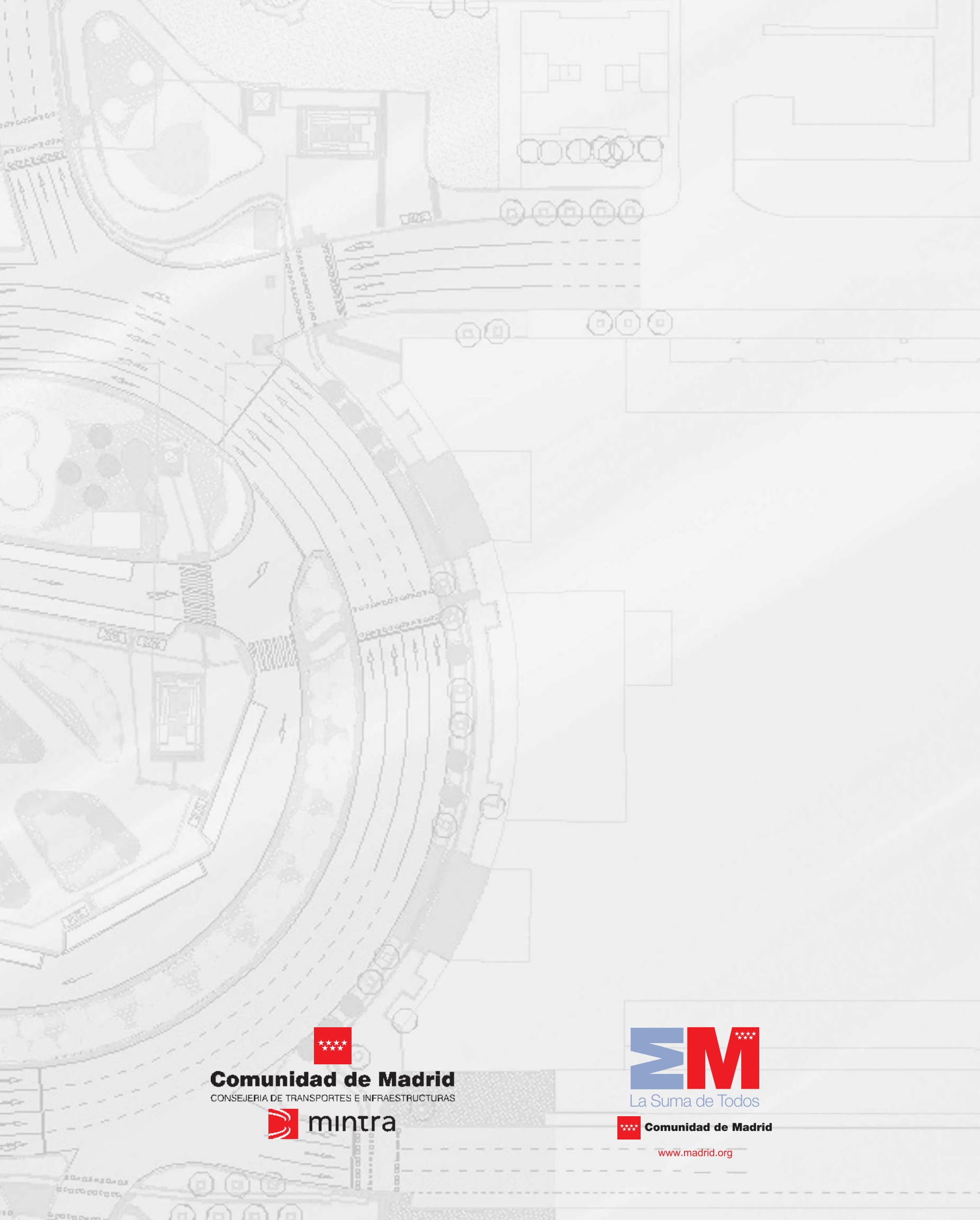


PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MADRID A LAS ROSAS



Comunidad de Madrid
CONSEJERIA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS



mintra



La Suma de Todos



Comunidad de Madrid

www.madrid.org

DIRECCIÓN

MINTRA, MADRID INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE

- Jesús Miguel Trabada Guijarro
Consejero Delegado de MINTRA
(Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)
- Antonio González Jiménez
(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)
- José María Díaz Retana
(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)
- Abelardo Silva Morán
(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)
- Rafael Villafañez Esteban
(Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales)

COORDINACIÓN Y EDICIÓN

MINTRA, MADRID INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE

- José Antonio Martín Martín
(Arquitecto)
- Ramón Peñuelas Horcajo
(Ingeniero Técnico de Obras Públicas)
- Valentín Rodríguez Rodríguez
(Ingeniero Técnico de Obras Públicas)

COLABORACIONES

DOCUMENTACIÓN Y COORDINACIÓN FOTOGRÁFICA

- Juan Carlos Melero Blanco
- Archivo MINTRA
- Mauricio Antón Ortúzar
- Aurora Moya Rodríguez
- Ediciones La Librería

DOCUMENTACIÓN Y COORDINACIÓN INFORMÁTICA

- Eloísa Sánchez Sánchez

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN

- Tina Moro Luis

IMPRESIÓN

- Albatros, Servicios Integrales de Comunicación

PRESENTACIÓN 4
CAPÍTULO 1:
UNA HISTORIA DE BARRIOS

• Paleontología	8
• Arqueología	10
• Urbanismo	10
• Las ampliaciones de la Línea 2: efemérides	14
• Bibliografía	19

CAPÍTULO 2:
PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2: OBRA CIVIL

• Antecedentes	22
• El proyecto	24
• Planta y alzado	25
• Características geológicas, geotécnicas e hidrológicas	28
• Las estaciones	30
• Pozo de ventilación	40
• Salida de emergencia	44
• Pozos de abastecimiento	46
• Pozo de extracción	48
• Estacionamiento Las Rosas	52
• Cocheras Ventas	56
• Cocheras Canillejas	60
• El túnel	61
• La vía	70
• Control de calidad en la obra	71
• Equipos de profesionales que han participado en las obras	74

CAPÍTULO 3:
INTEGRACIÓN AMBIENTAL

• Introducción	78
• Control de la calidad del aire	79
• Control de emisiones acústicas	80
• Protección del sistema hidrogeológico	81
• Gestión de tierras	82
• Gestión de residuos	84
• Protección de la vegetación	85
• Resultados y conclusiones	87

CAPÍTULO 4:
LA ARQUITECTURA Y LOS ESPACIOS ABIERTOS

• El diseño de las estaciones actuales	90
• Las estaciones nuevas	92
• Aspectos constructivos	104
• Templetes	109
• Accesibilidad Universal	113
• Los espacios abiertos	116
• Instalaciones	130
• Un mural en la estación de Alsacia	134

CAPÍTULO 5:
AUSCULTACIÓN Y CONTROL DE LA INSTRUMENTACIÓN

• Introducción	138
• Clasificación del nivel de control	138
• Frecuencia de lecturas y seguimiento de la instrumentación	140
• Control del túnel	143
• Nuevo modelo Madrid	144

CAPÍTULO 6:
LA ARQUEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA EN LAS OBRAS

• Introducción	148
• Descripción de los trabajos realizados y metodología	149
• Resultados y conclusiones	153
• Bibliografía	155

CAPÍTULO 7:
LA SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS

• Introducción	158
• Organización preventiva	159
• Implantación de la seguridad en obra	162
• Coordinación de actividades empresariales	168
• Datos estadísticos	169

EMPRESAS CONTRATISTAS: OBRA CIVIL
EMPRESAS CONTRATISTAS: INSTALACIONES



PRESENTACIÓN

El día 16 de marzo de 2011, la Presidenta de la Comunidad de Madrid inauguró la ampliación de la Línea 2 de Metro de Madrid a Las Rosas.

Las cuatro nuevas estaciones: La Almudena, Alsacia, Avenida de Guadalajara y Las Rosas, permitirán a más de 65.000 vecinos disponer de una mayor movilidad y comodidad en sus desplazamientos por nuestra ciudad de Madrid.

Vaya nuestro primer recuerdo y agradecimiento a todas las personas que, de alguna manera, con su paciencia o con su colaboración técnica o administrativa nos han hecho más fácil llevar a buen puerto la prolongación de la Línea 2.

La ejecución de las obras de extensión de la red de Metro precisa de la colaboración del conjunto de las Administraciones implicadas. Nos honra reconocer la ayuda recibida de los compañeros del Consorcio de Transportes y de la Consejería de Transportes e Infraestructuras a la que estamos adscritos. Con ellos hemos trabajado, codo con codo, desde la planificación previa hasta la puesta en marcha de todos los elementos que componen el conjunto de la obra ejecutada. También debemos mencionar la colaboración recibida de los representantes de otros organismos pertenecientes a otras Consejerías de la Comunidad de Madrid, al Ayuntamiento de Madrid y a la Administración Central, sin la que hubiera sido imposible desarrollar nuestro trabajo.

Nos agrada recordar de forma especial el trabajo diario realizado junto a los compañeros de Metro de Madrid, con los que, como en otras ocasiones, se han coordinado todas las fases de la obra y que han intervenido de forma fundamental en la implantación de las instalaciones de la línea y de las estaciones.

Presentamos hoy una pequeña publicación sobre los aspectos de todo tipo, técnicos, culturales o sociales, que definen y caracterizan la ejecución de las obras, en la que nuestros ingenieros “más cultivados”, como siempre, se vuelcan en hacer entretenida y amena su lectura.

Entre los detalles periféricos y colaterales a la obra sorprende la singular entrevista a nuestro galardonado artista Luis Gordillo, autor del magnífico mural que los usuarios del Metro pueden ver en la estación Alsacia y que esperamos sirva de acicate a las jóvenes promesas para abrirse paso en el competitivo mundo de las artes plásticas.

No podían faltar las referencias clásicas a la Seguridad y Salud, a la Integración Ambiental, a la Arqueología y la Paleontología por las que MINTRA hace siempre el mejor y mayor esfuerzo técnico y económico de la mano de sus ingenieros más especializados, dirigidos y apoyados por nuestra Directora de Obra, la ingeniera Pilar Jiménez Martínez y sus colaboradores más inmediatos, los ingenieros técnicos Nieves Nieto Ruiz de Zárate y Ramón Peñuelas Horcajo.

Para los aficionados a la geotecnia os reservamos una sorpresa en el Capítulo 5: auscultación e instrumentación.

Con la tonelada de datos obtenidos por la USAC (Unidad de Seguimiento, Auscultación y Control) en las obras de ampliación del Metro en las legislaturas 2003-2007 y 2007-2011, el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Fernando Díez Rubio, en su tesis doctoral, ha conseguido revisar y poner al día una nueva formulación para la estimación de asientos por el Nuevo Modelo Madrid (NMM).

Nuestro reconocimiento al esfuerzo de la empresa constructora formada por la Unión Temporal de FCC CONSTRUCCIONES y ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A., así como a todas las empresas que han ejecutado las Instalaciones y Asistencias Técnicas, cuyos profesionales, como siempre, han hecho un magnífico trabajo.

Para terminar no podía faltar un recuerdo cariñoso y agradecido para todos los trabajadores que han participado en la construcción de la prolongación de la Línea 2, que han venido de 23 países en busca de mejores perspectivas de futuro.

Jesús Miguel Trabada Guijarro

(Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

Consejero Delegado de MINTRA

CAPÍTULO 1

UNA HISTORIA DE BARRIOS

Paleontología	8
Arqueología	10
Urbanismo	10
Las ampliaciones de la Línea 2: efemérides	14
• El 14 de junio de 1924 entró en servicio el primer tramo de la nueva Línea II Sol-Ventas	17
• El 21 de octubre de 1925 se inauguró un nuevo tramo de la Línea II, Sol-Quevedo	17
• El 10 de septiembre de 1929 se abrió al público el tramo de Línea II Quevedo-Cuatro Caminos	18
• El 16 de febrero de 2007 fue inaugurada la cuarta ampliación de la Línea 2 por la Presidenta de la Comunidad de Madrid	18
• El 16 de marzo de 2011 fue inaugurada por la Presidenta de la Comunidad de Madrid la quinta ampliación de la Línea 2, desde La Elipa hasta Las Rosas	18
Bibliografía	19

José María Díaz Retana

(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)
Director de Área de Proyectos y Obras II
MINTRA

Valentín Rodríguez Rodríguez

(Ingeniero Técnico de Obras Públicas)
MINTRA

Carlos Caballero Casado

(Arqueólogo)
Equipo Coordinador MINTRA-D.G.P.H.

María Elena Nicolás Checa

(Paleontóloga)
Equipo Coordinador MINTRA-D.G.P.H.



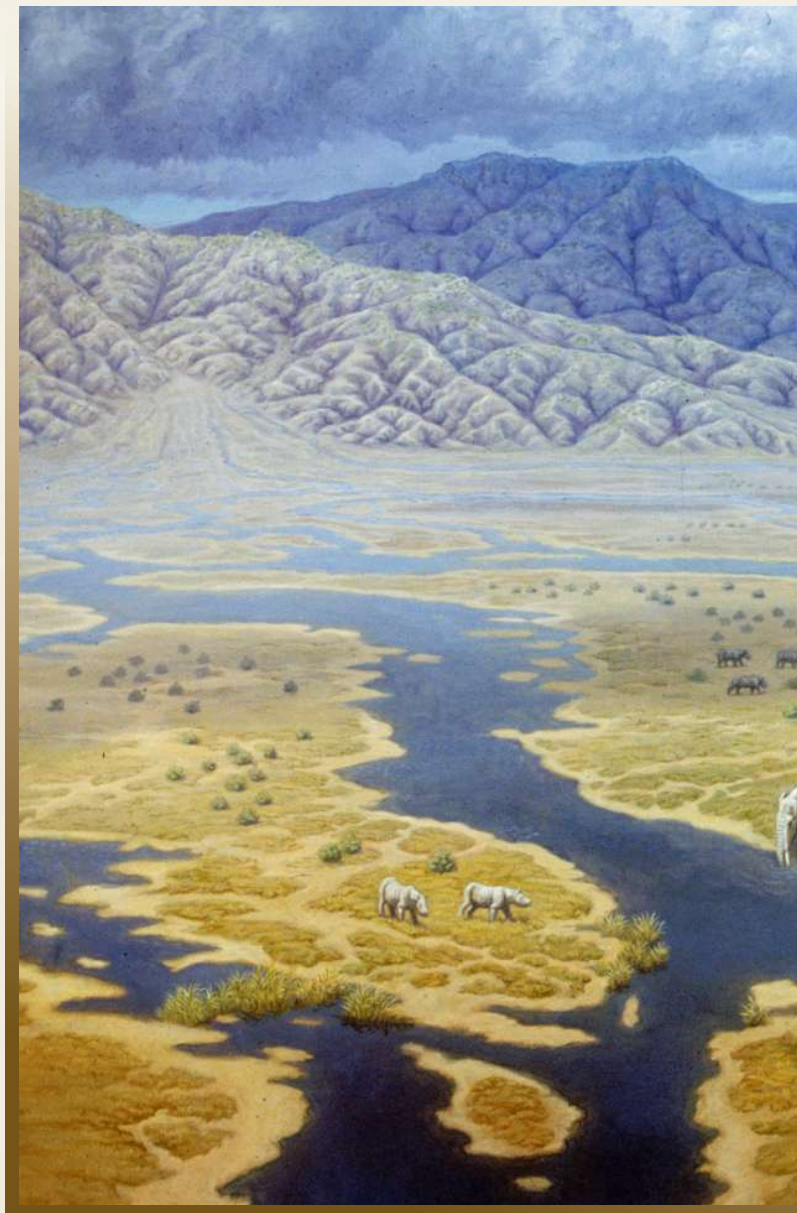


CAPÍTULO 1: UNA HISTORIA DE BARRIOS

Al sureste de la ciudad de Madrid se sitúan los distritos de Ciudad Lineal y San Blas, por cuyos barrios más meridionales discurre la ampliación de la Línea 2 de Metro. La relativamente reciente construcción de estos barrios no impide que pueda realizarse de ellos un bosquejo histórico, siquiera sea apresurado, que sirva para contextualizar la zona a la que ahora llega el Metro.

PALEONTOLOGÍA

Las peñuelas, margas y arcillas que conforman los materiales geológicos han conservado los yacimientos fosilíferos que hace unos 16 millones de años se formaron en esta zona y que se pueden considerar como las primeras letras de esta larguísima historia. En el año 1990 se declaraba una zona de protección, aproximadamente un tercio de todo el suelo perteneciente a San Blas, nombrándola Bien de Interés Cultural (Zona Paleontológica de Ciudad Pegaso, O'Donnell y Cantera del Trapero). Desde ese momento hasta la actualidad, además de los mencionados yacimientos clásicos, nuevos desarrollos, también la construcción de nuevas estaciones de Metro, han necesitado excavar en el subsuelo y con ello, han vuelto a poner de manifiesto la riqueza paleontológica de la zona. Restos aislados de tortugas gigantes fósiles aparecieron por excavaciones en la calle Deyanira y en la vía de conexión con el Centro de Carga del Aeropuerto, se excavaron yacimientos con tortugas y mastodontes en diferentes números de la calle Euterpe, y cientos de restos de pequeños mamíferos, además de un trozo de las cuernas de una nueva especie de ciervo, hoy ya extinguido, se descubrieron al acometer la prolongación de la Línea 2 hasta La Elipa.





▲ Reconstrucción de la fauna y los ambientes de Madrid en el Aragoniense (Mioceno), cortesía de su autor, el paleoillustrador *Mauricio Antón*.



ARQUEOLOGÍA

Una rápida revisión de la arqueología de la zona remite necesariamente, como en tantos lugares de la periferia madrileña, a los trabajos de José Pérez de Barradas, que refiere la localización de vestigios paleolíticos en Vicálvaro (km 6 y 12 del ferrocarril de Aragón y caserío de Ambroz) y Canillas (en el Camino de la Cuerda, junto a la Ciudad Lineal).

En cuanto a periodos posteriores, en el entorno inmediato de San Blas destaca el hecho de que tampoco hay testimonios arqueológicos numerosos: así, la mayoría de los asentamientos romanos de que se tiene noticia se sitúan al norte de la antigua carretera de Aragón, vinculados al cauce del arroyo de Rejas, tratándose en todo caso de explotaciones

agrícolas de amplia cronología. En época musulmana en cierto modo se repite el esquema que hace de este lugar un vacío arqueológico, pues las poblaciones más cercanas debían de situarse en Ambroz, el Cerro Almodóvar y Barajas, además de en la propia ciudad de Madrid.

En época medieval el núcleo de población más cercano al distrito de San Blas continuaba siendo el pequeño caserío de Ambroz, situado al noroeste de Vicálvaro. Después del traslado de la capital a Madrid, en 1561, el lugar atravesado por la ampliación de la línea 2 del Metro se corresponde aproximadamente con campos situados en un polígono cuyos vértices serían los caseríos de Vicálvaro, Alameda, Canillejas y Ambroz.



URBANISMO

Consolidada la ciudad de Madrid desde la construcción de la cerca de Felipe IV (1625), que constreñirá a sus límites el crecimiento de la ciudad, los distritos que hoy recorre el nuevo tramo de la línea 2 de Metro, alejados de los caminos principales de acceso a Madrid, continuarán despoblados hasta bien entrado el siglo XIX.

De este modo, el principal hito con el que se encuentra el tramo inicial del trazado de la ampliación de la Línea 2 es el Cementerio de la Almudena, que comenzó a construirse en 1877 sobre terrenos pertenecientes a Vicálvaro, y anexionados al municipio de Madrid para proporcionar a la ciudad el suelo necesario para la necrópolis, que iría ganando

terreno mediante sucesivas ampliaciones (la última, en 1955). Al cementerio, en la actualidad la mayor necrópolis de Madrid, se accede por el que quizá sea su elemento más característico, el pórtico diseñado por Fernando Arbós.

La ampliación de la Línea 2 continúa discurriendo por el distrito de Ciudad Lineal, hasta alcanzar la calle de los Hermanos García Noblejas, donde se adentra en San Blas. El distrito de Ciudad Lineal recibe su nombre de la operación urbanística concebida por Arturo Soria a partir de 1882, que en principio debería haber circundado la capital y de la que, al final, se trazó tan solo el tramo actualmente formado por las calles de los Hermanos García Noblejas y Arturo Soria. El objetivo inicial de

la Ciudad Lineal era acabar con las insalubres condiciones del centro de Madrid mediante la construcción de viviendas unifamiliares dotadas de jardín y alineadas en torno a un eje que permitiese la circulación eficaz de los nuevos medios de transporte -la Ciudad Lineal habría de contar con un tranvía propio-, siguiendo siempre el lema “ruralizar la vida urbana, urbanizar el campo” (Sambricio, 1999: 61). La idea suponía trasponer a España los planteamientos que en materia urbanística estaban imperando en Europa en aquella época, es decir, el rechazo de la Gran Ciudad. Sin embargo, la idea de Soria hubo de enfrentarse a no pocas dificultades, la principal la ausencia de financiación oficial.

Al margen de la Ciudad Lineal de Arturo Soria, la ampliación camina por los barrios de Ventas y Pueblo Nuevo, cruzando la zona popularmente denominada “Barrio de Bilbao”, por localizarse en torno a la calle que, inicialmente denominada así, actualmente se conoce como Juan Boscán. La urbanización de esta zona del distrito, comprendida entre el arroyo del Abroñigal y la Ciudad Lineal, se produce por agregación, en los años 40 del siglo XX, con la construcción más o menos espontánea de casas bajas en las inmediaciones de la calle de Bilbao. Este primer poblado carecía de servicios municipales, y se abastecía, para el consumo de agua, de las fuentes públicas de la calle de Alcalá y del paso frecuente de aguadores; mientras que el alumbrado público no llegó a la zona hasta mediados de los años 50. La fisonomía del barrio cambió sustancialmente en los últimos años 60, momento en que las casas bajas fueron sustituidas paulatinamente por bloques de viviendas que, manteniendo la trama urbana, dan a la zona su aspecto actual, aunque aún se conserva algún testimonio de las primeras viviendas construidas en el barrio.



▲ Pórtico diseñado por Fernando Arbós en el Cementerio de La Almudena.



▲ Vista actual de viviendas alineadas en la calle de Gregorio Donas, en el Barrio de Bilbao.



▲ Graffitis en viviendas de los años 40 y 50, que aún sobreviven en la calle de Gregorio Donas.



▲ Detalle de ventanuco en una vivienda actual de la calle de Gregorio Donas.

Una vez superada la calle de los Hermanos García Noblejas la línea de Metro gira hacia el noreste y se adentra en el distrito de San Blas, formado por la unión de territorios anteriormente adscritos a los ayuntamientos de Canillejas, Barajas, Vicálvaro y, en menor medida, Canillas, anexionados a Madrid entre 1949 y 1951 dentro del proceso de formación del denominado “Gran Madrid”.

Esta zona no es objeto de atención por parte de los primeros planes urbanísticos (Castro, 1857; Núñez Granés, 1909; Zuazo y Jansen, 1929) y, si bien quedará incluida en los inconclusos proyectos iniciales de la Ciudad Lineal de Arturo Soria, no será hasta después de la Guerra Civil cuando comiencen a trazarse planes que involucren a este área situada al este de la capital. Sin embargo, estas primeras ideas no llegaron a ponerse en marcha, y en su lugar se instalaron núcleos de infraviviendas, habitadas en su mayoría por población inmigrante llegada a Madrid desde el ámbito rural y que escogió el extrarradio de la ciudad como lugar para vivir, donde formó barriadas obreras de grandes dimensiones.

En 1946 se aprobó el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, también conocido como Plan Bidagor en honor a su principal redactor, y que diseña la expansión de Madrid con criterios opuestos a los del Ensanche de Castro, y por tanto, en lugar de una corona de edificaciones sin espacios abiertos, contempla amplias zonas verdes en los bordes de la ciudad, una de las cuales corresponde, precisamente, al área actualmente ocupada por el distrito de San Blas. Poco después, en los primeros años 50, comienza a plantearse la necesidad de crear “poblados satélites” a la capital, entre los cuales se proyecta el de San Blas, donde ya existía un pequeño asentamiento espontáneo de población dispersa con poco más de 1.000 habitantes, y para el que se estima una población futura de unos 50.000 vecinos.

A partir de 1958 comienza la construcción, por parte de la Obra Sindical del Hogar, dependiente del Instituto Nacional de la Vivienda, del barrio conocido como “Gran San Blas”, lo que supuso la urbanización en apenas cuatro años de más de medio millón de metros cuadrados, y que se encuadraba dentro de una acción realizada a nivel nacional, pero centrada en las grandes ciudades, consistente en resolver rápidamente la necesidad de construir un gran número de viviendas sociales. La disposición predominante en el Gran San Blas será la de bloques abiertos de cinco alturas distribuidos escalonada y ortogonalmente, dirigidas a la clase obrera (bajo el lema oficial “ningún español sin hogar, ningún hogar sin lumbre”).

La incorporación a Madrid de los municipios colindantes, que se produjo entre 1948 y 1954, significó la creación del distrito de San Blas y la redacción de un nuevo Plan General, ya en 1963, el único que tendrá ámbito metropolitano. En él figura un primer diseño de lo que, mucho tiempo después, serán las circunvalaciones M-30 y M-40, y primará la construcción de amplias zonas “de bloque abierto” lo que, en la práctica, servirá para legalizar la actuación urbanística que dio origen al Gran San Blas y que se había desarrollado sobre zonas calificadas como verdes por el Plan General de 1944.

El Plan General de 1985, que trató de ordenar la periferia de Madrid, dio lugar, al nacimiento del nuevo barrio de Las Rosas, enclavado en un área que menos de un lustro antes había sido propuesta como zona verde por la Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid (Coplaco, 1981). Se trata de un ensanche que aúna el planteamiento tradicional de los ensanches del XIX (calles rectas y largas manzanas bien definidas) con los planteamientos del momento en materia urbanística, en particular amplias zonas verdes, baja densidad de edificación y creación de manzanas con jardín interior.



▲ Planeamiento y desarrollo del Gran San Blas, y los actuales ejes de Amposta y Pobladora del Valle (Bergera, 2009).



▲ Edificios de moderna construcción en la calle de Nicolás Salmerón junto al Parque de la Almudena.



LAS AMPLIACIONES DE LA LÍNEA 2: EFEMÉRIDES



▲ Plaza de Toros de las Ventas (1929). (2)

En junio de 1924 entró en servicio el primer tramo de la nueva Línea 2 de Metro Sol-Ventas. Desde esta fecha, a día de hoy, ha llovido un poco y justifica dedicar unos minutos a recordar algunas fechas y acontecimientos relacionados con el Madrid de esa época.

En el año 1919 se acordó implantar la jornada laboral de ocho horas, nació el Banco Central, la guerra de Marruecos tomó un cariz alarmante y Maura perdió las elecciones.

En octubre de 1919 los madrileños estrenaron el Metro. En la fecha prevista, el 17 de octubre, el Rey Alfonso XIII cortaba la cinta inaugural en la estación central de Cuatro Caminos del tramo del Línea I Cuatro Caminos-Sol.

A principios del año 1921 la Compañía Metropolitana dejaba clara su intención de iniciar las obras de la Línea Puerta del Sol-Ventas, comenzando por el tramo ya concedido de Sol hasta Goya, a lo largo de toda la calle Alcalá.

El 1 de julio de 1921 dieron comienzo los trabajos de construcción de la nueva Línea II, en el tramo de Sol hasta Goya.

En Madrid, el 3 de febrero de 1923, el Ministerio de Fomento dicta una Real Orden por la que se otorga a la Compañía Metropolitana Alfonso XIII la concesión de un ferrocarril subterráneo de tracción eléctrica desde la Puerta del Sol hasta la Glorieta de Quevedo.

Al día siguiente, 4 de febrero, se obtiene en la Compañía la máxima recaudación diaria en taquilla hasta esa fecha: dieciocho mil trescientas pesetas.

El 12 de abril de 1923 el sindicato único del ramo de la construcción, auxiliado por el de metalúrgicos, acordó declarar la huelga en los talleres de la Compañía Metropolitana. Los trabajadores del Metro habían nombrado un comité de huelga que reivindicaba la readmisión de los obreros despedidos al principio del conflicto, la jornada legal de ocho horas, el establecimiento de tres turnos de trabajo para abolir las horas extras, jornal mínimo de ocho pesetas, salario mínimo por especialidades, que eran las de piquetas, diez pesetas; ayudante de piquetas, ocho pesetas y ochenta céntimos; estibadores y albañiles, once pesetas; pinches, cinco pesetas.



▲ Desde 1919 la Compañía Metropolitana Alfonso XIII adoptó una norma rígida en cuanto al personal femenino: cuando una trabajadora se casaba, era despedida de la empresa. (1)

La presencia de mujeres empleadas en la plantilla de la Compañía fue uno de los elementos de atracción para público y periodistas. (1) ◀





▲ Estadio y parque Metropolitano. (2)

Los obreros se han declarado en huelga sin hacer petición previa alguna, ni cumplir los preceptos legales.

El 15 de mayo de 1923 un cronista deportivo del ABC daba la noticia de la inauguración del STADIUM METROPOLITANO. Contaba con un aforo para veinte mil personas, restaurante con terraza y campo de hierba de 105 x 75 m. El día de la inauguración se registraron protestas por los precios de ocho, seis y cinco pesetas en las entradas.

El día 1 de junio de 1923 se llegó a un acuerdo con los huelguistas; entre los acuerdos alcanzados, el del salario mínimo de siete pesetas.

■ **El 14 de junio de 1924 entró en servicio el primer tramo de la nueva Línea II Sol-Ventas.**

En la inauguración estuvieron los Reyes. La nueva Línea, de 3.816 m, era un inicio de una expansión futura. Desde Ventas del Espíritu Santo, donde daría servicio a la plaza de toros, en construcción llegaba hasta Sol, estación en la que se construyeron dos nuevas salidas: la de Gobernación y la de la calle del Carmen.

En la prensa de aquel día aplaudían los pasos construidos en la calle de Alcalá, frente al Banco de España, y para acceder al Banco de Bilbao, por cuyas galerías se podía atravesar gratuitamente, no solo los viajeros del Metro, sino todo el público en general.

■ **El día 21 de octubre de 1925 se inauguró un nuevo tramo de la Línea II, Sol-Quevedo.**

En la estación de Isabel II se hallaba terminado el andén especial previsto para el ramal a la estación del Norte. Las estaciones son de 60 m de longitud.

El 27 de diciembre de 1925 entraba en servicio la Línea de unión de la estación de Isabel II con la estación Norte. Una curiosidad: el precio del ramal fue fijado en quince céntimos.

En 1928 la Compañía Metropolitana solicitaba la prolongación de la Línea II, Sol-Quevedo hasta Cuatro Caminos, en una longitud de 1.450 m, enlazando por el norte las Líneas I y II, y las cocheras y talleres de Cuatro Caminos con las de Ventas del Espíritu Santo.



▲ La Compañía contaba inicialmente con su propia sección de construcción hasta 1926, fecha en que se iniciaría la colaboración con la empresa Agroman. (1)

- El 10 de septiembre de 1929 y sin ceremonia oficial, se abrió al público el tramo de Línea II Quevedo-Cuatro Caminos de 1.450 m, sin estación intermedia alguna.

En enero de 1930, Primo de Rivera abandonó la presidencia. Berenguer fue nombrado nuevo jefe de gobierno. Madrid contaba por entonces con más de novecientos cincuenta mil habitantes. (3)

En el año 1998 se inauguró la nueva estación de Canal, que conectaba con la Línea 7.

En el ámbito de las actuaciones previstas en el Plan de Ampliación de la Red de Metro dentro del periodo 2003-2007, la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid incluyó la prolongación de la Línea 2 de Ventas al Barrio de la Elipa, sin estaciones intermedias. La longitud del tramo es de 1.657 m. Las obras se iniciaron en noviembre de 2004.

- El 16 de febrero de 2007 fue inaugurada la cuarta ampliación de la Línea 2 por la Presidenta de la Comunidad de Madrid.

- El 16 de marzo de 2011 fue inaugurada por la Presidenta de la Comunidad de Madrid la quinta ampliación de la Línea 2, desde La Elipa hasta Las Rosas.

Los compañeros la relatan en este libro.



- ▲ (1) Citas y fotografías tomadas del libro de Aurora Moya *Metro de Madrid 1919-1989. Setenta años de historia*.
- (2) Fotografías cedidas por Ediciones La Librería.
- (3) El 28 de mayo de 1964, se inauguró una nueva ampliación de Ventas a Ciudad Lineal, con estaciones intermedias en El Carmen, Quintana y Pueblo Nuevo. Pero este trayecto fue posteriormente trasladado a la Línea 5.



BIBLIOGRAFÍA

Bergera, I. (2009): Obra Sindical del Hogar: tres décadas de vivienda social, *La vivienda protegida. Historia de una necesidad*, Madrid.

Castelo, R. y Cardito, L. M^a. (2000): *La romanización en el ámbito carpetano, El yacimiento romano de La Torrecilla: de villa a tugurium*, Madrid.

Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid (1981): *Documentos para difusión y debate: San Blas*, Madrid.

Lasso de la Vega, M. (2003): Del Ensanche al Gran Madrid: un siglo de expansión y transformación de la ciudad, *Arquitectura de Madrid*, O, Madrid.

Lasso de la Vega, M. (2009): El Instituto Nacional de la Vivienda de Federico Mayo y José Fonseca, *La vivienda protegida. Historia de una necesidad*, Madrid.

López, T. (1763): Descripción de la provincia de Madrid, Madrid.

López de Lucio, R. (2003): Planeamiento y desarrollo urbano de Madrid durante los últimos 40 años (1963/2002): expansión de la ciudad, salto metropolitano, estructuración interna, *Arquitectura de Madrid*, O, Madrid.

Los planes de ordenación urbana de Madrid, Comunidad de Madrid, Madrid, 1990.

Moya, A. (1990): *Metro de Madrid 1919-1989. Setenta años de historia*.

Moya, L. (1983): *Barrios de Promoción Oficial, Madrid 1939 - 1976. La política de promoción pública de vivienda*, Madrid.

Pérez de Barradas (1929): Los yacimientos prehistóricos de los alrededores de Madrid, *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, XI, Madrid.

Ruano, E., Dir. (2000): La arqueología madrileña en el final del siglo XX: desde la Prehistoria hasta el año 2000, *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, XXX.

Sambricio, C. (1999): Madrid: Ciudad - Región, I: de la ciudad Ilustrada a la primera mitad del siglo XX, Madrid.

Terán, F. de (1999): Madrid: Ciudad - Región, II: entre la ciudad y el territorio en la segunda mitad del siglo XX, Madrid.

Valenzuela, M. (2010): Los grandes cambios sociales en Madrid, de la posguerra al siglo XXI: inmigración y vivienda, *Sociedad y espacio urbano en Madrid en el siglo XX*, Madrid.

Ynzenga, B. (2010): Mega-barrios: la oportunidad perdida, *Sociedad y espacio urbano en Madrid en el siglo XX*, Madrid.

Zozaya, J. (2002): Asentamientos islámicos en la región de Madrid, *Testimonios del Madrid Medieval: el Madrid musulmán*, Madrid.

CAPÍTULO 2

PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2: OBRA CIVIL

Antecedentes	22
El proyecto	24
Planta y alzado	25
Características geológicas, geotécnicas e hidrológicas	28
Las estaciones	30
Pozos de ventilación	40
Salida de emergencia	44
Pozos de abastecimiento	46
Pozo de extracción	48
Estacionamiento Las Rosas	52
Cocheras Ventas	56
Cocheras Canillejas	60
El túnel	61
• Tratamientos del terreno	66
La vía	70
Control de calidad en la obra	71
Equipos de profesionales que han participado en las obras	74

Pilar Jiménez Martínez

(Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos)

Directora de las Obras. MINTRA

Ramón Peñuelas Horcajo

(Ingeniero Técnico de Obras Públicas)

Dirección de las Obras. MINTRA

Nieves Nieto Ruiz de Zárate

(Ingeniera Técnica de Obras Públicas)

Dirección de las Obras. MINTRA

Héctor Fernández Atares

(Arquitecto)

Dirección de las Obras. MINTRA

Fernando Díez Rubio

(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

USAC. MINTRA

Noelia Alonso Fernández

(Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos)

USAC. MINTRA

Javier de Castro Diéguez

(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

Jefe de la Asistencia Técnica
UTE SENER-TYPSA

David Pérez Ayuso

(Ingeniero de Minas)

Jefe de Obra. UTE Línea 2

José Carlos Aguilar Herranz

(Ingeniero Técnico de Topografía)

Jefe de Obra. UTE Línea 2

Jesús Rodríguez Martínez

(Ingeniero de Edificación)

Jefe de Obra Cocheras Ventas y Canillejas. UTE Línea 2

Carlos Zaragoza Mayor

(Geólogo).

Jefe de Auscultación. UTE Línea 2

David Carmona Lendinez

(Técnico Superior en Edificación y Obra Civil)

Oficina Técnica. UTE Línea 2

Ricardo Gallego Sanz

Oficina Técnica Delineación

U.T.E Línea 2

Manuel Sánchez Méndez

Oficina Técnica Delineación

U.T.E Línea 2

Almudena Santos Sánchez

Oficina Técnica Delineación

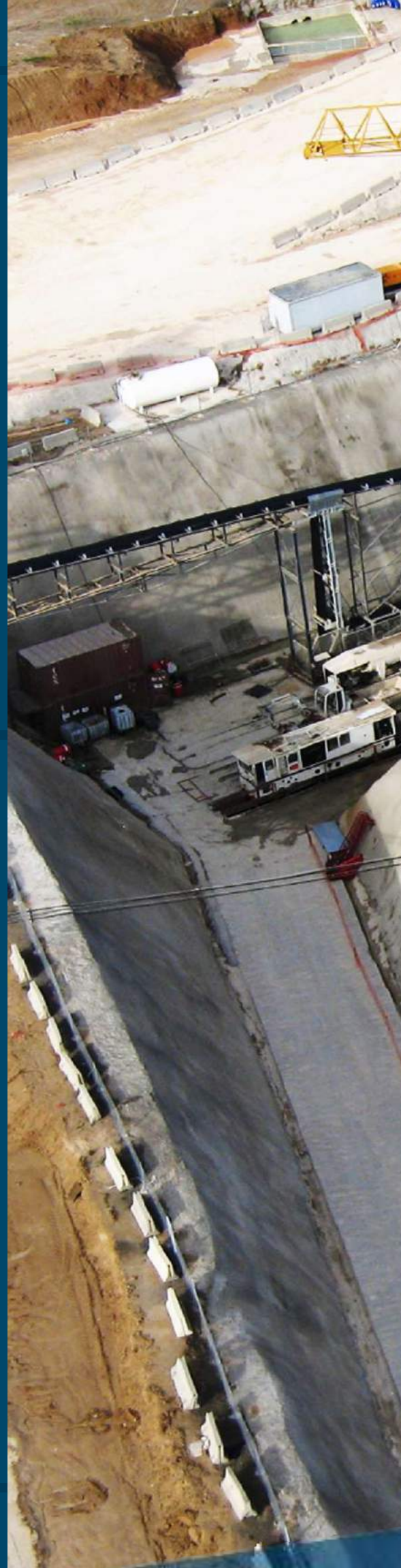
U.T.E Línea 2

Daniel Pascual Gómez

Oficina Técnica. U.T.E Línea 2

Rubén Requena Ortega

Oficina Técnica. U.T.E Línea 2





CAPÍTULO 2: PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2: OBRA CIVIL

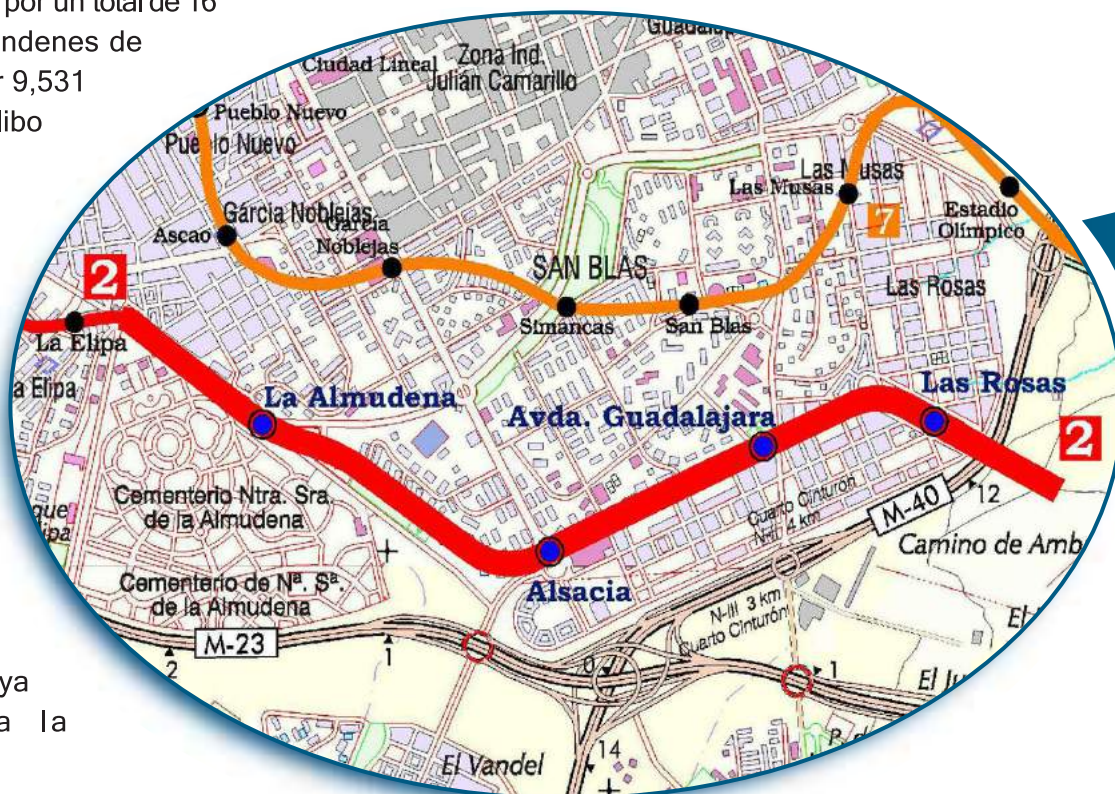


ANTECEDENTES

En los últimos años la Red de Madrid ha venido potenciando la mejora y consolidación de la red existente, tratando de equilibrarla con la nueva, mejorando instalaciones y accesos así como la seguridad y confort. En el periodo 2007-2011 se plantea dar acceso al barrio de Las Rosas cuyo crecimiento demográfico en los últimos años ha sido notable.

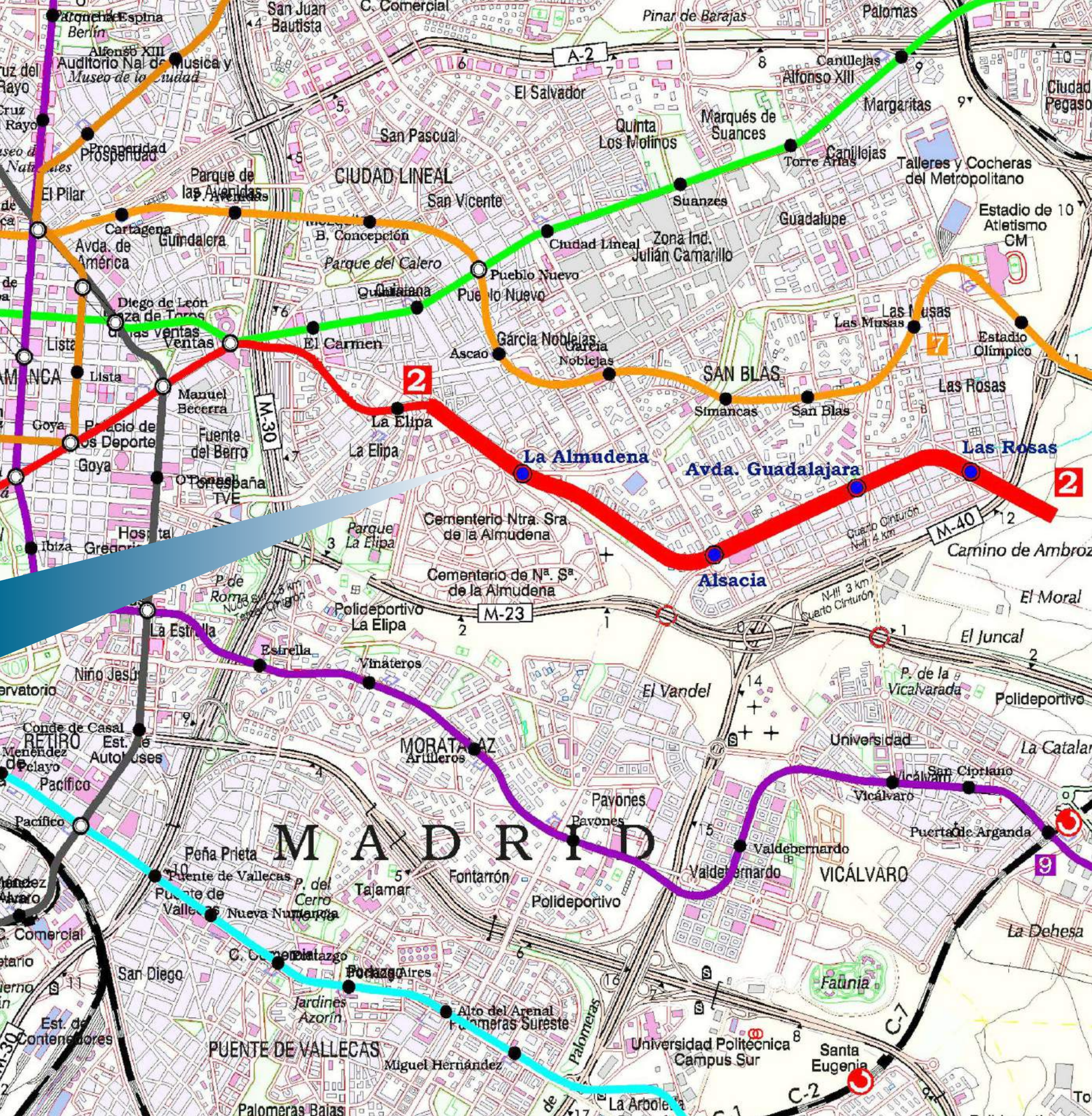
La Línea 2 del Metro de Madrid transcurre atravesando el centro de la ciudad entre las estaciones de La Elipa y Cuatro Caminos, por un total de 16 estaciones con andenes de 60 m, unidos por 9,531 Km de vía de gálibo estrecho.

Mediante la prolongación que se proyecta, la Línea 2 dará acceso al barrio de Bilbao así como al de las Rosas, complementando la cobertura que ya proporcionaba la Línea 7.



El objeto del proyecto ejecutado es diseñar la Infraestructura del nuevo tramo de la Línea 2 comprendido entre la Estación de La Elipa y Las Rosas. En él se sitúan cuatro estaciones de nueva construcción, terminando el tramo inmediatamente después de rebasar la M-40. Todo el nuevo tramo proyectado es subterráneo.

Las obras comenzaron el 22 de octubre de 2008 y se inauguraron el 16 de marzo de 2011.



▲ Plano General y detalle de la Prolongación de la Línea 2 del Metro de Madrid a Las Rosas.



EL PROYECTO

El proyecto ejecutado de prolongación de la Línea 2 implanta cuatro nuevas estaciones, denominadas **Estación 1 - La Almudena**, **Estación 2 - Alsacia**, **Estación 3 - Avda. Guadalajara** y **Estación 4 - Las Rosas** así como una salida de emergencia entre las Estaciones 1 y 2, cuatro pozos de ventilación y pozo de ataque y salida de la tuneladora.

El área afectada por la actuación se localiza en el este-sureste del término municipal de Madrid. La población estimada que se encuentra a una distancia inferior a 600 m de los accesos de las nuevas estaciones asciende a un total de 66.229 habitantes, que desglosado por estación queda:

Estación 1 - La Almudena	13.257 habitantes
Estación 2 - Alsacia	15.429 habitantes
Estación 3 - Avda. Guadalajara	23.779 habitantes
Estación 4 - Las Rosas	13.764 habitantes

La obra realizada se complementa con la ejecución de tres nuevas actuaciones:

- 1 - Estacionamiento Las Rosas:** construcción de una nueva zona de estacionamiento del material móvil necesario para la nueva ampliación de la red de metro.
- 2 - Cocheras Ventas:** remodelación del actual Depósito de almacenamiento de material móvil de las Ventas.
- 3 - Cocheras Canillejas:** acondicionamiento de las vías 14 y 15 de las Cocheras de Canillejas existentes y construcción de una nueva pasarela de mantenimiento.

Las características generales del proyecto son:

Longitud total del tramo	4.580,52 m
Longitud de estaciones y túnel entre pantallas	731,15 m
Longitud Túnel método Belga	31.84 m
Túnel con Tuneladora E.P.B	3.818 m
Volumen de hormigón	111.193 m ³
Volumen de excavaciones	449.362 m ³
Acero	25.687.255 Kg
Pantallas continuas	62.487 m ²
Inversión Total	315,11 millones de euros





▲ Vista aérea del proyecto.

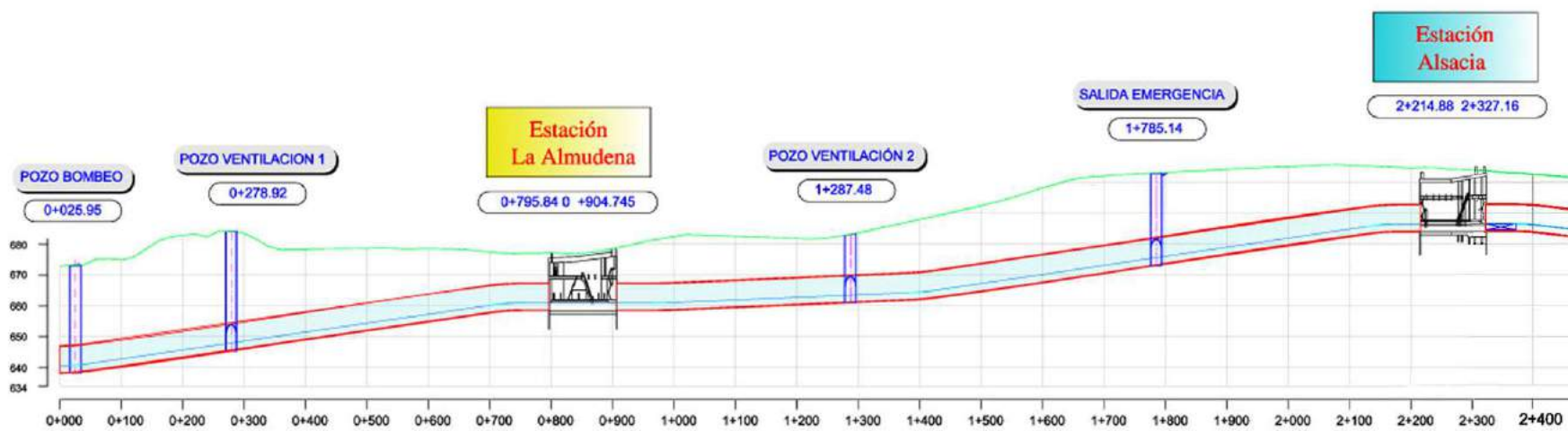
PLANTA Y ALZADO

La prolongación de la Línea 2 del Metro de Madrid a Las Rosas se inicia en el fondo de saco existente tras la estación de La Elipa y finaliza pasada la M-40, donde se encuentra con las nuevas instalaciones de estacionamiento de material móvil.

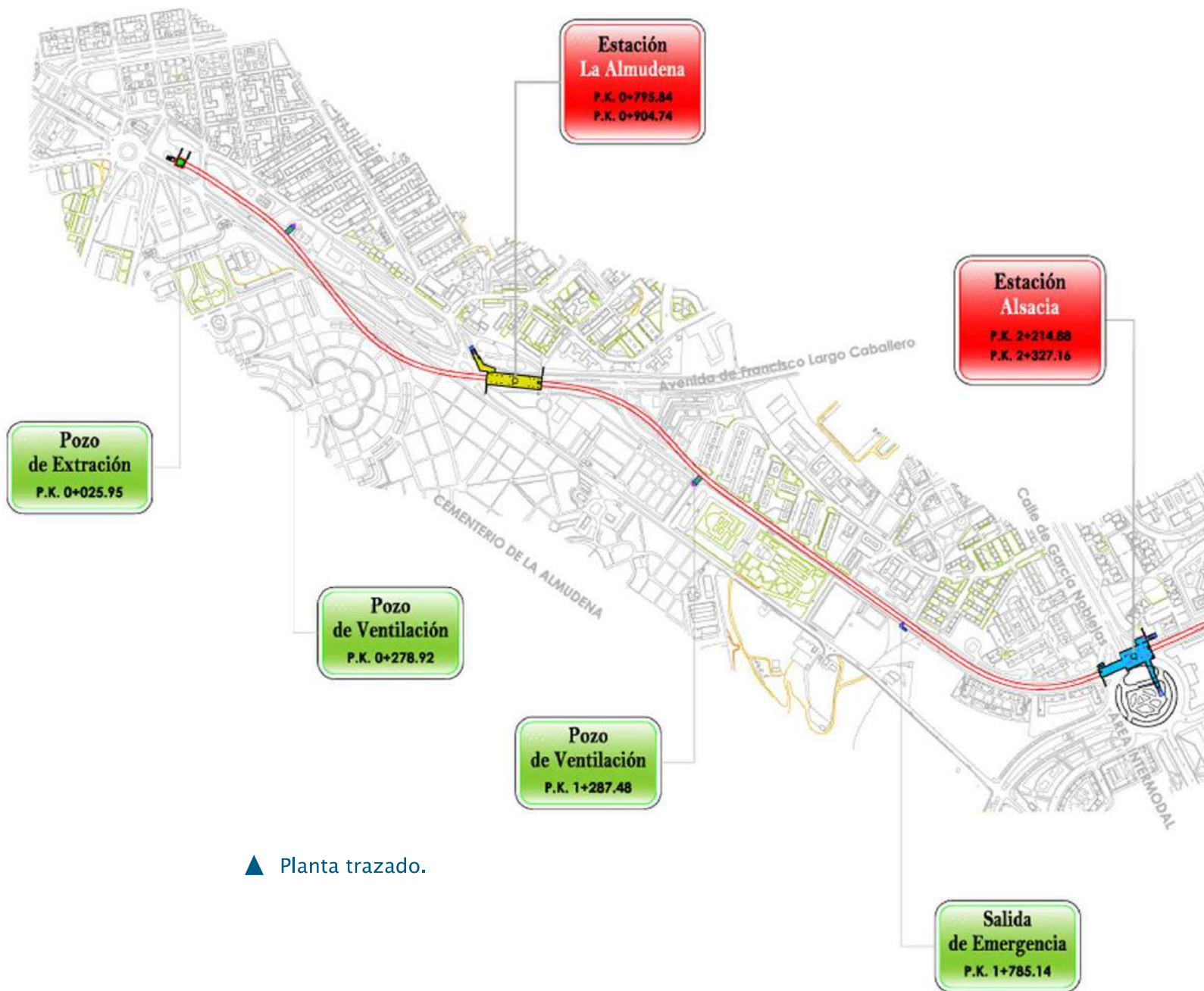
La longitud total es de 4.580,52 m. y los métodos constructivos utilizados son:

- **Método Tradicional de Madrid** (para el túnel).
- **Cut and Cover** (para las estaciones).
- **Escudo de presión de tierras** (para el túnel).

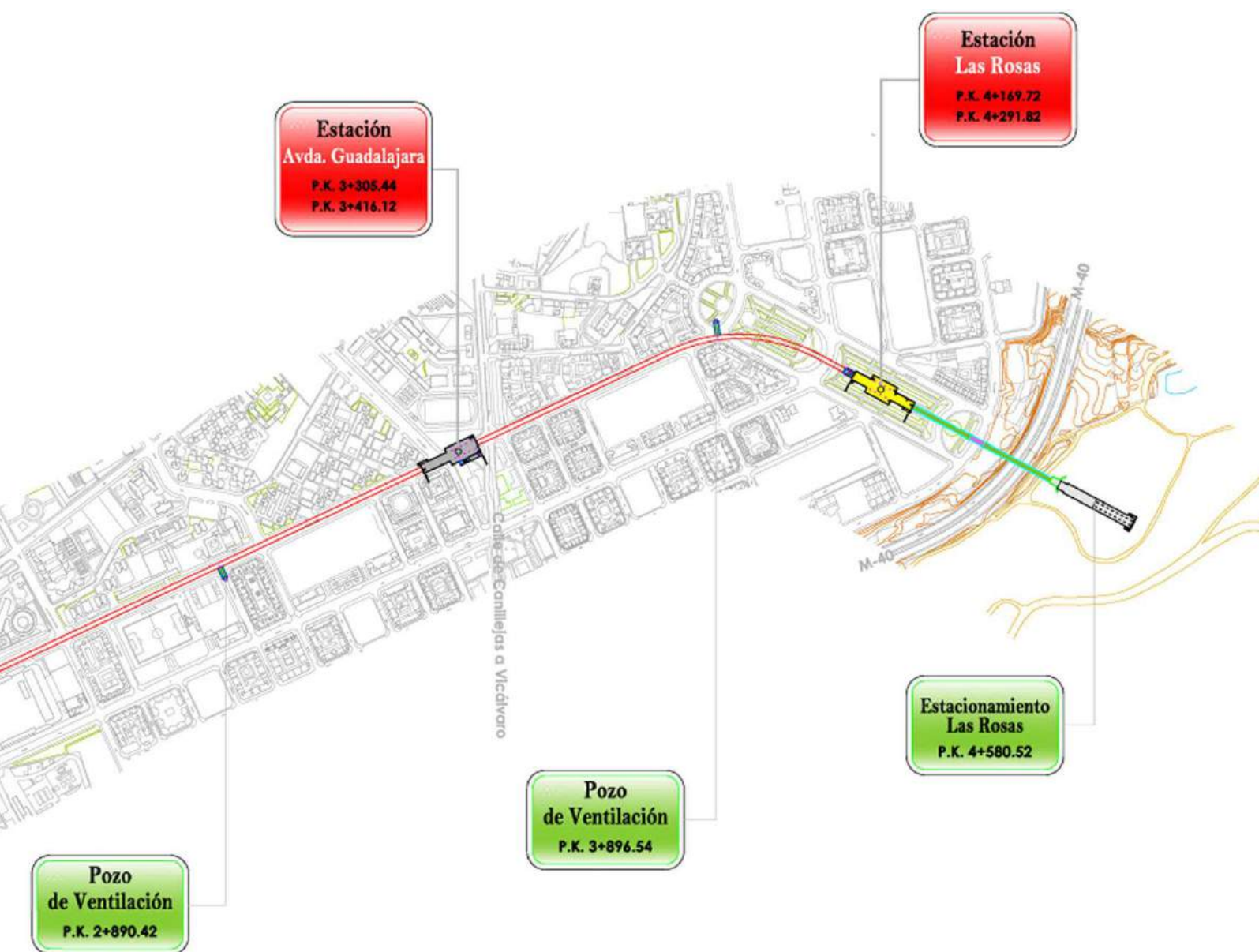
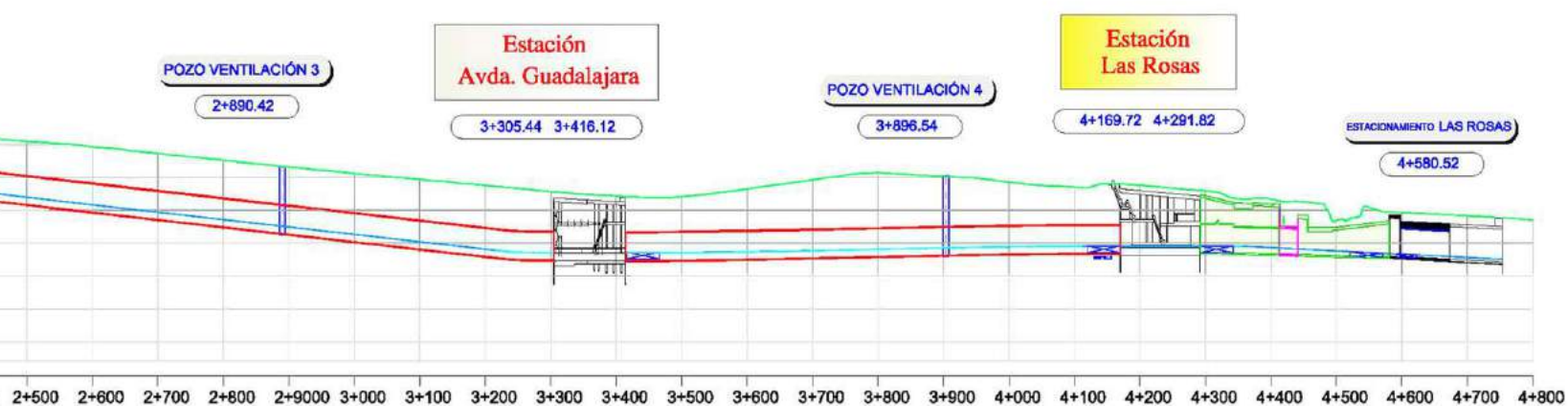
Se han proyectado un total de 4 estaciones, con una profundidad media de 17 m (cota de rasante, siendo de 16 m respecto a la cota de andén). Es necesario comentar que todas las estaciones se han dejado en recta y horizontal.



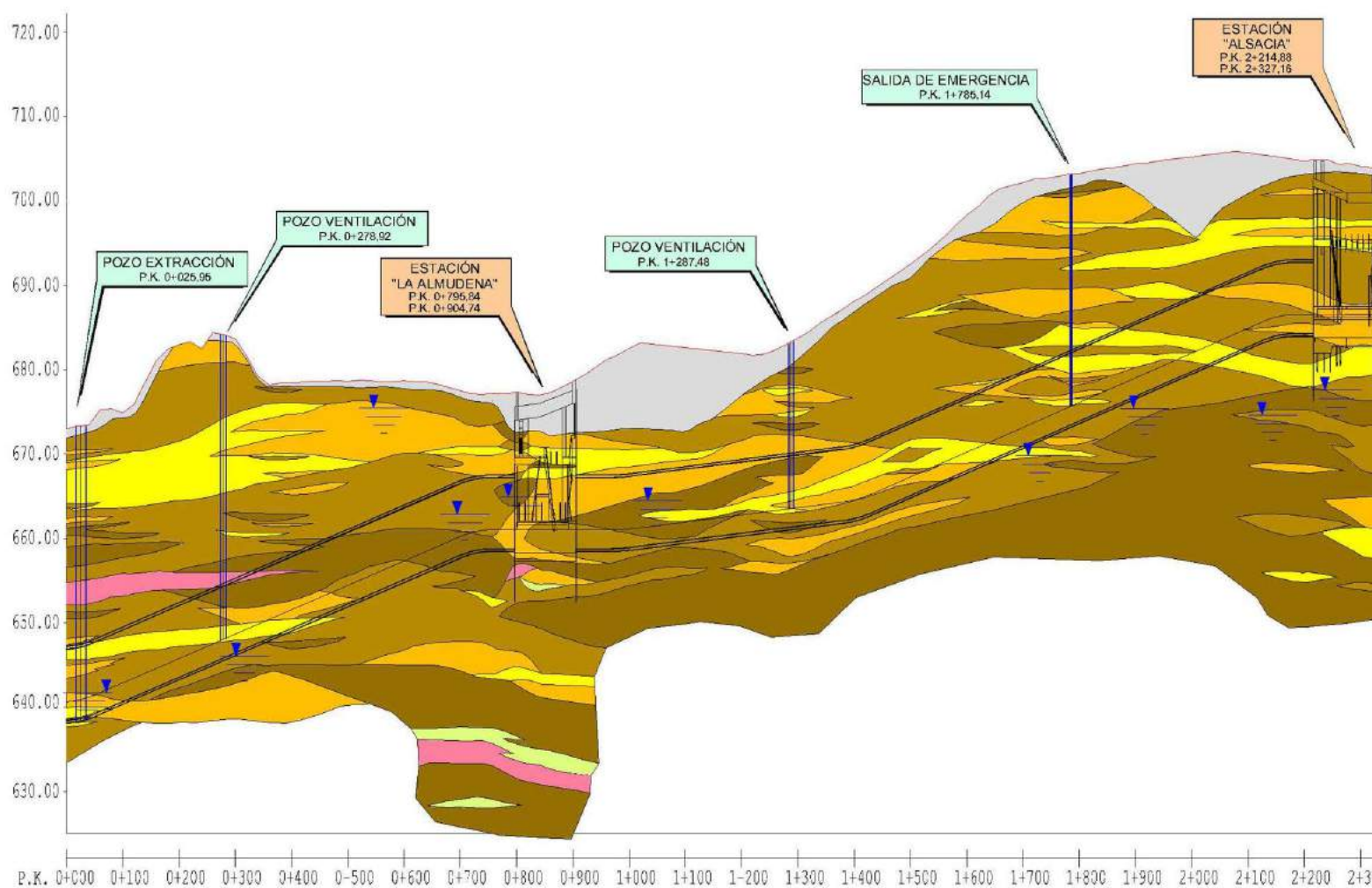
▲ Perfil longitudinal.



▲ Planta trazado.



CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, GEOTÉCNICAS E HIDROLÓGICAS



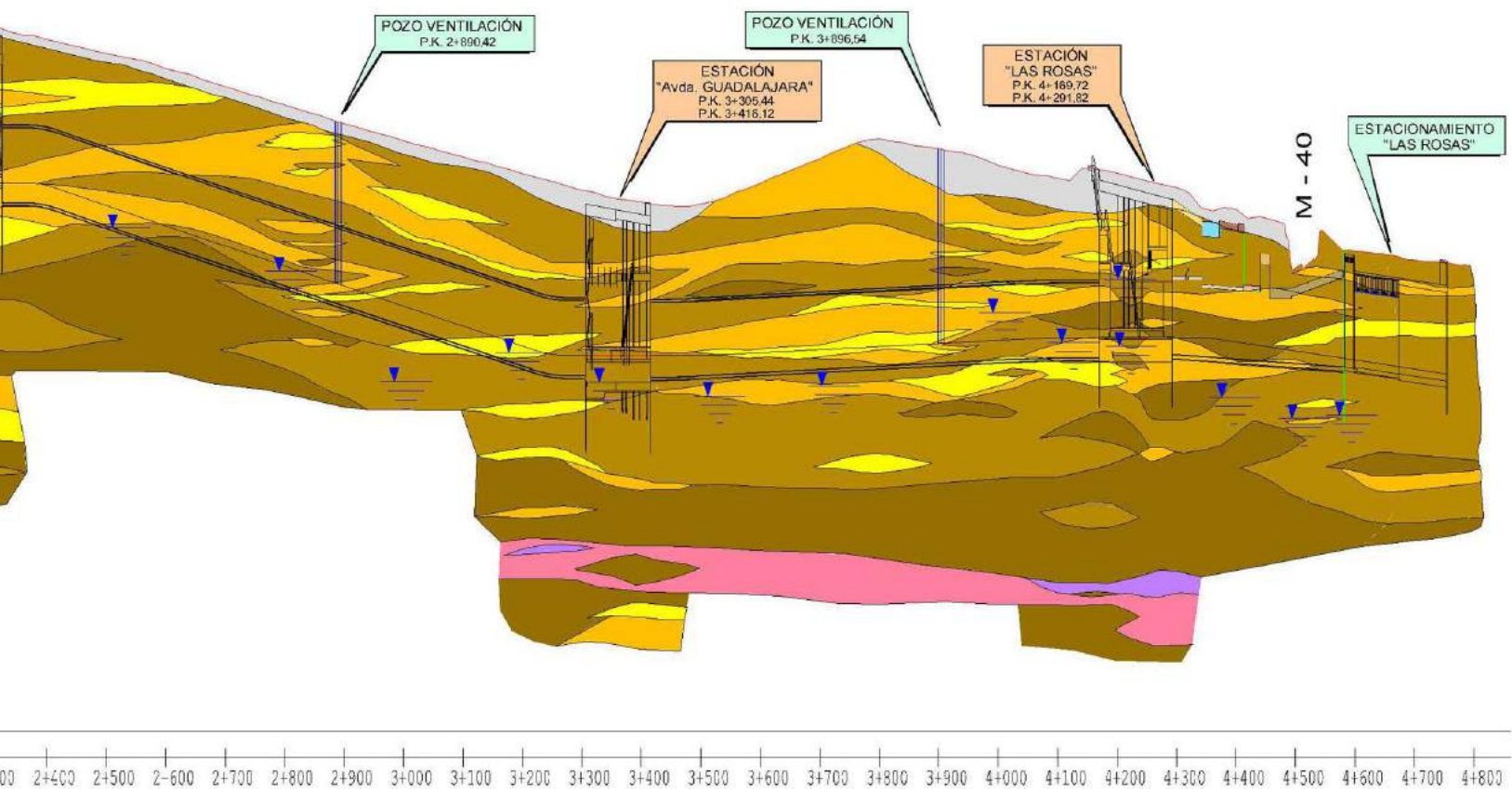
El trazado de la nueva ampliación de Línea 2 se encuentra en la Cuenca Terciaria del Tajo, a macro escala geológica, resultado de la deposición sedimentaria posterior a la última orogenia.

Los materiales en la zona de estudio son de edad miocena, que se encuadran en las litofacies Madrid (arenas de miga, arenas tosquizas, toscos arenosos, toscos y peñuelas). Cubriendo a todos ellos se encuentran rellenos antrópicos de naturaleza muy diversa y de edad cuaternaria.

Geotécnicamente, se habla de materiales de consistencia elevada y cohesión apreciable.

A la profundidad que discurre el túnel, no se puede hablar de nivel freático continuo, sino más bien de niveles piezométricos colgados dispuestos en lentejones y capas intercaladas de materiales de alta permeabilidad con otros de naturaleza mucho menos permeable.

Durante la ejecución del túnel, no sólo se ha adecuado la excavación del mismo a la naturaleza geológica del entorno, sino que también se han controlado los niveles piezométricos detectados en los sondeos ejecutados para tal efecto (control de nivel freático mediante piezómetros abiertos).



LEYENDA

	Rellenos (R)		Tosco (T)
	Arena de miga (AM)		Arcillas sepiolíticas (AS)
	Arena tosquiza (AT)		Niveles de sílex (S)
	Tosco arenoso (TA)		Peñuelas (P)

LAS ESTACIONES

La prolongación de la Línea 2 de Metro a Las Rosas arranca del fondo de saco existente tras la estación de La Elipa, e incluye cuatro nuevas estaciones en los 4.580.52 metros de su trazado.

Para la construcción de estas cuatro estaciones se ha utilizado el método Cut and Cover.

En todos los casos, las profundidades mínimas previstas para las estaciones han tenido en cuenta la necesidad del paso del escudo a través del recinto de pantallas sin afectar a las losas o elementos de arriostramiento.





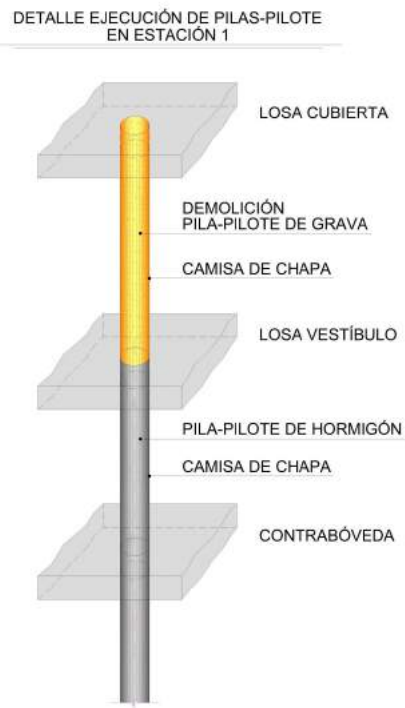
■ Estación 1 • LA ALMUDENA

La primera estación se sitúa en la calzada de la Avenida de Francisco Largo Caballero. La Estación **La Almudena** da servicio al barrio de Bilbao, a la parte oeste de Nicolás Salmerón y facilita el acceso tanto al cementerio civil como al crematorio del cementerio de La Almudena. Restaurando y mejorando a ambos lados de la Avenida Francisco Largo Caballero dos parques con arbolado, zona de mayores, zona infantil y reposición del carril bici.

Cabe resaltar en esta estación la particularidad de la losa de cubierta con un canto de 1.70 y aligeramientos de 1.20, además de las pilas pilote de media sección (rellenas de grava hasta su sección media y el resto de hormigón).

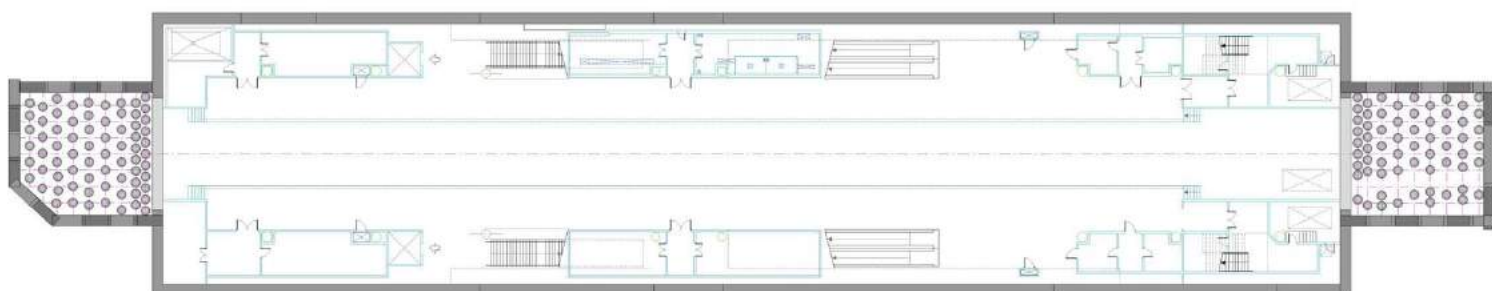
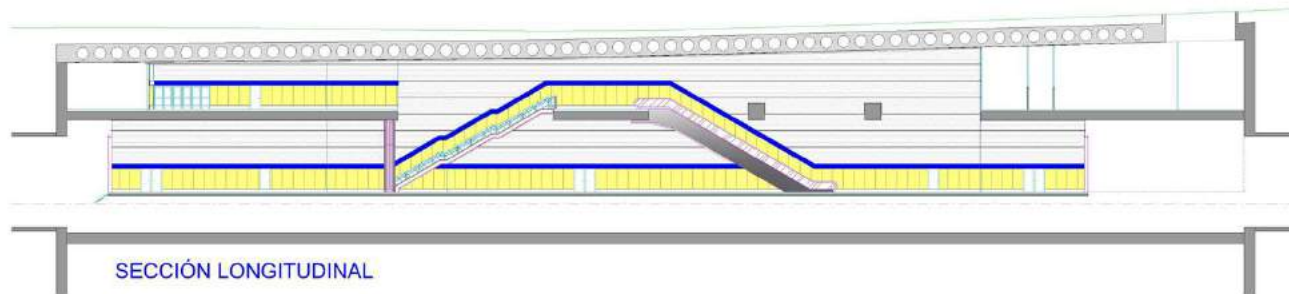


▲ Montaje losa cubierta acceso peatonal.



Detalle constructivo pilas-pilote E-1. ►





▲ Croquis cubierta pantallas E-1.

Para la mejora de las características geotécnicas del terreno, en la zona de entrada y salida de la tuneladora en todas las estaciones, se construyen corralitos formados por pilotes de mortero, que aloja el escudo de la tuneladora, prolongando su profundidad hasta 2 m por debajo del nivel inferior del escudo.

Cronología de trabajos

	INICIO	FIN
Los desvíos de servicios afectados	01/07/09	01/07/10
Ejecución de Muros Pantallas	23/07/09	17/10/09
Ejecución de Pilas-Pilotes	05/10/09	21/10/09
Losa de Cubierta Aligerada	30/10/09	19/11/09
Vaciado del Vestíbulo	19/11/09	26/11/09
Losa de Vestíbulo	26/11/09	05/01/10
Vaciado de Contrabóveda	05/01/10	25/02/10
Losa de Contrabóveda	25/02/10	17/03/10
Paso de Tuneladora-Estructura de Reacción	16/04/10	25/04/10

■ Estación 2 • ALSACIA

En la Plaza Alsacia, a la altura de las calles Nicolás Salmerón y Hermanos García Noblejas, se ubica la Estación **Alsacia**. Esta estación cuenta con dos bocas de acceso. El Acceso I sale a una pequeña área ajardinada en la Avenida de Guadalajara y el Acceso II sale al centro de la plaza circular rediseñada para la ubicación de un área intermodal (espacios en superficies integrados y ajardinados para albergar dársenas de autobuses) formado por seis dársenas dobles con un anillo interior aglomerado impermeabilizado y marquesinas dotadas de alumbrado público, aceras ajardinadas y aseo público.

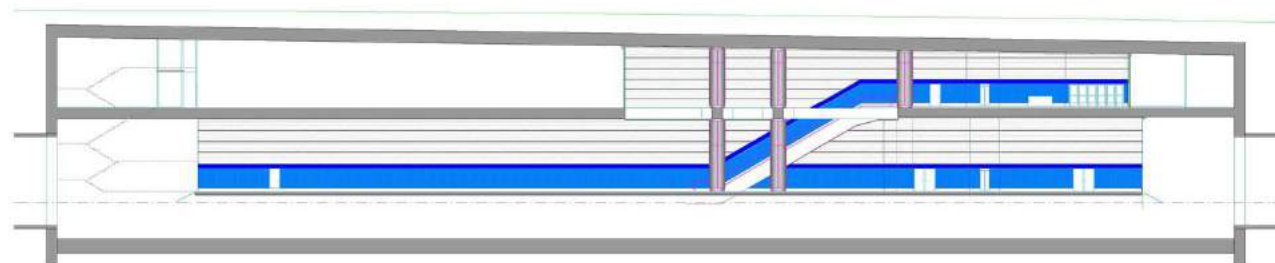
Dada su situación ha sido necesaria la ejecución de desvíos, tanto de servicios afectados de gran entidad como de tráfico, manteniendo el total funcionamiento durante toda la construcción.



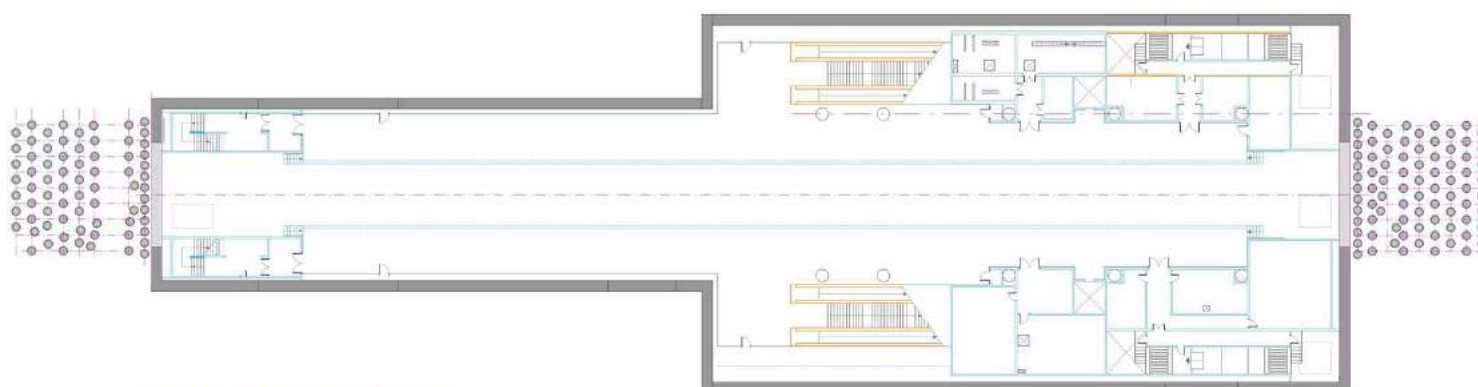
▲ Vestíbulo-andén E-2.



▲ Contrabóveda E-2.



SECCIÓN LONGITUDINAL



PLANTA DE PANTALLAS Y PILAS

▲ Croquis cubierta pantallas E-2.

Cronología de trabajos

	INICIO	FIN
Los desvíos de servicios afectados	21/04/09	21/04/10
Ejecución de Muros Pantallas	28/04/09	20/08/09
Ejecución de Pilas-Pilotes	31/07/09	12/08/09
Losa de Cubierta	14/07/09	08/09/09
Vaciado del Vestíbulo	08/09/09	30/09/09
Losa de Vestíbulo	20/09/09	09/10/09
Vaciado de Contrabóveda	09/10/09	15/11/09
Micropilotes Contrabóveda	27/10/10	03/11/09
Losa de Contrabóveda	18/11/09	17/12/09
Paso de Tuneladora-Estructura de Reacción	19/02/10	02/02/10

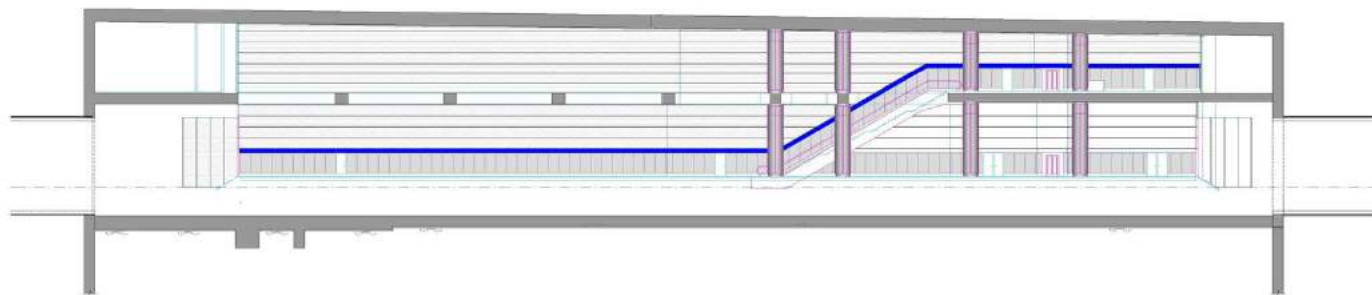
■ Estación 3 • AVENIDA DE GUADALAJARA

En su progreso a lo largo de la Avenida de Guadalajara, la línea cuenta con la tercera estación en el cruce con la Avenida de Canillejas a Vicálvaro. El acceso a la estación y el ascensor se encuentran en una zona ajardinada con arbolado y zona de mayores.

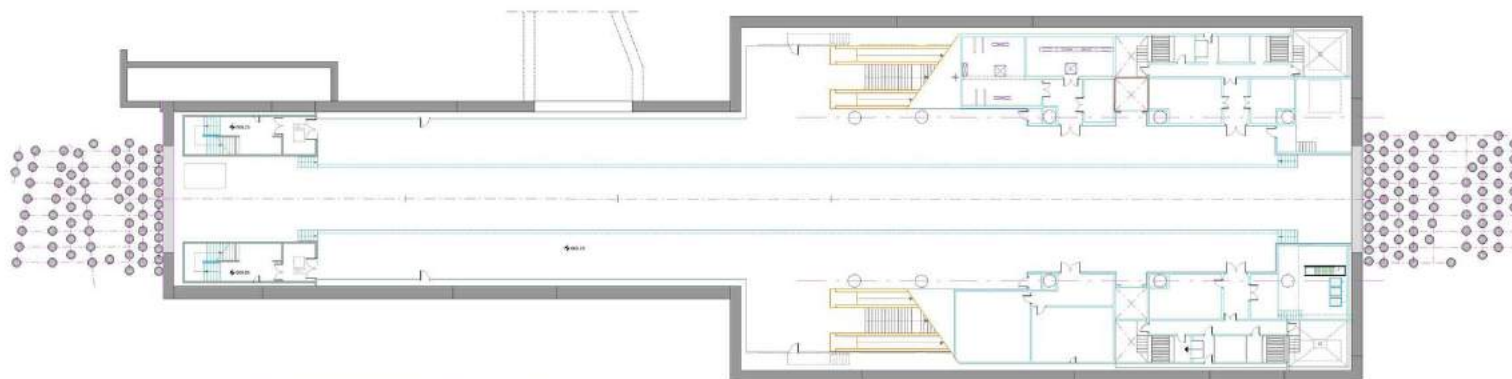
Importante resaltar que para la ejecución de dicha estación fue necesario rediseñar la movilidad del tráfico intenso que discurre por la Avenida de Guadalajara.



▲ Vaciado nivel andén E-3.



SECCIÓN LONGITUDINAL



PLANTA DE PANTALLAS Y PILAS

▲ Croquis cubierta pantallas E-3.

Cronología de trabajos

	INICIO	FIN
Los desvíos de tráfico	12/02/09	12/02/10
Ejecución de Muros Pantallas	13/03/09	25/06/09
Ejecución de Pilas-Pilotes	22/06/09	06/07/09
Losa de Cubierta	13/07/09	05/08/09
Vaciado del Vestíbulo	02/08/09	18/08/09
Losa de Vestíbulo	18/08/09	15/09/09
Vaciado de Contrabóveda	13/09/09	16/10/09
Losa de Contrabóveda	16/10/09	04/11/09
Paso de Tuneladora-Estructura de Reacción	10/01/10	22/01/10

■ Estación 4 • LAS ROSAS

Finalmente, la Estación 4 se encuentra en el Paseo de Ginebra. El acceso peatonal y el ascensor se encuentran en el interior del parque rediseñado con zonas arboladas, zona de mayores y parque infantil. Esta estación incorpora también una subestación eléctrica.



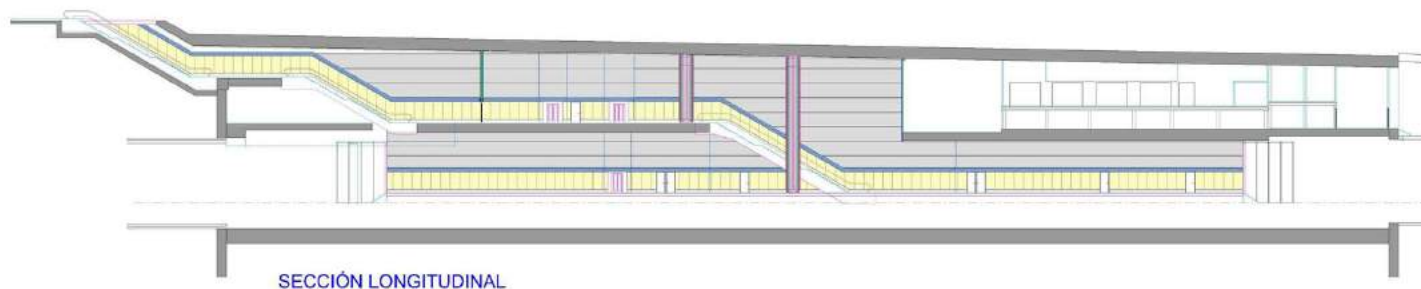
▲ Ejecución de pantallas E-4.



▲ Vaciado andén E-4.



▲ Hormigonado losa cubierta E-4.



▲ Croquis cubierta pantallas E-4.

Cronología de trabajos

	INICIO	FIN
Los desvíos de tráfico	23/01/09	23/01/10
Ejecución de Muros Pantallas	11/02/09	22/04/09
Ejecución de Pilas-Pilotes	13/04/09	27/04/09
Losa de Cubierta	21/05/09	03/06/09
Vaciado del Vestíbulo	03/06/09	17/07/09
Losa de Vestíbulo	17/07/09	30/07/09
Vaciado de Contrabóveda	30/07/09	07/09/09
Losa de Contrabóveda	07/09/09	18/09/09
Comienzo Tuneladora	27/11/09	



POZOS DE VENTILACIÓN

A lo largo del trazado de la prolongación de la Línea 2 del Metro de Madrid a Las Rosas se han proyectado cuatro pozos de ventilación.

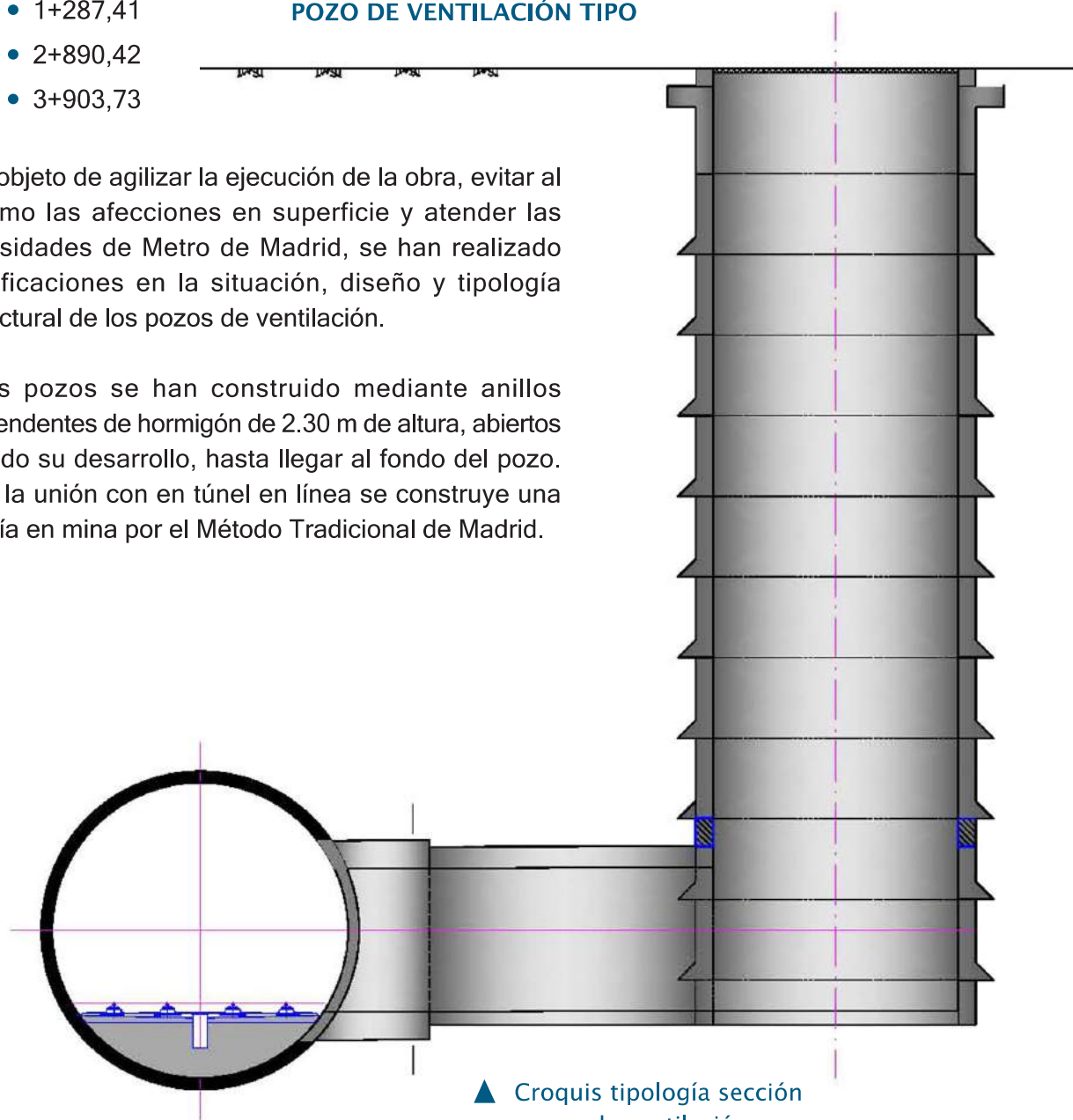
Los pozos de ventilación están ubicados en los siguientes puntos kilométricos:

- 0+279,26
- 1+287,41
- 2+890,42
- 3+903,73

POZO DE VENTILACIÓN TIPO

Con objeto de agilizar la ejecución de la obra, evitar al máximo las afecciones en superficie y atender las necesidades de Metro de Madrid, se han realizado modificaciones en la situación, diseño y tipología estructural de los pozos de ventilación.

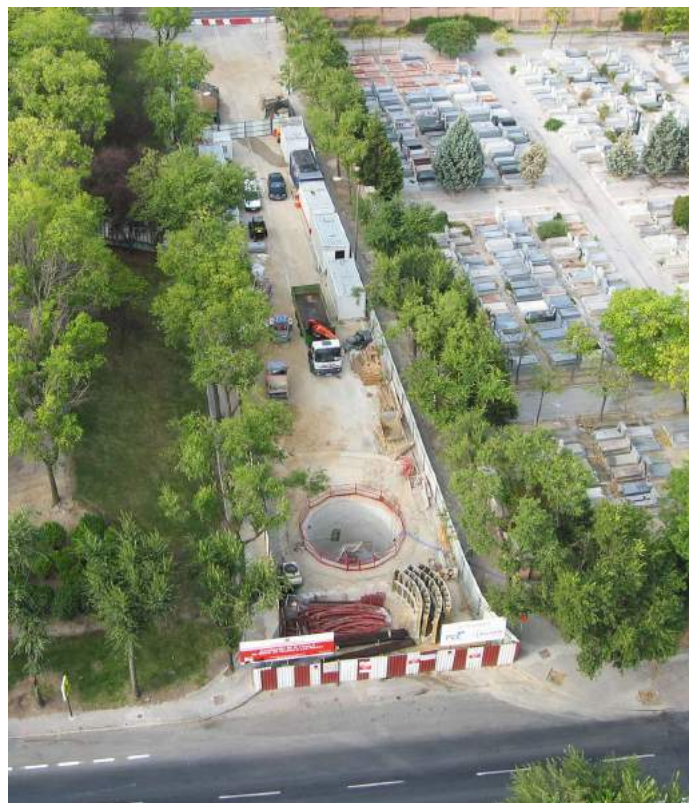
Estos pozos se han construido mediante anillos descendentes de hormigón de 2.30 m de altura, abiertos en todo su desarrollo, hasta llegar al fondo del pozo. Para la unión con el túnel en línea se construye una galería en mina por el Método Tradicional de Madrid.



▲ Croquis tipología sección pozos de ventilación.



▲ Pozo ventilación 0+279.



▲ Pozo ventilación 1+287.



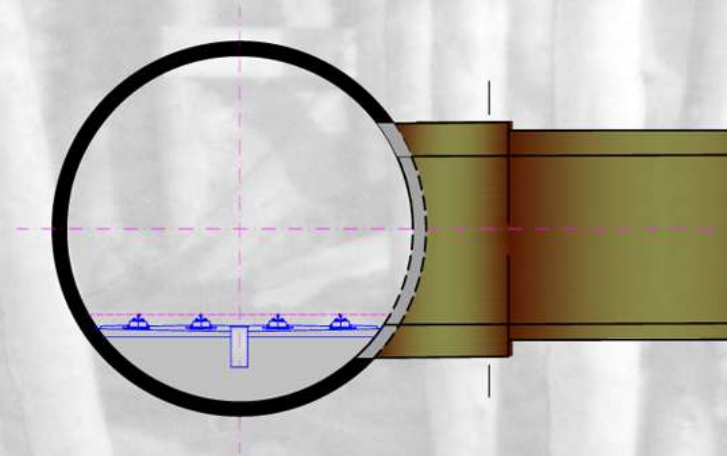
▲ Pozo ventilación 2+890.

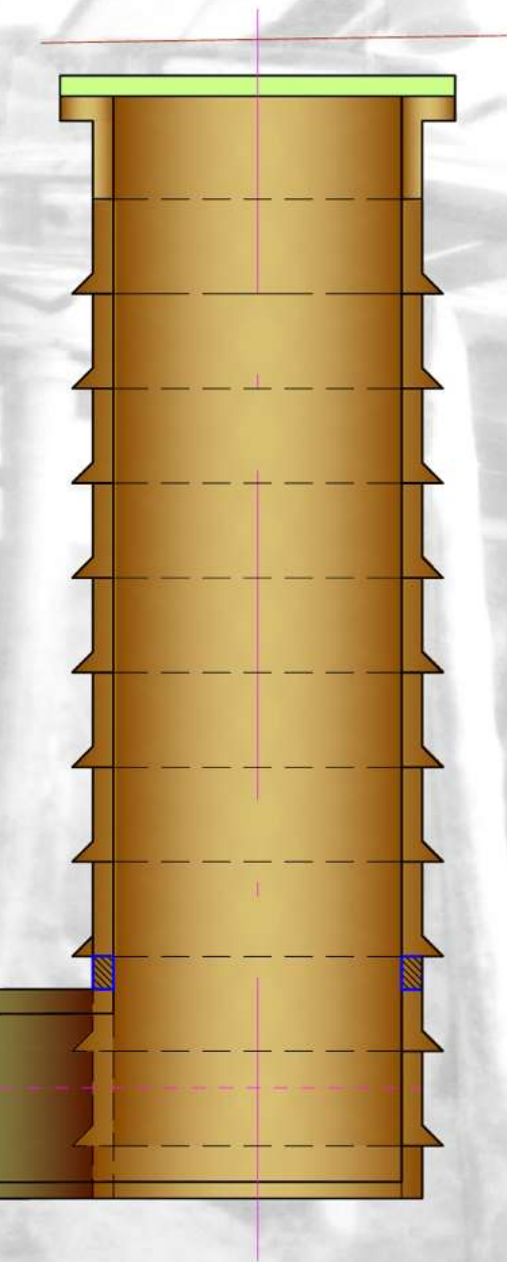


▲ Pozo ventilación 3+903.



INICIO EJECUCIÓN POZOS





FINAL EJECUCIÓN POZOS



INSTALACIÓN VENTILADOR



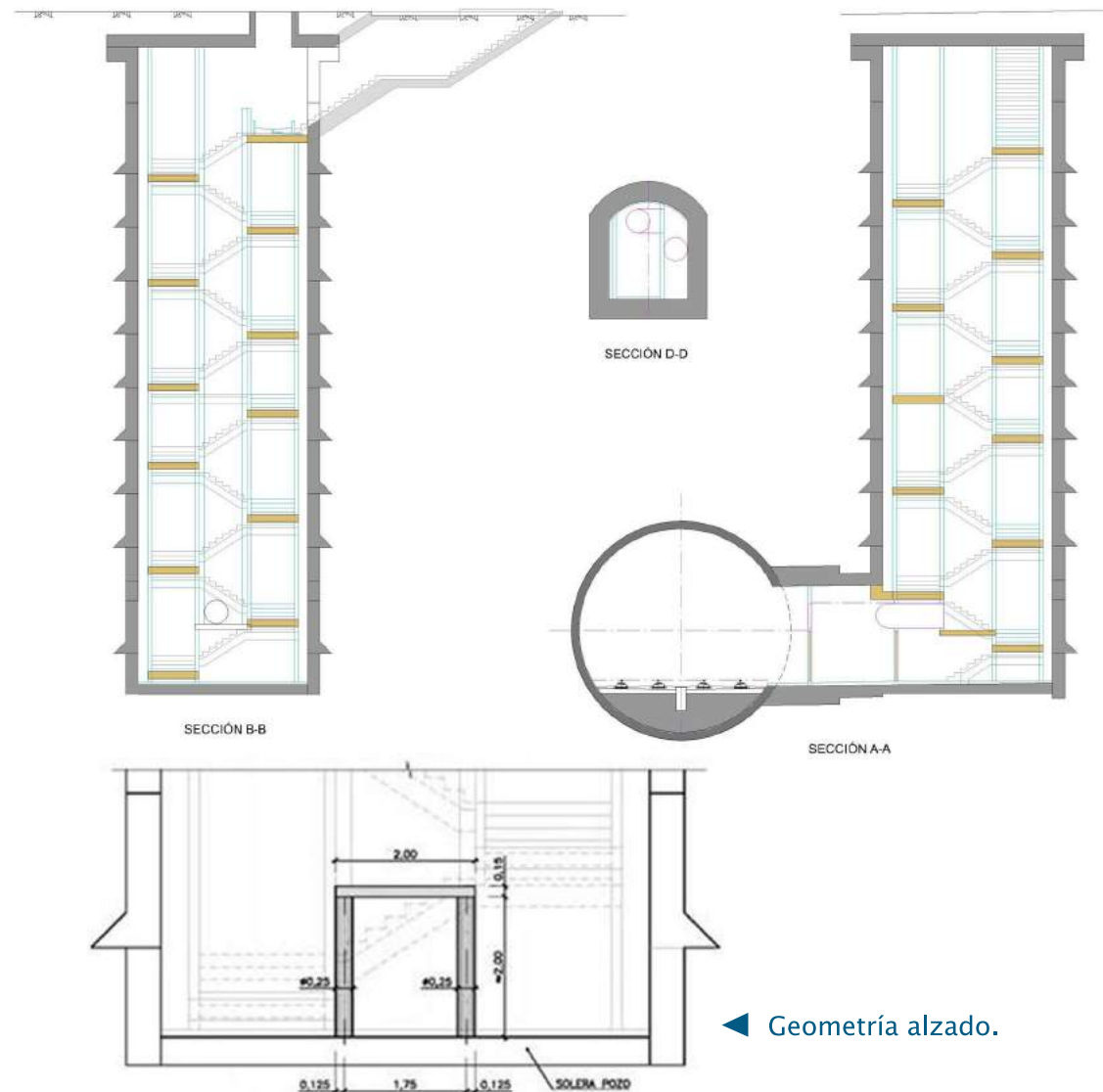
◀ Proceso constructivo.

SALIDAS DE EMERGENCIA

A lo largo del trazado de la prolongación de la Línea 2 del Metro de Madrid a Las Rosas, se ha proyectado una salida de emergencia, situada entre las Estaciones [La Almudena](#) y [Avenida de Guadalajara](#).

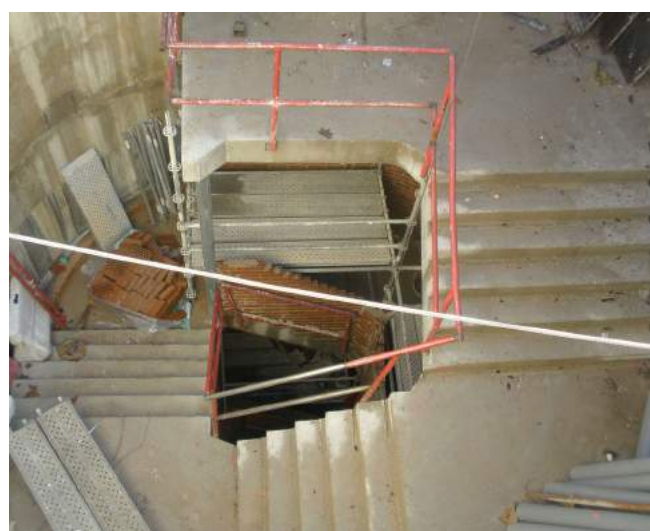
La salida de emergencia se sitúa en el Pk 1+785,14.

Se construye mediante anillos de hormigón descendentes, conectándose con el túnel de línea por medio de una galería ejecutada en mina, por el denominado Método Madrid. En dicha galería se efectúa a pie de escalera un recinto de protección para evacuaciones de minusválidos en caso de emergencia.





▲ Foto aérea ubicación salida de emergencia.



▲ Losa escalera salida de emergencia.



POZO DE ABASTECIMIENTO

El pozo de abastecimiento de la tuneladora se encuentra en el PK 4+580, una vez cruzada la M-40. El pozo se excavó a cielo abierto. El sostenimiento del terreno se ha ejecutado con un recinto de pantallas de hormigón de 1 m de espesor y con taludes gunitados.

Dentro del área prevista como pozo de abastecimiento se han montado las diferentes instalaciones necesarias para el funcionamiento de la tuneladora.

A cota de túnel

- Playa de vías: zona de gestión de los trenes de abastecimiento de la tuneladora, dotada de tres vías y en la que se encuentran alojadas las instalaciones de bombeo de aguas residuales, estructura de cinta transportadora de escombros, foso para la reparación del material móvil de los trenes y separador de grasa.

A cota de terreno natural

- Rampa de acceso: conexión de zonas para los movimientos de abastecimiento y limpieza de playa de vías.

- Acopio de anillos de dovelas: dotada de grúa torre para la descarga de anillos y pórtico grúa para la carga de trenes.
- Planta de mortero: para la fabricación en obra del mortero de inyección de trasdós del túnel, preparada para la carga directa de las cubas de mortero del tren de abastecimiento.
- Zona de desescombro: dotada de cinta móvil de descarga, en foso de desescombro, de la cinta transportadora de escombros proveniente de la excavación de la tuneladora, planta de tratamiento de cal y zona hormigonada para la carga con retroexcavadora de camiones de transporte.
- Zona de talleres: conformada por dos naves, una de taller dotada de pórtico grúa y maquinaria necesaria para la reparación en obra de los equipos de la tuneladora y otra de almacén donde se gestionan todos los suministros necesarios para la ejecución del túnel.
- Recintos de bombeo y decantación: empleando depósito de agua para asegurar el abastecimiento durante el tiempo de construcción del túnel y un segundo foso hormigonado para tratamientos del agua residual.

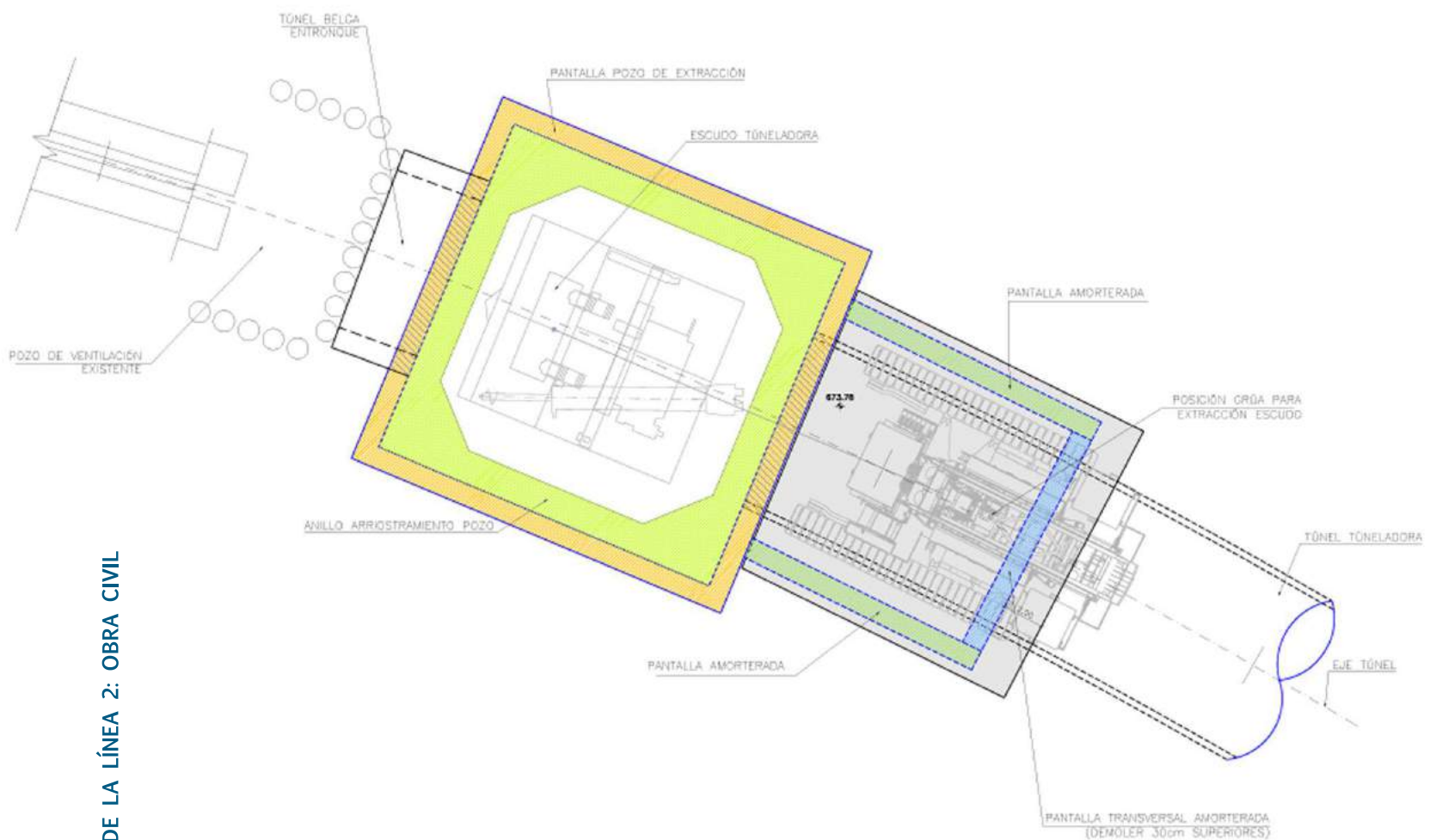






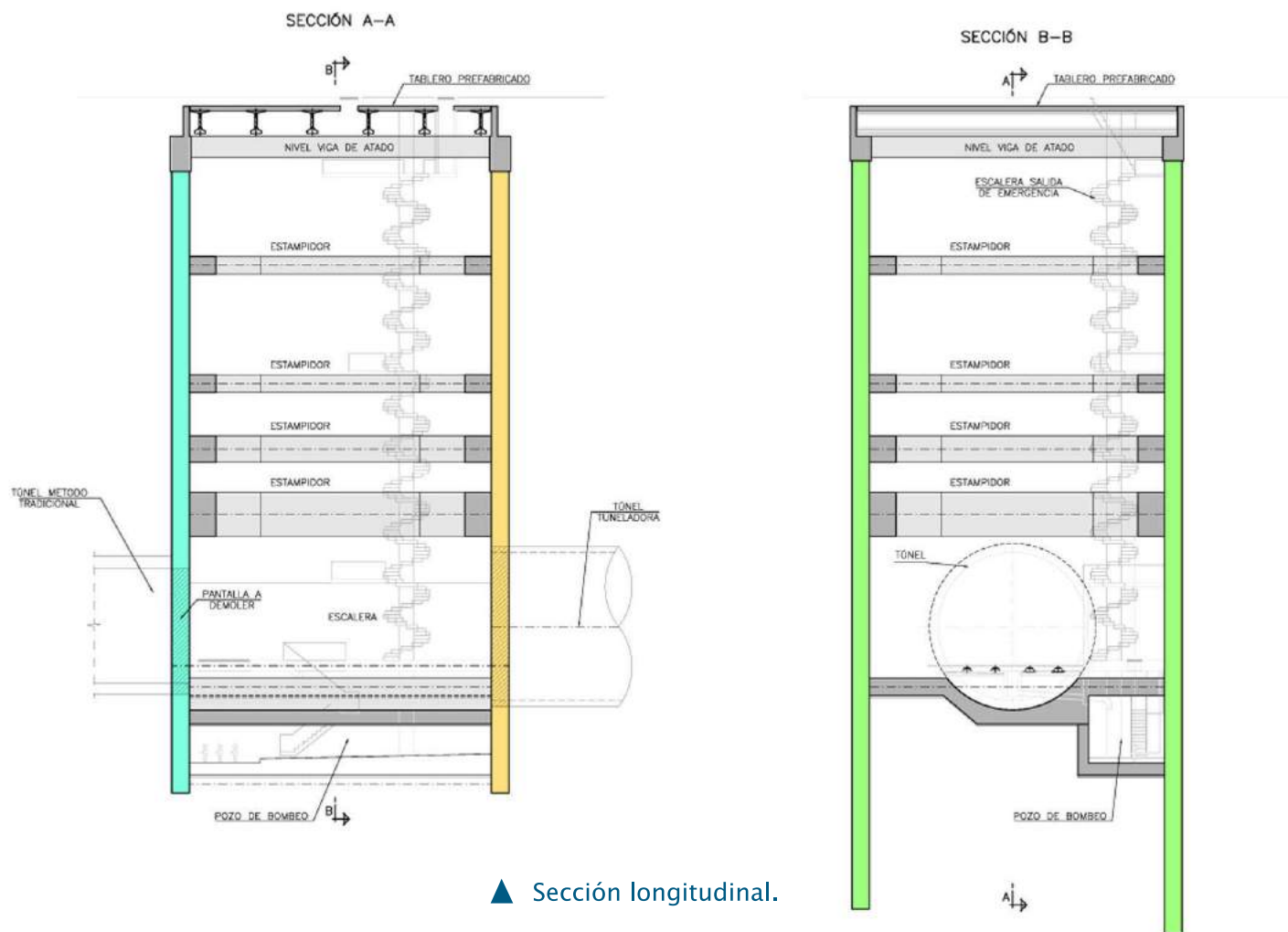
POZO DE EXTRACCIÓN

En el final del tramo excavado con tuneladora, situado entre las calles Avenida Daroca y Arriaga, final de de la Línea 2 existente, se construye, mediante un recinto rectangular de pantallas de hormigón con una profundidad de 47 m, el pozo que servirá para el desmontaje y la extracción de todos los elementos que conforman la tuneladora (rueda de corte, escudo, carros, etc.).



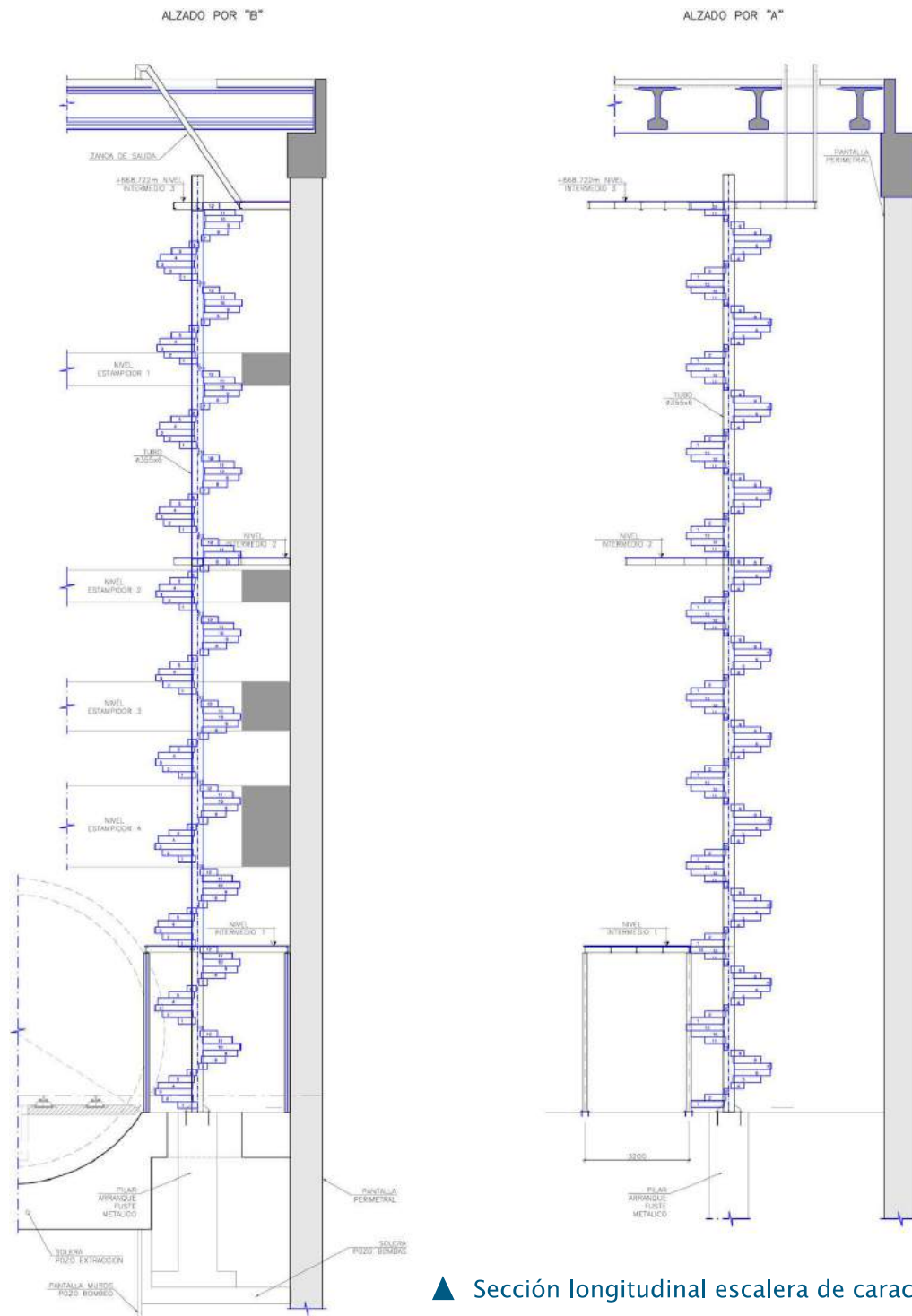
▲ Planta pozo de extracción.





▲ Desmontaje y extracción tuneladora.

Con la particularidad de la construcción posterior a la extracción de la tuneladora y entronque con la vía existente, de una escalera circular en acero inoxidable para mantenimiento y control del pozo de bombas ubicado en la contrabóveda del pozo de extracción. Además, se restaura la zona afectada por la implantación del pozo de extracción dentro del parque Arriaga con nuevas zonas de arbolado y parque infantil.



▲ Sección longitudinal escalera de caracol.



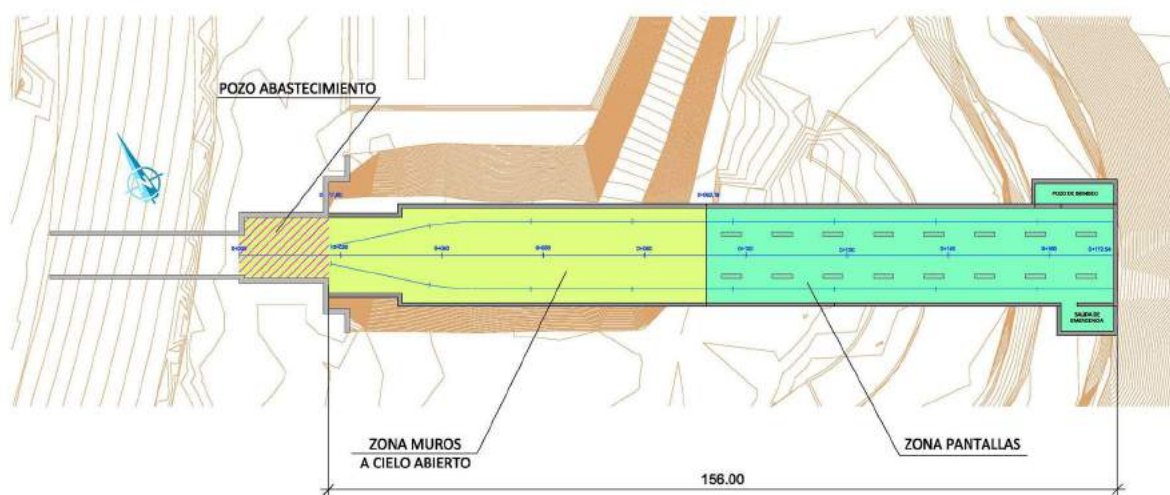
▲ Escalera de caracol y detalle de la barandilla.



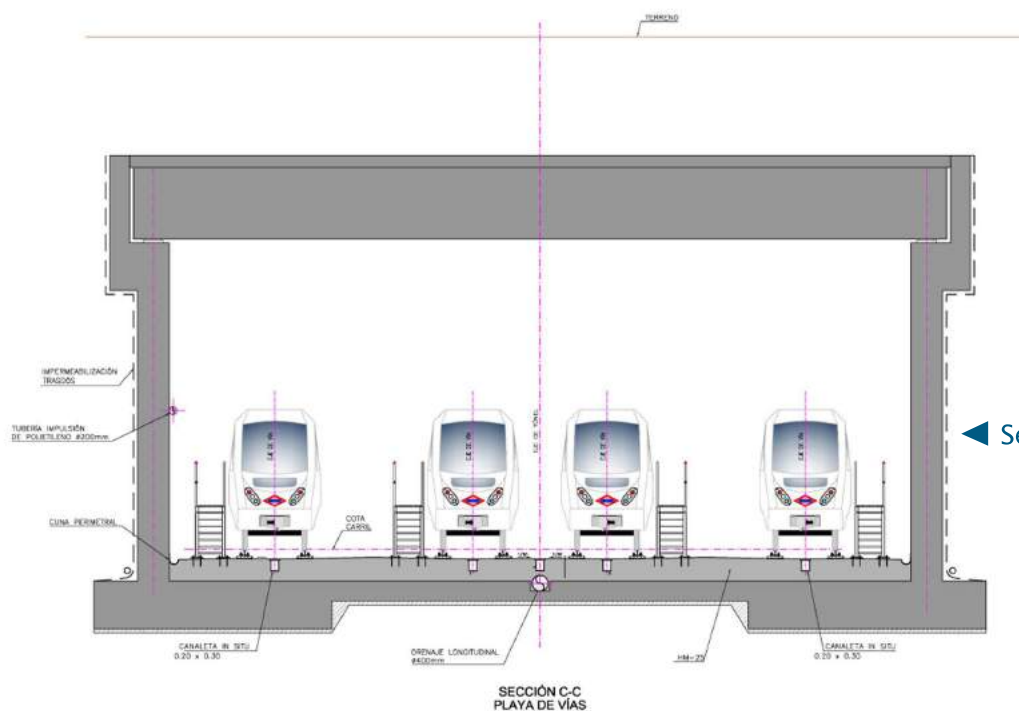
ESTACIONAMIENTO LAS ROSAS

El estacionamiento de trenes necesarios para la ampliación de la infraestructura de la Línea 2 consistió en la construcción de un recinto de 156 m de longitud y de ancho variable entre 12 y 18 m, de forma que dé cabida a cuatro vías, diseñadas para albergar 8 trenes de 4 coches de la Serie 3000, de 60 m de longitud cada una.

Para la construcción se utilizaron dos métodos distintos, muros a cielo abierto y losa de vigas, en la zona coincidente con el pozo de abastecimiento de la tuneladora y pantallas y losa in situ en la zona de terreno natural.



▲ Plano planta estacionamiento Las Rosas.



◀ Sección zona muros.

Esta situación obligó a construir la zona coincidente con el pozo de extracción con posterioridad al desmontaje de las instalaciones, con unos plazos de ejecución muy ajustados:



▲ Foto aérea estacionamiento Las Rosas.

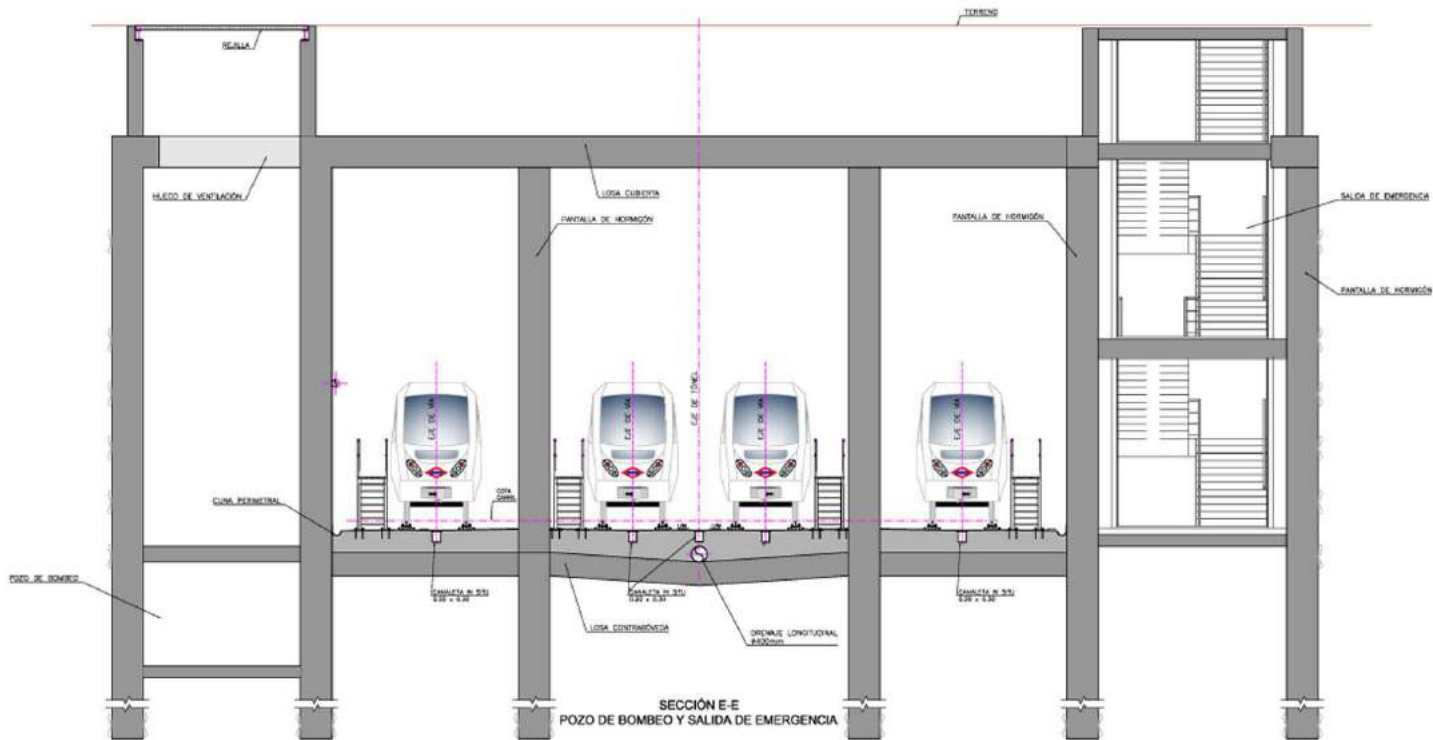


▲ Montaje de alzado de muros.

Cronología de trabajos

TRAMO SECCIÓN ZONA MUROS	INICIO	FIN
Cimentaciones Muros	05/07/10	27/08/10
Alzados de Muros	15/07/10	04/09/10
Relleno de Trasdós de Muros	05/09/10	24/09/10
Montaje de Vigas y losas	13/10/10	26/10/10
Montaje de Vías y drenaje	26/10/10	19/12/10
Instalaciones, Impermeabilización	19/01/10	10/03/10

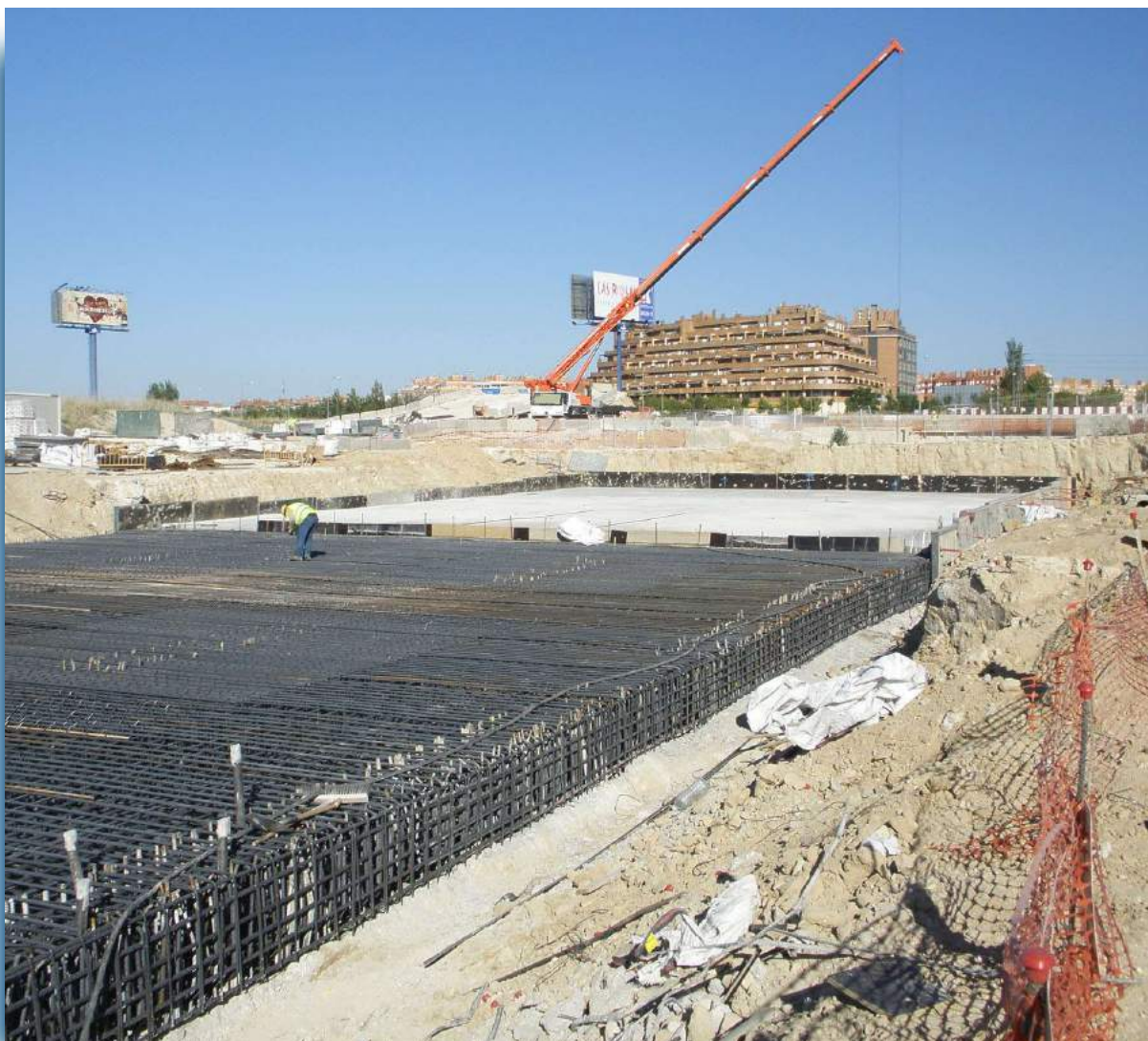
En el resto del Estacionamiento de Las Rosas que no está ocupado por las instalaciones de la tuneladora la solución ejecutada fue un recinto de pantallas con una losa de cubierta sobre el terreno en tres vanos, apoyándose sobre las pantallas perimetrales y las pantallas interiores que funcionan como pilares intermedios, donde se construye también un Pozo de Bombeo y una Salida de Emergencia.



▲ Sección zona pantallas.

Cronología de trabajos

TRAMO SECCIÓN ZONA PANTALLAS	INICIO	FIN
Ejecución de Pantallas	30/06/10	31/07/10
Ejecución de Losa de Cubierta	01/08/10	20/08/10
Excavación bajo losa	21/08/10	15/09/10
Ejecución Contrabóveda	16/09/10	05/10/10



▲ Montaje de losa cubierta zona pantallas.



COCHERAS VENTAS

La remodelación de la actual nave de estacionamiento en Ventas supuso el desmontaje completo de la nave de dimensiones 92 ml x 40 ml que albergaba 10 vías, todas ellas de carril embebido en foso de hormigón sin toperas.

La estructura de cerchas metálicas de la nave y dependencias interiores se encontraba al final de su vida útil por lo que se planteó la construcción de una nueva nave de estructura de aluminio cubierto con una lona doble presurizada, con un cerramiento lateral de paneles prefabricados y un nuevo edificio interior de dependencias.

Cabe resaltar la remodelación de la conexión de la playa de vías con el túnel de maniobras y rehabilitación con las actuaciones necesarias y entronque con la nueva vía de escape.

Cronología de trabajos

COCHERAS VENTAS	INICIO	FIN
Desmontajes de instalaciones	10/05/10	30/05/10
Retirada de pulpitos	10/05/10	20/05/10
Relleno de fosos	20/05/10	15/06/10
Demolición de nave existente	15/06/10	01/07/10
Demolición de fosos	01/07/10	10/08/10
Ejecución de cimentaciones	10/07/10	15/09/10
Montaje de carpa	15/08/10	10/10/10
Edificio de dependencias	15/09/10	20/10/10
Montaje de aparatos de vías	15/10/10	20/10/10
Montaje de instalaciones de cocheras	15/09/10	20/11/10
Acabados	01/11/10	20/11/10

Secuencia fotográfica de trabajos en cocheras Ventas ►



DEMOLICIÓN ANTIGUAS COCHERAS



ESTADO INICIAL



ESTADO FINAL



EJECUCIÓN CIMENTACIÓN Y LOSAS



INTERIOR NAVE



INICIO MONTAJE ESTRUCTURA



CONEXIÓN PLAYA DE VÍAS



FINAL MONTAJE ESTRUCTURA



ENTRONQUE TÚNEL

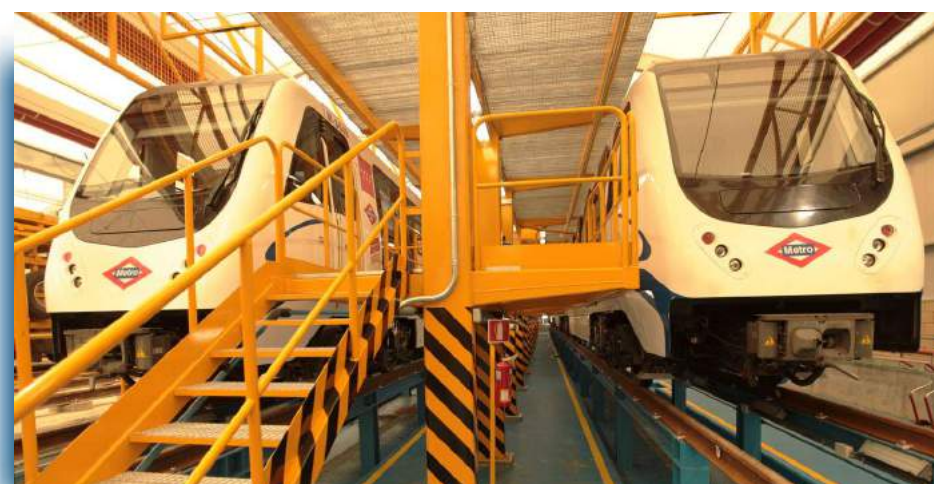




▲ Estado final acceso
cocheras Ventas.



Estado inicial acceso ►
cocheras Ventas.



▲ Imágenes de las nuevas cocheras de Ventas.



COCHERAS CANILLEJAS

La actuación en las dependencias de estacionamiento existentes de Canillejas ha consistido en la construcción de una nueva pasarela situada entre la vías 14 y 15 además de un acondicionamiento entre las vías 13 a 16.

Cronología de trabajos

COCHERAS CANILLEJAS	INICIO	FIN
Picado Losa	15/09/10	27/09/10
Desvíos de Servicios	15/09/10	27/09/10
Hormigonado de zapatas	27/09/10	04/10/10
Montaje Pasarelas	04/10/10	15/11/10
Instalaciones	01/11/10	22/11/10
Solados	15/11/10	29/11/10

La nueva pasarela se construye mediante una estructura metálica formada por pilares metálicos, e incluye la instalación de protección de plataformas, puertas de protección con cerraduras de seguridad, kit de protección en puerta y cuadro de control de acceso a techo coches, con nuevas instalaciones de alumbrado y aire comprimido.



▲ Estado final cocheras Canillejas (derecha: estado inicial).

EL TÚNEL

El túnel de línea se ha ejecutado utilizando tres métodos distintos en función de las necesidades que su situación requería.

Túnel entre pantallas:

Este método se utilizó en la zona de cruce bajo la carretera de circunvalación M-40 entre el Pk 4+580 y el Pk 4+291, que une la estación de [Las Rosas](#) con el estacionamiento de trenes de Las Rosas.

Túnel Método Tradicional de Madrid:

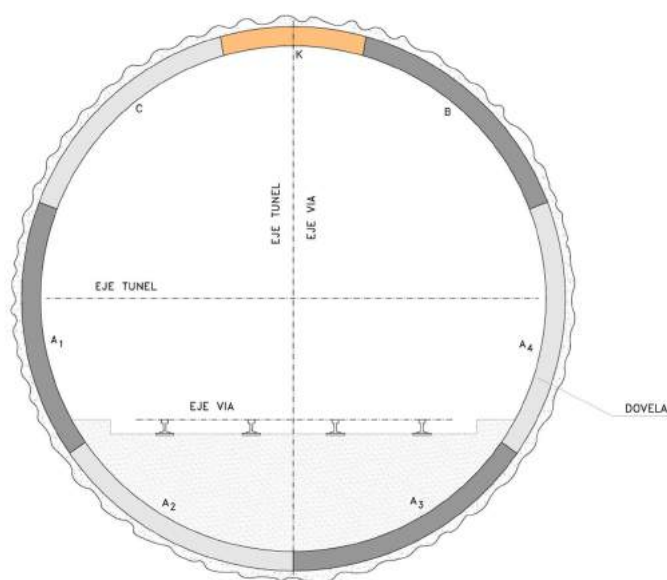
Se utilizó para pasar, en un tramo intermedio del túnel entre pantallas, bajo una conducción eléctrica de alto voltaje con una longitud de 25 m y también un pequeño tramo para el entronque del pozo de extracción de la tuneladora con la antigua Línea 2.



Túnel con Escudo de presión de tierras:

Con este método se ejecuto el resto del túnel (3818 ml), se inició en la estación de **Las Rosas**, PK 4+169 hasta el pozo de extracción en el PK 0+025, pasando en su recorrido por las estaciones de **Avda. de Guadalajara**, **Alsacia** y **La Almudena**.

Para el sostenimiento del túnel con este método se ha utilizado anillo universal prefabricado de hormigón armado, constituido por 7 dovelas de 32 cm de espesor y 1.5 m de longitud, con un diámetro interior de 8.43 m, con junta hidrofílica en bordes de dovelas para mejorar la estanqueidad del túnel y biconos frontales que mejoran la colocación de anillos en obra, ya utilizadas en obras anteriores de MINTRA.



▲ Sección tipo túnel EPB.

Este tipo de máquina permite la excavación del terreno, sosteniendo el frente de excavación con el escombros excavado y sometido a presión dentro de la cámara de escombros, al regularse la extracción de material mediante un tornillo sinfín y la presión de los gatos de empuje. Los terrenos excavados han sido los suelos típicos de Madrid, con predominancia del tosco.

La tuneladora utilizada para la perforación de los 3818 ml de túnel, ha sido la conocida ADELANTADA de NFM Technologies con 9,40 m de diámetro de excavación, que desde el año 1995 ha perforado más de 17 Km en los túneles de varias líneas de Metro, con resultados excelentes.

Previo a la ejecución del túnel, se llevó a cabo una importante revisión y reparación de los componentes de la máquina, siendo los más significativos el cambio de sistema de extracción de escombros de vagones a cinta continua (diseñada para esta obra) y la modificación de la cabina de pilotaje, incluyendo el sistema operativo y las salidas gráficas de los parámetros de la tuneladora. Todo ello ha contribuido a que se hayan superado los récords anteriores de esta máquina, sobre todo con el empleo de la cinta.

Para evitar vibraciones por el futuro paso de los trenes se ha colocado, entre el hormigón de relleno del túnel y las dovelas, en las zonas próximas a las edificaciones, una manta aislante.



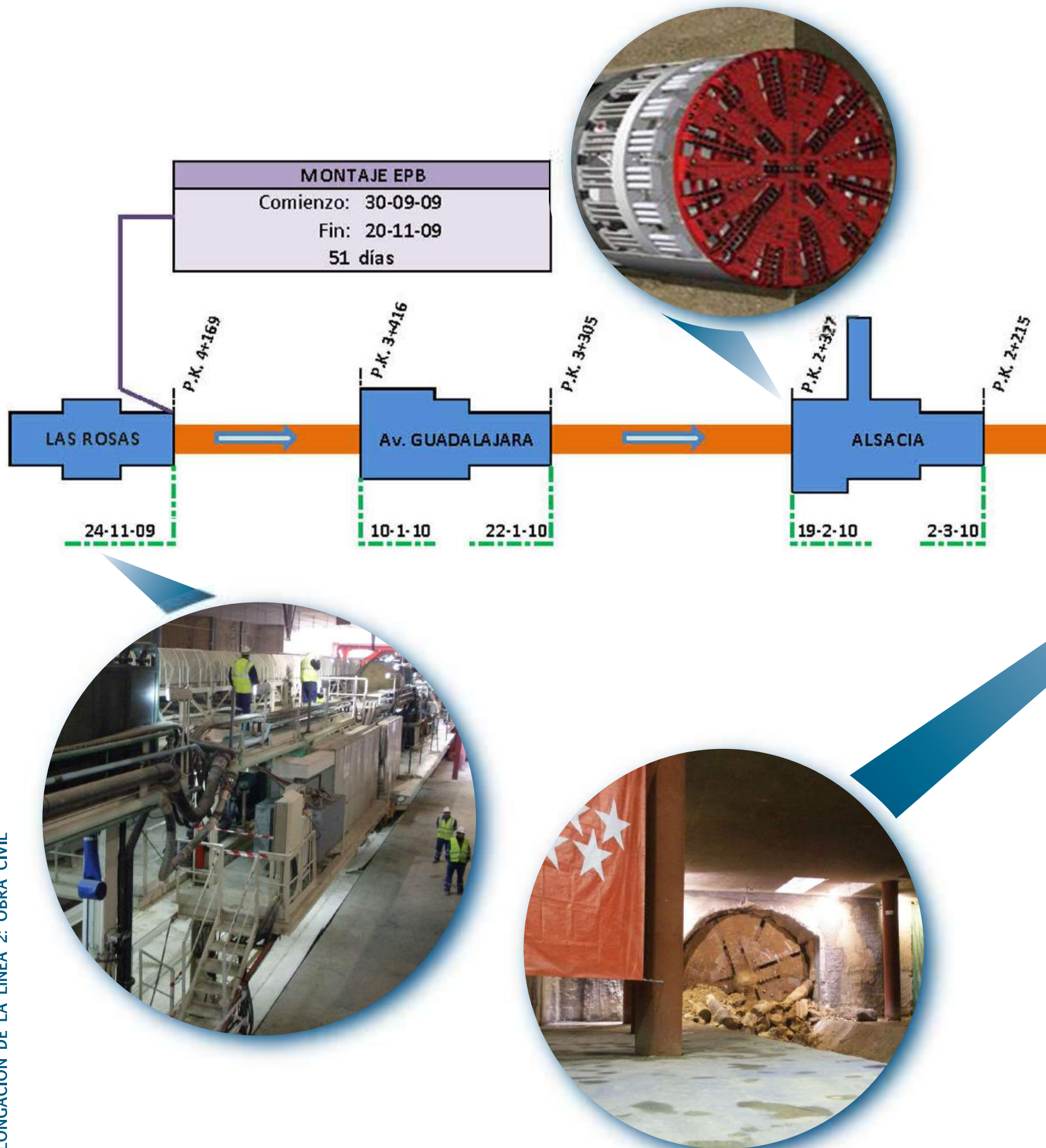
▲ Modificación de la cabina de pilotaje.



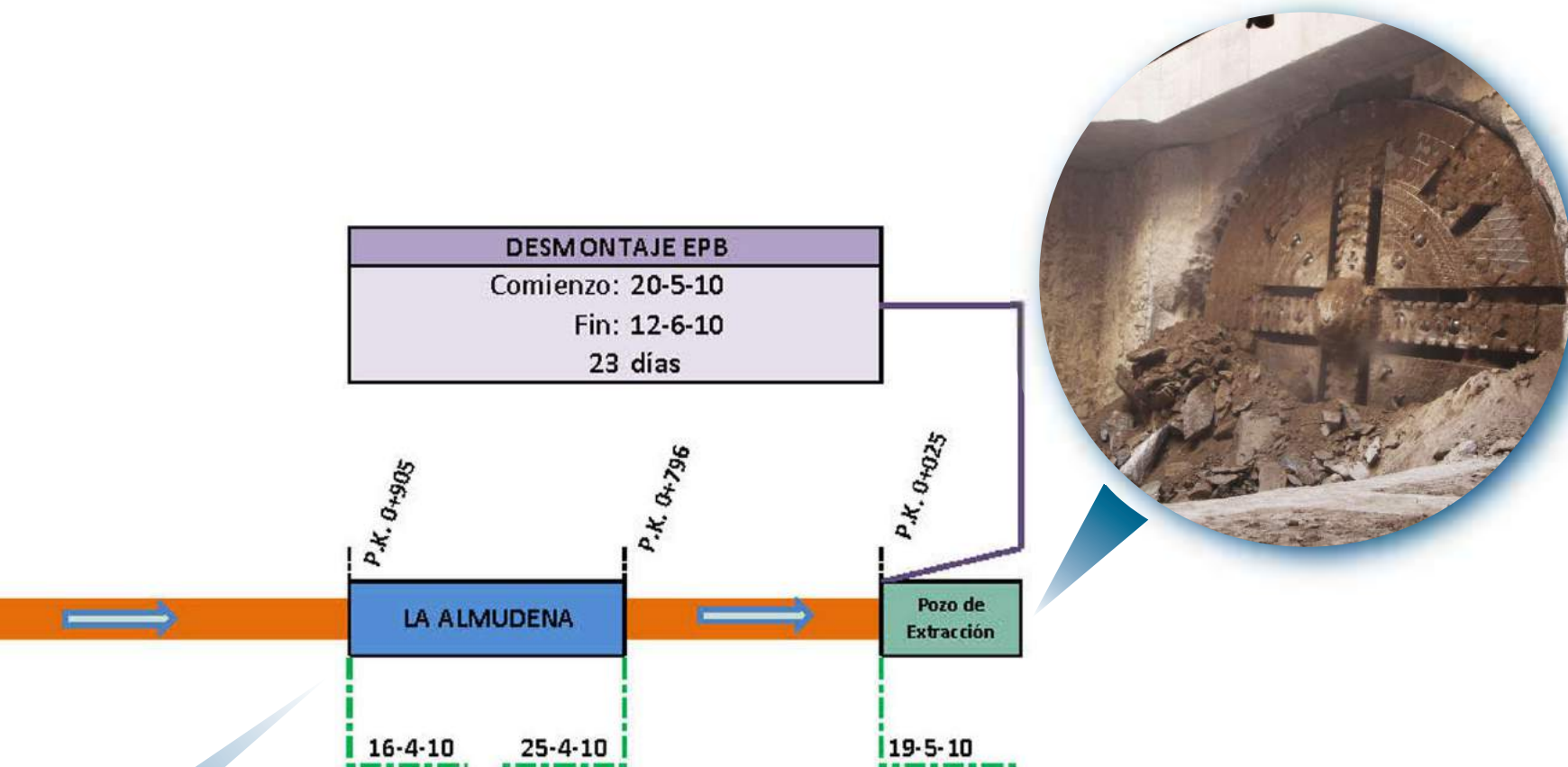
▲ Extendido de manta fonoabsorbente en túnel.



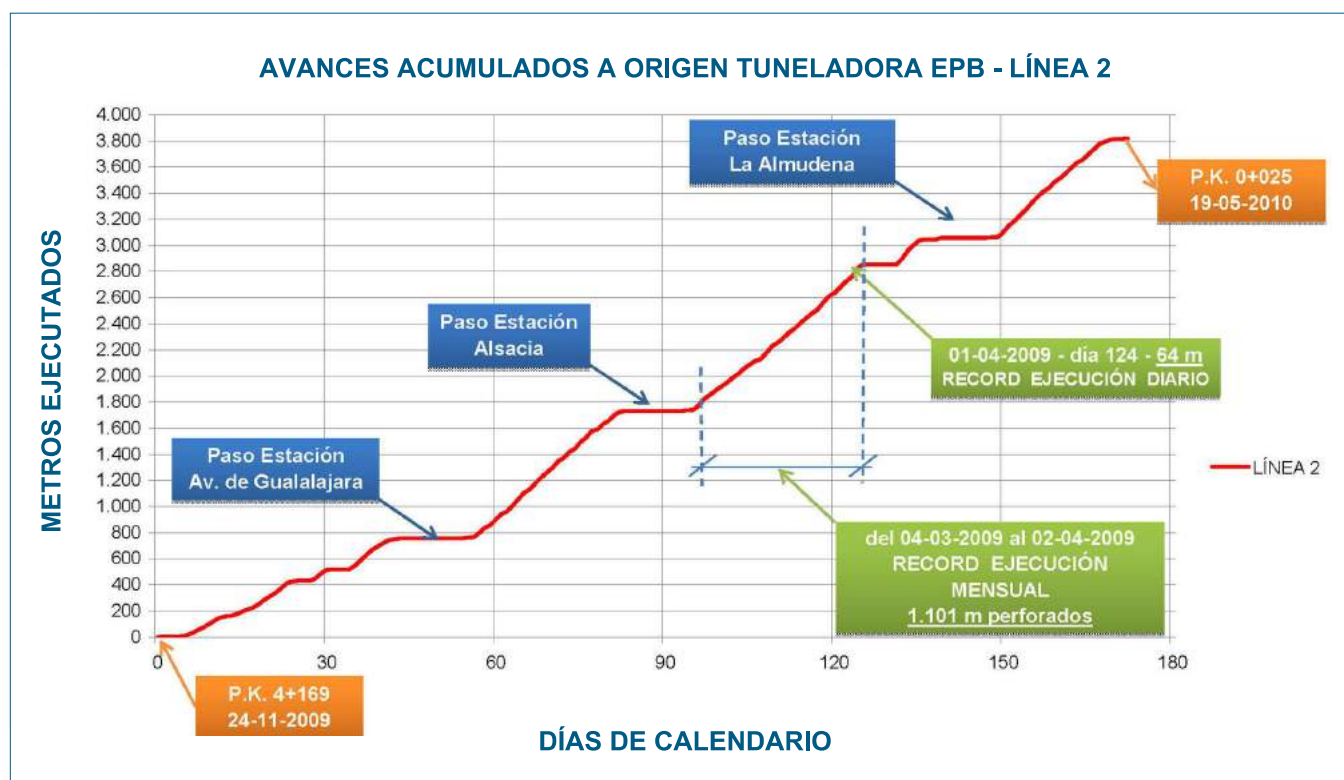
▲ Detalle de manta fonoabsorbente colocada.

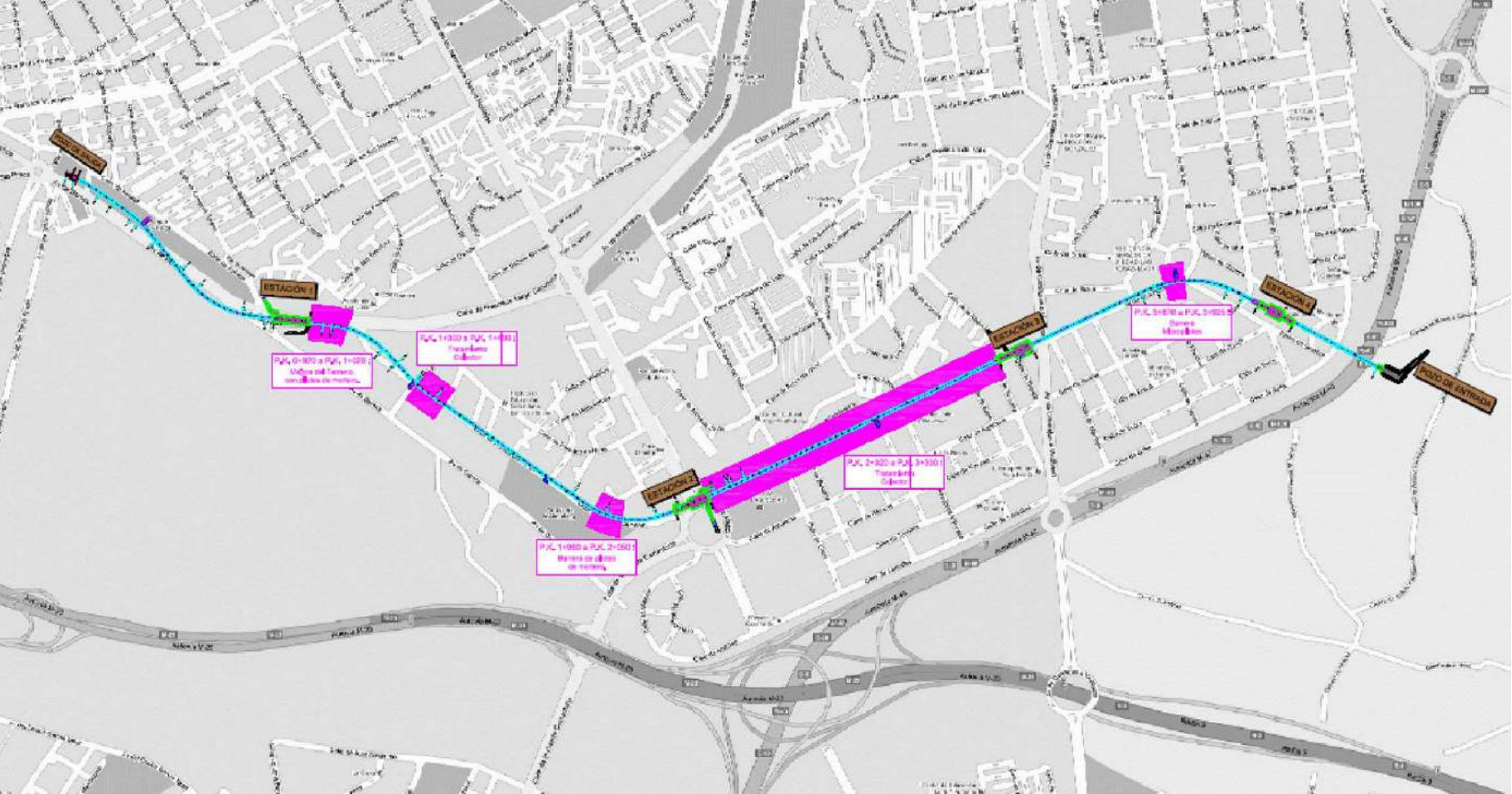


- ▲ Construcción de la infraestructura de la prolongación de la Línea 2 del Metro de Madrid a Las Rosas: Esquema del avance en la perforación del túnel en el tramo ejecutado con tuneladora EPB.



Hay que destacar que se han alcanzado rendimientos semanales de hasta 286,5 m, con la máxima producción en un día de 43 anillos, récord actual de la excavación con tuneladora en Metro de Madrid. El coeficiente de utilización (tiempo de producción/tiempo total) de la máquina a origen ha sido del 49 %, con un máximo del 66 % en el mes de abril de 2010.





■ TRATAMIENTO DEL TERRENO

Previo al inicio de las obras se realizan una serie de análisis, entre ellos el estudio de subsidencias, entendiendo como tal a la cuantificación del movimiento de la superficie como consecuencia de la ejecución del túnel. Para dicho análisis se tiene en cuenta el perfil geológico-geotécnico del terreno y los diferentes métodos constructivos empleados.

La consecuencia inmediata de dicho estudio de movimientos es la realización de tratamientos preventivos del terreno, los cuales tienen por objeto:

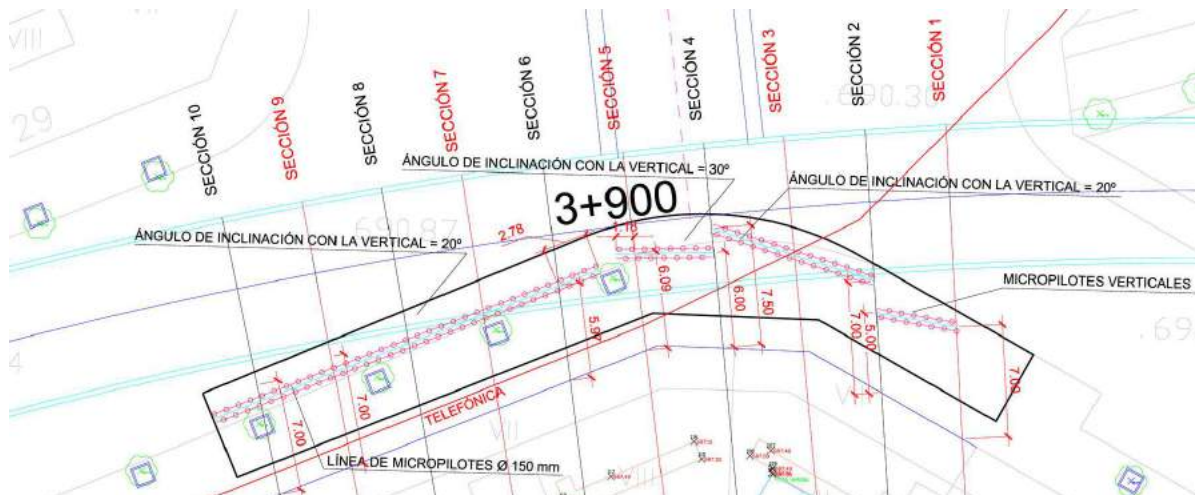
- Reducir el asiento de la superficie del terreno, con motivo del paso de la tuneladora, en aquellos tramos que se consideran elevados.

- Minimizar la afección a edificios o infraestructuras (viaductos, colectores, etc.).

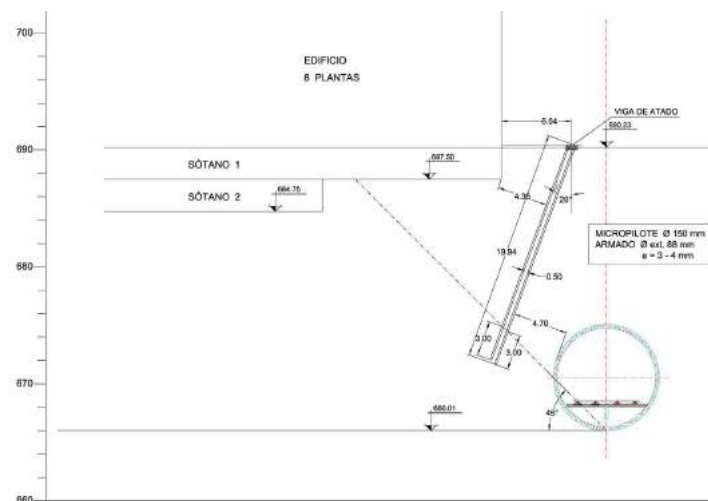
Los tratamientos del terreno realizados han sido diversos:

- Avda. de Guadalajara con el Paseo de Ginebra, 3+870 a 3+925: barrera de micropilotes, para eliminar la influencia de la excavación en las viviendas próximas.
- Tratamiento de emboquilles de estaciones, para evitar que al entrar o salir la tuneladora de la estación se produzca una chimenea. Se realiza un recinto de pilotes o pantallas de mortero, que en el caso de que se detecte la presencia de agua, debe ser estanco.

- Tratamiento del colector de la Avda. de Guadalajara, de 2+320 a 3+330: debido a la proximidad del colector al túnel, se procedió a la inyección desde el interior del mismo de los huecos existentes en el trasdós del revestimiento de ladrillo. Este tipo de actuación obligó a adoptar medidas específicas de seguridad (no trabajar cuando hubiese previsión de lluvias) e higiene (vacunar a todo el personal que entrase en el colector).
- Barreras de pilotes de mortero en c/ Nicolás Salmerón, entre PK 1+960 a 2+050: con el objeto de realizar un refuerzo del terreno debido a la presencia de rellenos y evitar la posible afección a los edificios cercanos.
- Tratamiento del colector de la c/ Nicolás Salmerón, entre 1+300 a 1+400: similar al indicado en el colector de la Avda. de Guadalajara.
- Columnas de mortero en Avda. Francisco Largo Caballero, entre 0+920 a 1+020: para evitar la formación de chimeneas o asientos excesivos, por tratarse de una zona de abundantes rellenos.



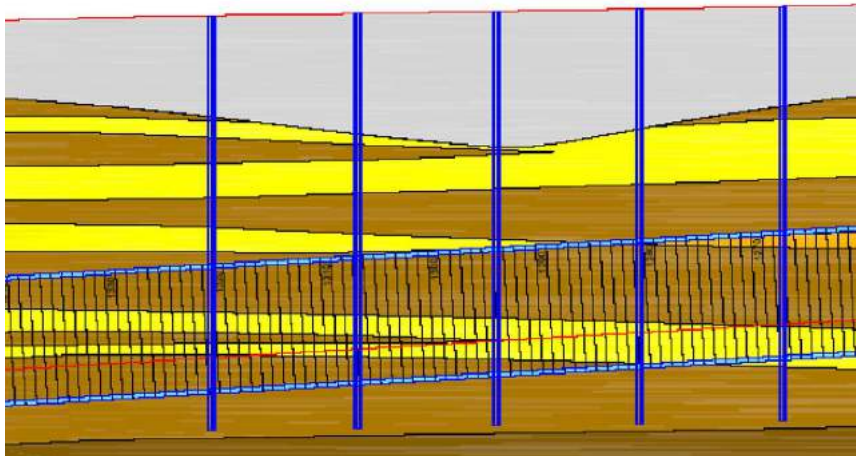
▲ Micropilotes Avda Guadalajara con Pº de Ginebra. Planta del Tratamiento.



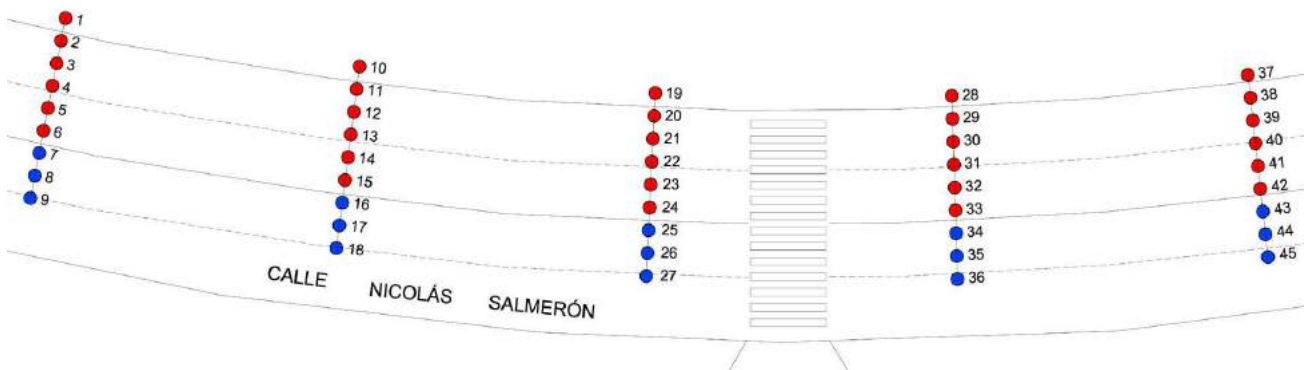
◀ Sección tipo.



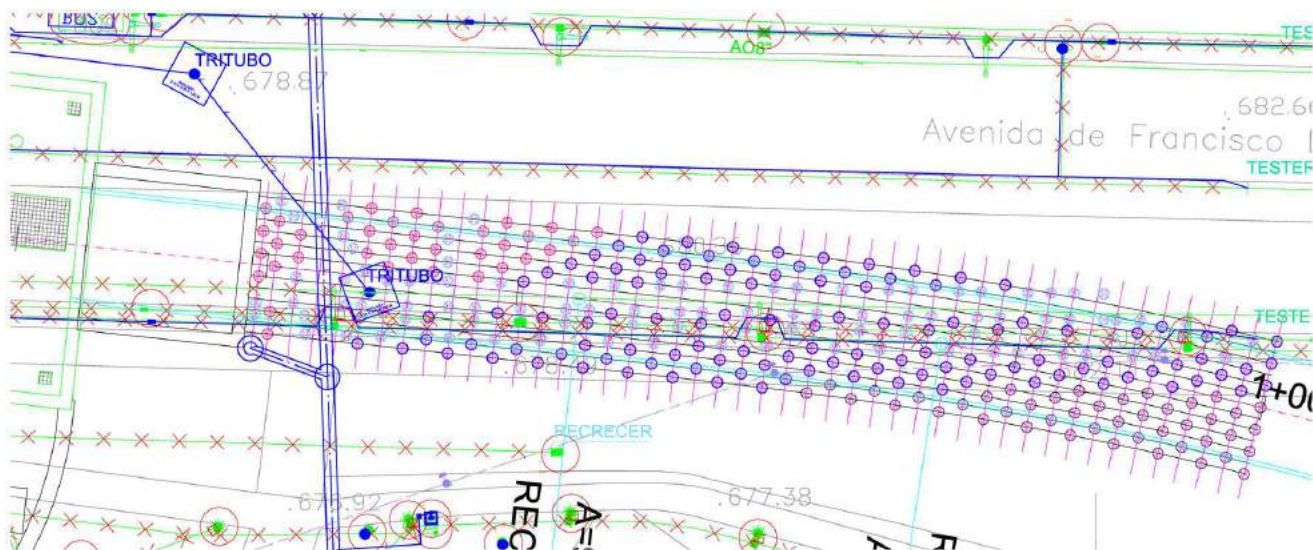
▲ Pilotes de Mortero en cabecero de estaciones (corralitos).
Ejecución de columnas de mortero.



◀ Perfil longitudinal.



▲ Barrera de pilotes de mortero en c/ Nicolás Salmerón.
Planta disposición pilotes.



▲ Columnas de mortero en Avda. Francisco Largo Caballero.
Planta distribución de columnas.

Se ha utilizado carril de 54 Kg/m, apoyados sobre tacos elásticos de hormigón para 12,5 TN, tipo bloque holandés con anclaje tipo VAPE 22-1-15, placa acodada ligera y clips Vossloh SLK-1, entre el entronque con la anterior infraestructura y la Estación La Almudena.

Pasada dicha estación hasta el estacionamiento de Las Rosas, el sistema de fijación se soluciona con placa adherizada Railtech-Sufetra-Tranosa DFF/ADH.

En la vía se dejan una serie de cambios sencillos (diagonales) y dobles (bretelles) dispuestos a lo largo de la traza para facilitar la movilidad del equipamiento móvil.

Diagonal: L=45,172 m

- 1 en la Estación Alsacia.
- 1 en la Estación Avda. de Guadalajara.
- 1 en el tramo de vía entre pantallas bajo M-40.

Desvío: L=20.44

- 2 en el Estacionamiento Las Rosas.

Bretelles: L=45,172 m

- 1 en la entrada a la Estación Las Rosas.
- 1 en la salida de la Estación Las Rosas.

COCHERAS VENTAS

- 1 desvío en recta con vía desviada con radio 50 m.
- 1 desvío en curva de radio 50 m y vía desviada de radio 36 m.
- 1 desvío doble con vías divergentes con radio 36 m y 37 m.



▲ Taco elástico de hormigón.



▲ Placa adherizada.



CONTROL DE CALIDAD EN LA OBRA

El Control de Calidad comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad de todas las estructuras, componentes e instalaciones de la obra se construyen de acuerdo con códigos, normas y especificaciones de diseño. El Control de Calidad realizado en la obra recoge los siguientes aspectos:

■ CONTROL DE MATERIAS PRIMAS

Antes de iniciar cualquier proceso se realizó un estudio de los materiales a emplear en las distintas unidades, para garantizar la calidad de los productos.



▲ Inspección de la calidad de los materiales en cantera.

■ INSPECCIÓN EN PLANTA DE DOVELAS



▲ Identificación única de la dovela.

■ ESTUDIO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO PARA EL MORTERO DE TRASDÓS DE DOVELA



▲ Prueba de consistencia en mesa de sacudida.

■ CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

En todo proceso de fabricación en planta especializada, se ha procedido a inspeccionar el desarrollo de las actividades para verificar el cumplimiento de normas y especificaciones de construcción.



▲ Comprobación de soldadura de las camisas para pilas-pilote.

■ CONTROLES EN LA EJECUCIÓN DE OBRA

Toda actividad relacionada con la ejecución de los principales procesos constructivos ha sido motivo de un seguimiento exhaustivo a través de ensayos y análisis, para garantizar la calidad de las diversas construcciones.



▲ Comprobación de la consistencia del hormigón.



▲ Comprobación del espesor y densidad de MBC.



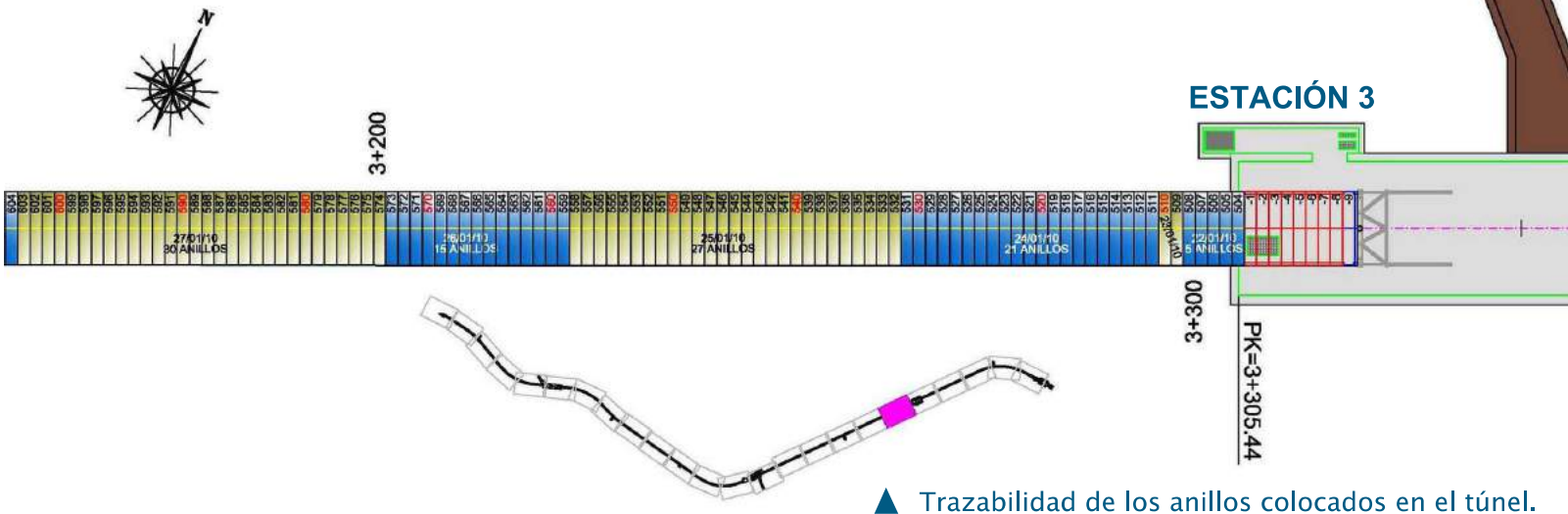
▲ Capacidad de carga a tracción de un anclaje.



▲ Auscultación sónica de pantallas por método cross-Hole.

CALIDAD DE LA OBRA TERMINADA - TRAZABILIDAD

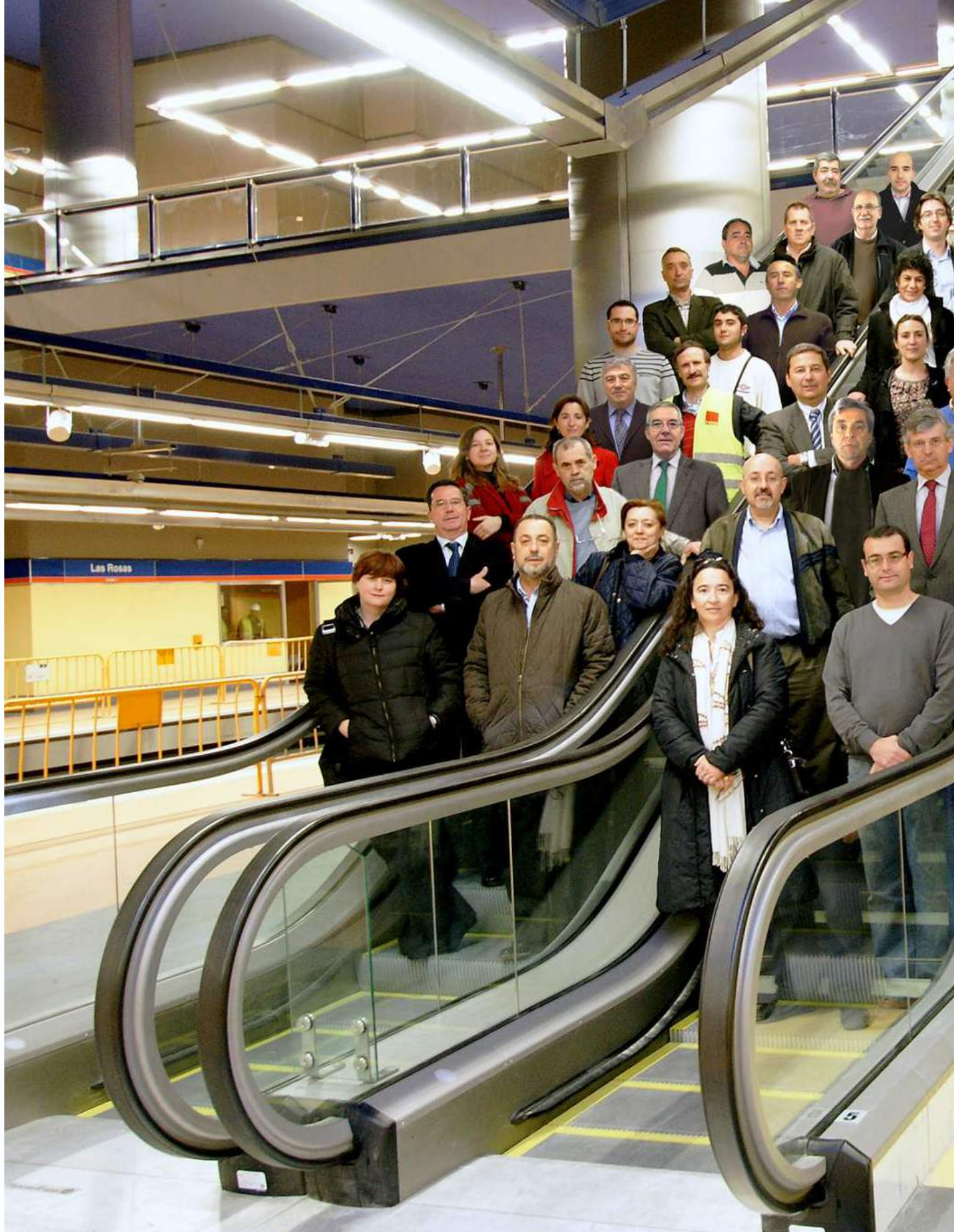
La adecuada gestión de la calidad de la obra, no consiste sólo en realizar controles aislados en diferentes aspectos como el control de materias primas, inspecciones en la construcción, ensayos, pruebas, etc., sino conseguir dejar una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades realizados. De esta manera, tendremos un profundo conocimiento de lo obra realizada desde su inicio hasta su ejecución final.



Trazabilidad de los anillos colocados en el túnel.

SEGUIMIENTO DE PROCESO DE FABRICACIÓN (PREFABRICADOS DELTA)										CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA				PRODUCCIÓN Y RECEPCIÓN																	
RF ANILLO	RF DOVELA	HORMIGONADO		REPARACIÓN DE LOS DEFECTOS				RESISTENCIA A ESTIMADA N/mm²	CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA				POSICIÓN EN TÚNEL (FECHA)	PRODUCCIÓN (mis)		TERRENO EXCAVADO	INYECCIÓN MORTERO	PARÁMETROS MEDIOS TBM				Presión Cámara (bar)	Tasa Tratam (%)								
		FECHA	OBSERVACIONES	ZONA DE JUNTAS REPARAR > 2 cm	ARMADURA VISTA	FIGURAS REPARAR > 1 cm	NIDO DE GRAY REPARAR > 10 cm		ROTURAS REPARAR > 10 cm	COQUELAS > 10 cm	FIGURAS > 1 mm	ROTURAS > 3 cm		JUNTA BIEN/MAL	Excavac.	Montaje Asillo	(t) B-1	(t) B-2	VOL. (m³)	Empuje (kN) Total	Par (MNm)			Avance (mm/min)	Velocidad rueda de corte (rpm)						
631	A1	6358	04/12/2009					56,9	NO	NO	NO	BIEN	521	24-01-10	35	30	218	235	6,7	15.000	4,5	43	1,00	0,3	52,5	PERFIL GEOLÓGICO					
	A2	6404	04/12/2009					52,7	NO	NO	NO	BIEN																			
	A3	6360	04/12/2009					56,9	NO	NO	NO	BIEN																			
	A4	6372	04/12/2009					56,9	NO	NO	NO	BIEN																			
	B	6095	01/12/2009	REPARADO				50,8	NO	NO	NO	BIEN																			
688	C	6094	01/12/2009	BICONO ROTO			REPARADO	50,8	NO	NO	NO	BIEN	522	24-01-10	30	20	228	230	6,7	15.000	5,1	50	1,00	0,4	45	PERFIL GEOLÓGICO					
	K	4675	27/10/2009					59,3	NO	NO	NO	BIEN																			
	A1	5729	25/11/2009					50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
660	A2	5716	25/11/2009					50,2	NO	NO	NO	BIEN	523	24-01-10	40	20	185	217	6,6	15.000	4,6	38	1,00	0,4	60	PERFIL GEOLÓGICO					
	A3	5733	25/11/2009	BICONO ROTO				50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
	A4	5718	25/11/2009					50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
	B	5680	25/11/2009				REPARADO	50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
	C	5697	25/11/2009	REPARADO	REPARADO		REPARADO	50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
768	K	4120	09/10/2009					56,6	NO	NO	NO	BIEN	524	24-01-10	30	25	221	232	6,7	15.000	4,3	50	1,00	0,4	45	PERFIL GEOLÓGICO					
	A1	3043	09/09/2009	NIDOS GRAYA	REPARADO			52,8	NO	NO	NO	BIEN																			
	A2	3035	09/09/2009	NIDOS GRAYA	REPARADO			52,8	NO	NO	NO	BIEN																			
	A3	3045	09/09/2009					52,8	NO	NO	NO	BIEN																			
	A4	3037	09/09/2009	NIDOS GRAYA			REPARADO	52,8	NO	NO	NO	BIEN																			
640	B	3474	21/09/2009					51,5	NO	NO	NO	BIEN	525	24-01-10	35	15	213	275	6,7	15.000	4,3	43	1,00	0,3	52,5	PERFIL GEOLÓGICO					
	C	3475	21/09/2009					51,5	NO	NO	NO	BIEN																			
	K	5036	06/11/2009					58,0	NO	NO	NO	BIEN																			
	A1	6528	10/12/2009				REPARADO	56,7	NO	NO	NO	BIEN																			
	A2	6373	04/12/2009					56,9	NO	NO	NO	BIEN																			
764	A3	6532	10/12/2009				REPARADO	56,7	NO	NO	NO	BIEN	525	24-01-10	35	15	213	275	6,7	15.000	4,3	43	1,00	0,3	52,5	PERFIL GEOLÓGICO					
	A4	6375	04/12/2009					56,9	NO	NO	NO	BIEN																			
	B	6641	11/12/2009					53,4	NO	NO	NO	BIEN																			
	C	6642	11/12/2009					53,4	NO	NO	NO	BIEN																			
	K	6993	17/12/2009					61,8	NO	NO	NO	BIEN																			
661	A1	5754	25/11/2009					50,2	NO	NO	NO	BIEN	525	24-01-10	35	15	213	275	6,7	15.000	4,3	43	1,00	0,3	52,5	PERFIL GEOLÓGICO					
	A2	5713	25/11/2009				REPARADO	50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
	A3	5756	25/11/2009					50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
	A4	5723	25/11/2009					50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
	B	5751	25/11/2009	ARMADURA VIST.				50,2	NO	NO	NO	BIEN																			
718	C	5730	25/11/2009					50,2	NO	NO	NO	BIEN	525	24-01-10	35	15	213	275	6,7	15.000	4,3	43	1,00	0,3	52,5	PERFIL GEOLÓGICO					
	K	4621	26/10/2009					59,3	NO	NO	NO	BIEN																			

Seguimiento de las dovelas colocadas en el túnel.



▲ EQUIPOS DE PROFESIONALES QUE HAN PARTICIPADO EN LAS OBRAS.



CAPÍTULO 3

INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Introducción	78
Control de la calidad del aire	79
Control de emisiones acústicas	80
Protección del sistema hidrogeológico	81
Gestión de tierras	82
Gestión de residuos	84
Protección de la vegetación	85
Resultados y conclusiones	87

Juan Huerta Garicano

(Ingeniero de Montes)
MINTRA

Laura Conde Ruiz

(Ingeniera de Montes)
NOVOTEC CONSULTORES, S.A.

José Antonio Mestre Martínez

(Ingeniero Técnico de Obras Públicas)
UTE LÍNEA 2

Iván Tejero Palos

(Ingeniero Técnico de Obras Públicas)
UTE LÍNEA 2

Imagen de la zona de oficinas durante la ejecución
de la Estación *La Almudena*
- Armonización de los espacios de trabajo -

FÉLIX ROBLEDO

MORGAN





CAPÍTULO 3: INTEGRACIÓN AMBIENTAL



INTRODUCCIÓN

En aplicación de la Ley de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid y de los protocolos establecidos en las obras promovidas por MINTRA, se ha llevado a cabo un exhaustivo control y seguimiento ambiental de la actuación con el objetivo de garantizar el estricto cumplimiento de los condicionantes recogidos en el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), que incluyen todas las prescripciones establecidas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), formulada por la autoridad competente.

La Dirección de Obra ha contado con una Asistencia Técnica específica para la supervisión de la correcta ejecución del PVA y la identificación y corrección de los impactos no previstos. Los aspectos más significativos del citado PVA se desarrollan en los siguientes apartados.

CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se han llevado a cabo un total de doce campañas de control de niveles de partículas en suspensión en el entorno de las zonas de ocupación, realizadas por entidades de control debidamente acreditadas. Asimismo se han aplicado las medidas preventivas dirigidas a minimizar la generación de partículas en suspensión y de otros contaminantes atmosféricos tales como riegos de caminos de acceso y zonas terrizas, limitación de velocidad de circulación de vehículos dentro de las zonas de ocupación, trabajos con barredoras, etc.



▲ Riegos periódicos de caminos de acceso y alrededores.



▲ Barredoras para disminuir la generación de polvo.



▲ Medición de niveles de partículas en suspensión.

CONTROL DE EMISIONES ACÚSTICAS



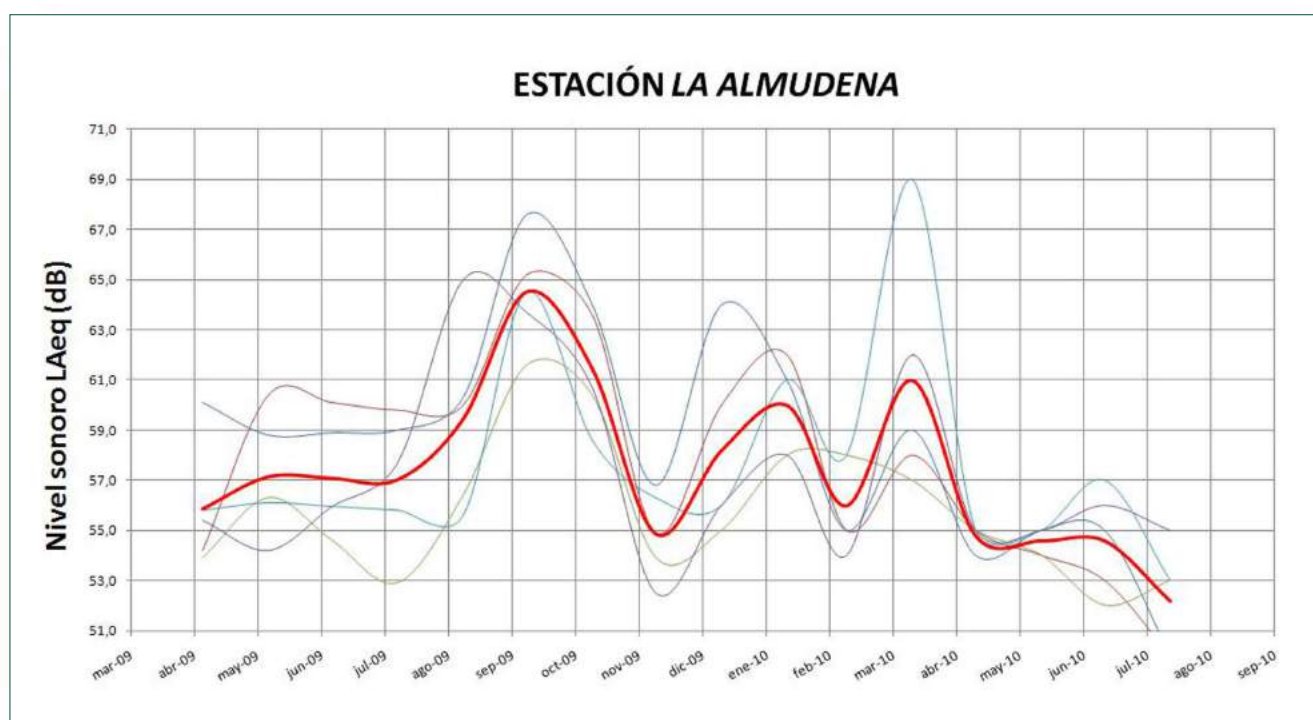
- ▲ Pantalla para disminuir las emisiones acústicas de los equipos auxiliares.



- ▲ Medición de los niveles acústicos en zonas cercanas a la ejecución de las obras.

En el transcurso de la ejecución de las obras, se han adoptado distintas medidas dirigidas a reducir las molestias por ruido en las zonas circundantes. La planificación de la disposición espacial de la maquinaria auxiliar, la instalación de pantallas acústicas, la revisión periódica de vehículos y maquinaria han sido, entre otras, las medidas adoptadas para evitar molestias por ruido en la población.

Además, se han realizado mediciones mensuales de los niveles acústicos en el entorno de las nuevas estaciones a fin de detectar la necesidad de adoptar medidas adicionales.



- ▲ Evolución de los niveles sonoros medidos en los alrededores de la Estación La Almudena. Cada línea representa el valor obtenido en un mismo punto de medición a lo largo del tiempo. La línea más gruesa representa el promedio de nivel sonoro que, como puede observarse, no superó los 65 dB en periodo diurno que corresponde al valor límite de emisión de ruido.



PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO

Las aguas procedentes de la tuneladora han sido tratadas mediante un sistema de doble decantación, separación de grasas y neutralización de pH. Una vez tratadas, las aguas se han reutilizado en la obra para la ejecución de riegos antipolvo y los excedentes se han trasladado a la depuradora Sur mediante camiones cisterna.

Por otra parte, las aguas de limpieza de las canaletas de las hormigoneras, han sido recogidas en zonas habilitadas al efecto y sometidas a decantación y neutralización antes de su posterior reutilización en obra.



- ▲ Sistema de tratamiento de aguas de tuneladora: separadores de grasas y balsa de decantación secundaria con sistema automático de dosificación de floculante y corrección de pH.

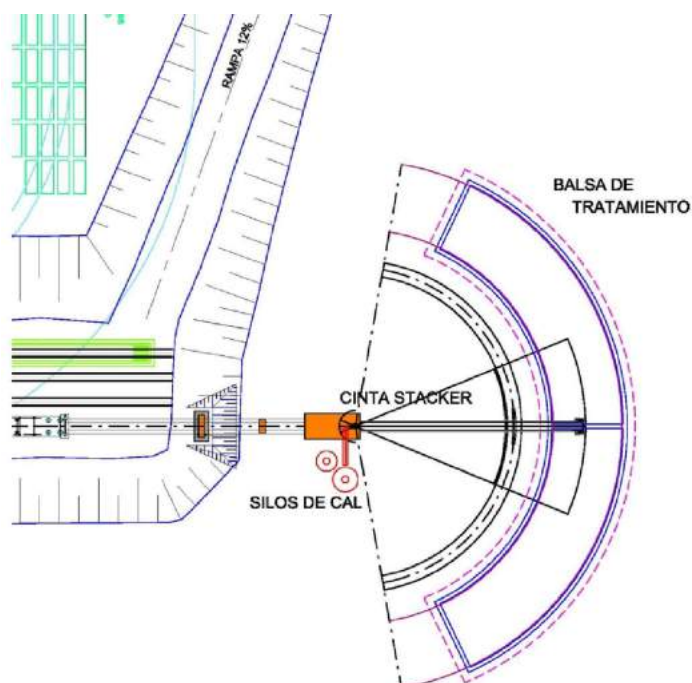




Asimismo, para la protección del sistema hidrogeológico se han dispuesto soleras impermeables y cubetos para alojar aquellos elementos susceptibles de originar la contaminación de suelos y/o aguas ante un eventual derrame accidental: depósitos de combustible, grupos electrógenos, áreas de almacenamiento de residuos, etc.



GESTIÓN DE TIERRAS



La totalidad de las tierras procedentes de la excavación del túnel (259.000 m³) ha sido objeto de reutilización como material de relleno bien en la propia obra o en otras obras de construcción, evitándose de esta forma su eliminación en vertedero.

Antes de su traslado al lugar de destino las tierras extraídas por la tuneladora han sido objeto de caracterización analítica para garantizar su carácter "inerte" y de tratamiento mediante estabilización con cal para reducir su alto contenido en humedad y así facilitar su manejo tanto durante el transporte como en su posterior utilización en los lugares de destino.



▲ Instalaciones del tratamiento con cal.



▲ Vista aérea de las instalaciones del tratamiento con cal.

GESTIÓN DE RESIDUOS

Para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos generados durante la ejecución de la obra, se han dispuesto áreas específicas debidamente acondicionadas, dotadas de solera de hormigón, muretes de protección anti-derrames y cubierta impermeable. Así, se han instalado “puntos limpios” en cada una de las zonas de ocupación utilizadas para la ejecución de las estaciones y del pozo de ataque de la tuneladora, en donde los residuos peligrosos se han localizado hasta su entrega a gestor autorizado.

A lo largo de la obra se han gestionado cerca de 2.500 kg de envases metálicos, 1,0 m³ de tierras contaminadas, 9.500 kg de grasas consistentes y 16.000 kg de aceite usado.

Para la gestión del resto de residuos de construcción y demolición (madera, residuos metálicos, plásticos, papel-cartón y escombros) se han dispuesto contenedores específicos en cada uno de los tajos abiertos para garantizar su recogida selectiva. En total se han gestionado 290 t de residuos metálicos, más de 1.200 m³ de madera, 450 m³ de plásticos, 175 kg de papel y cartón y más de 8.700 m³ de escombros.



▲ Puntos limpios ubicados en las Estaciones con cartelería de señalización y etiquetado por tipología de residuo.



▲ A lo largo de la obra se han realizado trece retiradas de residuos peligrosos de los puntos limpios por gestor autorizado.

PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN

Para la ejecución de las estaciones, pozos y salidas de emergencia ha sido necesario ocupar zonas verdes y viales dotados de arbolado de alineación. Los ejemplares arbóreos y arbustivos incluidos en las zonas de ocupación han sido protegidos debidamente para evitar daños producidos por el movimiento de vehículos y maquinaria durante la ejecución de las obras. Así, se han dispuesto tablones de madera alrededor de los troncos de los ejemplares arbóreos y se han jalonado los macizos arbustivos y durante todo el periodo de ocupación se han realizado riegos periódicos para el mantenimiento de la vegetación.

El resto de ejemplares, que debían ser retirados, fueron objeto de trasplante en su totalidad. Sin perjuicio de lo anterior, las zonas verdes y el arbolado viario afectado por las obras ha sido objeto de completa restitución, según se describe en el capítulo *Arquitectura de Espacios Abiertos*.



▲ Protección individual y colectiva de ejemplares arbóreos y arbustivos.



Proceso de trasplante de ejemplares: ahoyado, traslado -con cepellón manual o trasplantadora-, atirantado y riego de plantación.



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los trabajos llevados a cabo en el marco del PVA han puesto de manifiesto la adecuada gestión de los aspectos ambientales que se ha seguido durante la ejecución de las obras, demostrándose eficaces las medidas preventivas y correctoras adoptadas.

Así, entre todos ellos, cabe destacar la consecución de los siguientes objetivos:

- Correcta gestión de la totalidad de los Residuos de Construcción y Demolición y de las aguas generadas en la obra.
- Reutilización del 100% de las tierras de excavación, evitándose su depósito en vertedero controlado.
- Protección y completa restitución de las zonas verdes y del arbolado urbano afectado.

Todo ello ha contribuido a la correcta integración ambiental de las obras en su entorno y a la minimización de las inevitables molestias que se derivan de la ejecución de grandes infraestructuras en ámbitos urbanos densamente poblados.



▲ Ejemplar protegido durante la ejecución de la Estación Plaza Alsacia integrado en el nuevo parterre de la confluencia de las calles Hermanos García Noblejas y Nicolás Salmerón.



▲ Alineación de Acer platanoides y Magnolia grandiflora junto a una agrupación de Prunus pissardi preexistentes en el Parque Ginebra.

CAPÍTULO 4

LA ARQUITECTURA Y LOS ESPACIOS ABIERTOS

Introducción. El diseño de las estaciones actuales	90
Las estaciones nuevas	92
• La Almodena. Criterios de diseño. Descripción	92
• Alsacia. Criterios de diseño. Descripción	95
• Avda. de Guadalajara. Criterios de diseño. Descripción	98
• Las Rosas. Criterios de diseño. Descripción	101
Aspectos constructivos	104
• Forjado de andenes	104
• Cámaras bufas	104
• Tabiques y perfilera	105
• Solados	106
• Ventilación	106
• Acabados y barandillas	107
• Forro de pilas	108
• Puesto de atención al cliente (PAC)	109
Templetes	109
Accesibilidad Universal	113
Los espacios abiertos	116
Instalaciones	130
• Instalaciones red de metro	130
• Presurización de salidas de emergencia	132
Un mural en la estación de Alsacia	134

Rosa María González Portela

(Arquitecta - MINTRA)

Luis Mancebo Peñafiel

(Arquitecto Técnico - MINTRA)

Olga Muñoz Martín

(Arquitecta - UTE Línea 2)

Roberto Martín Jiménez

(Ingeniero Técnico Industrial - UTE TYPESA-SENER)

Manuel Sánchez Méndez

(Oficina Técnica - UTE Línea 2)

Almodena Santos Sánchez

(Oficina Técnica - UTE Línea 2)

Ricardo Gallego Sanz

(Oficina Técnica - UTE Línea 2)





CAPÍTULO 4: LA ARQUITECTURA Y LOS ESPACIOS ABIERTOS



INTRODUCCIÓN. EL DISEÑO DE LAS ESTACIONES ACTUALES

Las nuevas estaciones de la Ampliación de Línea 2 se han diseñado atendiendo a los mismos criterios que se han venido utilizando desde 1995 en las sucesivas ampliaciones de Metro de Madrid, con dos principios básicos: la mejora de la accesibilidad y la concentración de todos los volúmenes en un solo espacio.

Con la pretensión de sencillez y sobriedad se consiguen unos espacios limpios y ordenados a la vista, en los que el viajero percibe de forma clara y conjunta todas las posibilidades que le ofrece la instalación al tener una panorámica con un solo golpe de vista. Con una orientación inmediata, los movimientos a realizar son naturales y su uso es sencillo y evidente, gracias a que se han conseguido minimizar y simplificar los recorridos que tiene que hacer el usuario.

En lo que se refiere a la geometría, no todas las estaciones son iguales puesto que se tiene que responder al problema funcional, medioambiental y constructivo derivado de su ubicación dentro de la ciudad.

Se han conseguido espacios vivos y agradables gracias a una adecuada iluminación y a la calidad y cualidad de los materiales empleados en su construcción que nos permiten, además, un mantenimiento cómodo y eficaz.

En todas las estaciones está garantizada la accesibilidad Universal ya que están adaptadas para personas con distintos tipos de discapacidad en todos los recorridos a realizar, con una dotación de escaleras mecánicas y ascensores que salvan todos los cambios de nivel.

Las cuatro estaciones de la prolongación de la Línea 2, se han construido al amparo de muros de pantallas de hormigón armado por el método Cut and Cover.



▲ Estación ALSACIA.

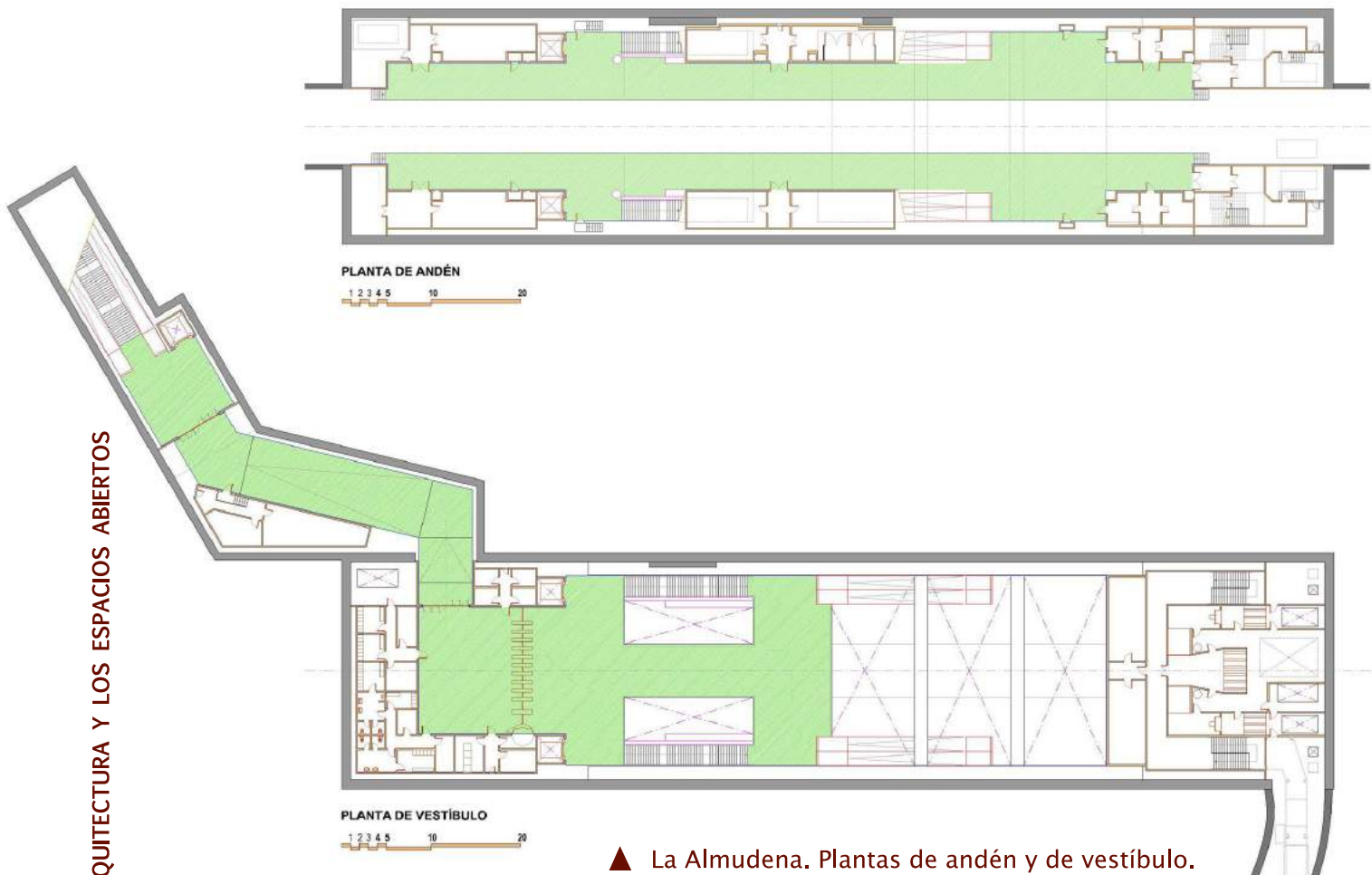




■ LA ALMUDENA

Criterios de diseño

La geometría de la estación y su ubicación ha sido condicionada por las necesidades del trazado, su implantación en superficie, la topografía del terreno y la situación de viales, con el objetivo de respetar y proteger el medioambiente (existencia de árboles con especial valor ecológico).



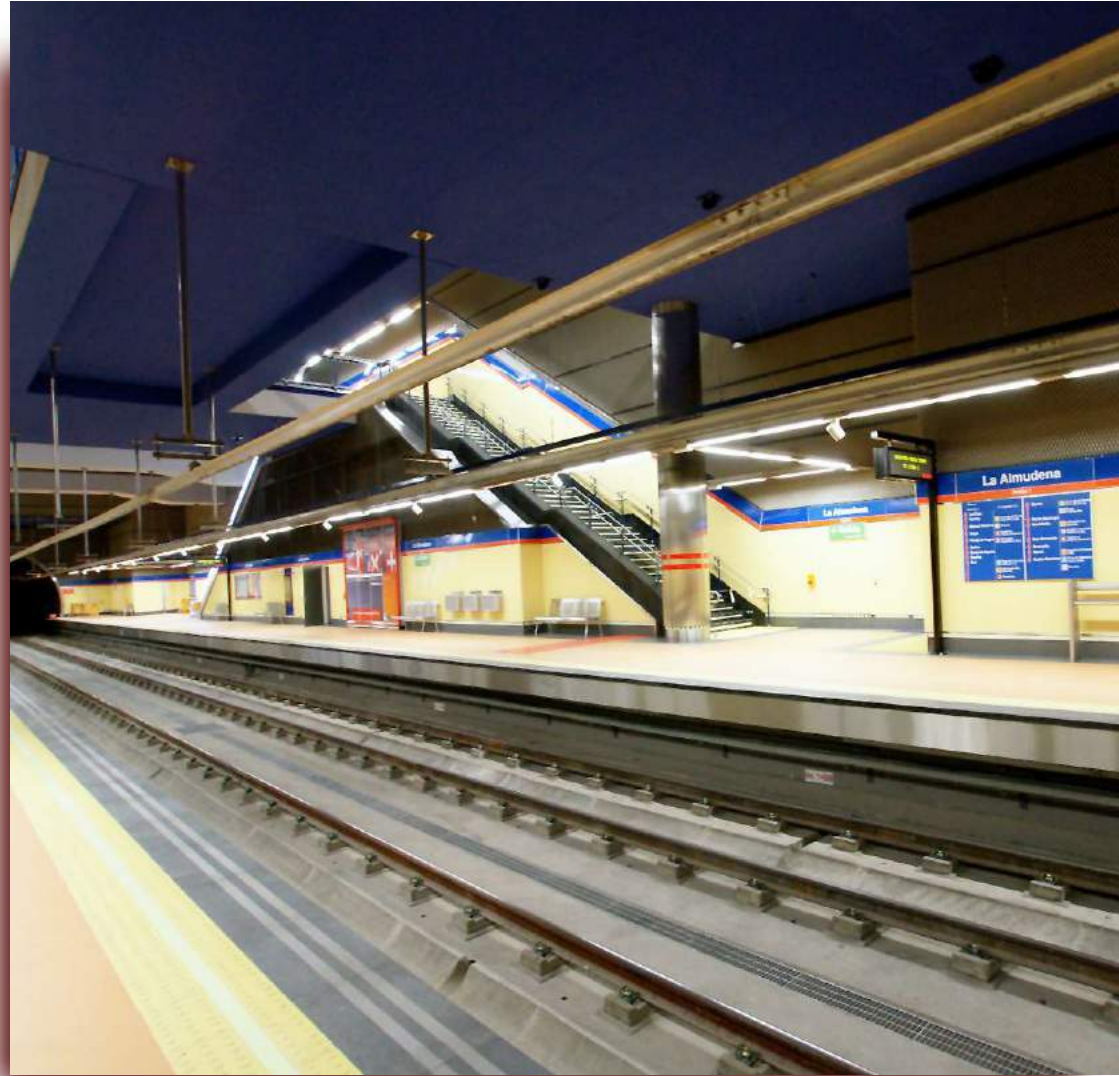
▲ La Almudena. Plantas de andén y de vestíbulo.

Descripción

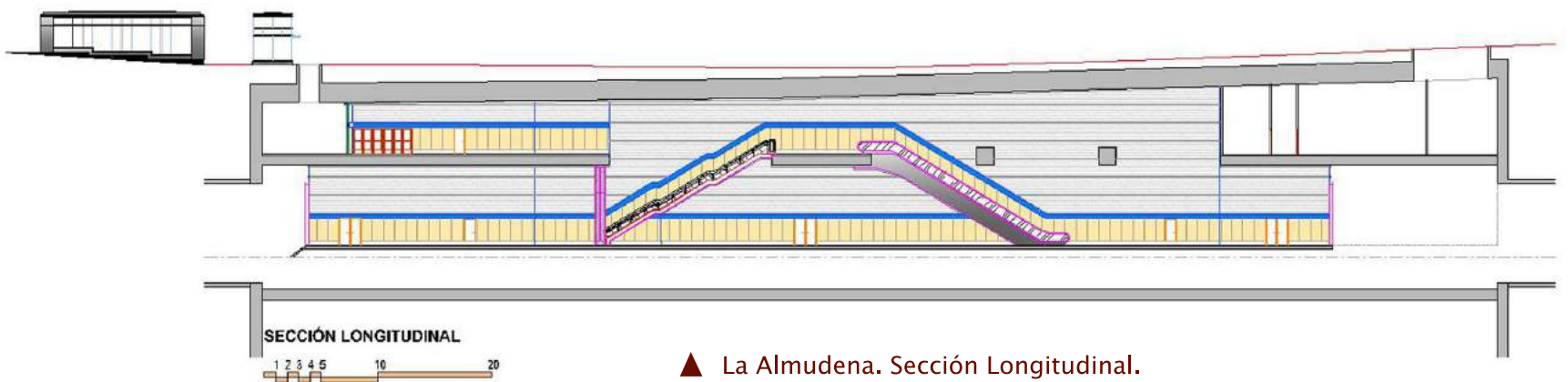
Este tipo de estación se ha estrechado respecto a las estaciones tipo que se venían construyendo en ampliaciones anteriores, de modo que se ha encajado en un ancho de 24,1m y un largo de 108,9m (interior de pantalla).

Para llegar a la zona de escaleras hay que cruzar el vestíbulo alargado y estrecho que dos vacíos laterales comunican con la planta de andenes. Al fondo puede verse el gran vacío central, sólo interrumpido por dos grandes estampidores. Y a ambos lados del mismo, las escaleras mecánicas.

La particularidad de esta estación, es que las escaleras mecánicas no se agrupan con las fijas, sino que se alinean longitudinalmente con ellas para no incrementar el ancho de la planta.



▲ La Almudena. Andén.



▲ La Almudena. Sección Longitudinal.



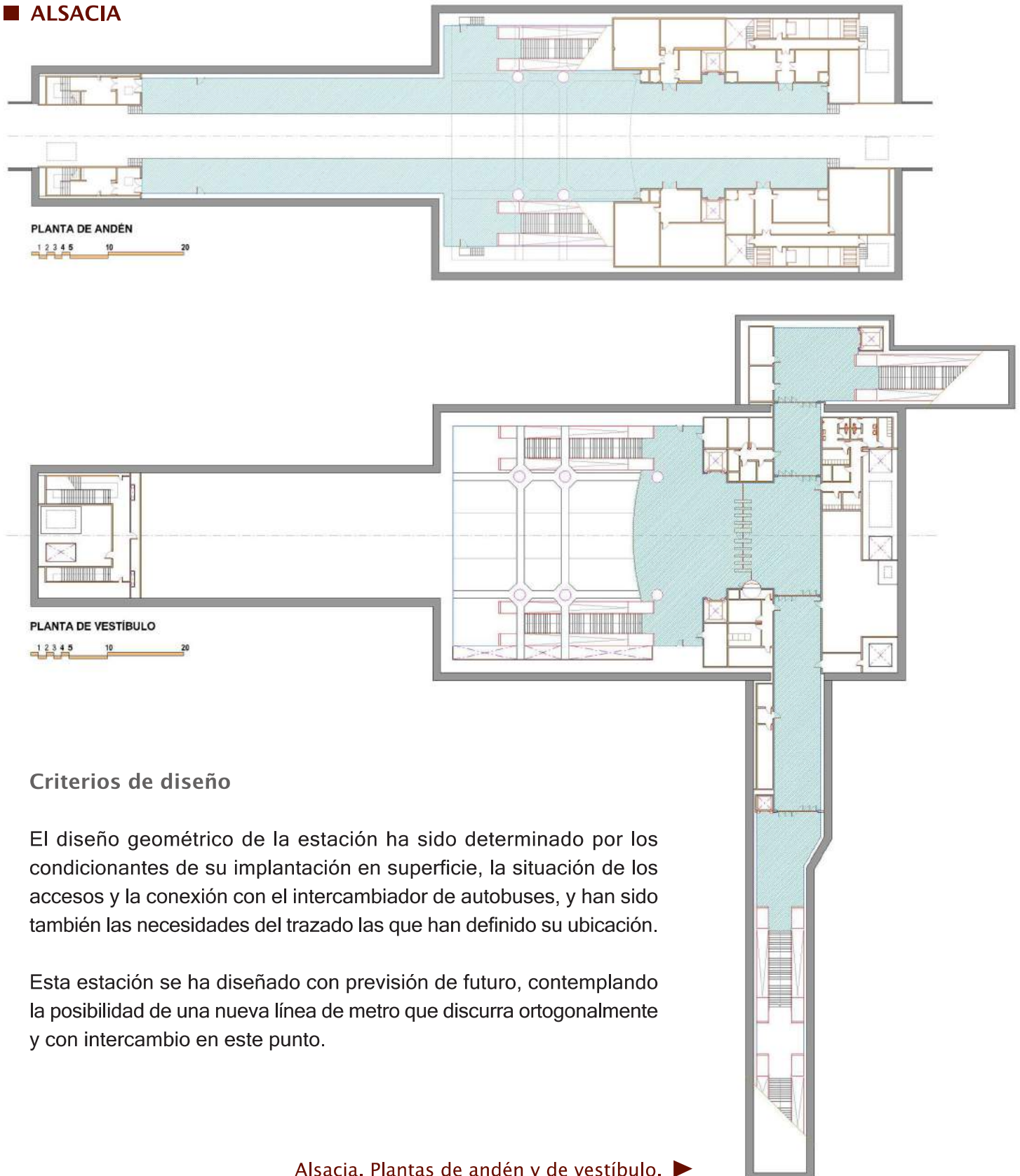
▲ La Alameda. Vestíbulo.

Algunos cuartos técnicos (como el cuarto de ventilación) se han colocado en el nivel del vestíbulo en vez de en los andenes. También este hecho implica que la salida de emergencia difiera de las otras y la presurización se acometa de modo distinto utilizando conductos más largos. No obstante, la mayoría de los cuartos técnicos se encuentran en andén, tanto los de energía como los utilizados para comunicaciones. Para utilizar el espacio al máximo, estos cuartos se han colocado bajo las escaleras. De modo que el ancho de los mismos se adecúa al ancho de las escaleras mecánicas.



▲ La Alameda. Escaleras vestíbulo-andén.

■ ALSACIA



Criterios de diseño

El diseño geométrico de la estación ha sido determinado por los condicionantes de su implantación en superficie, la situación de los accesos y la conexión con el intercambiador de autobuses, y han sido también las necesidades del trazado las que han definido su ubicación.

Esta estación se ha diseñado con previsión de futuro, contemplando la posibilidad de una nueva línea de metro que discorra ortogonalmente y con intercambio en este punto.

Alsacia. Plantas de andén y de vestíbulo. ►

Descripción

Tanto la estación de Alsacia como la de la Avda. de Guadalajara, forman parte del tipo más extendido de estaciones: *Estaciones sencillas de dos niveles*.

En estas estaciones, los cuartos para el personal de Metro y los puntos de atención al viajero se disponen en el vestíbulo. De modo que a nivel andén, la parte más ancha de la estación alberga los grupos de escaleras y los cuartos técnicos y al fondo de la parte más estrecha se coloca la salida de emergencia.

La comunicación entre el vestíbulo y los andenes se produce por sendos grupos de dos escaleras mecánicas y una fija entre ellas. También un ascensor en cada andén facilita el acceso a los mismos de personas con movilidad reducida.

En uno de los andenes, se ha dejado el espacio necesario para la colocación de una futura escalera mecánica si se acometiesen las obras de intercambiador con una posible línea que discurriría bajo esta.

En vestíbulo se ha dejado un gran espacio disponible para la posible colocación de comerciales así como huecos en la cubierta para la presurización de los mismos (1).

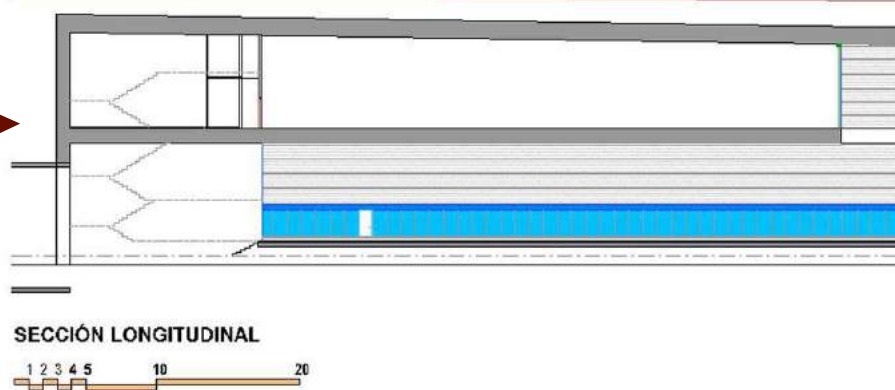
[(1) Ver capítulo de Instalaciones.]

Alsacia. Sección Longitudinal

Ya se ha comentado la existencia de dos accesos en la estación: uno por la Avda. de Guadalajara y otro desde el intercambiador de autobuses de la Plaza de Alsacia. En este último debido a la topografía de la plaza y a la altura desde el vestíbulo a la misma, se han colocado dos grupos de escaleras y un amplio descansillo entre ellas.



▲ Alsacia. Andén.





▲ Alsacia. Vestíbulo con mural.

Una vez pasada la línea de torniquetes, el viajero puede acercarse a la barandilla que se asoma al vacío central de la estación, desde donde se observan los andenes y las vías en el nivel inferior. De frente y cerrando el espacio un enorme mural obra del artista Gordillo. Este vacío es atravesado por dos estampidores transversales y otros dos longitudinales en cuyos nudos de intersección se encuentran las pilas que soportan la cubierta.



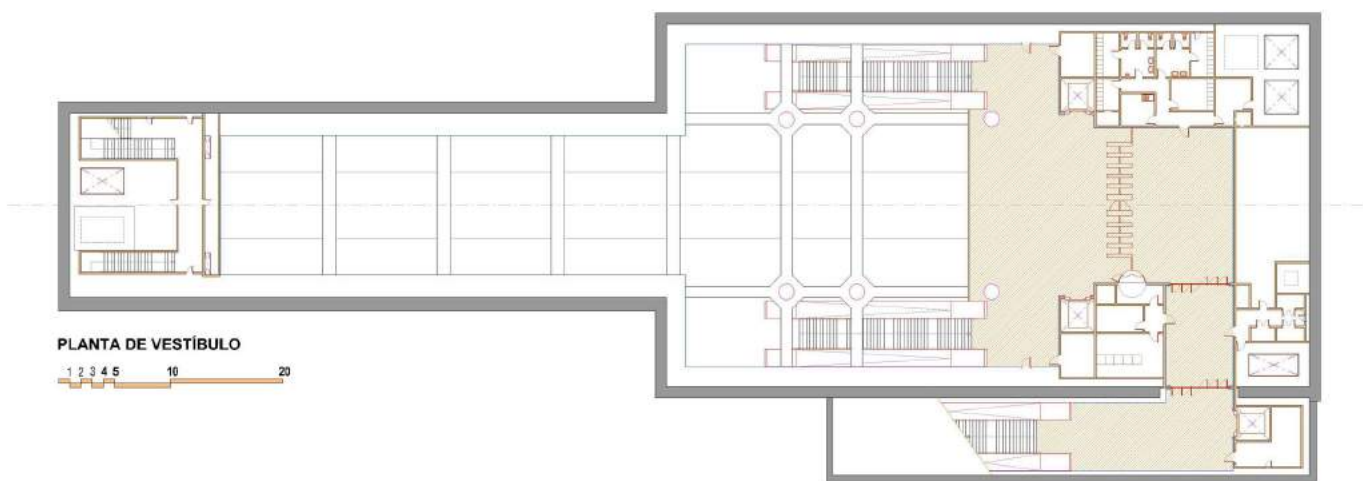
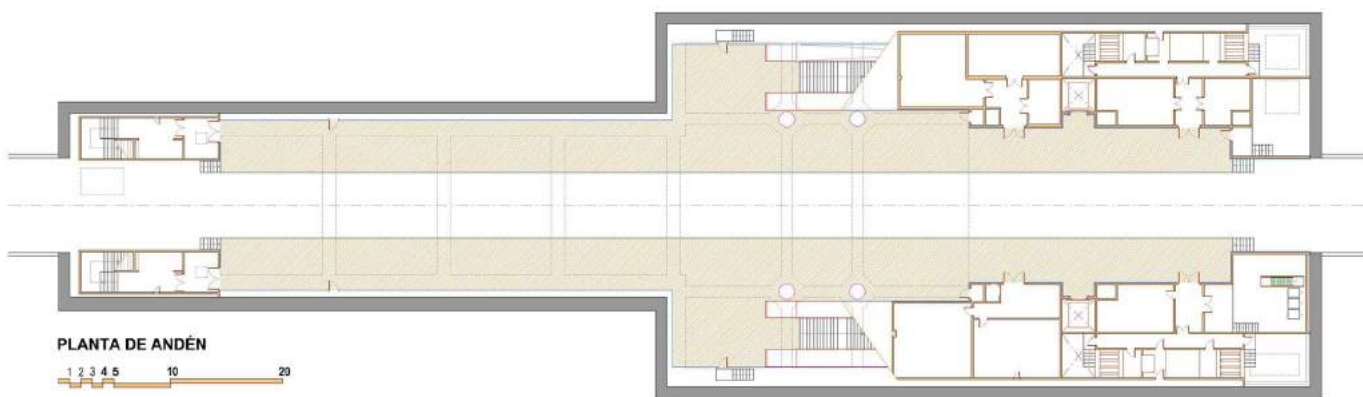
▲ Alsacia. Mural.

Visión desde el vestíbulo hacia el mural.

■ AVDA. DE GUADALAJARA

Criterios de diseño

Situada en la Avda. de Guadalajara se ha construido condicionada por el trazado y su implantación en superficie, con una geometría que podríamos considerar estándar dentro de las tipologías de estaciones que se vienen construyendo en las últimas ampliaciones.



▲ Avda. de Guadalajara.
Plantas de andén y de vestíbulo.

Descripción

Geométricamente esta estación es prácticamente igual a la anterior si bien no se ha dejado preparada para albergar ninguna unión con otra línea.

En cuanto a la disposición de cuartos, se ha ejecutado a nivel de andén de modo casi idéntico, aunque en el vestíbulo cambia un poco ya que esta estación cuenta sólo con un acceso.

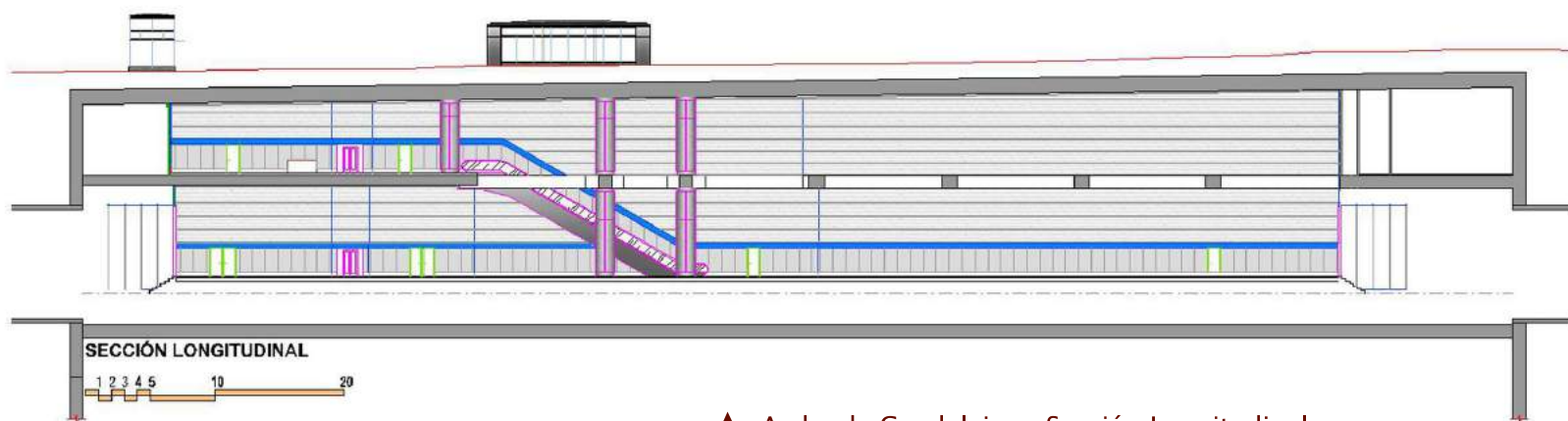
También en vestíbulo se ha dejado un gran espacio disponible para la posible colocación de comerciales así como huecos en la cubierta para la presurización de los mismos.

Los accesos desde el exterior se efectúan a través de dos templete que acogen, uno a las escaleras fijas y mecánicas, y otro al ascensor que conduce al nivel vestíbulo.



▲ Avda. de Guadalajara. Andén

En el andén se encuentra, además de los cuartos de energía y comunicaciones y la salida de emergencia, un cuarto de bombeo que recoge el agua del túnel.

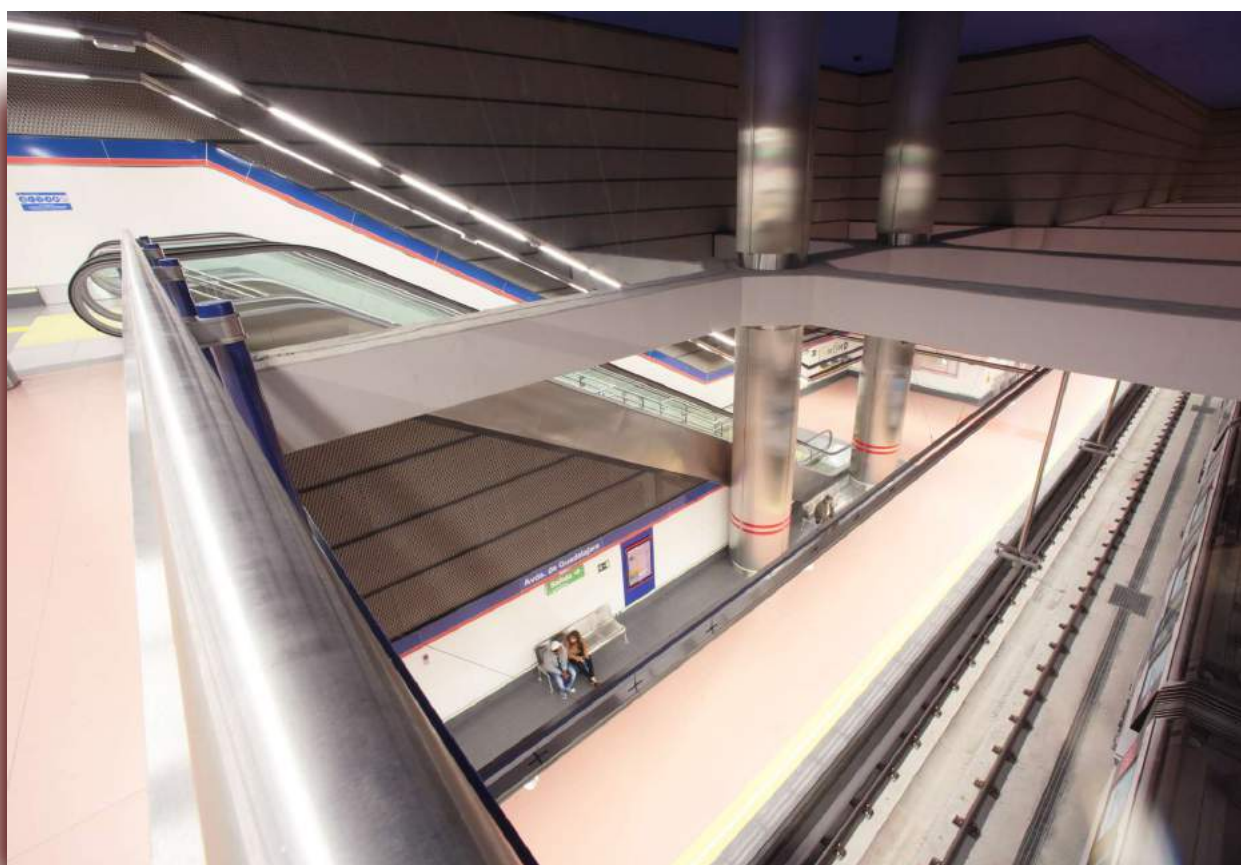


▲ Avda. de Guadalajara. Sección Longitudinal.



▲ Avda. de Guadalajara. Vestíbulo.

En este vestíbulo no se ha ejecutado ningún mural y el cierre del frente se produce al final de la estación de modo que además de los dos estampidores transversales que se encuentran en la estación de Alsacia, aquí aparecen otros cuatro más.



▲ Avda. de Guadalajara.

Visión desde el vestíbulo hasta el andén.

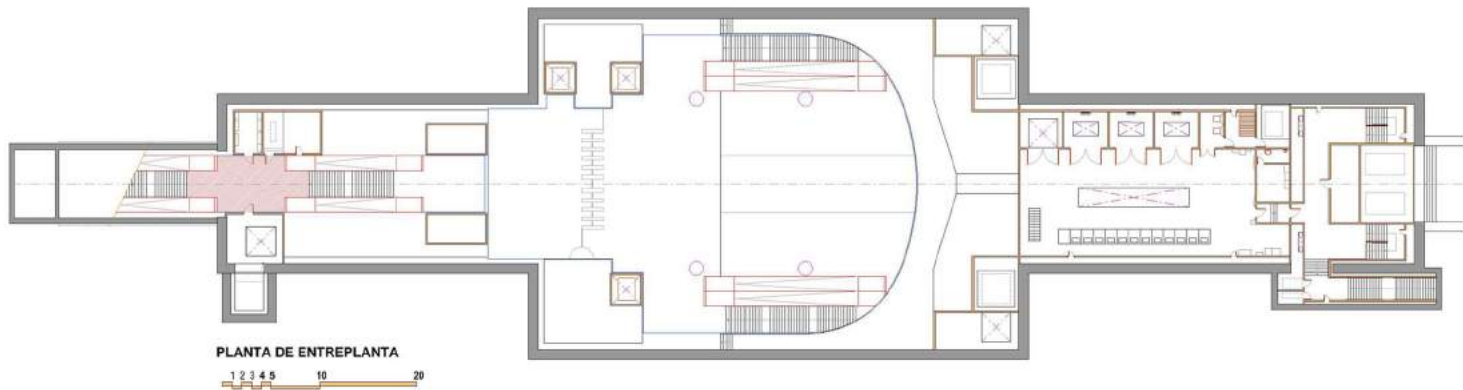
■ LAS ROSAS

Criterios de diseño

La estación de Las Rosas se ha diseñado atendiendo a una serie de condicionantes que han definido la geometría de la misma.

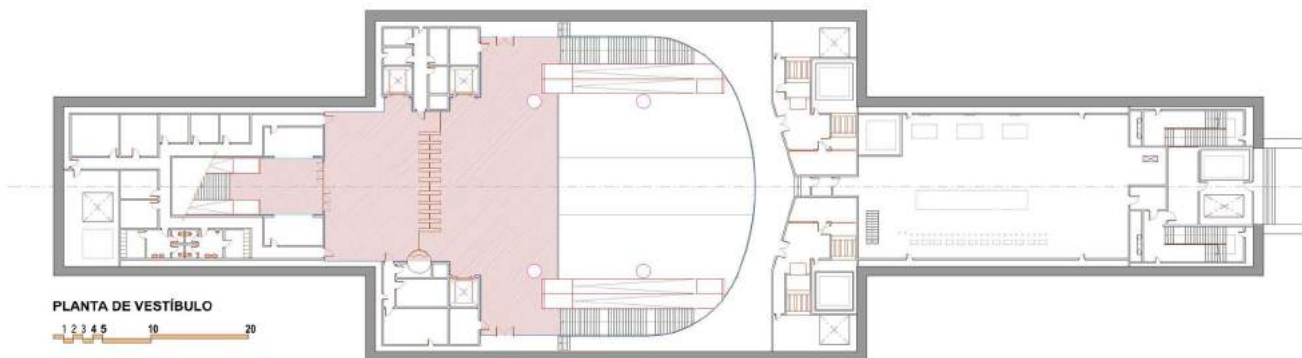
El trazado y la necesidad de pasar bajo la vía de circunvalación de Madrid M-40, que se encuentra en las proximidades han determinado la profundidad de la estación que además se utilizó como pozo de entrada de la tuneladora.

Se trata de una estación de cabecera de línea, con las necesidades que ello implica, que cuenta además, con una subestación eléctrica.



▲ Las Rosas. Entreplanta.

En esta estación se ha construido una subestación eléctrica. En esta planta pueden observarse tanto las celdas para los transformadores como la ventilación de la misma.



▲ Las Rosas. Vestíbulo.

Las escaleras mecánicas se unen y la fija se sitúa junto al paramento de granito negro que las separa del panel vitrificado.

Descripción

Aunque esta estación también podría inscribirse dentro del grupo de Estaciones sencillas de dos niveles, geométricamente es bastante diferente a las dos anteriores.

Para empezar, se accede desde el exterior mediante un acceso único centrado en el eje de la estación. Este acceso está formado por dos grupos de escaleras y un descansillo intermedio desde el que se acceso a un pozo de compensación, a los cuartos de las escaleras mecánicas, y a la zona de ventilación de los posibles espacios comerciales que irían situados a nivel de vestíbulo, pero antes de las puertas cortavientos.

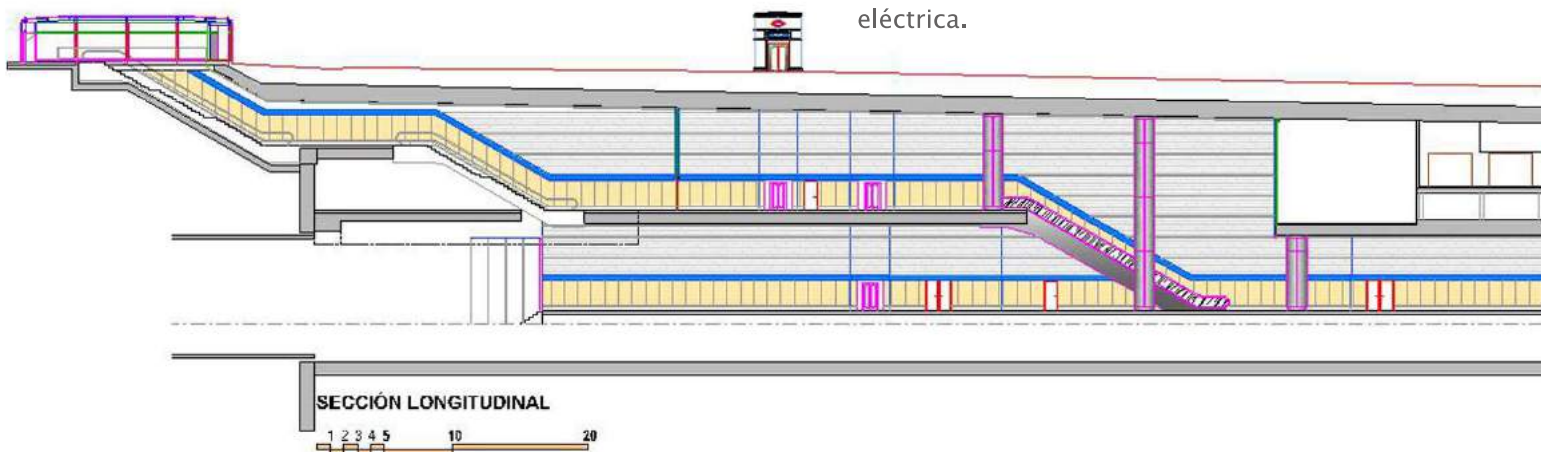
La zona más ancha de la estación se sitúa en el centro de la misma, allí se colocan también los cuartos técnicos a nivel andén mientras que en un extremo se ubica la subestación y la salida de emergencia, en el otro se colocan los cuartos de los conductores y los cuartos destinados al bombeo de fecales.

Del mismo modo que en la estación anterior los accesos desde el exterior se efectúan a través de dos templetes que acogen, uno a las escaleras fijas y mecánicas, y otro al ascensor que conduce al nivel vestíbulo.



▼ Las Rosas. Sección Longitudinal.

En la sección puede observarse el nivel intermedio del acceso y la subestación eléctrica.





▲ Las Rosas. Vestíbulo.

En este caso, el vacío central de la estación está libre de estancadores y delimitado por un paramento curvo.



▲ Las Rosas.

Visión desde el vestíbulo al cañón de salida a calle.





ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

■ FORJADO DE ANDENES

Realizados con viguetas resistentes con bovedillas cerámicas calculado para 1.000 Kg/m² de sobrecarga de uso. Soportado por muros de fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor, sin apoyo directo de las viguetas sobre la fábrica.

■ CÁMARAS BUFAS

Al igual que en todas las ampliaciones precedentes se disponen en todo el perímetro de la estación y en los distintos niveles de la misma, por lo tanto para información detallada de su funcionamiento y acabado nos podemos remitir a publicaciones de anteriores de MINTRA.



- ▲ Escalera de acceso a la cámara bufa desde el nivel de andén para facilitar el mantenimiento.



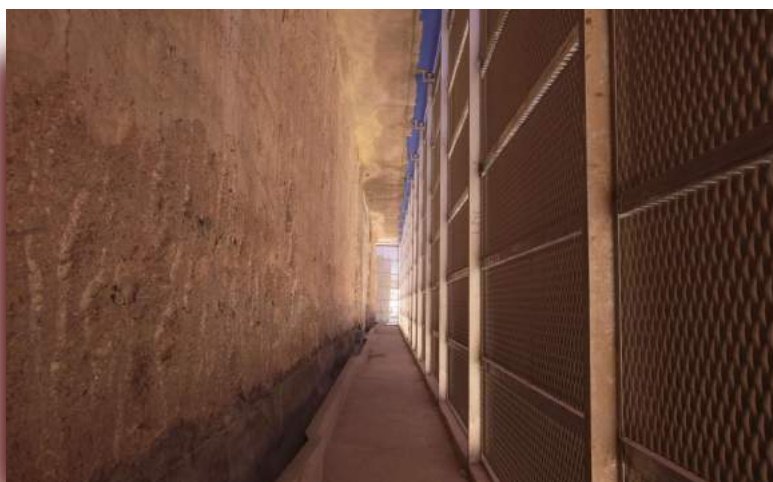
■ TABIQUES Y PERFILERÍA



- ◀ La totalidad de la tabiquería se ejecuta con ladrillo perforado de 1/2 pie. Para garantizar la estabilidad se colocan perfiles verticales de doble "T" cada 3 m y si los tabiques sobrepasan los 3 m de altura, se dispone otro perfil horizontal.



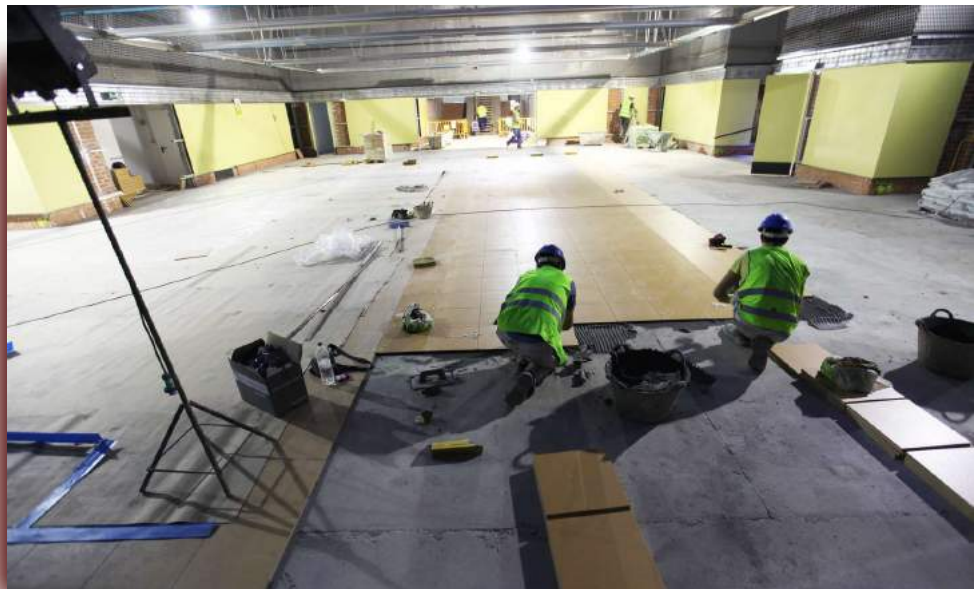
- ◀ Esta perfilería primaria va anclada al suelo y a la losa superior, con un sistema este último anclaje que permita absorber los posibles movimientos de la losa.



- ◀ Sobre esta perfilería primaria se monta otra en sentido horizontal y de tipo tubular a la cual se fijan los revestimientos.

■ SOLADOS

Solado de compacto porcelánico en diferentes colores, acorde en cada estación con el panelado vitrificado.



■ VENTILACIÓN

Ascensores

En la parte inferior del hueco, se han dispuesto unas rejillas, que en combinación con la abertura superior perimetral del templete, facilitará la ventilación cruzada del hueco y minimizará los problemas de sobrecalentamiento de los equipos electrónicos.



“Baberos” colocados bajo la losa de cubierta para garantizar la caída del agua dentro del cubeto destinado para evacuarla.

Compensación

Hueco para compensación que forma parte de la ventilación de la estación.



■ ACABADOS

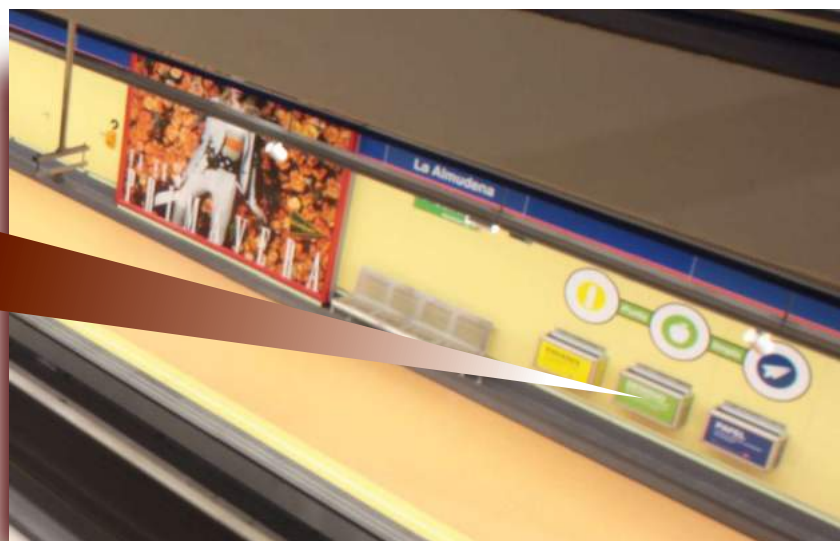
Embocadura de ascensor

Embocadura de ascensor con las jambas adaptadas a la nueva botonera, incluida en la normativa de accesibilidad. ▶



Mobiliario

Soportes para publicidad en andenes y "Punto Limpio" para el reciclaje de residuos. ▶



■ BARANDILLAS

Barandillas en escaleras fijas entre las mecánicas.

En las zonas a nivel de vestíbulo se colocan, como es habitual, barandillas de mayor altura y resistencia mecánica para adaptarlas a la nueva normativa.



■ FORRO DE PILAS



◀ Proceso de forro de pilas con chapa de acero inoxidable.



◀ Las pilas se forran con chapa de acero inoxidable en la totalidad de su desarrollo.



◀ Detalle de anclaje de soportes para luminarias y catenaria.



■ PUESTO DE ATENCIÓN AL CLIENTE (PAC)

Como novedad en el PAC es el total cerramiento del mismo, teniendo la posibilidad de climatizarlo en caso necesario. Así mismo se ha dispuesto una bandeja abatible adaptada para personas con movilidad reducida (PMR)

TEMPLETES

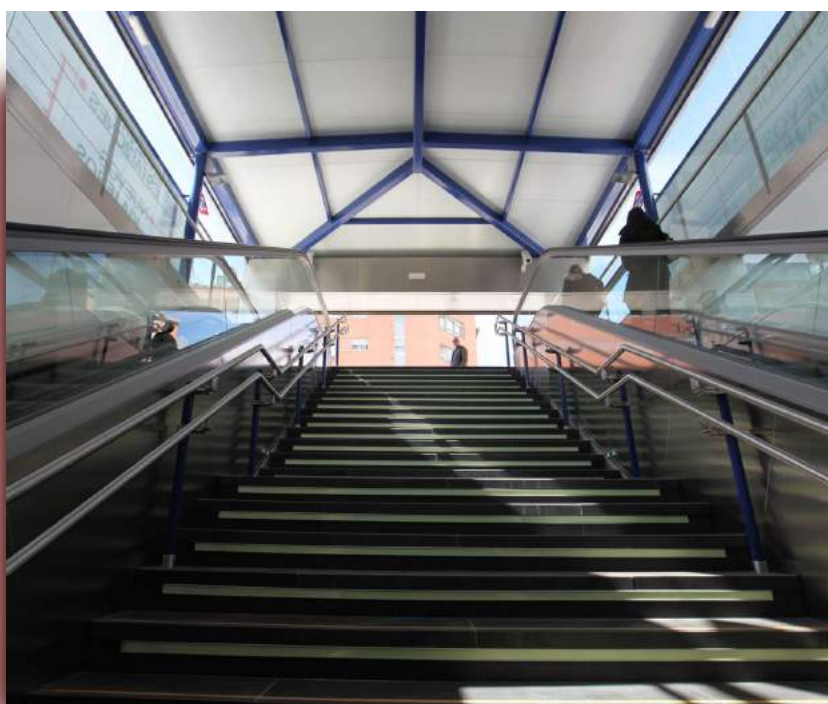


◀ Template de acceso a la Estación de Las Rosas.



◀ **Temples de Las Rosas**

Disposición de la rejilla trasera para ventilación de las unidades externas de climatización que sean necesarias en diferentes recintos de la estación.



◀ **Temples de Avda. Guadalajara**

Los temples de acceso se han reducido considerablemente sus dimensiones, tanto en planta como en altura, para minimizar el impacto visual, sobre todo en zonas próximas a edificaciones.

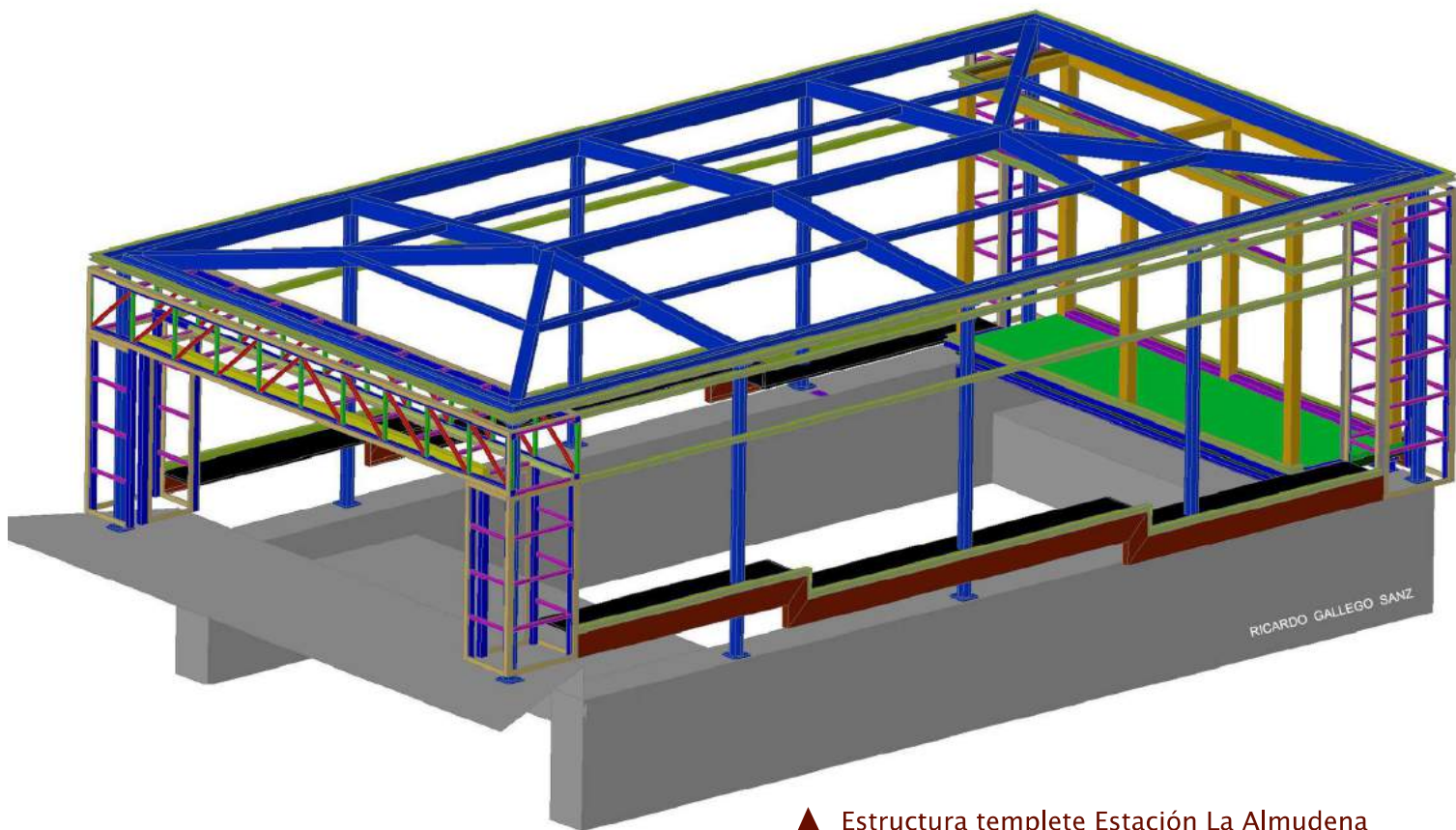


◀ Debido a la disminución de altura del temple, no es factible instalar el alumbrado habitual con lo cual se han montado apliques sobre la estructura vertical.



▲ Templete de La Almodena

Como consecuencia del acusado desnivel de la acera en la estación de La Almodena el templete de acceso se ha escalonado, para evitar un zócalo con excesiva altura en la parte posterior.



▲ Estructura templete Estación La Almodena

■ TEMPLETE DE ASCENSOR



◀ Templete ascensor Las Rosas

La embocadura es más ancha para que de esta forma la marquesina de vidrio proteja lo máximo posible la puerta.



◀ Templete ascensor Avda. Guadalajara

Para hacer más visible el templete del ascensor además de colocar el rombo corporativo del frontal iluminado, como ya se hizo en la estación de La Fortuna en la Línea 11, se han montado dos bandas luminosas, mediante Led's, en ambas jambas de la embocadura.



▲ **Templete ascensor La Almudena**

ACCESIBILIDAD UNIVERSAL

La Accesibilidad Universal es un objetivo de primer orden en el desarrollo de las infraestructuras de transporte que MINTRA incorpora desde el diseño inicial de los proyectos y lo perfecciona y ajusta durante la construcción y el funcionamiento de los medios de transporte.

Las nuevas disposiciones normativas aparecidas durante los últimos cuatro años en el ámbito de la accesibilidad han dado lugar a nuevas especificaciones y requisitos a tener en cuenta en la construcción de infraestructuras.

En la prolongación de la Línea 2 de Metro de Madrid al barrio de Las Rosas, se han incorporado las últimas prescripciones normativas, bajo el enfoque de que las mejoras en accesibilidad universal proporcionan beneficios para todos los usuarios, independientemente de cuales sean sus capacidades.

El planteamiento “universal” de la accesibilidad, que MINTRA aplica con carácter general, supone aceptar la idea de que las medidas implantadas proporcionan una mejora de la comodidad y la seguridad a todos los usuarios.

Desde la segunda mitad de los años 90, la Comunidad de Madrid ha implantado ascensores de forma generalizada en las nuevas estaciones de Metro, de modo que todos los niveles quedan comunicados verticalmente mediante ascensor. Esta medida consigue, además de la accesibilidad de las estaciones a personas con movilidad reducida, una mayor comodidad, seguridad y eficacia en los desplazamientos verticales de todos los usuarios.

Sin embargo, quedaba pendiente la mejora de las condiciones de accesibilidad de la cabina y de las botoneras interior y exterior de los nuevos ascensores, en cumplimiento de la normativa vigente. Esta adaptación se ha llevado a cabo plenamente en los nuevos ascensores instalados en las estaciones de la prolongación de la Línea 2. Al igual que se hace en todo el ámbito de las estaciones mediante los sistemas de información al viajero, ahora también en el interior de los ascensores se realiza la transmisión de la información a los usuarios simultáneamente de forma sonora y visual. Esta medida beneficia a grandes colectivos de la población, y no sólo a las personas con discapacidad auditiva o visual.

Hay otras novedades que se han añadido a las medidas habituales de accesibilidad en estaciones construidas anteriormente, tales como la implantación de áreas de rescate asistido junto a las escaleras de emergencia, la instalación de pavimentos guía para personas con discapacidad visual, los nuevos apoyos isquiáticos que disponen de un diseño más ergonómico, la adaptación de los puestos de atención al viajero para que los usuarios con silla de ruedas puedan ser correctamente atendidos, etc.

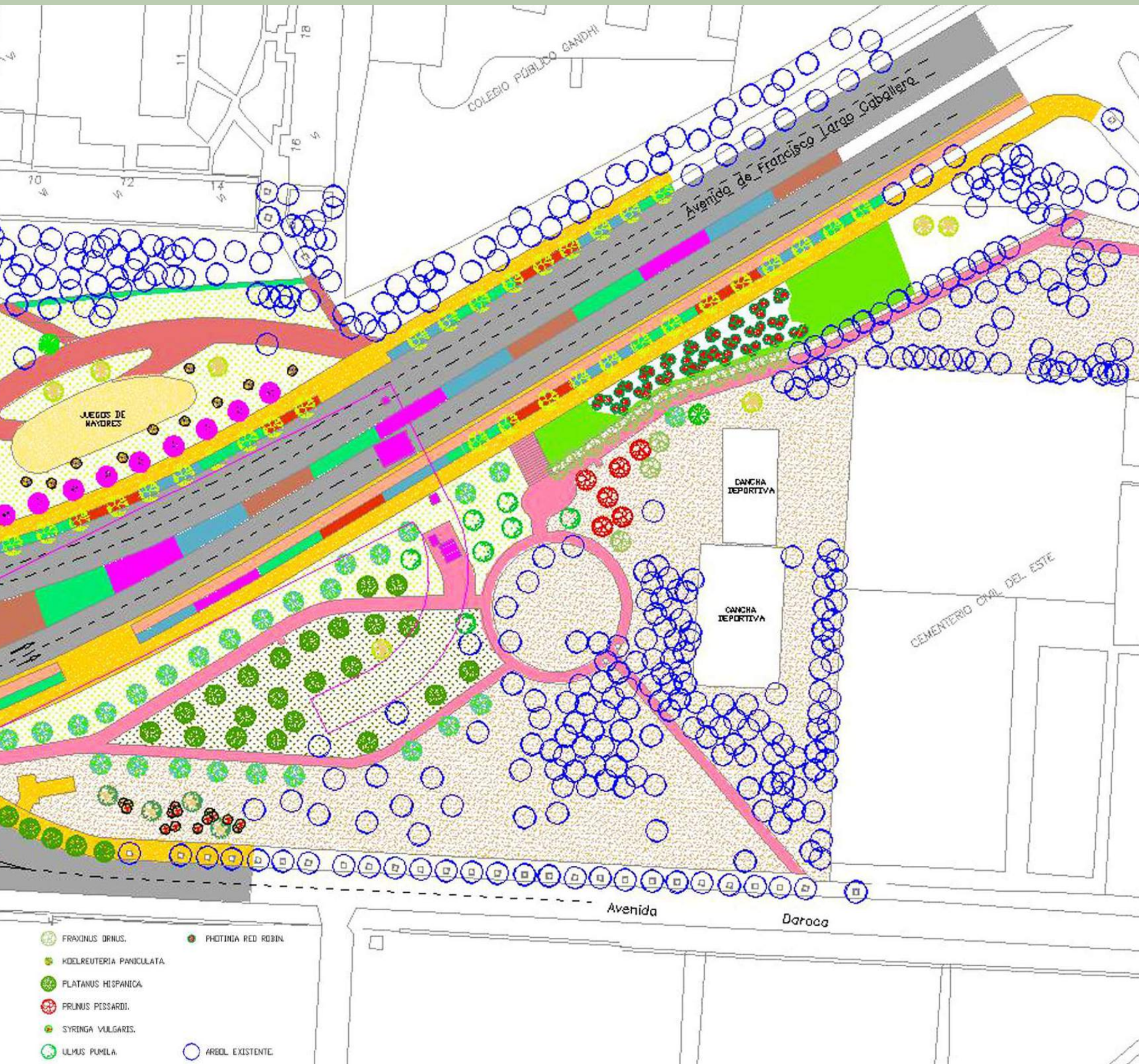
Por tanto, MINTRA tiene muy presentes los beneficios para la totalidad de los usuarios que se consiguen con el “diseño para todos” que se deriva de la Accesibilidad Universal. El objetivo es claro: más seguridad y más comodidad para todos los usuarios, que se consiguen haciendo más accesible la red de Metro.







▲ Planta situación estación La Almodena.





- ▲ La ubicación de la Estación La Almudena en la confluencia de la Avenida Daroca con Avenida Fco. Largo Caballero y la calle Arriaga genera una nueva restauración de las zonas verdes existentes, solucionado mediante caminos adoquinados entre plantaciones arbóreas y zonas de juegos infantiles.



- ▲ De igual forma se intenta atraer con bebederos y nidos artificiales a la población de pájaros a este parque.

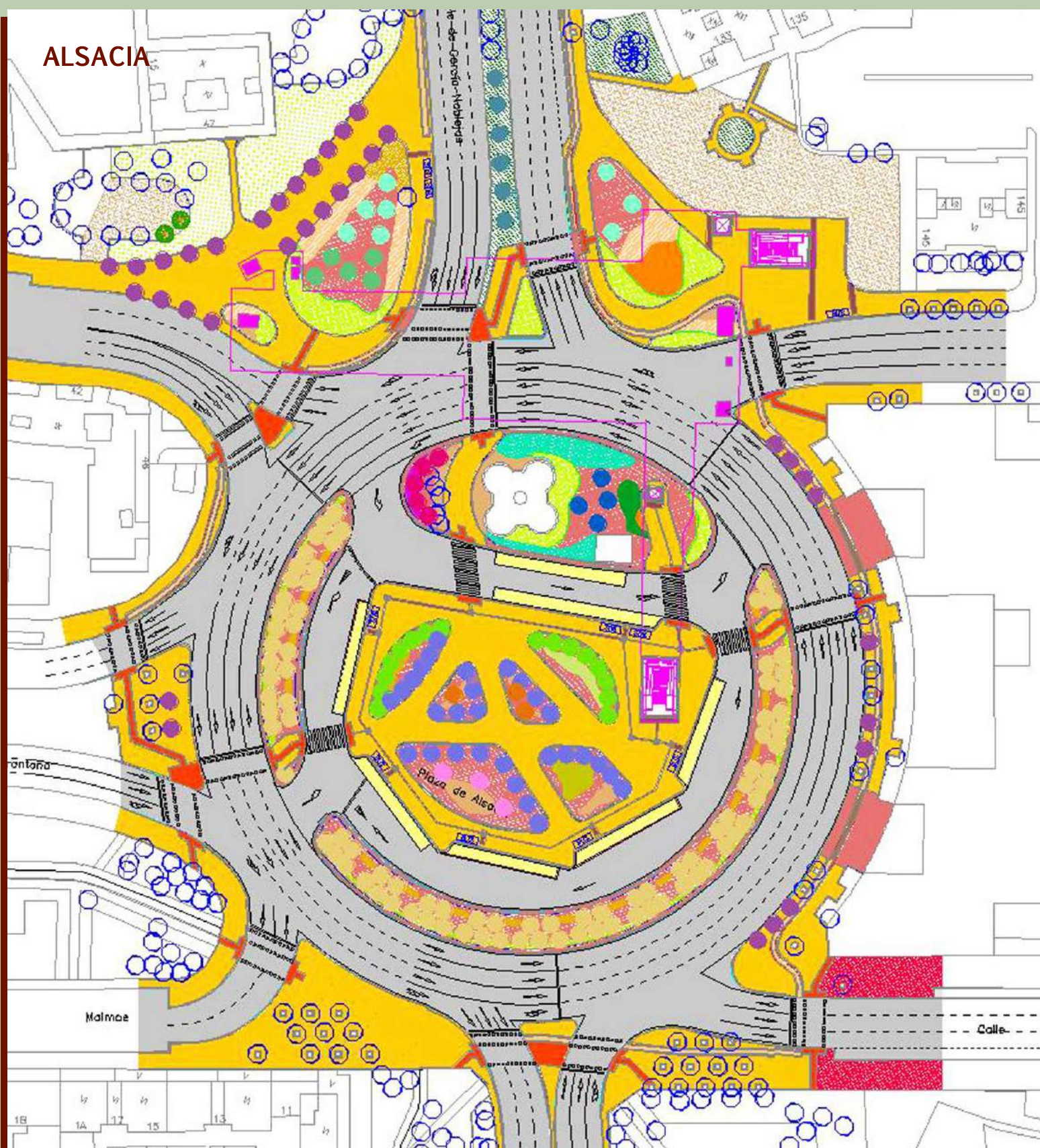


- ▲ La ubicación de la Estación La Almudena afectó también al espacio verde colindante con el Cementerio, recuperando dicho espacio mediante escaleras de accesos a los parterres, con instalación de fuentes de agua, plantación en mediana de Avda. Fco. Largo Caballero y adecuación del carril bici.

Las nuevas zonas de juegos infantiles y de rehabilitación de mayores generadas se crean mediante nuevos equipamientos de calidad, resistentes a la intemperie y aptos para el cumplimiento de las normativas actuales. ►



ALSACIA



- | | | | | | |
|------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|
| ASFALTO. | BALDOSA ACANALADURA 40 X 40 GRIS OSCURO. | ZONA DE TERRIZO. | SALVIA OFFICINALIS. | ARBUSTUS UNED. | THEUJA ORIENTALIS. |
| HORMIGON + GAPOX. | BOTONES 40 X 40 GRIS OSCURO. | ARBUSTOS. | TEUCRIUM FRUTICANS. | CASTANO DE INDIAS. | THUJA PLIOCATA ATROVIRENS. |
| JUNTA HORMIGON/AGLOMERADO. | BORDILLO CARRIL BICI 20 X 14 ROJO. | BERBERIS THUR. LUTEA NANA. | LONGERA JAPONICA. | PICEA ABIES EXCELSA. | TILIA PLATYPHYLLIS. |
| HORMIGON GRES. | BORDILLO BARBACANA. | CINERARIA MARITIMA. | VIBURNUM TINUS. | PINUS PINEA. | ULMUS FUMILA. |
| BALDOSA 15 X 15 GRIS. | BORDILLO TIPO II 20 X 22. | COTONEASTER FRANCHETII/SALICIFOLIUS. | CORTEZA DE PINO. | PUNICA GRANATUM. | CATALPA BIGNONIODES. |
| GRANITO GRIS QUINTANA 60X40. | BORDILLO TIPO III 17 X 28. | ELEAGNUS EMBIGEL. | PRADERA. | PRUNUS LAURICERASUS. | |
| BALDOSA 21 X 21 NEGRO. | BORDILLO TIPO IV 14 X 20. | HEIRA HELIX. | | PRUNUS SERRULATA. | |
| BOTONES 20 X 20 ROJO. | TERRAZO 40 X 40 BLANCO/ROJO. | JUNIPERUS PFITZERIANA. | | SEQUOIA SEMPERVIRENS. | |
| HORMIGON CON RESINA EPOXY. | CARRIL BICI ZONA CARGA Y DESCARGA. | LONGERA NITIDA. | | | |
| PAVIMENTO ADQUINADO. | MURO DE BLOQUES DE HORMIGON VISTO. | ROSMARINUS OFFICINALIS. | | | |



- ▲ En la Plaza de Alsacia, la antigua rotonda pasa a ser un intercambiador de autobuses. Por ello, se dota de dos accesos a la estación. El primero por la Avenida de Guadalajara, el segundo en dicho intercambiador.

La reordenación urbana de esta glorieta consiste en seis dársenas dobles para líneas de la EMT alrededor de un islote central de regulador del tráfico permitiendo mediante el acceso desde la estación o ascensores todo el tránsito de peatonal de intercambio de transporte suburbano y urbano.

La nueva estación de Alsacia generó un espacio abierto y funcional, como es el nuevo intercambiador de autobuses integrado dentro de una glorieta ajardinada entre las calles Nicolás salmerón, Ada. García Noblezas y Avda. de Guadalajara. ►



Para ello se generan las seis dársenas con hormigón impermeabilizante con marquesinas integradas y encaminamientos especiales de accesibilidad (losetas podotáctiles)



◀ Tratamiento de las Dársenas con Hormigón Impermeabilizante.



◀ Encaminamientos con losetas Podotáctiles.

En el espacio interior de tránsito peatonal de la plaza de Alsacia creada, se integran las jardineras elevadas mediante bloques de hormigón de cara vista y las plantaciones arbustivas y arbóreas todas ellas con las instalaciones de riego automatizadas por aspersión y goteo.

Se han tenido en cuenta ►
 como mobiliario urbano
 la necesidad de implantar un
 Aseo Prefabricado Oculto y
 Paneles de Mensaje Variables
 para facilitar el conocimiento
 del funcionamiento de la red
 de transporte urbano.

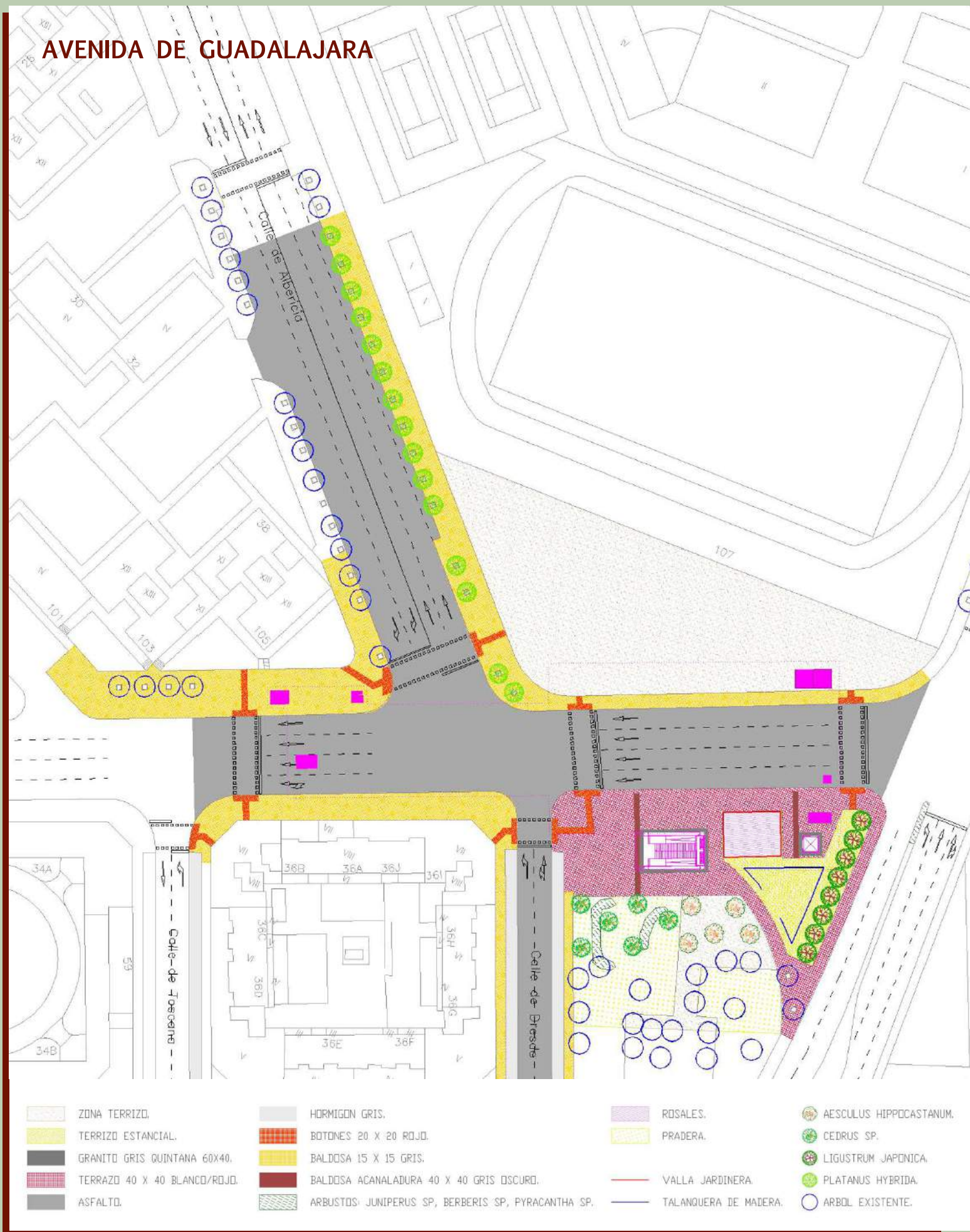


Por las fases de desvíos ►
 de tráfico durante la obra, se
 hizo un traslado de la Placa
 Conmemorativa ubicada en una
 isleta de la Calle Hnos. García
 Noblejas, procediendo a su
 restauración y emplazamiento
 en la anterior ubicación.



De igual forma se restaura y ►
 rehabilita la fuente en la Plaza
 Alsacia con la limpieza y
 tratamientos de sus elementos
 ornamentales existentes y la
 nueva instalación hidráulica y
 de iluminación necesaria para ►
 el correcto funcionamiento.

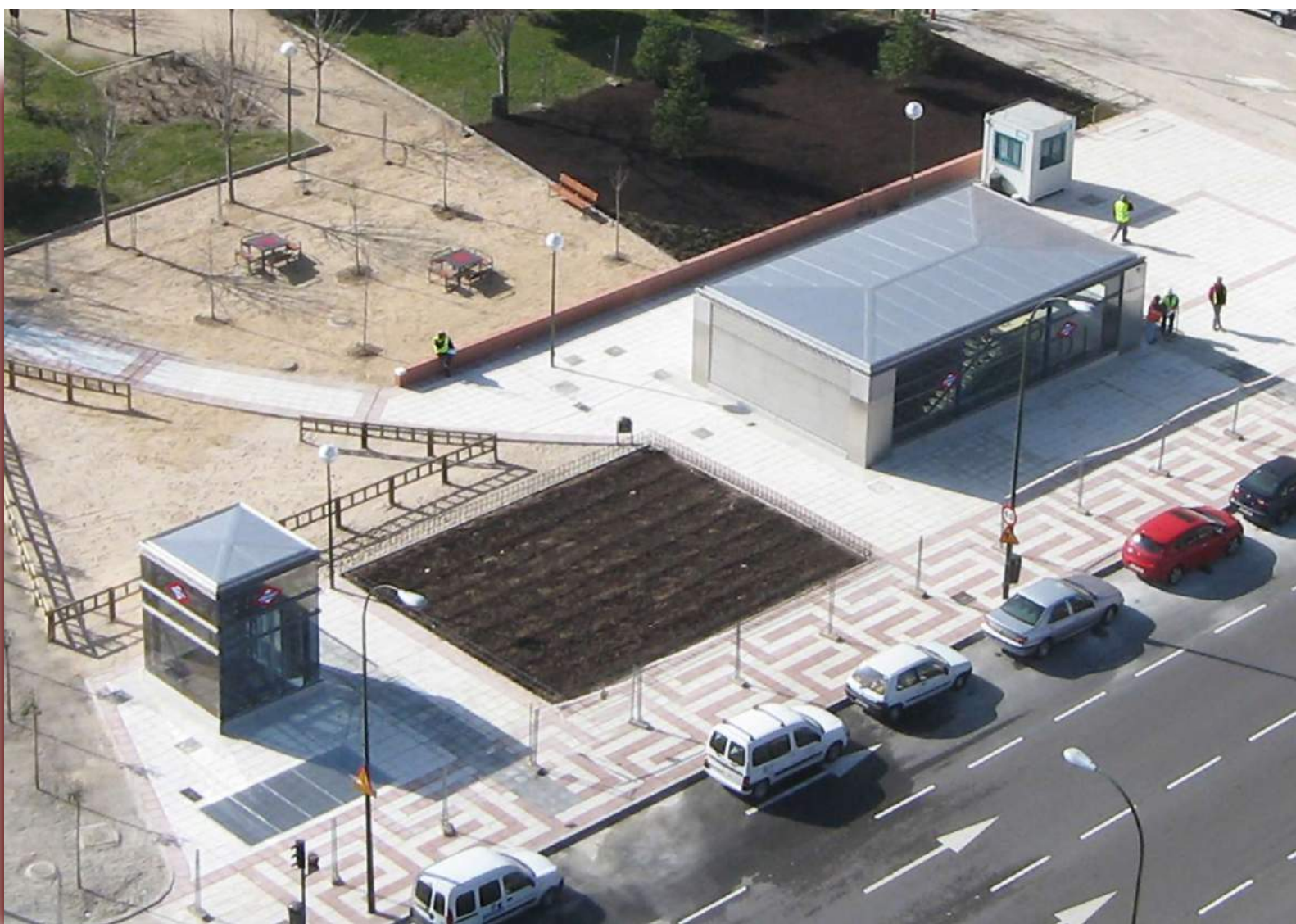




▲ Planta situación estación Avda. de Guadalajara.

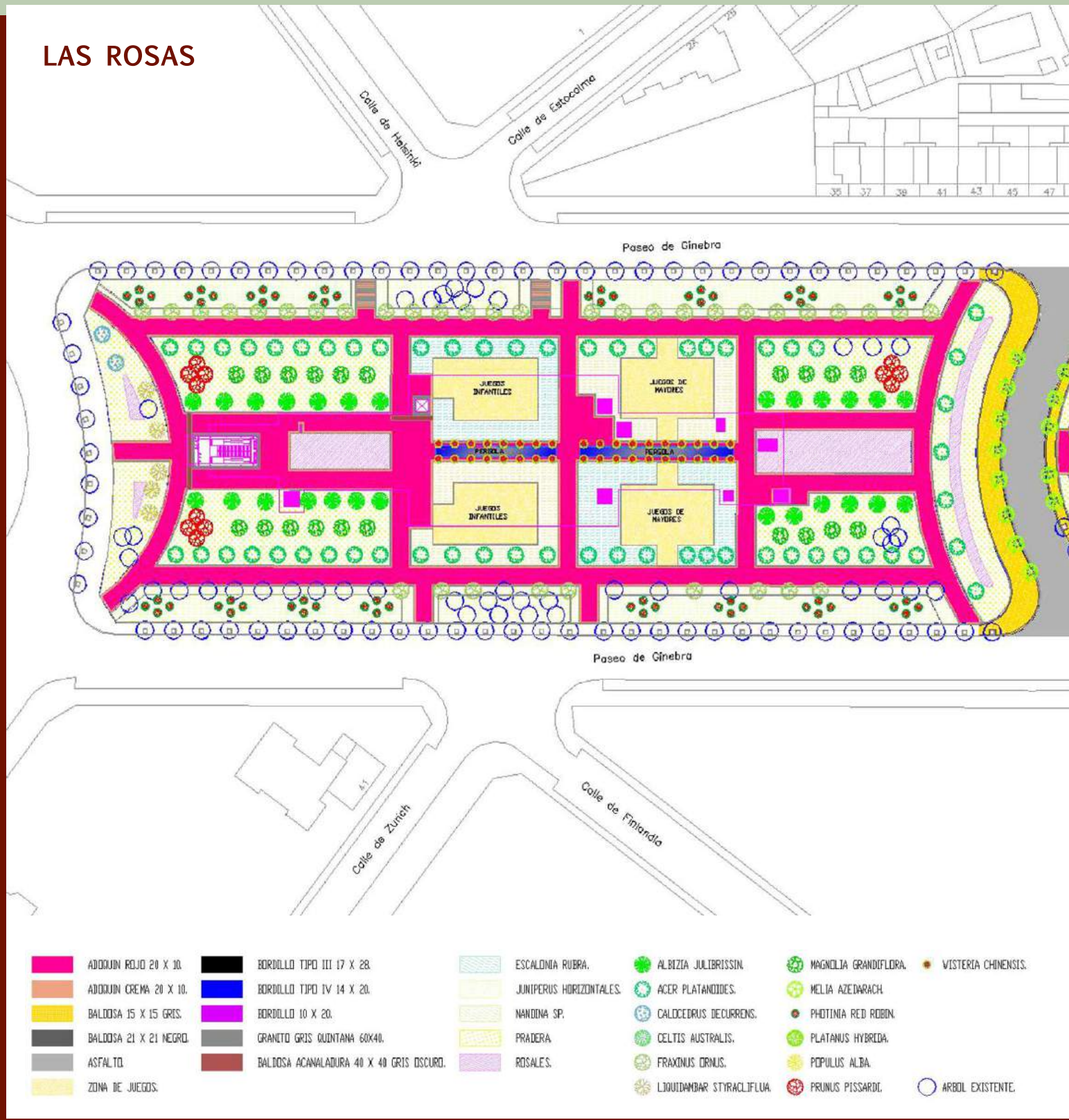
El emplazamiento de los accesos peatonales y ascensores de la estación Avenida Guadalajara, dentro de la zona verde existente entre las Avenidas de Guadalajara y Canillejas a Vicálvaro, provocan la nueva actuación de reconstrucción del espacio verde.

Jardineras delimitadas por vallas de nudos, talanqueras de madera y encaminamientos pododáctiles alternados con mobiliario urbano (mesas de ajedrez, bancos, papeleras, etc...) y unas plantaciones arbóreas, semillado de césped comprenden la actuación.

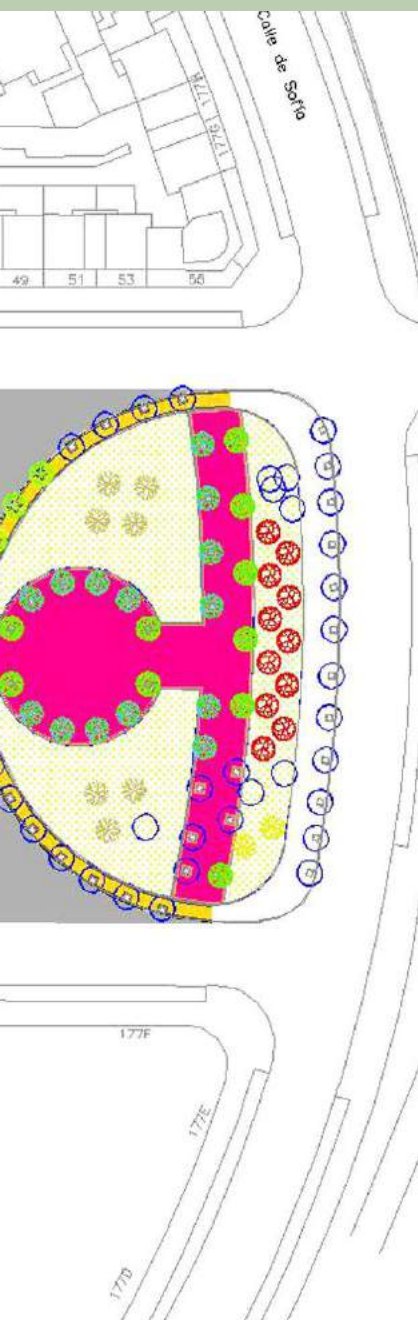


▲ Vista aérea Template de acceso y de ascensor.

LAS ROSAS



▲ Planta situación estación Las Rosas.



▲ Situación final.

Por último la nueva estación Las Rosas, ubicada en un anterior parque existente entre la Calle Suecia y la Avenida Guadalajara se restaura en su totalidad, modernizando y adaptando totalmente sus instalaciones de riego, alumbrado y saneamiento para las nuevas necesidades.



◀ Nuevas instalaciones de dotación urbana, como la zona de juegos infantiles.



◀ Zona de rehabilitación de mayores.

Mobiliario urbano, ►
como bancos,
mesas de ajedrez y
pérgola de madera.





INSTALACIONES

■ INSTALACIONES RED DE METRO

El proyecto de prolongación de la Línea 2 de Metro a Las Rosas incluye la ejecución de un conjunto de instalaciones, necesarias para el funcionamiento y operación de la red de Metro. Todas las instalaciones que componen el proyecto se enumeran a continuación:

1. Ascensores.
2. Escaleras Mecánicas.
3. Comunicaciones.
4. Control de Estaciones.
5. Control de Accesos.
6. Máquinas Expendedoras.
7. Protección Contra Incendios.
8. Ventilación.
9. Distribución de Energía.
10. Señalización Ferroviaria.
11. Subestaciones Eléctricas.
12. Electrificación de Línea Aérea.

En las cuatro estaciones que componen la citada prolongación de la Línea 2, se han instalado una serie de Ascensores y Escaleras Mecánicas que comunican el vestíbulo de cada estación con la calle y éste con los andenes de vía.

También se ha dotado a las estaciones y al túnel de una infraestructura de comunicaciones que comprende una red de nivel físico, red IP multiservicio, red de comunicaciones de línea, red Ethernet de estación, sistema de radiotelefonía, sistema de telefonía, sistema de información al viajero y red inalámbrica wifi. Toda esta infraestructura queda centralizada en el Cuarto de Comunicaciones de cada estación ubicado en los andenes.

Para la integración, supervisión y mando de todas las instalaciones electromecánicas que comprenden el proyecto, se ha ejecutado una infraestructura de control



▲ Escaleras mecánicas.



▲ Cuarto para los cuadros de control de las escaleras.



▲ Cuarto de comunicaciones.

que permite realizar todas estas acciones y centralizarlas en el Cuarto de Control de Instalaciones ubicado en los vestíbulos de cada una de las estaciones. Además de lo descrito con anterioridad, también se incluye en el control de estaciones las redes de TVCC, Megafonía, Interfonía, el control de los sistemas de venta y peaje, controles de acceso, información al viajero y sistema de cancelas.

Todas las estaciones están dotadas de equipos de peaje para el acceso a los andenes por parte de los usuarios, además de máquinas expendedoras de billetes ubicadas en vestíbulos para la expedición de los mismos.

Para la Protección Contra Incendios de todos los cuartos técnicos de la estación, además de las escaleras mecánicas y los ascensores, se han instalado sistemas de detección y extinción de incendios. Para la detección de incendios se ha instalado un sistema de detección precoz por aspiración, mientras que para la extinción se ha instalado un sistema de agua nebulizada en cuartos técnicos y un sistema de columna seca para andenes de estación y pozos de ventilación.

Para la renovación del aire viciado de estaciones y para las compensaciones por variaciones de presión y corrientes de aire provocadas por el efecto pistón de los trenes, se han ejecutado una serie de cuartos de ventilación en estación y de pozos interestación, que impulsen y extraigan los caudales de aire necesarios.

En cada una de las estaciones se han ejecutado Centros de Transformación que permitan transformar la Alta Tensión suministrada desde las Subestaciones Eléctricas, a Baja Tensión para dar servicio a todas las instalaciones demandantes tales como escaleras mecánicas, ascensores, ventilación, PCI, comunicaciones, alumbrado.....etc. Desde el Cuadro General de Baja Tensión se han distribuido todas las líneas eléctricas necesarias para dar servicio a estos puntos.

La infraestructura necesaria para la señalización ferroviaria ha sido instalada en la prolongación objeto del presente proyecto, y centralizada en el cuarto de enclavamiento ubicado en la estación de Las Rosas.



▲ Unidad de Detección VESDA y Válvula de Extinción.



▲ Instalaciones de Protección Contra Incendios (P.C.I.) a nivel de andén.



▲ Catenaria y Señalización en túnel.

También en dicha estación se ha ejecutado una Subestación Eléctrica que proporcionará alimentación en Alta Tensión a los Centros de Transformación de cada estación, además de suministrar tensión de tracción en corriente continua para la catenaria.

En todo el tramo de prolongación de la Línea 2 se ha montado el sistema de catenaria rígida tipo PAC MM-04 desde la conexión con el fondo de saco existente en la Elipa hasta el estacionamiento de Las Rosas.



▲ Subestación Eléctrica de Tracción.

■ PRESURIZACIÓN DE SALIDAS DE EMERGENCIA

Con el fin de incrementar la seguridad en situaciones de emergencia, y para garantizar una evacuación segura tanto en túneles como en estaciones se ha llevado a cabo la presurización de las salidas destinadas a tal fin. (Además de una serie de medidas como la potenciación del alumbrado y la mejora de su señalización).

La presurización es básicamente la inyección de aire exterior al vestíbulo de comunicación del andén con la escalera de salida al exterior, lo cual genera una presión positiva, que impide el ingreso de los productos de combustión dentro de las vías de escape.

Esto ayuda a la hora de realizar una evacuación ya que por un lado evita o disminuye la propagación vertical del incendio y por otro hace que la escalera de salida quede libre de humos permitiendo así que personas con dificultad puedan esperar a que lleguen los servicios de socorro en los espacios que dentro de las salidas se han destinado para ello (P.M.R.).



▲ Elementos de impulsión y regulación para presurizar el vestíbulo de independencia en las salidas de emergencia.

Descripción de la instalación

Para ejecutar la presurización se han llevado a cabo intervenciones tanto en obra civil, como a nivel de instalación.

Obra Civil

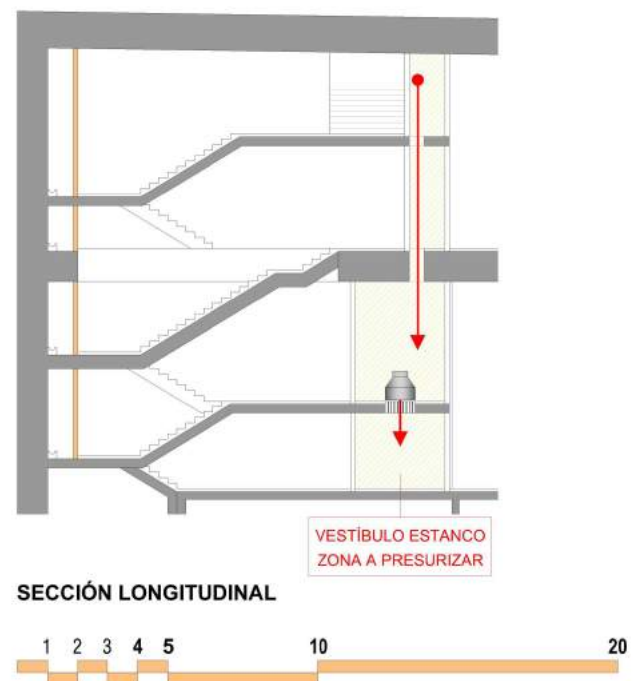
- Se han dejado huecos en cubierta y en losas de 1m².
- Los ventiladores, armarios y compuertas de regulación se sitúan en una losa intermedia entre el vestíbulo y el nivel andén.



Instalación Técnica

La presurización del vestíbulo se ha realizado según norma UNE-EN 12101-6 considerando el sistema como clase C. (Para medios de escape mediante evacuación simultánea).

- Los factores que se han considerado para el cálculo son: sección de puertas, velocidad del aire, dimensiones del vestíbulo y trazado del circuito de ventilación (Sobre todo en la estación de La Alameda, que es la que más longitud de conducto tiene).
- Los componentes más importantes de la instalación son: puertas contra fuego, rejillas de protección, rejillas de salida del aire, grupo moto ventilador axial accionado por motor eléctrico trifásico, canalización metálica de chapa de acero galvanizado y cuadro eléctrico de mando y maniobra con su correspondiente instalación eléctrica.





UN MURAL EN LA ESTACIÓN DE ALSACIA

■ ENTREVISTA CON EL AUTOR: LUIS GORDILLO

Siguiendo con la política de la Comunidad de Madrid de ligar las estaciones de Metro con el arte, se ha montado en la estación de Alsacia, de la prolongada Línea 2, un espectacular mural obra del reconocido artista sevillano Luis Gordillo, que con la ayuda de Juan Carlos Melero, del equipo de Franja Fotográfica, y sus conocimientos de las técnicas más modernas de reproducción por ordenador y a gran escala, han conseguido un maridaje perfecto entre la arquitectura de la estación y las sensibilidades artísticas del autor.

El pasado 4 de abril de 2011, Luis Gordillo tuvo la gentileza de dedicarnos unos minutos de su tiempo en una conversación que ahora intentamos trasladarles en forma de reflexiones.

Luis Gordillo nació en Sevilla, en el año 1934, en el seno de una familia acomodada. Estudió la carrera de Derecho, pero nunca la ejerció.

Finalizando los estudios de Derecho se matriculó en la escuela de Bellas Artes, Santa Isabel de Hungría de Sevilla, pero los estudios le parecieron demasiado academicistas y, a los dos años, se fue a París: *“donde aprendí mucho viendo cosas”* nos dice.

En París estudió a los pintores impresionistas, pero no tardó en asumir los conceptos más vanguardistas y abstractos del momento.

Asimiló pronto la pintura del grupo de los informalistas, de los que el catalán Antoni Tàpies (n. 1923) es uno de sus más característicos representantes.

Luis Gordillo nos comenta que no ha sido fácil llegar a abrirse hueco en el complicado mundo artístico: ha habido momentos difíciles, equivocados, en los que se precisaba de alguna ayuda que te despejara el camino, y recuerda con mucho cariño a su hermano mayor que siempre estuvo a su lado, y a su esposa Pilar que soporta toda la estructura comercial y administrativa de su proyecto artístico.

Luis Gordillo ha recreado un espectáculo visual en el marco de una estación de Metro, donde su arquitectura generosa no le pone las cosas nada fáciles al sevillano.

Un entramado de líneas, horizontales y verticales, encuentro de paramentos, columnas, estampidores, losas, toda una maravillosa melodía arquitectónica oponiéndose a la fina sensibilidad del artista. Como buen sevillano, Luis Gordillo, en plena madurez “informalista” ha despiezado el espacio disponible cuidadosamente, se ha abierto camino, ha prolongado el volumen hasta dominarlo y convertir la estación en una gigantesca obra cultural para todos los madrileños. *“Me he sentido cómodo haciendo este mural, -nos dice Luis Gordillo- he trabajado sintiéndome acompañado durante muchos días por los trabajadores de la estación, que no son mudos precisamente; sus comentarios, algunos subidos de tono, me han hecho sentir el calor de la gente y me han dado fuerza para enfrentarme al espectáculo de crear y competir con la propia estación, que ciertamente no me lo ha puesto nada fácil, pues ella sola me parece maravillosa pero también esquiva; que me ha planteado algunas preguntas que he tenido que contestar.”*

¿Luis, puedes explicarnos que representa esta obra? ¿Qué les diríamos a los miles de madrileños que a diario cogen el Metro y que van a tener la posibilidad de ver y sentir las emociones que cualquier obra artística produce?

(Ahora Gordillo se pone serio, se concentra)

Mira, esta pregunta es muy difícil de contestar. En primer lugar, tengo que destacar que, en general, una obra de esta naturaleza es una obra abierta que el espectador puede leer libremente y yo no tengo más derecho que ellos para acertar. En segundo lugar este informalismo o tachismo, como dicen los franceses, rezuma libertad, donde la espontaneidad de la creación reacciona al gusto por la mancha y el azar. El mural toma su fuerza expresiva del entramado nervioso del cuerpo humano, emisor y receptor al mismo tiempo, es un camino de ida y vuelta.

Y ahora el pintor me pregunta: *¿y a ti qué te parece?*



Y ahora soy yo quien tiene que concentrarse para contestar: pues yo veo la obra como unas burbujas de aceite perfumada por unas gotitas de miel en una solución acuosa, o como un gran caleidoscopio cuyas volubles e inquietas imágenes nos transportan al mundo de la ensoñación o...

Vale, vale, -dice Luis-. Vamos a dejarlo.

■ LA METAMORFOSIS (POR JUAN CARLOS MELERO)

El coordinador de la publicación me ha pedido unas palabras para explicar al gran público cómo hemos trasladado la obra del pintor Luis Gordillo al mural que ahora se exhibe.

Para realizar el mural de la nueva estación Alsacia del Metro de Madrid, Luis Gordillo pintó un cuadro. (2,5 x 1,5 m).

Ese cuadro debía llevarse a un tamaño capaz de cubrir las tres paredes más importantes de dicha estación. (750 m²).

Una vez pintado, lo fotografiamos minuciosamente en el estudio de Luis y nos llevamos el archivo a mi taller, para ver si éramos capaces de componer el cuerpo central del mural, sin desvirtuar la intención del artista. La mirada de Luis supervisó cada uno de los retoques y ajustes que hubo que efectuar en el archivo digital, para convertir el cuadro original en un mural de unas dimensiones capaces de envolver casi por completo la visión del observador.

Las herramientas que hemos empleado Ángel y yo, han sido un potente ordenador, un escáner y el programa Photoshop, para crear la matriz digital con la que poder imprimir a esa escala. El volumen del trabajo fue paralelo al tamaño de la obra, y a las dosis de inspiración hubo que sumarle muchas horas de transpiración frente a la pantalla. Una vez finalizada la labor de adaptación de la obra a la estación, solo restaba plasmarlo en un soporte que no desmereciera del original.

La impresión tenía que imitar con fidelidad los colores, volúmenes, y los innumerables matices que contiene una obra pictórica, ampliados a un tamaño enorme. Finalmente, se optó por un nuevo tipo de Dibond-Digital, que reproducía con una mayor definición los collages de imagen que el artista quería estampar en aluminio a una escala monumental.



▲ Luis Gordillo delante del ordenador dando instrucciones en una de sus numerosas sesiones de trabajo.



▲ "...Cuando se lleva a una escala monumental la meticulosidad en el detalle garantiza una perfecta reproducción de cada trazo."
Ángel Sánchez, de SR (Soluciones Gráficas).

CAPÍTULO 5

AUSCULTACIÓN Y CONTROL DE LA INSTRUMENTACIÓN

Introducción	138
Clasificación del nivel de control	138
Frecuencia de lecturas y seguimiento de la instrumentación	140
Control del túnel	143
Nuevo modelo Madrid	144

Fernando Díez Rubio

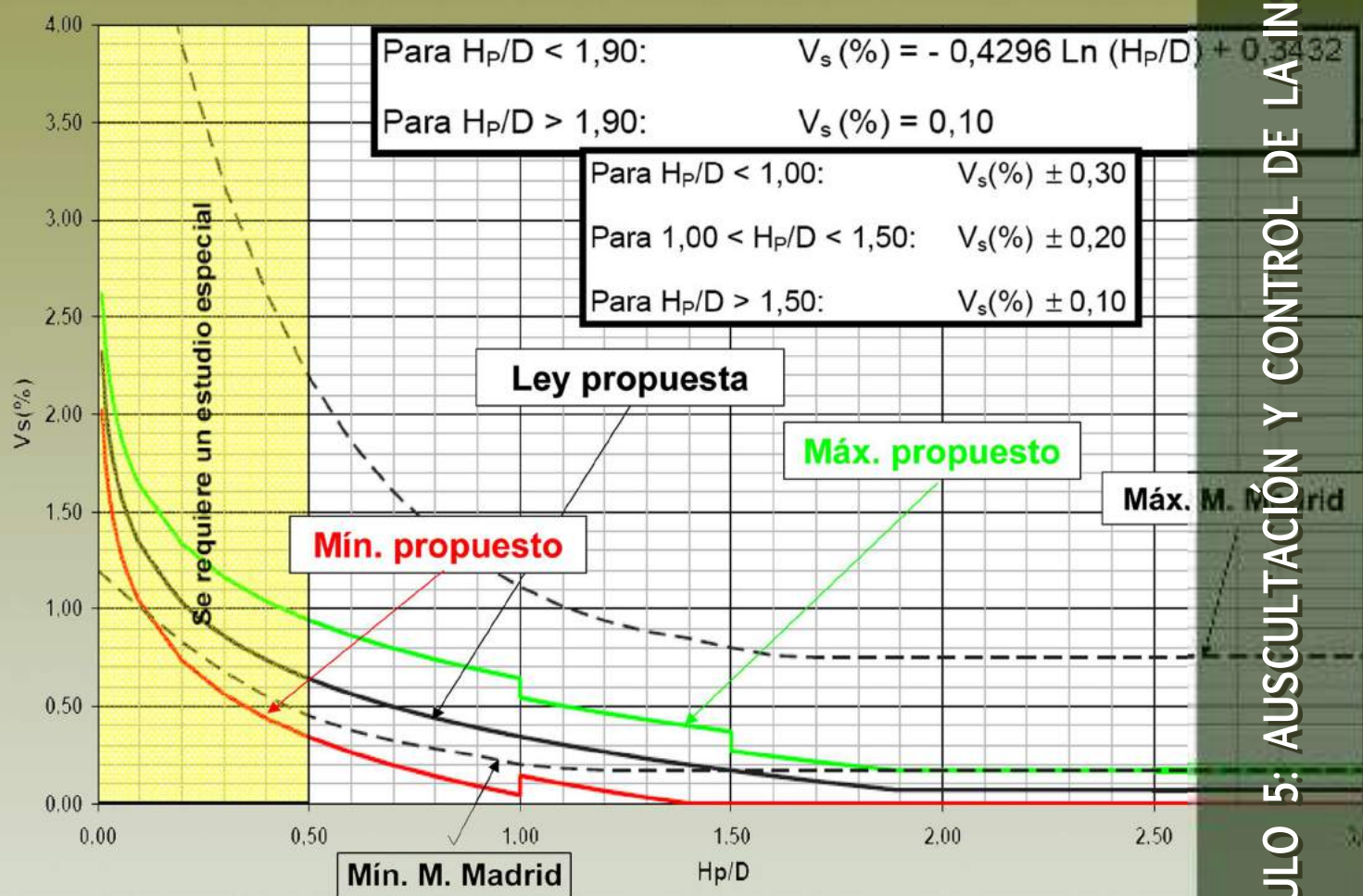
(Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)
Asesor USAC

María Fernández Vaquero

(Ingeniera Técnica de Obras Públicas)
USAC

Raúl Talavera Manso

(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)
MINTRA



INTRODUCCIÓN

Para analizar la influencia en el entorno de la infraestructura ejecutada así como el comportamiento de la propia estructura diseñada (pantallas fundamentalmente) se dispone una instrumentación específica, que se puede dividir en dos grandes grupos:

- Las que analizan los movimientos en el entorno, mediante hitos de nivelación (asiento en superficie), extensómetros de varillas (movimientos verticales a diferentes profundidades), inclinómetros (movimientos horizontales a diferentes profundidades) y regletas (movimientos verticales en estructuras, edificios y galerías de servicios).
- Las que analizan la interacción terreno-estructura, mediante células de presión total (empuje del terreno en las pantallas) y piezómetros (variación del nivel freático).

CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE CONTROL

La intensidad con que se dispone esta instrumentación y su frecuencia de lecturas depende del nivel de control establecido, como queda reflejado en el Plan de Auscultación (elaborado conjuntamente por la casa de instrumentación especialista, Eptisa y la Unidad de Seguimiento, Auscultación y Control, USAC, de MINTRA).

Dicho nivel de control se fija a partir de unos parámetros o factores: método constructivo, presencia de edificación o estructuras en la cubeta de asientos, magnitud de los movimientos esperables, recubrimiento relativo de suelos terciarios (HP/D), presencia de niveles de agua y presencia de niveles con escaso o nulo contenido en finos en la proximidad de la clave del túnel. A dichos factores se les asigna unos valores de comparación. En cada sección de estudio se comparan los valores reales que presentan dichos parámetros con los de comparación, asignándole un código de colores: verde o de control normal (no supera el nivel de comparación ámbar), ámbar o de control intenso (supera el valor de comparación ámbar pero no el rojo) y rojo o de control muy intenso (supera el valor de comparación rojo).

Realizando el análisis en diversas secciones del trazado y aplicando tales criterios se zonifica todo el tramo del túnel. El nivel de control más usual es el normal (asignándole el color verde) debido que el trazado del túnel coincide con el de las calles por lo que no pasa bajo edificios.

PK	NIVEL DE CONTROL					CLASIFICACIÓN
	CRITERIOS					
	Preseca agua	Ausencia de finos	T/D	Presencia edificios	Movimiento inducido	
+	VERDE	AMBAR				VERDE
+100						
+200						
+300						
+400						
+500						
+600						
+700						
+800						
ESTACION 1	-	-	-			
+900			AMBAR			
+950						
1+000						
1+050						
1+100						
1+150						
1+200						
1+250						
1+300						
1+400						
1+500						
1+600						
1+700		ROJO				
1+800						
1+900						
2+000						
2+100						AMBAR
2+200						
ESTACION 2	-	-	-	VERDE		
2+300						
2+400						
2+500						
2+600						
2+700						
2+800						
2+900						
3+000						
3+100						
3+200						
3+300				ROJO		
E 3 Dcho	-	-	-			
E 3 Izqdo	-	-	-			
3+400						
3+500						
3+600						
3+700						
3+800						
3+900						ROJO
4+000						
4+100						
ESTACION 4	-	-	-			

Cuanto más intenso sea el nivel de control, más instrumentación se coloca y se lee con mayor intensidad, llegando al seguimiento continuo durante las 24 horas del día.



FRECUENCIA DE LECTURAS Y SEGUIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN

DISTANCIA DESDE EL FRENTE DEL TÚNEL (m)	NIVEL DE CONTROL		
	VERDE	ÁMBAR	ROJO
Entre (-300, -200) y (+100,+ 200)	1 semanal, piezómetros quincenal	2 semanales, piezómetros semanal	3 semanales, piezómetros 2 semanales
Entre (-200,-100) y (+50,+100)	2 semanales, piezómetros quincenal	3 semanales, piezómetros semanal	Diaria, piezómetros 2 semanales
Entre (-100,+50)	1 diaria, piezómetros semanal	2 diarias, piezómetros semanal	3 diarias, piezómetros 2 semanales

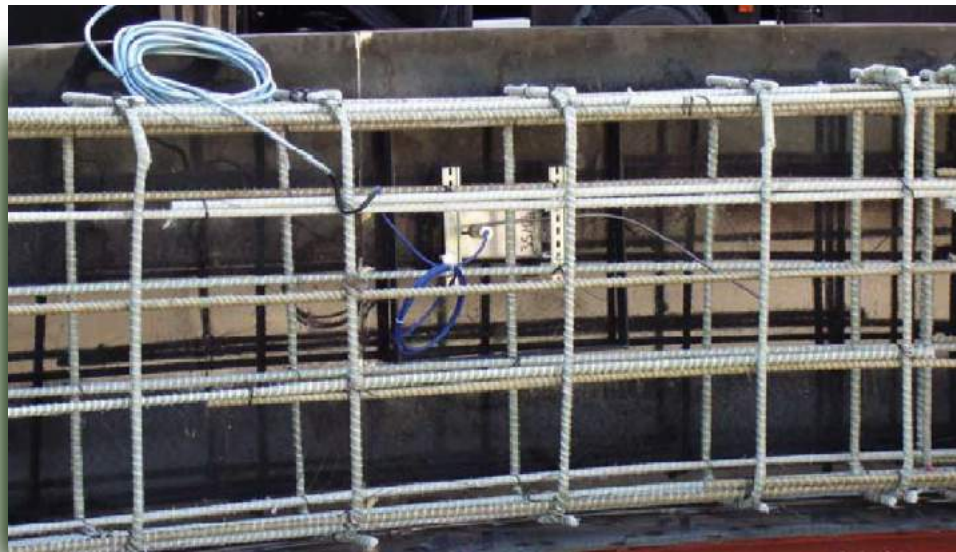
Se han instalado 1281 instrumentos, distribuidos de la forma:

- 26 bases de nivelación.
- 29 clavos de nivelación.
- 45 pernos o miniprismas para el control de convergencias.
- 171 células de presión total en pantallas.
- 40 extensómetros de varillas.
- 468 hitos de nivelación.
- 31 inclinómetros.
- 20 piezómetros de cuerda vibrante.
- 451 regletas en edificios e infraestructuras.

Los instrumentos dispuestos son leídos, acorde con la frecuencia indicada y los datos son almacenados en la base de datos de la USAC: SAI (Sistema de Instrumentación Integrado), donde se registra además: datos de producción, la campaña geotécnica realizada, información sobre el estado de los edificios e infraestructuras con anterioridad al inicio de las obras, control de los parámetros de la tuneladora, etc.

Para cada instrumento se establecen dos umbrales, dependiendo del tipo de estructura y del estado de conservación de la misma. Dependiendo si los datos de la instrumentación superan uno u otro nivel se establecen unas medidas de actuación:

- De aviso, señalizado de color amarillo o ámbar (superado el nivel ámbar de previsión de movimientos o de máximo movimiento admisible): se mantiene el procedimiento constructivo previsto y se incrementa la frecuencia de lecturas.
- De alarma, señalizado de color rojo (superado el nivel rojo de previsión de movimientos): se debe revisar el procedimiento constructivo para analizar la necesidad de aplicar medidas correctoras e incrementar tanto la frecuencia de lecturas como los instrumentos de medición.

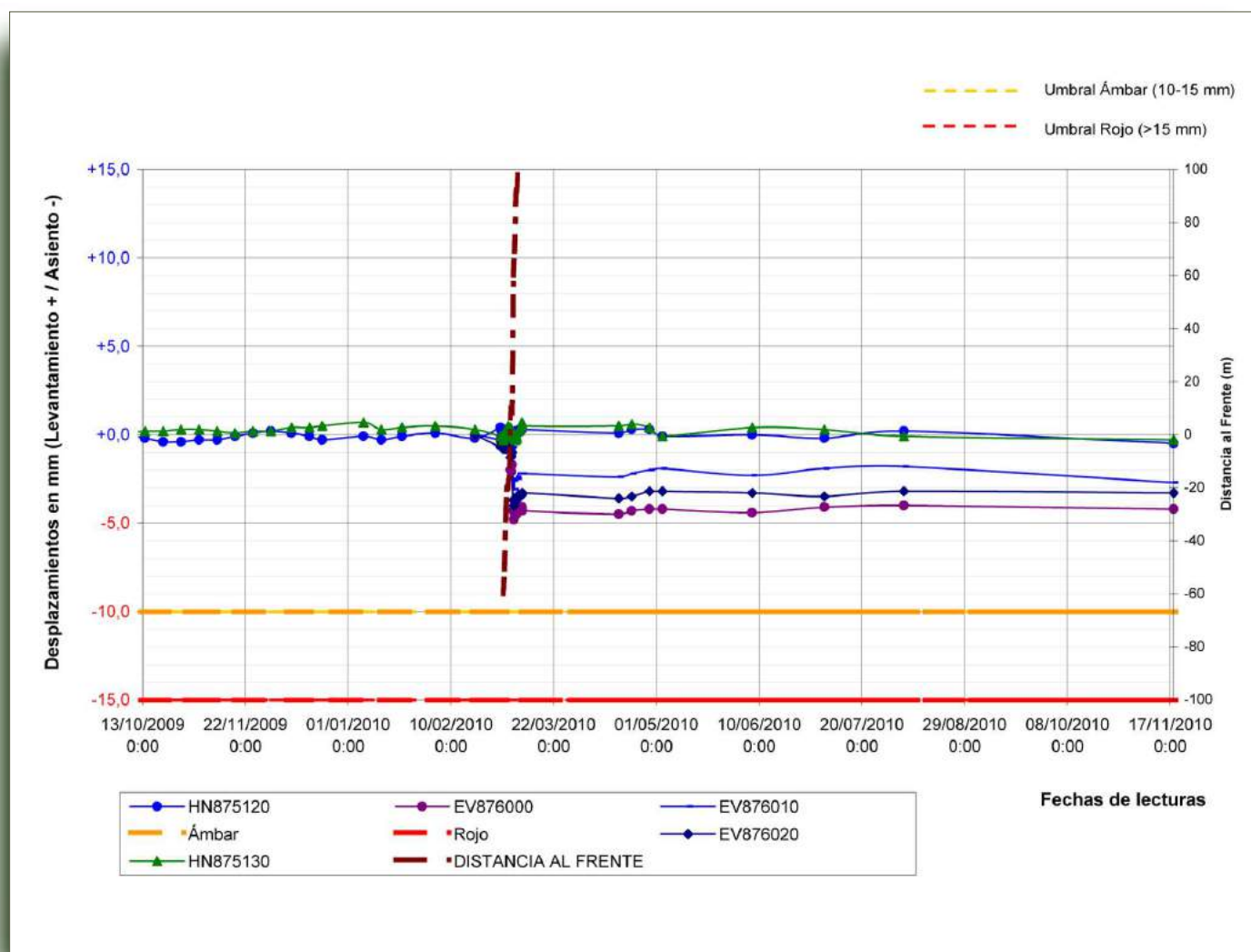


▲ Instalación de célula de presión total en armadura de anillo del pozo de ventilación nº 3.



▲ Armadura de pantalla instrumentada (célula de presión total y tubería inclinométrica).

En el gráfico adjunto se recoge la evolución de las medidas de una sección completa de instrumentación (hitos de nivelación y extensómetros de varillas) al paso de la tuneladora, con movimientos inferiores a 5 mm, manteniéndose por debajo del nivel de aviso indicado en el párrafo anterior.



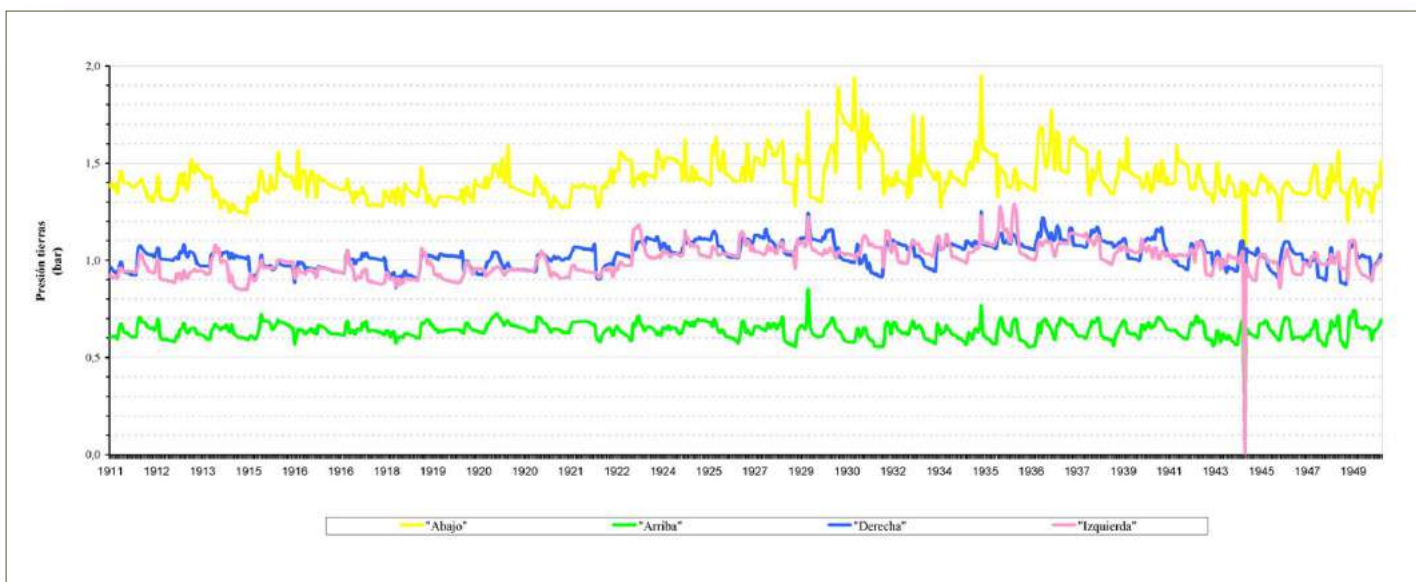
▲ Registro de asientos en una sección de control al paso de la tuneladora.

CONTROL DEL TÚNEL

En esta obra, además de todo lo indicado anteriormente hay dos innovaciones que son dignas de mención:

- Control exhaustivo, continuo y en tiempo real de los parámetros más representativos de excavación de la tuneladora: empuje total de los gatos, caudal de inyección de agua en el frente de las cinco líneas y el total, par de rotación, presión de inyección y volumen de mortero en las

cuatro líneas de inyección de mortero, toneladas del material excavado (en las dos balanzas disponibles), velocidad de avance y presión en las cuatro células de presión (superior, dos centrales e inferior) ubicadas en la cámara de presión de tierras. Este último parámetro ha permitido controlar en todo momento si la cámara estaba realmente en presión (comprobando el gradiente de presiones). Hasta la fecha sólo se controlaba la presión en la célula superior.



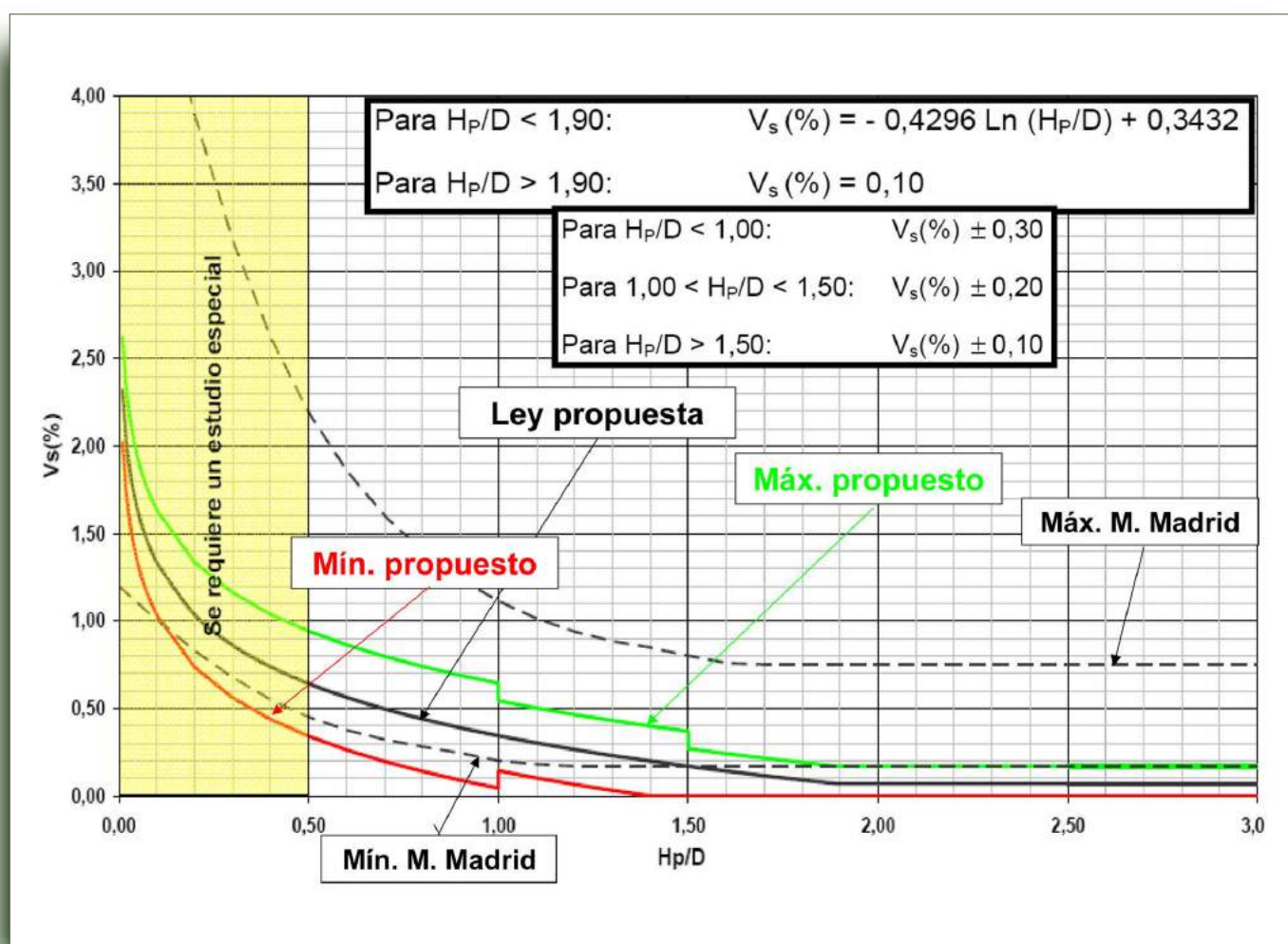
- ▲ Control continuo de los parámetros de excavación de la tuneladora. Presión de las células de carga en la cámara de tierras.



NUEVO MODELO MADRID

- Con los datos proporcionados por la instrumentación dispuesta en todos los tramos excavados con tuneladora trabajando en modo EPB, y que no fueron objeto de tratamiento del terreno, del pasado periodo de Ampliación del Metro de Madrid (2003-2007), se ha realizado una Tesis Doctoral: “Nuevo Modelo Madrid

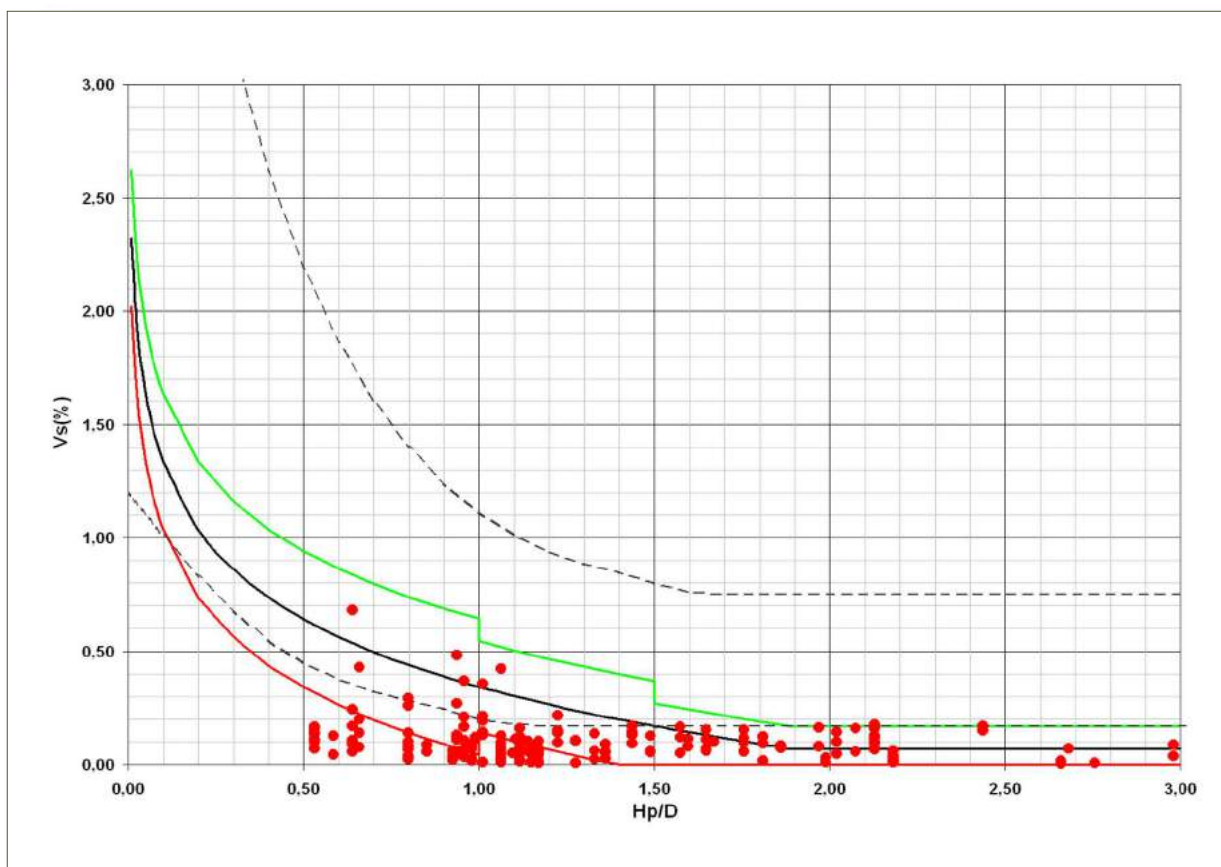
para la estimación de asientos producidos en Túneles con tuneladoras EPB de gran diámetro” (F. Díez, 2010) cuyo resultado final ha permitido establecer un nuevo modelo semiempírico para la estimación del volumen de asientos en superficie, denominado Nuevo Modelo Madrid (Díez y Oteo, 2010), que sustituye al hasta ahora vigente Modelo Madrid (Oteo, 1999).



▲ Nuevo Modelo Madrid para la estimación del Volumen de asientos (Díez y Oteo, 2010).

- Dicho modelo ha sido validado (e incluido en la Tesis mencionada) con los datos de la instrumentación dispuesta en la ampliación del Metro de Madrid 2007-2011, entre los que se incluyen los obtenidos en la línea 2. Como se puede apreciar en la figura adjunta, los valores obtenidos son inferiores a la envolvente máxima propuesta y alguno por debajo de la envolvente mínima. Este comportamiento óptimo, por

debajo del previsto, se debe a múltiples razones: control de los parámetros de excavación, tuneladora con un periodo de aprendizaje corto (ha trabajado en ampliaciones anteriores), terreno de buenas características (entre arena tosquita y tosco arenoso) y un control continuo de la presión en la cámara de tierras, permitiendo asegurar que la máquina ha trabajado en modo EPB con el gradiente de presiones requerido.



- ▲ Comprobación del Nuevo Modelo Madrid con los datos obtenidos de la instrumentación dispuesta en la Línea 2 al Barrio de Las Rosas.

CAPÍTULO 6

LA ARQUEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA EN LAS OBRAS DE PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2

Introducción	148
--------------	-----

Descripción de los trabajos realizados y metodología	149
--	-----

• Estudios previos	149
• Intervención arqueo-paleontológica	149
• Trabajos arqueológicos	149
• Trabajos paleontológicos	149
• Recogida de muestras paleontológicas	150
• Procesado y resultado de las muestras de micro-paleontología	150
• Columnas estratigráficas	152

Resultados y conclusiones	153
---------------------------	-----

• Estudios previos	153
• Control arqueo-paleontológico	153
• Análisis de muestras micro-paleontológicas	153

Bibliografía	155
--------------	-----

José Polo López

(Arqueólogo). ARQUEx

María del Carmen Valenciano Prieto

(Arqueóloga). ARQUEx

Ainhoa Pérez Liébana

(Paleontóloga). ARQUEx

Ángel Rollano Godoy

(Arqueólogo). ARQUEx

- Los trabajos de protección al Patrimonio Histórico han sido supervisados por:

Pilar Mena Muñoz

(Arqueóloga). Dirección General de Patrimonio Histórico

Carlos Caballero Casado

(Arqueólogo). Coordinador entre la D.G.P.H. y MINTRA

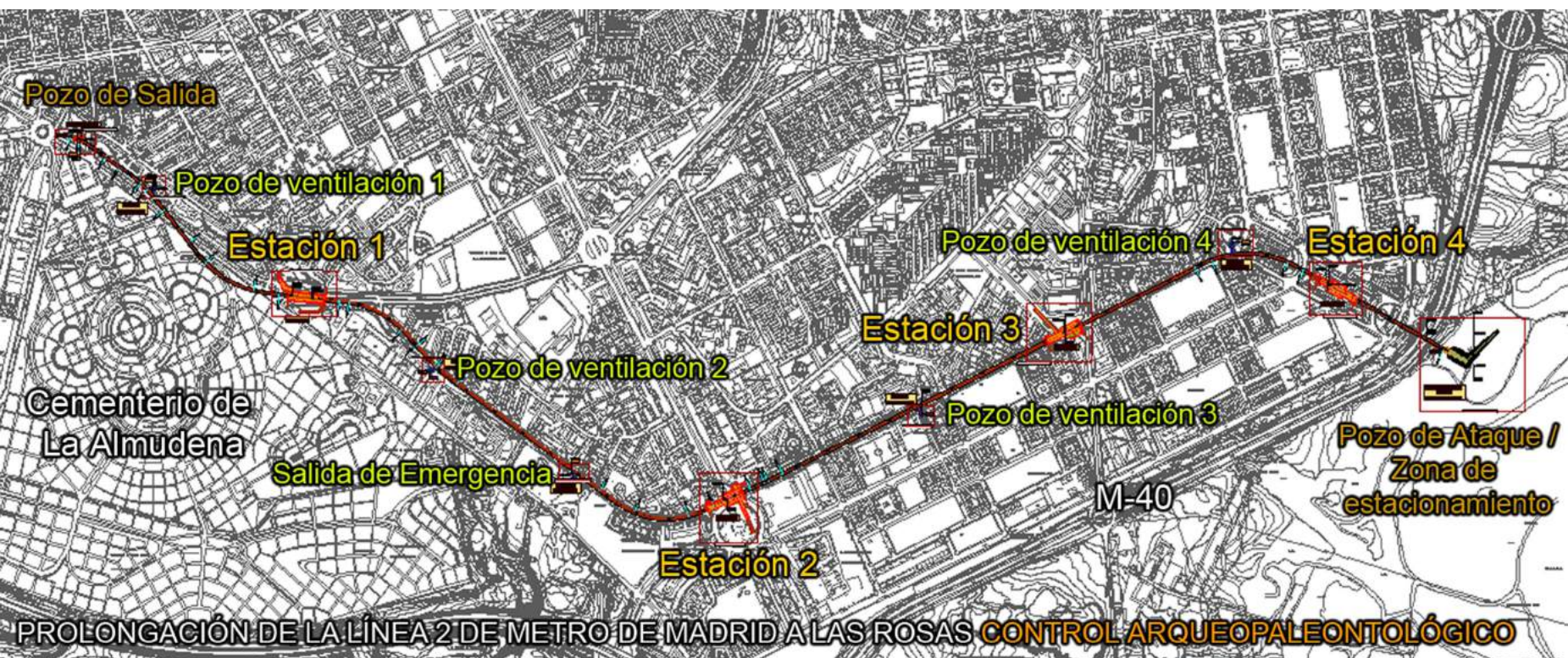
María Elena Nicolás Checa

(Paleontóloga). Coordinadora entre la D.G.P.H. y MINTRA





CAPÍTULO 6: LA ARQUEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA EN LAS OBRAS



▲ Plano de situación general de la obra.

INTRODUCCIÓN

El objeto de la presente publicación es mostrar los resultados obtenidos durante las labores de control arqueológico y paleontológico de los movimientos de tierra así como el estudio de los análisis de muestras llevados a cabo desde enero de 2009 hasta octubre de 2010 en los terrenos destinados a la prolongación de la Línea 2 de Metro a Las Rosas, que discurre por los distritos de Ciudad Lineal y San Blas, así como por los barrios de Pueblo Nuevo, Simancas, Hellín, Amposta, Arcos, Canillejas y Las Rosas, en Madrid.



DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS Y METODOLOGÍA

■ ESTUDIOS PREVIOS

A petición de la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid y con el fin de detectar posibles restos patrimoniales y documentar los depósitos que pudieran verse afectados por las mismas, se realizaron los correspondientes estudios previos a la ejecución de las obras, consistentes en un estudio histórico y paleontológico y un análisis paleontológico de los sondeos geotécnicos.

■ INTERVENCIÓN ARQUEO-PALEONTOLÓGICA

Concluida la fase de estudios previos, dio comienzo el control arqueo-paleontológico intensivo a finales del mes de enero del año 2009.

Trabajos arqueológicos

Tras la consulta del Catálogo Geográfico de Bienes del Patrimonio Histórico, se comprobó que no había yacimientos catalogados en el ámbito que comprendía el proyecto de construcción, si bien la traza discurría por una zona de Protección Arqueológica B situada en el cruce de la Avenida de Guadalajara con la Avenida de Canillejas a Vicálvaro hasta el cruce con la M-40.

Una vez iniciada la obra, se llevó a cabo el control arqueológico intensivo visual de todos

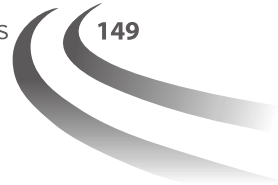
aquellos desbroces y vaciados superficiales, zanjeos y desvío de servicios afectados llevados a cabo para la excavación de las distintas estaciones, pozos y salidas de emergencia, sin que se realizase ningún hallazgo de niveles o restos materiales histórico-arqueológicos de interés.

Trabajos paleontológicos

Según la información paleontológica existente, la práctica totalidad del trazado no afectaba a ningún yacimiento catalogado, si bien el tramo final, donde estaba proyectada la construcción del pozo de ataque y la zona de estacionamiento, se situaba junto a la Zona Paleontológica denominada “Ciudad Pegaso-O'Donnell-Cantera Trapero”, que fue declarada Bien de Interés Cultural en el año 1993.

Al igual que para la arqueología, durante toda la fase de ejecución de la obra en la que se han llevado a cabo movimientos de tierra se ha realizado el seguimiento paleontológico visual de todos los frentes de trabajo, sin obtener resultados positivos.

De forma paralela se procedió a la toma y análisis de muestras de sedimento, para localizar tanto microvertebrados fósiles como elementos paleopalinológicos. Se elaboraron columnas estratigráficas de aquellos frentes de trabajo que resultaron ser más significativos.





▲ Foto aérea de la zona con el Área de Protección Arqueológica B.

Recogida de muestras paleontológicas

Durante toda la fase de ejecución del proyecto de Prolongación de la Línea 2 del Metro se han recogido 15 muestras de sedimento en los diferentes pozos y estaciones, todos ellos en niveles sedimentarios potencialmente favorables para la conservación de restos de microvertebrados fósiles. Las muestras recogidas se distribuyeron del siguiente modo: dos en el Pozo de Ataque, una en cada una de las cuatro Estaciones, tres en el Pozo de Ventilación 1, una en cada uno de los tres Pozos de Ventilación restantes y una en cada una de las estructuras siguientes: Pozo de Salida, Salida de Emergencia del p.k. 1+785 y Zona de Estacionamiento.

Del mismo modo, en el pozo de ataque, en el de extracción de la tuneladora y en cada una de las estaciones excavadas, se recogieron columnas polínicas completas, seis en total,

formadas por 10-12 muestras cada una. Actualmente se encuentran en proceso de estudio.

Procesado y resultado de las muestras de micro-paleontología

Recogida la muestra, el proceso para obtener el residuo de la misma, que se estudiará posteriormente en el laboratorio, consta de tres fases consecutivas: extensión y secado, lavado y posterior triado. De este modo, los 250 Kg. de sedimento recogido de cada muestra se deja secar al sol, extendiéndose de forma separada al aire libre antes del lavado. Una vez seca, cada muestra se introduce en barreños llenos de agua para producir un choque químico que disgregue el sedimento. Posteriormente la muestra se vierte sobre el tamiz superior de una mesa de lavado y con una manguera y agua a presión se procede al lavado del material. El

sedimento se va separando por tamaños, quedando retenida la fracción gruesa mayor de 2,5 milímetros en el tamiz superior y la fracción fina de 2,5 a 0,5 milímetros en el tamiz inferior. Se recogen separadamente por tamaños y se colocan en una superficie para

que se sequen y después las dos fracciones que quedan se toman por separado y se introducen en bolsas de plástico, se etiquetan y se trasladan al laboratorio para proceder a su triado mediante el uso de una lupa binocular con un zoom de 7x a 45x.

MUESTRAS POSITIVAS	LAVADO	RESULTADO		RESTOS ENCONTRADOS
		Fracción Fina	Fracción Gruesa	
858-07-M-M-2	250 kg.	Positivo	Negativo	2 molares de Cricétido.
858-07-M-M-3	250 kg.	Positivo	Negativo	4 fragmentos de hueso indeterminado
858-07-M-M-5	250 kg.	Positivo	Negativo	3 premolares 3 fragmentos de esmalte 1 epífisis distal 1 fragmento de incisivo 6 fragmentos de hueso indeterminado
858-07-M-M-6	250 kg.	Negativo	Positivo	1 fragmento de diente 1 fragmento de hueso indeterminado
858-07-M-M-8	250 kg.	Positivo	Negativo	1 fragmento de molar 5 fragmentos de esmalte 1 fragmento de 3ª falange 40 fragmentos de hueso indeterminado

Las muestras paleontológicas analizadas han proporcionado restos del Orden Rodentia así como de los Órdenes *Lagomorpha* e *Insectivora*. Sin embargo, se han obtenido un número reducido de dientes o fragmentos dentales que, en general, están mal conservados, rotos y erosionados. En algunos casos, su mal estado de conservación no ha permitido una identificación más específica. Datan del Mioceno medio.

Dentro del Orden *Rodentia*, se incluyen entre otras las superfamilias *Muroidea* (hámsters, ratas, ratones, topillos, etc.) y *Sciuroidea* (ardillas, marmotas y perritos de la pradera). Los roedores se caracterizan por la posesión de un par de incisivos largos y curvos tanto en el maxilar como en la mandíbula, de crecimiento continuo y sin esmalte en su cara posterior. No poseen caninos, y un largo diastema separa los incisivos de los dientes yugales.



▲ Procedimiento para el lavado de las muestras.

Se originaron en Asia durante el Paleoceno y, actualmente, se distribuyen por casi todo el mundo, llegando a constituir el 40% de todas las especies de mamíferos actuales y habitando todo tipo de ambientes, desde desiertos hasta selvas tropicales. Conforman el grupo de micromamíferos fósiles mejor representado en la Comunidad de Madrid.

Entre los roedores destaca la familia *Cricetidae*, incluida dentro de la superfamilia de los Múridos, constituida por diferentes familias de hámsters. De origen asiático, migraron a Europa hace 34 millones de años, durante el Oligoceno y, desde entonces, fueron uno de los grupos más abundantes dentro de las comunidades de roedores fósiles en Europa, hasta que en el Mioceno Superior -hace unos 10 millones de años- son desplazados por la familia de los *Muridae* (ratones).

El Orden *Lagomorpha* incluye conejos, liebres y pikas, comprendidos en dos familias diferentes, *Ochotonidae* y *Leporidae*. Los géneros *Lagopsis* y *Prolagus* pertenecen a la familia *Ochotonidae* en la que se agrupa a las

pikas actuales de Norteamérica y Asia, incapaces de hibernar y por tanto obligadas a acumular provisiones. Las pikas europeas eran tropicales pero están extinguidas en la actualidad.

El Orden *Insectivora* comprende a erizos y musarañas, cuya presencia es menos frecuente en los yacimientos miocenos. El género *Miosorex* se incluye en la familia más numerosa de insectívoros, los *Soricidae*, constituida por las verdaderas musarañas, tanto actuales como fósiles. Su dentición es de tipo *dilambdodonto* ⁽¹⁾ y varía del resto de los insectívoros por presentar unos incisivos profundamente modificados, tras los cuales se dispone un conjunto muy homogéneo de dientes unicuspidados -canino y premolares- que, en la mayoría de los casos, son indistinguibles. *Miosorex* era un género de talla pequeña, que no sobrepasaba los 15 cm.

Columnas estratigráficas

Paralelamente a las labores de control paleontológico, se realizaron un total de 20 columnas estratigráficas en campo de los diferentes frentes de trabajo, las cuales fueron sigladas con la nomenclatura facilitada por la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid (858-07-CE-1, CE-2, CE-3, etc.) e indicando su ubicación (PK y UTM). La elaboración de estas columnas posibilita distinguir y estudiar los distintos materiales presentes en las diferentes áreas de trabajo, permitiéndonos conocer la litología y el espesor de los distintos tramos encontrados, así como la situación y cota de la muestra de sedimento para su posterior estudio micro-paleontológico.

[⁽¹⁾ Que tiene cúspides afiladas como forman dos letras griegas *lambda* (Λ).

Estudios Previos

La presencia de restos de microvertebrados, incluso indeterminables, que se ha detectado en las muestras obtenidas de tres sondeos geotécnicos realizados permite *conocer a priori* que en los sedimentos que iban a excavarse existía cierto potencial para la aparición de yacimientos paleontológicos.

Control Arqueo-paleontológico

La intervención realizada durante la fase de movimientos de tierra entre los meses de enero de 2009 a octubre de 2010 no ha proporcionado hallazgos histórico-arqueológicos ni restos de macrovertebrados que pudieran poner de manifiesto la existencia de yacimientos arqueológicos y/o paleontológicos de interés en las áreas en las que se han llevado a cabo las citadas obras.

Análisis de muestras micro-paleontológicas

Tras su triado, cinco de ellas (858-07-M-M-2, 858-07-M-M-3, 858-07-M-M-5, 858-07-M-M-6, 858-07-M-M-8) resultaron positivas al encontrarse restos de microvertebrados de los órdenes *Rodentia*, *Lagomorpha* e *Insectivora*. Igualmente se ha obtenido un número reducido de dientes o fragmentos dentales que aparecen en mal estado de conservación, lo que impide, en la mayoría de los casos, identificar los taxones que permitirían realizar dataciones o estudios más concretos. En cualquier caso, todos los restos pertenecen al Mioceno Medio.



▲ Restos fósiles encontrados en la muestra 858-07-M-M-8.



▲ Proceso de triado de las muestras en el laboratorio de ARQUEx.



BIBLIOGRAFÍA

CALVO, J. P. y GARCÍA YAGÜE, A. (1985): "Nuevos sondeos de investigación geológica en el área de Madrid", *Estudios Geológicos*. 41, pp. 25-31.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. et al. (2000): "Los fósiles de vertebrados de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)", *Coloquios de Paleontología*, 51, Madrid, pp. 69-85.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. et al. (2000): "Los vertebrados fósiles de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)", en *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid. Serie Arqueología, Paleontología y Etnografía*, Vol. 6 Comunidad Autónoma de Madrid, pp. 110-129.

MORALES, J. (2000): *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid. Arqueología, paleontología y etnografía*, nº 6. Madrid.

SESÉ, C.; ALONSO ZARZA, A.M. y CALVO, J.P. (1990): "Nuevas faunas de micromamíferos del Terciario continental del NE de la Cuenca de Madrid (prov. De Guadalajara, España)", *Estudios Geológicos*, 46, pp. 433-451.

VERA, J. A. (2004): *Geología de España*. Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España.

VV.AA. (1995): MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. Escala 1:50.000 nº 559. Instituto Tecnológico Geominero de España. Segunda serie. Primera edición 1989. Reimpresión 1995.

VV.AA. (2006): *El patrimonio arqueológico y paleontológico en las obras de ampliación de metro de Madrid 2003-2007*, Comunidad de Madrid.

CAPÍTULO 7

LA SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS

Introducción 158

Organización preventiva 159

Implantación de la seguridad en obra 162

- Formación, información y participación de los trabajadores en la obra 165
- Organización emergencias 165
- Actuaciones sistemáticas de seguridad y salud 166

Coordinación de actividades empresariales 168

- Control de la subcontratación y coordinación con empresas subcontratistas 168
- Coordinación de actividades empresariales en la fase de ejecución de instalaciones 168

Datos estadísticos 169

Álvaro Abel Núñez

(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos). MINTRA

Luz María Pintos López

(Coordinadora de Seguridad y Salud). INCOPE Consultores, S.L.

Alfonso Rodríguez Aguayo

(Jefe Dpto. Prevención). UTE LÍNEA 2

María del Carmen Noriega Fernández

(Ingeniera Técnica de Obras Públicas). I+P

Pilar Urtubia Arriet

(Técnico de Prevención). UTE LÍNEA 2

José Antonio De La Fuente Becares

(Técnico de Prevención). UTE LÍNEA 2

Victor M. García Cristóbal

(Técnico de Prevención y fotografía). UTE LÍNEA 2

Jesús Portillo Rodríguez

(Dpto. Compras. Documentación y fotografía). UTE LÍNEA 2

Pedro González Barrientos

(Dpto. Administración. Datos estadísticos). UTE LÍNEA 2





CAPÍTULO 7: LA SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS



▲ Protecciones colectivas en estaciones:
Redes horizontales en huecos, líneas de
vida en estampidores.

La Seguridad y Salud en las obras es una prioridad para MINTRA, y así para la ejecución de la prolongación de la Línea 2 del metro de Madrid a Las Rosas, como promotor de la misma, ha seguido su línea de desarrollo de iniciativas encaminadas a la mejora continua de los niveles de seguridad y protección de los trabajadores.

La integración de todas estas iniciativas se vertebra a partir de dos pilares, por un lado, los documentos Estudio de Seguridad y Salud, como parte del proyecto, Plan de seguridad y salud, basado en el primero pero adaptado

a los métodos de trabajo específicos desarrollados por la empresa contratista; y por otro lado, el establecimiento de una coordinación de actividades con cada empresa incorporada en la obra.

El desarrollo de esta integración durante el transcurso de la obra se va completando con actualizaciones del plan de seguridad y salud y reuniones de coordinación y planificación técnico-preventivas, previas al comienzo de cada actividad.

Las principales actuaciones se pueden concretar en:

- Elaboración de estudios de seguridad completos.
- Dotación económica para la seguridad y organización preventiva.
- Designación de técnicos competentes, como Coordinadores de Seguridad y Salud.
- Adscripción de un Técnico del I.R.S.S.T. a las obras de MINTRA.
- Colaboración con los agentes sociales.
- Estadística de la siniestralidad laboral.
- Asesoría externa, tanto en aspectos técnicos como legales.

Desde la prevención, este planteamiento da lugar a la aparición de varios documentos preventivos de seguridad, tanto para la obra civil como para los diferentes contratos de instalaciones.

Se ha designado un coordinador de Seguridad y Salud para la Obra Civil y otro para todos los contratos de instalaciones.



ORGANIZACIÓN PREVENTIVA

Para llevar a cabo los compromisos citados, todas las partes intervinientes (dirección de obra, asistencia técnica, coordinadora de seguridad y salud, empresa contratista, subcontratistas y trabajadores en todos sus niveles productivos) se han involucrado en las tareas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.

Se ha contado con un asesoramiento externo de seguridad y salud, la disposición de un técnico del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid para las obras de MINTRA y una comisión de seguridad y salud compuesta por los distintos agentes sociales que visitan las obras y asesoran en materia preventiva.

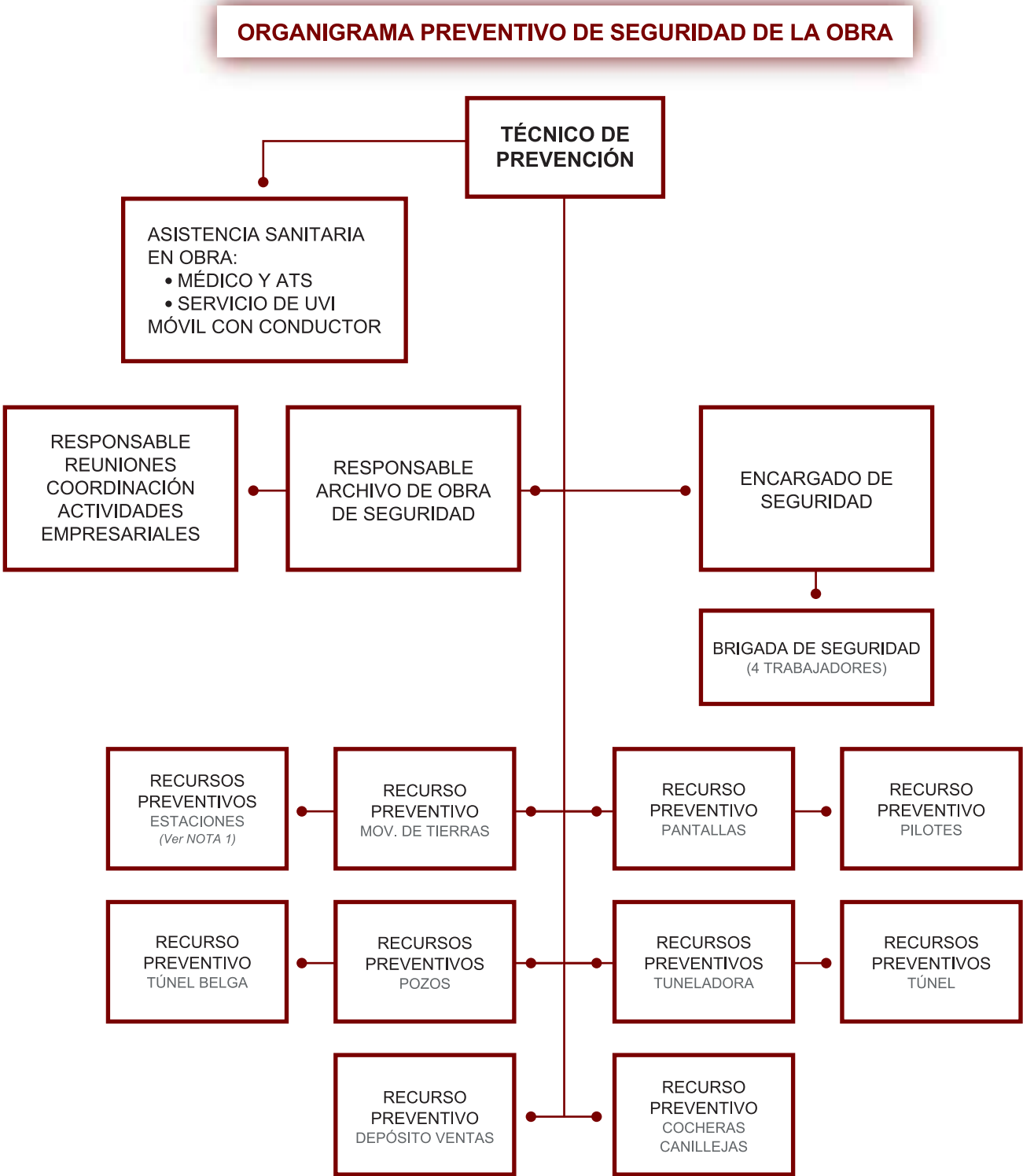


- ▲ Protecciones colectivas en estaciones: Redes horizontales en huecos, líneas de vida en estampidores, barandilla completa a borde de losa, barandilla en escalera de acceso entre losas.



- ▲ Instalación de redes verticales de separación en bajada a pozos. Separan la zona de elevación de materiales de la subida/bajada de personas.

La empresa contratista UTE LÍNEA 2, compuesta por las empresas FCC CONSTRUCCIÓN y ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, ha dispuesto la siguiente organización preventiva:



NOTA 1: ASIMISMO TODAS LAS SUBCONTRATAS TIENEN DESIGNADOS SUS RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA

La modalidad preventiva adoptada por la empresa UTE Línea 2, ha sido la de servicio de prevención ajeno. Además se ha contado con el asesoramiento de los servicios de prevención propios de las empresas que conforman la UTE.

Algunas de las labores específicas realizadas por el servicio de prevención han sido las revisiones trimestrales de las instalaciones eléctricas, o la realización de mediciones higiénicas solicitadas según las circunstancias de la obra: estudio de las condiciones higiénicas por exposición a contaminantes químicos (presencia de sílice durante la ejecución de taladros), mediciones de iluminancia en estaciones...



▲ Estudio de las condiciones luminotécnicas mediante empleo de luxómetro.



▲ Operario provisto del equipo de medición de sílice (bomba de aspiración de alto caudal).



▲ Medición de contaminantes químicos mediante bomba de aspiración de alto caudal "tipo globo".



IMPLANTACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA



▲ Área delimitada para ejecución de pantallas bajo línea eléctrica aérea.



▲ Instalación previa de barandillas en cabeza de tuneladora para la ejecución posterior de trabajos en la misma. Las orejetas soldadas en obra son ensayadas (líquidos penetrantes) antes de su uso.

Como objetivo prioritario, se ha establecido la integración de la prevención de los riesgos laborales en los procesos de trabajo en su fase de planificación previa.

Para ello, antes de dar comienzo a cualquier actividad, los responsables de producción y el departamento de prevención realizan conjuntamente la planificación técnica y preventiva de los trabajos, analizándose el contenido del plan de seguridad y salud con el fin de establecer su validez. Las conclusiones de dicho análisis son fijadas en reunión de planificación con la coordinadora de seguridad y salud, y trasladadas a obra para su conocimiento y cumplimiento, evitándose de esta forma las actuaciones improvisadas y sus consecuencias.

Las conclusiones, las definiciones, las reflexiones en materia de seguridad, son puestas en común y trasladadas a la práctica cotidiana de la obra; se trabajan en múltiples reuniones preventivas entre todas las partes interesadas: promotor, contratista principal, subcontratista y trabajadores.

En el siguiente cuadro nos aproximaremos al conocimiento del esfuerzo requerido para hacer realidad la frase “**la seguridad es cosa de todos**”.

- 113 de reuniones de la Dirección de Obra, el contratista y el coordinador.
- 124 de reuniones entre el coordinador, el jefe de obra, el técnico de prevención y los jefes de producción.
- 47 anexos, aprobados, al Plan de Seguridad y Salud.



▲ Cámara de rescate en tuneladora.



▲ Pasarela ligera para paso sobre armadura de losa de vestíbulo.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



▲ Uso de EPI específicos para trabajos en colectores (consolidación de colectores previo al paso de la tuneladora).



▲ Separación de circulación peatonal y vehículos mediante instalación de pasillos.



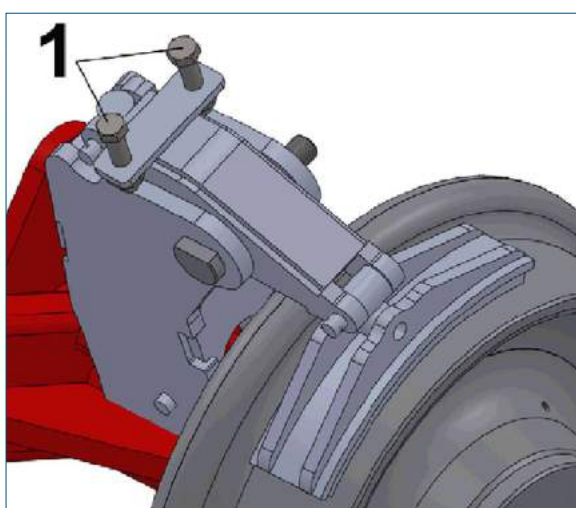
▲ Uso de útiles para manipulación manual de cargas.



▲ Uso de EPI anticaída (retráctiles) para la ejecución de trabajos con riesgo de caída en altura donde no era posible la instalación de una protección colectiva (hormigonado cimbra).



▲ Dúmpster sobre diplory con zapata.



Adaptación de equipos de trabajo de obra civil a uso ferroviario:

Durante la ejecución de la infraestructura de prolongación de la Línea 2 del metro de Madrid a Las Rosas, se han utilizado diversos equipos de trabajo de uso ferroviario como dresinas, ferrocarriles, así como retroexcavadora hidráulica bivial que dispone de doble sistema de frenado, uno Neumo-hidráulico correspondiente a la retroexcavadora y otro del Diploris (freno ferroviario).

Como novedad, y en colaboración con el técnico que el Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid ha dispuesto para las obras de MINTRA, se ha realizado la adaptación del equipo de trabajo denominado dúmpster con diploris (que en el mercado sólo dispone del freno hidráulico propio del vehículo), a las condiciones de los anteriores equipos de trabajo de uso ferroviario citados.

Para ello, el fabricante ha diseñado un sistema de frenado en el diplory delantero mediante zapata que proporciona una frenada más eficaz a la máquina durante su circulación a lo largo de la vía férrea suprimiendo las carencias que ésta pueda sufrir al verse disminuida la superficie de apoyo de las ruedas neumáticas sobre el raíl.

El sistema de frenado en el diplory delantero se basa en unos frenos dinámicos, que actúan directamente mediante zapatas sobre las ruedas delanteras y cuyo accionamiento se efectúa conjuntamente con los frenos de la máquina siendo la fuerza ejercida por estos proporcional a la fuerza con la que se pisa el pedal del freno.

Se realizaron en obra unas pruebas de frenado de este equipo de trabajo en las condiciones de uso previstas, y tras verificarse la operatividad del sistema, el fabricante procedió a la homologación del conjunto dumper con frenos en diporis, procediéndose a su comercialización y uso en la obra.

■ FORMACIÓN, INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN LA OBRA

Para lograr los objetivos marcados, es fundamental el conocimiento de las obligaciones y responsabilidades y la forma de hacerles frente, buscando siempre la mejora continua en la acción preventiva, y ésta sólo puede conseguirse mediante la información, formación y participación del personal, en todos los niveles.

Es éste pues uno de los pilares principales y uno de los puntos en los que más se ha incidido a lo largo de la obra, pero de una forma práctica y concreta. Para ello además de la exigencia del Aula Permanente a todos los trabajadores, se han impartido jornadas de información específicas acerca de los métodos de trabajo para las actividades más relevantes,



▲ Ubicación autobús de la fundación laboral de la construcción en la estación 4 para la impartición del curso inicial en PRL (Aula Permanente).

■ ORGANIZACIÓN EMERGENCIAS

Dentro del plan de seguridad y salud se desarrolla el documento que establece el protocolo de emergencias en el que se contemplan las normas de actuación inmediatas, a la hora de hacer frente a situaciones potencialmente graves, que puedan producirse en el desarrollo de los trabajos.

En dicho procedimiento se contempla la asistencia, evacuación y puesta a salvo del personal afectado, así como la intervención oportuna para minimizar los daños materiales correspondientes.

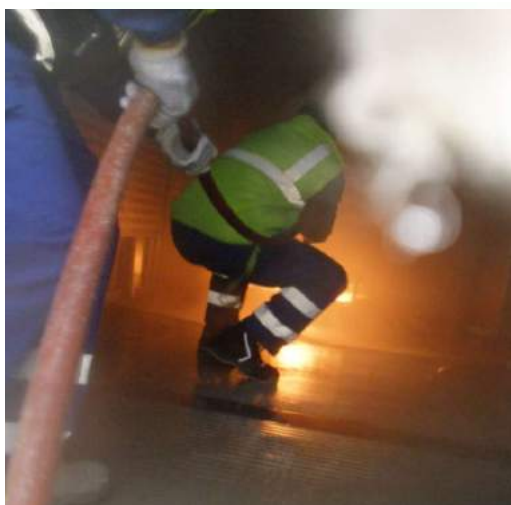
Para que dichos objetivos puedan cumplirse previamente ha de realizarse una labor de formación y organización, consistente en la disposición de equipos de primera intervención con formación especializada en lucha contraincendios y primeros auxilios, el establecimiento de un protocolo de notificación de accidentes e incidentes, que es explicado a todas las empresas y trabajadores autónomos a su entrada a obra, y recordado



▲ Asistencia de los trabajadores al curso de Aula Permanente de PRL en el sector de la construcción.



▲ Trabajadores de la UTE Línea 2 en periodo de formación teórica y práctica correspondiente a cursos especializados en lucha contra incendios.



en las reuniones generales de coordinación con las empresas concurrentes, coincidentes con la reunión de la Comisión de Seguridad y Salud constituida, y a partir del cual se activa el seguimiento de dicho accidente o incidente.

La materialización del plan de emergencias se lleva a cabo mediante la realización de simulacros en obra, en base a los distintos escenarios contemplados: incendio en exteriores, incendio en túnel, accidente, son algunos de los ejemplos que han tenido lugar a lo largo de la obra.

Asimismo se ha dispuesto de un local exclusivo para botiquín en la base, con material para la aplicación de los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias, con disposición 24 horas de médico y ATS, y un servicio contratado de ambulancias 24 horas.

■ ACTUACIONES SISTEMÁTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

• Revisión de los equipos montados en obra:

Todos los equipos de trabajo que requieren para su utilización de un montaje de obra, como grúas pantalladoras de celosía, equipos de tratamiento de lodos bentoníticos, planta de tratamiento de lodos con cal, etc. han sido sometidos a una inspección externa por parte de un organismo de control autorizado.

• Control y revisión de cimbras y andamios:

Para el montaje de andamios y cimbras, se han redactado anejos al plan de seguridad con el procedimiento de montaje, utilización y desmontaje según el sistema del equipo de trabajo. Todos los montajes y mantenimiento de andamios y cimbras se han verificado y certificado bajo la supervisión de un técnico competente.

• Control trimestral de las instalaciones eléctricas:

Durante toda la duración de la obra, se han ido realizando auditorías trimestrales a la instalación eléctrica de la obra por personal competente y autorizado.



▲ Simulacro incendio túnel Fase I:
Aviso de conato de incendio.



▲ Simulacro incendio túnel Fase II:
Preparación equipo de primera
intervención en boca de túnel.



▲ Simulacro incendio túnel Fase III:
Actuación de los equipos de primera
intervención en el foco del incendio.



▲ Simulacro evacuación accidentado.



▲ Montaje de soportes para la instalación de catenaria mediante ferrocarril con castillete de elevación.

■ CONTROL DE LA SUBCONTRATACIÓN Y COORDINACIÓN CON EMPRESAS SUBCONTRATISTAS

Tan pronto como se decide la subcontratación de una actividad determinada, el Departamento de Seguridad mantiene un primer contacto con la empresa adjudicataria de los trabajos donde se le informa del protocolo de accesos implantado, que exige el cumplimiento por parte de la empresa de todas las obligaciones socio-laborales.

Superada esta primera fase se le hace entrega del Plan de Seguridad y Salud y de los anexos correspondientes, y se le informa de la organización preventiva existente, facilitándoles toda la información preceptiva.

Una vez autorizados personal y equipos de trabajo se facilitan las correspondientes tarjetas identificativas.

Con el fin de organizar la coordinación de actividades empresariales se celebran reuniones periódicas, en las que, no sólo se analiza el estado general de las obras, sino que se planifican todos los trabajos a efectuar.

Con independencia de lo anterior, la empresa contratista dispone de un dispositivo ya mencionado dirigido a vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades dentro de las obras.

■ COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES EN LA FASE DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES

La entrada, antes de la finalización de los trabajos de obra civil, de las empresas responsables del montaje de las distintas instalaciones, supone la concurrencia en un mismo centro de trabajo de varias empresas contratistas.

Las interferencias provocadas por dicha concurrencia son documentadas en reuniones periódicas entre todas las empresas, organizadas por los coordinadores de seguridad y salud, en las que participan dirección de obra y asistencia técnica y en las que se analizan las posibles interferencias, definiéndose las medidas de coordinación a aplicar en cada caso.

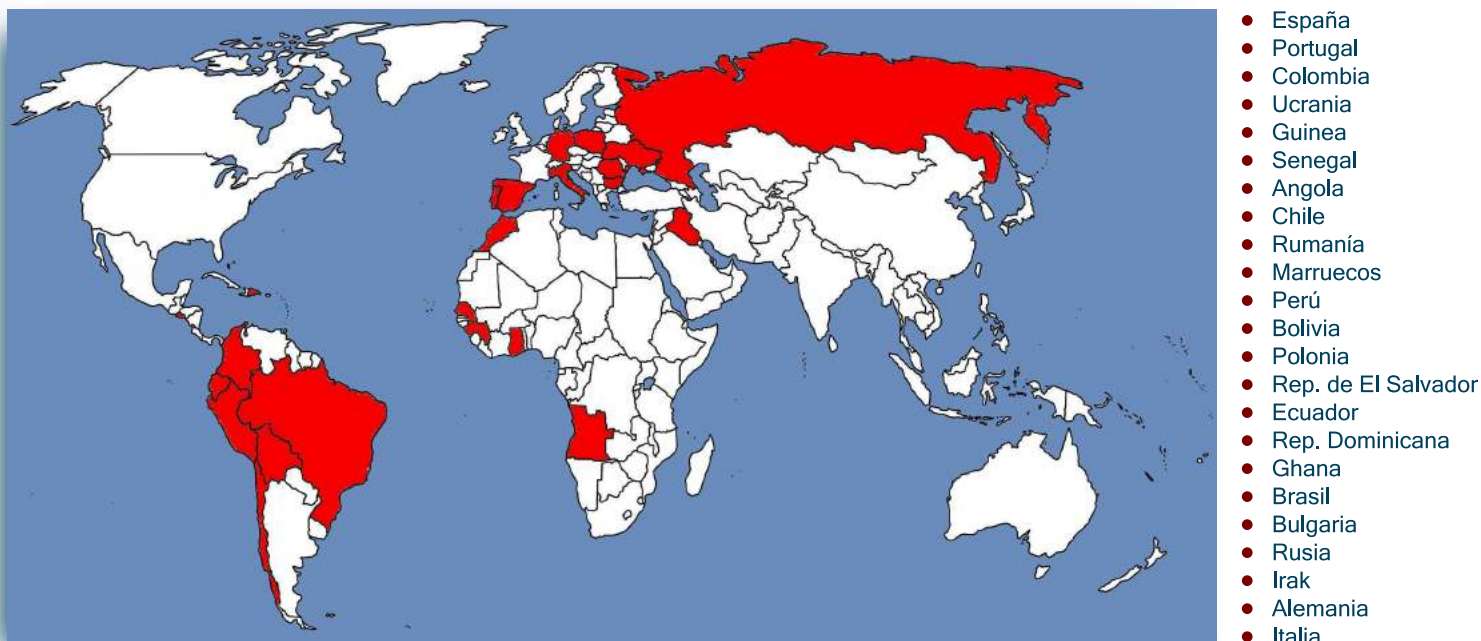
Dadas las dificultades para coordinar los trabajos de las instalaciones en el túnel, con varios contratistas actuando a la vez, se tomó la decisión de dividir por tramos la longitud del túnel, lo que permitía a varios instaladores actuar al mismo tiempo y cada uno en su tramo.

Cada tramo en donde se estaba actuando se ha protegido y señalizado, disponiendo topes y descarriladores en vía.

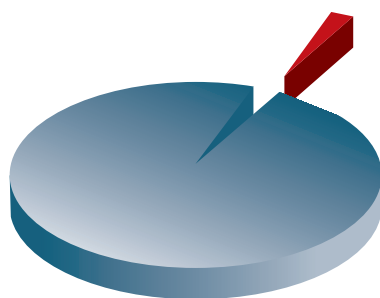
También se ha dispuesto de una línea de comunicación a lo largo de todo el túnel aprovechándose del montaje del hilo radiante, para lo que se estableció un canal específico para emergencias, de forma que si ocurría un incidente en algún punto del túnel fuese posible avisar y activar las necesarias actuaciones de emergencia.

DATOS ESTADÍSTICOS

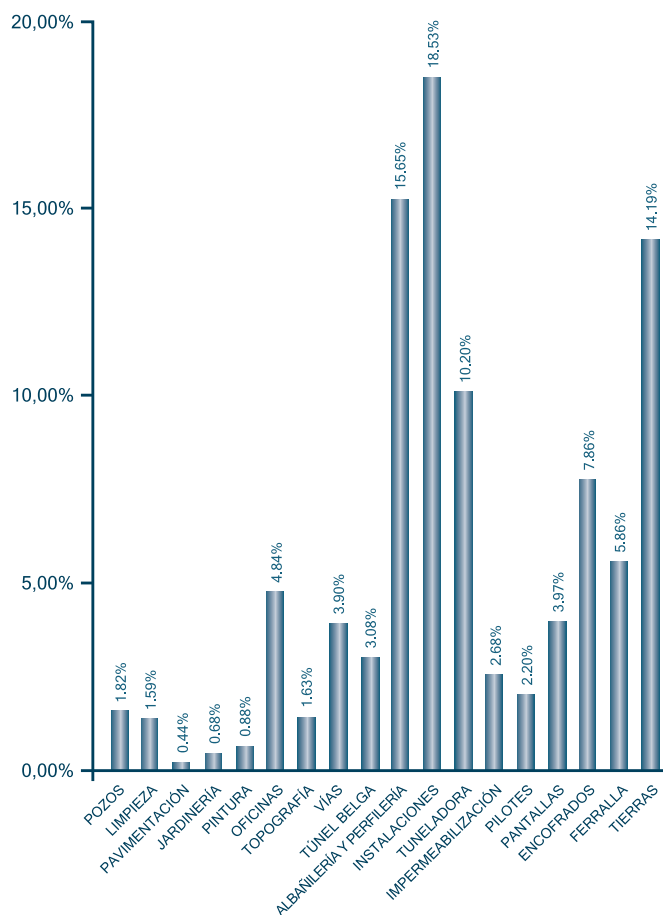
- Nacionalidades: trabajadores de 23 países han participado en la ejecución de la obra.



- La media de trabajadores durante la obra ha sido de 493.
- El total de horas trabajadas ha sido de 2.099.148, durante los 29 meses que ha durado la obra.
- En cuanto al reparto por sexos se puede observar en el siguiente gráfico:



■ MUJERES 2.43%
■ HOMBRES 97.57%



U.T.E. LÍNEA 2



FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.
Contratista de Obra Civil. UTE LÍNEA 2



TYPESA, INGENIEROS, CONSULTORES Y ARQUITECTOS, S.A.
Consultoría y Asistencia Técnica de Obra Civil. UTE



SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
Consultoría y Asistencia Técnica de Obra Civil. UTE



INCOPE CONSULTORES, S.L.
Coordinadora de Seguridad y Salud



INGENIERÍA Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.L.
Asesoría Técnica en Seguridad y Salud



SERVICIO DE GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.
Consultoría y Asistencia Técnica de Control de Calidad. UTE



PROGEOTEC, S.A.
Consultoría y Asistencia Técnica de Control de Calidad. UTE



NOVOTEC CONSULTORES, S.A.
Consultoría y Asistencia Técnica del Medio Ambiental



ARQUEx, SOLUCIONES INTEGRALES EN PATRIMONIO, S.L.
Asistencia Técnica para el control arqueopaleontológico



EPTISA, INGENIERÍA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
Instalación y seguimiento de la Auscultación



EMPRESAS CONTRATISTAS: INSTALACIONES



ELECTRÉN, S.A.

Contratista de la instalación de Ventilación y de la instalación de Subestaciones Eléctricas



DIMETRONIC, S.A.

Contratista de la instalación de Señalización, ATP, ATO y CTC



INDRA SISTEMAS, S.A.

Contratista de la instalación de Máquinas Expendedoras de billetes



ELEC NOR, S.A.

Contratista de la instalación de Electrificación de 1500 Vcc



COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS, S.A.

Contratista de la instalación de Distribución de Energía



SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A.

Contratista de la instalación de Control de Estaciones



REVENGA INGENIEROS, S.A.

Contratista de la instalación de Comunicaciones



ARCE-CLIMA SISTEMAS Y APLICACIONES, S.L.

Contratista de la instalación de P.C.I.



TELVENT TRÁFICO Y TRANSPORTES, S.A.

Contratista de la instalación de Peaje para control de acceso de viajes



ZARDOYA OTIS, S.A.

Contratista de la instalación de Escaleras Mecánicas



THYSSENKRUPP ELEVADORES, S.L.

Contratista de la instalación de Ascensores y Escaleras Mecánicas



UTE TYPESA SENER

Consultoría y Asistencia Técnica de Instalaciones



INGENIERÍA Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.L.

Asesoría Técnica en Seguridad y Salud



La Suma de Todos



Comunidad de Madrid

www.madrid.org



Comunidad de Madrid

CONSEJERIA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS



mintra



La Suma de Todos

 **Comunidad de Madrid**

www.madrid.org