderos") la vía va en balasto y la velocidad máxima oscila de los 70 a los 100 km/h.

Estaciones

Las estaciones van en superficie a excepción de la proyectada como "Estación de la Paz", paralela a la A-92 que será subterránea. Las estaciones de zona interurbana se configuran con andenes laterales y las estacio-

nes de zona urbana lo hacen con andén central. La longitud aproximada de cada estación es de 65 m.

Material móvil

Se utilizará un vehículo tipo metro ligero, 100% piso bajo, bicabina de unos 33 m. de longitud, con capacidad para unos 200 pasajeros (56 de ellos sentados).

Otros proyectos

La red metropolitana se completará con los proyectos de conexión de la Línea 1 del metro de Sevilla con Dos Hermanas y el tranvía del Aljarafe. Estas dos iniciativas, aún en fase estudio informativo, junto a la prolongación de la línea 1 hasta Alcalá de Guadaíra, supondrá una inversión conjunta de más de 190 millones de euros.

También está previsto que durante el presente año se liciten la redacción de los proyectos constructivos de las líneas 3 y 4 del Metro de Sevilla.

Obras de protección del Paso de la Línea 1 del Metro de Sevilla bajo el río Guadalquivir (Afección al lecho del Canal Alfonso XIII)

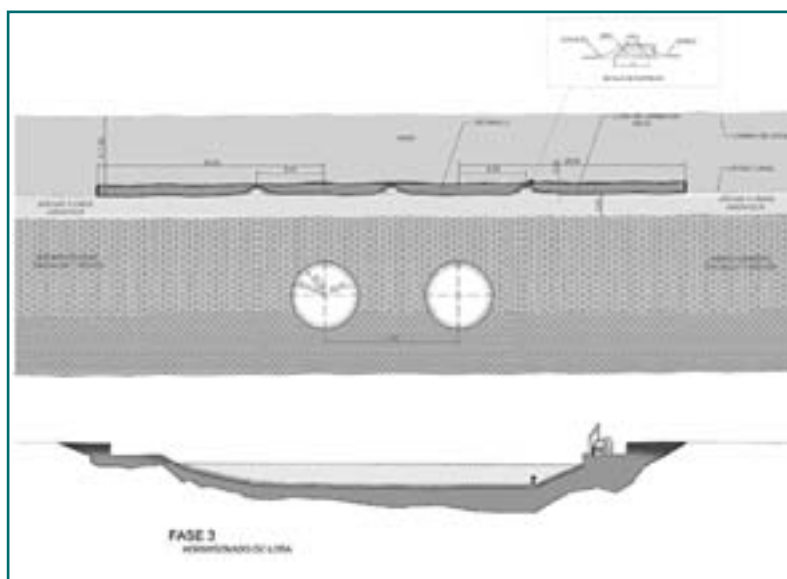
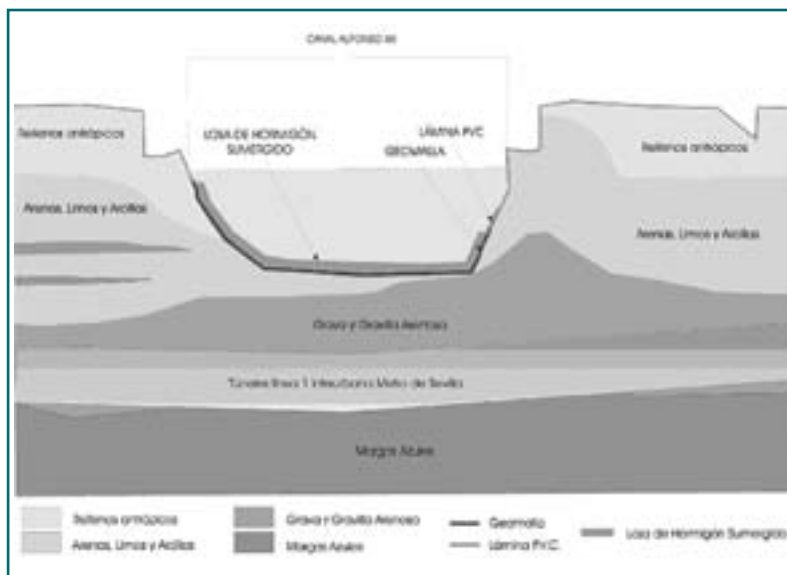
El trazado de la línea 1 Interurbana de Metro de Sevilla atraviesa mediante dos túneles el Canal Alfonso XIII.

Para la definición de la solución adoptada para la ejecución de los Tratamientos del Lecho del Canal de Alfonso XIII se han realizado expresamente un *levantamiento batimétrico* así como una *campana de sondeos geotécnicos*.

La solución adoptada consta de los siguientes elementos

1. Ejecución de un *Losa de Fondo de Hormigón* en masa, que dificulta el acceso del agua al frente de excavación, alargando los recorridos de flujos de agua y disminuyendo la velocidad del mismo. Esta losa de hormigón tendrá unos 0,80 m. de canto y 52 m. de anchura total.

Para la colocación de la losa se necesitarán previamente la colocación de rastreles (tres líneas de hormigón situadas en el fondo del cauce que servirán de anclaje para la geomalla) sobre los que se colocará una geomalla con el fin de evitar que al colocar la losa, ésta pueda llegar a romperse por los



asientos diferenciales. El proceso de hormigonado de la losa se llevará a cabo mediante buzos.

2. Ejecución de una *impermeabilización* en la zona de apoyo del dique en el margen izquierdo del canal (lámina de P.V.C.)

Esta solución ya se ha adoptado satisfactoriamente en la construcción de túneles como los referentes a la Construcción del Metro de Kazan (Rusia), Botlek Tunnel (Holanda), Línea 9 del Metro de Barcelona, Metro de Singapur, etc..

El presupuesto global de la actuación rondará los 3 Millones de Euros y el plazo de ejecución se aproximará a los 6 meses. ♦