

Terminada la M-40

POR PASCUAL MARCOS



Superposición de calzadas en el distribuidor Norte, tramo I, de la M-40.

El pasado 23 de diciembre de 1996 y en un acto presidido por el *Presidente del Gobierno*, **D. José María Aznar**, quedó totalmente finalizada la M-40, con la inauguración del Tramo I del Distribuidor Norte. Acompañaron, entre otros, al Sr. Aznar, el *Ministro de Fomento*, **Sr. Arias Salgado**; el *Presidente de la Comunidad de Madrid*, **Sr. Ruiz Gallardón**; el *Alcalde de Madrid*, **Sr. Álvarez del Manzano**; así como diversas personalidades y cargos del ministerio, entre los que se encontraban **D. Juan Lazcano**, *Director General de Carreteras*, y **D. Roberto Alberola**, *Jefe de la Demarcación de Madrid*.

Nueve años y 84 000 MPta han sido precisos para completar sus 61,1 km de longitud por la periferia madrileña, con una gran inversión en medidas protectoras del medio ambiente, y solucionando no pocos de los problemas de circulación de Madrid.

Comenzada a construir en 1987, en julio de 1990 se abrió al tráfico su primer tramo, la Vía Borde de Hortaleza (p.k. 3,5 a 11,0). Su trazado se ha diseñado con dos calzadas de tres carriles, cada uno de 3,5 m de ancho, arcones de 2,5 m los exteriores y 1 m los interiores; y con el tiempo estará recubierta en todo su recorrido con mezclas drenantes que,

además de reducir el nivel de ruido en unos 5 decibelios, dan mayor seguridad a la circulación en condiciones de lluvia. En total cuenta con treinta enlaces por los que se incorporan los 110 000 - 150 000 vehículos diarios que la utilizan para desplazarse.

Los dos últimos tramos inaugurados eran de los más comprometidos técnica y socialmente, debido a su cercanía a zonas de especial importancia ecológica, como el Monte de El Pardo. Con ellos empezamos esta descripción de los tramos, siguiendo el sentido de las agujas del reloj, de una de las vías de circunvalación más amplias del mundo.

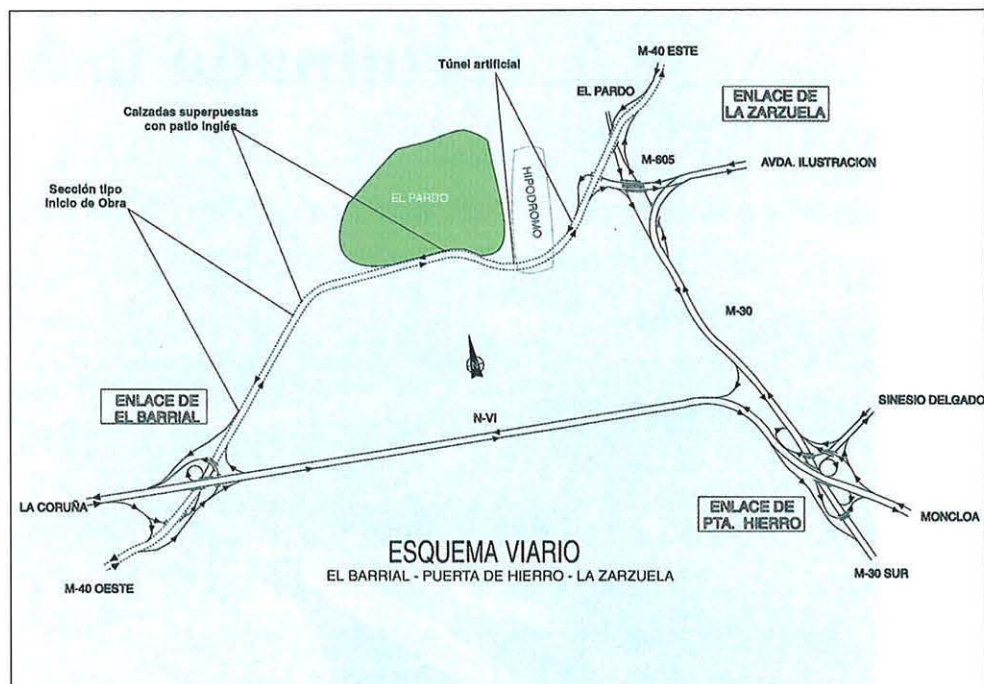
Distribuidor Norte – Tramo Primero

El planeamiento de este tramo tuvo una atención especial, entre otros, por la proximidad al Monte de El Pardo y del barrio de Valdemarín. Tras un largo proceso de proyecto y concertación, se firmó un Convenio entre el Ministerio, la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento, en julio de 1992, por el que se acordó su trazado final, evitando la afección a las zonas urbanas y al Monte de El Pardo. Este tramo, el último en ser puesto en servicio, ha permitido una gran mejora en la circulación del tráfico que accede a Madrid desde la N-VI y que se dirige al norte y este de la ciudad.

Se inicia a la altura del p.k. 10 de la N-VI, en el enlace de El Barrial; y, sin contactos intermedios, finaliza en la carretera de El Pardo, en el Nudo de La Zarzuela, un distribuidor que permite al automovilista conectar en todos los sentidos entre la M-40, la Avenida de la Ilustración (M-30), y la carretera de El Pardo.

Superposición de calzadas

En todo su recorrido el trazado va deprimido respecto al terreno natural, y en una longitud de 1 km las calzadas se superponen para no afectar a ninguna edificación, así como no tocar el espacio protegido del monte de El Pardo. Esto ocurre nada más rebasar la calle de Cabellera de Berenice, después del túnel artificial de 240 m debajo del hi-



pódromo, separándose las calzadas en altura, de forma que la derecha termina pasando por debajo de la izquierda.

Esta calzada se transforma, así, en un túnel con un sistema de ven-

tilación semitransversal con dos estaciones de impulsión de aire y un conducto adyacente al trazado. En esta zona se sitúan ocho salidas de emergencia para peatones, y se han colocado pantallas acústicas.

Características técnicas Distribuidor Norte- Tramo I (p.k. 46,9 a 50,6)

Longitud del tramo	3 700 m.
Explanaciones	1 560 000 m ³
Hormigón	138 000 m ³
Acero en armaduras	8 357 000 kg.
Acero para pretensar	390 000 kg.
Muros	75 980 m ²
Mezclas bituminosas	75 000 t
Acero estructural	407 000 Kg
Losa hormigón C. Superpuestas	27 730 m ²
Viaductos y puentes	21 042 m ²
Pantallas acústicas y paneles fonoabsorbentes	36 935 m ²

Distribuidor Norte – Tramo Segundo

Este tramo, inaugurado en febrero de 1996, también permitió descongestionar el tráfico nornoroeste de la M-30, precisamente en el único de sus tramos que está regulado por semáforos, el que comparte con la Avenida de la Ilustración. Transcurre en-

Características técnicas Distribuidor Norte - Tramo II (p.k. 50,6 a 57,7)

Terraplén	1 900 000 m ³
Excavación en desmonte	3 150 000 m ³
Muros prefabricados	8 200 m ²
Hormigón en estructuras	55 000 m ³
Pilotes "in situ"	7 100 m
Vigas prefabricadas	5 000 m
Hormigón en túneles	107 000 m ³
Encofrado en túneles	107 000 m ²
Encofrado en estructuras	58 200 m ²
Tableros pretensados en estructuras	20 400 m ²
Acero en armaduras pasivas	10 100 000 kg
Acero en armaduras activas	560 000 kg
Mezcla bituminosa tipo G ó S	75 980 t
Mezcla bituminosa drenante	75 000 t
Gravacemento	407 000 m ³
Suelocemento	27 730 m ³

Características técnicas Distribuidor Norte - Tramo III (p.k. 57,7 a 61,1 y p.k. 0,0 a 3,5)

Longitud del tronco	7 730 m
Longitud de ramales	19 200 m
Longitud de caminos de servicio	12 800 m
Excavación	2 400 000 m ³
Terraplenes	2 850 000 m ³
Mezcla bituminosa drenante	56 000 t
Mezclas bituminosas	164 000 t
Suelocemento	100 000 m ³
Gravacemento	134 000 m ³
Aceros AEH-500	10 500 000 kg
Aceros activos	855 000 kg
Muros jardinería	10 800 m ²
Báculos de iluminación	801 ud.
Torres de iluminación	14 ud.
Superficie total de tableros en estructuras ..	45 200 m ²

tre los p.k. 50,600 y 57,700, y cuenta con tres enlaces que permiten acceder a la M-607 a Colmenar, a la N-I a Burgos, o a la A-10 al aeropuerto.

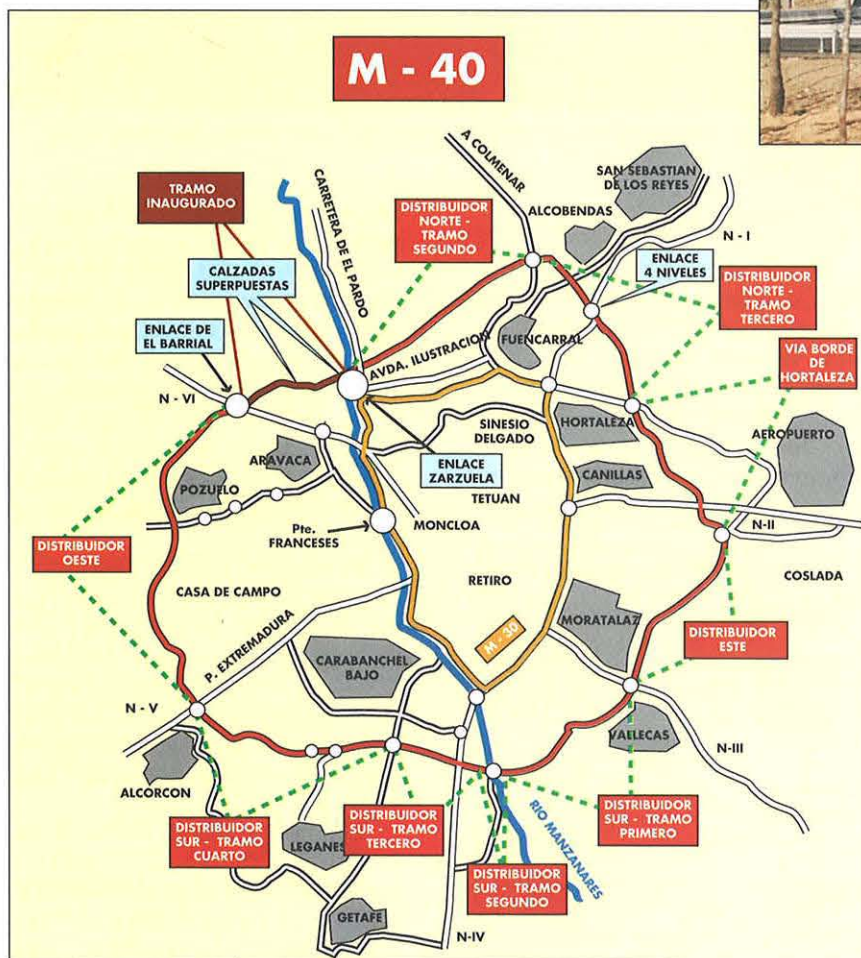
Túneles de El Pardo

Estos túneles gemelos (uno por sentido de la circulación) destacan tanto por sus dimensiones (los mayores del mundo construidos sobre terrenos de arena, y de los de mayor anchura de España) como por su proceso constructivo. Su gran anchura permitirá una ampliación futura de tres a cuatro carriles; ya que, además de los tres carriles y los dos arcenes comunes al resto de la autovía, incorporan dos andenes de 0,7 m.

En cuanto al método de ejecución, se ha seguido el Nuevo Método Austríaco, excavando y cimentando con hormigón dos galerías laterales, que sirvieron de apoyo para la excavación y posterior hormigonado de la prebóveda. A continuación, se excavó la bóveda central, y por último se hormigonó la bóveda definitiva.



Túneles de El Pardo, entradas norte y sur.



En cuanto a los sistemas de explotación y seguridad, sin desmerecer a los del resto de la M-40, son especialmente avanzados en los casos de estos túneles y en las calzadas superpuertas del tramo primero. Los criterios son, por una parte, que el usuario disponga en todo momento de una información actualizada sobre las condiciones de seguridad, así como el acceso fácil a los servicios de emergencia. Por otra parte, control constante de las condiciones del túnel, tanto de la ventilación por monóxido de carbono como de opacidad y velocidad del aire. La iluminación interior está dispuesta en función de la exterior, y la detección de incidencias se hace por un sistema duplicado, con espiras en el pavimento y visión artificial. Los túneles cuentan también con sistema de detección continua de incendios; y está contemplado

tanto el funcionamiento bidireccional de ambos como su cierre alternativo. Tanto el control como los equipos informáticos y de comunicaciones están duplicados.

Distribuidor Norte – Tramo Tercero

Va desde el enlace con la carretera de Colmenar hasta la A-10, pasando por el enlace de la carretera de Burgos. Como la kilometración se cuenta desde la intersección con la N-I, transcurre del p.k. 57,7 al 61,1, y del p.k.0,0 al 3,5. Fue el primer tramo inaugurado de todo el Distribuidor Norte. Su distribuidor central, completamente unidireccional y con cuatro niveles, fue Premio de Urbanismo, Arquitectura y Obra Pública 1994.

Enlace a cuatro niveles en la N-I

El diseño de este enlace, convertido también en la Salida I de la M-40, tenía que responder a cuatro condicionantes: ocupar poco terreno, conseguir los ocho movimientos posibles entre las dos vías (M-40 y N-I), evitar trenzados entre ellos, y conseguir alta capacidad en todos los ramales. La solución fue realizar un enlace con simetría central y con cuatro niveles de rasante en un mismo eje vertical. El más bajo lo forman dos túneles de 160 m de longitud, el siguiente es el de la N-I, sigue la M-40, y queda el superior formado por dos espectaculares estructuras de cuatro tramos.

Vía Borde de Hortaleza

Va desde la A-10 (p.k. 3,5) hasta el nudo Arcentales, bordeando el barrio de San Lorenzo y atravesando la Gran Vía de Hortaleza, la Feria de Madrid y la Avda. de Logroño, para enlazar a través de la Estación de O'Donnell con la N-II (p.k.11,0).

Con el fin de minimizar el impacto ambiental y mejorar el entorno, se "escondió" la autovía con muros en 1 km en su paso por zonas pobladas, y se elevó con una estructura de 477 m de

longitud a su paso por el Parque de la Alameda de Osuna y N-II.

Características técnicas Vía Borde de Hortaleza (p.k. 3,5 a 11,0)

Longitud total.....	7 730 m
Movimiento de tierras	19 200 m ³
Suelocemento y	
Gravacemento	12 800 m ³
Mezclas bituminosas	24 000 t
Muros prefabricados	28 500 m ²
Tableros de estructuras	56 000 m ²



Enlace completo en forma de trébol de cuatro hojas, salida a Valencia en el Distribuidor Este de la M-40.

Distribuidor Este

Desde el nudo de Arcentales-Coslada transcurre en dirección sur, uniendo las diversas salidas al este de Madrid, hacia Vicálvaro-San Blas-Prolongación de O'Donnell y barrio de Moratalaz, hasta llegar a la A-3 Valencia – Avda. del Mediterráneo en un enlace completo en trébol.

Características técnicas Distribuidor Este (p.k. 11,0 a 16,0)

Longitud del tronco	7 808 m
Longitud de ramales	10 800 m
Desmonte	2 250 000 m ³
Terraplén	407 000 m ³
Zahorras	26 500 m ³
Suelocemento	70 000 m ³
Gravacemento	69 000 m ³
Mezclas bituminosas.....	108 000 t
Enlaces	6 ud
Superficie tableros	12 000 m ²
Hormigón	30 000 m ³
Acero	1 850 000 kg

Distribuidor Sur

Va desde la N-III hasta la N-V, con una longitud total de 18,6 km, y se subdivide en tres tramos. El tramo primero discurre desde el p.k. 16,0 hacia la Avda. de La Albufera, bajando hacia Embajadores-Vallecas y MercaMadrid, en el p.k. 20,500. Sigue el tramo segundo, compuesto en realidad por el nudo Supersur, constituido por 21 es-

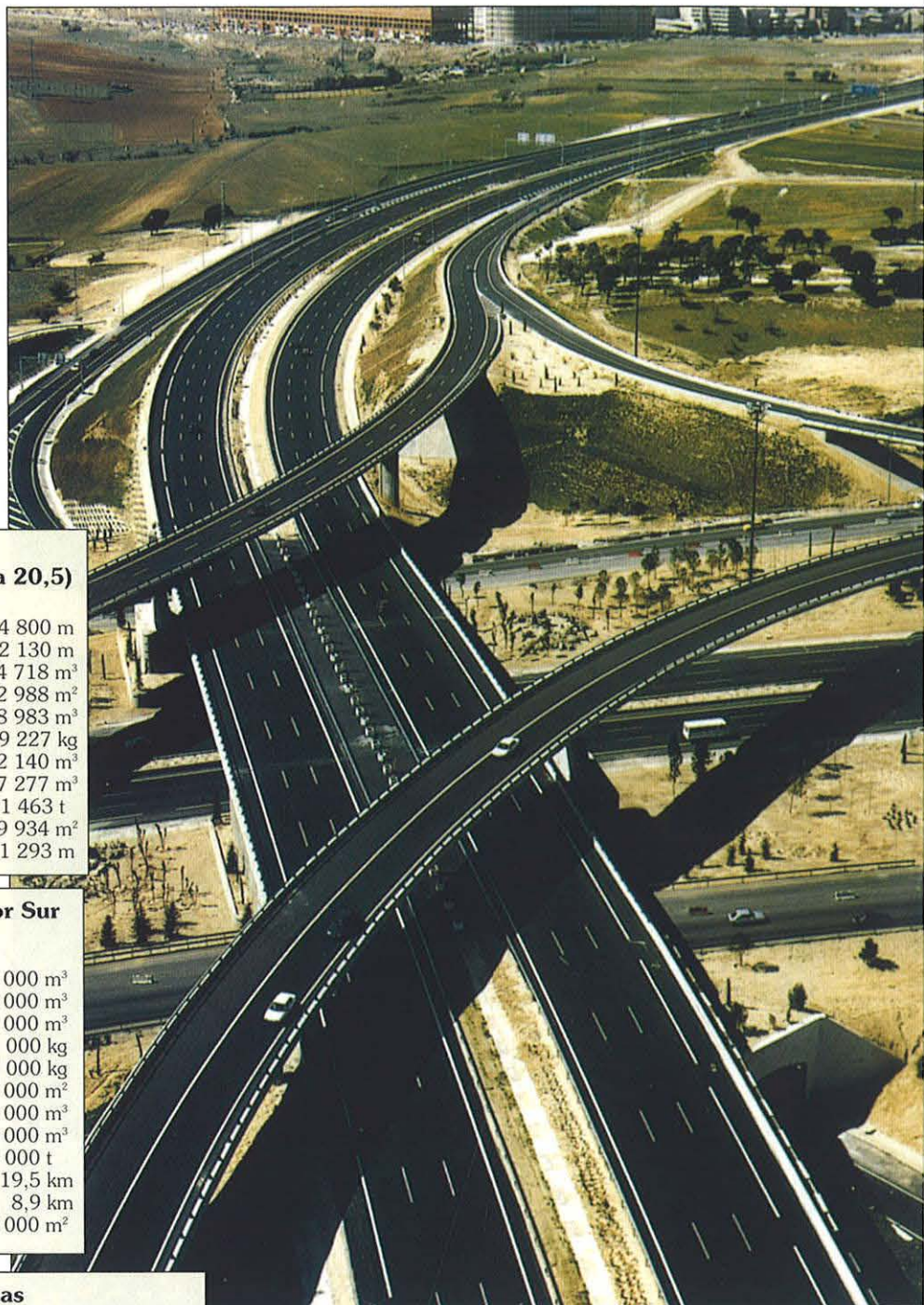
tructuras, que ofrecen todas las posibilidades en un espacio muy reducido (p.k. 20,500 a 21,500), entre un ferrocarril, el río Manzanares y una depuradora. Su enlace con la carretera de Andalucía se hace mediante una rotonda (pasando la M-40 por debajo), dando acceso a la N-IV, San Fermín-Villaverde, Avenidas de Andalucía y Córdoba, la M-30 en ambas direcciones, etc.

El tercer tramo del distribuidor Sur transcurre, ya más desahogado, desde esta carretera de Andalucía hasta la N-401 de Toledo, a la que se accede mediante una salida unidireccional, permitiéndose además, por enlaces en forma de trébol, la entrada hacia la Plaza Elíptica y hacia la M-30.

El cuarto y último tramo de este distribuidor (p.k. 25,0 a 30,5) parte de la carretera de Toledo y, a través de tres rotondas superiores, proporciona acceso a Lega-

nés-Avda. Lusitania, Leganés-Carabanchel y Barrio de la Fortuna-Cuatro Vientos.

Este distribuidor tuvo como dificultades constructivas el atravesar una zona semiurbana e industrial, con lo que hubo que reponer muchos servicios afectados (líneas eléctricas, de teléfono, gas, tuberías, etc.). Además, transcurre por lo que eran antes vertederos incontrolados y escombreras, que fueron eliminados por su paso. El tratamiento de hidro-siembra y las plantaciones de los taludes contribuyeron a mejorar el entorno por el que transcurre la carretera.



Características técnicas

Distribuidor Sur - Tramo I (p.k. 16,0 a 20,5)

Longitud del tronco	4 800 m
Longitud de ramales	2 130 m
Terraplén	474 718 m³
Tableros de estructuras	2 988 m²
Hormigón.....	8 983 m³
Aceros	529 227 kg
Suelocemento	32 140 m³
Gravacemento	27 277 m³
Mezclas bituminosas en caliente	51 463 t
Superficie tratada (plantaciones vegetales) ..	79 934 m²
Longitud de vigas prefabricadas	1 293 m

Características técnicas. Distribuidor Sur Tramo II (p.k. 20,5 a 21,5)

Desmante	1 050 000 m³
Terraplén	700 000 m³
Hormiglón.....	100 000 m³
Hierro en redondos	4 500 000 kg
Acero en pretensados.....	750 000 kg
Firme	280 000 m²
Suelocemento	50 000 m³
Gravacemento	60 000 m³
Mezclas bituminosas en caliente.....	75 000 t
Cunetas revestidas	19,5 km
Dren colector.....	8,9 km
Plantaciones	200 000 m²

Características técnicas

Distribuidor Sur. Tramo III (p.k. 21,5 a 25,0)

Longitud del tronco	2 700 m
Longitud de ramales	8 050 m
Excavación	670 655 m³
Terraplén	771 740 m³
Tableros de estructuras	5 674 m²
Hormigón	7 694 m³
Acero pasivo AEH-500.....	506 700 kg
Acero activo (postesado)	126 800 kg
Suelo estabilizado con cal	27 669 m³
Subbase granular	11 265 m³
Suelocemento	32 104 m³
Gravacemento	26 060 m³
Mezclas bituminosas en caliente.....	47 723 m³
Superficie tratada (plantaciones vegetales).....	120 847 m²
Longitud de vigas prefabricadas	282 m

La M-40 es una de las obras de circunvalación más completa y avanzada tecnológicamente del mundo.

Características técnicas Distribuidor Sur Tramo IV (p.k. 25,0 a 30,5)

Desmante	1 621 000 m³
Terraplén	749 000 m³
Hormigones de distintos tipos.....	73 300 m³
Acero	3 800 t
Suelocemento	96 100 m³
Gravacemento.....	74 000 m³
Mezclas bituminosas en capa de rodadura	52 900 t
Mezclas bituminosas en capa intermedia	63 600 t
Betún.....	5 620 t



Pasarela para peatones en el Distribuidor Norte, tramo II, inaugurado hace apenas un año.

Salida 25 de la M-40, hacia Fernández Ladreda - N-401 - M-30, en el distribuidor Sur, tramo III.



Distribuidor Oeste

Este tramo transcurre desde la N-V hasta la N-VI, y es el único de la M-40 que se sale —en parte— del término municipal de Madrid, transcurriendo por los de Pozuelo y Alcorcón. Distribuye el acceso hacia y desde la capital y las localidades de San José de Valderas y Leganés, Boadilla, Pozuelo, Majadahonda, Pozuelo-Centro Comercial, y Villalba, terminando en el enlace de El Barrial. Tiene 17 pasos superiores y 16 inferiores, más uno inferior bajo la N-V y el ferrocarril. La capa de rodadura se realizó con mezcla drenante, y se trasplantaron los pies arbóreos afectados, además de colocar pantallas acústicas. ■

Pascual Marcos. Redacción de la revista RUTAS.

Características técnicas Distribuidor Oeste (p.k. 30,5 a 46,9)

Longitud del tronco	16 420 m
Longitud de ramales.....	22 500 m
Estructuras postensadas	26 721 m ²
Estructuras de vigas	8 388 m ²
Estructuras mixtas	1 133 m ²
Cajones hincados.....	1 420 m ²
Acero para armar	4 800 000 kg
Acero para pretensar	460 000 kg
Hormigón	88 200 m ³
Desmante	3 219 419 m ³
Terraplén	2 634 813 m ³
Suelocemento	172 378 m ²
Aglomerado	434 091 t
Superficie pavimentada	810 000 m ²
Mezcla drenante	45 451 t
Protecciones acústicas	8 720 m