

Variante Sur Metropolitana de Bilbao. Fase I



Pedro Rivas de Apraiz
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.
Director de Grupo de Obras de Interbiak



Miguel Gil Oceja
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.
Director de Grupo de Obras de Interbiak



Yolanda Temiño Jorge
Licenciada en Biología.
Responsable de Medio Ambiente de Interbiak



Luis Ángel Rojo Vicario
Ingeniero Civil e Ingeniero Técnico de Obras Públicas.
Adjunto al director de Obra de Interbiak

Resumen

La Fase I de la Variante Sur Metropolitana de Bilbao es una infraestructura con un trazado de más de 15 km, el 60 % en túnel, integrada en los espacios naturales que atraviesa, manteniendo su valor ecológico, estético y paisajístico, y que recupera hábitats degradados. Una obra de gran magnitud, con un altísimo nivel tecnológico en sus propuestas y procedimientos constructivos, desarrollada por 20 constructoras y 17 ingenierías, apoyadas en un magnífico equipo multidisciplinar que ha contado con más de 120 ingenieros de Caminos. Un desafío superado, que ha conseguido poner en servicio una infraestructura imponente y ha contribuido al desarrollo y mejora de la sociedad.

Iniciada en junio de 2007 y puesta en servicio en septiembre de 2011, los hitos ingenieriles más destacados de esta infraestructura son: Viaducto de Trapagarán, Viaductos de Gorostiza, Enlace del Cadagua y Caverna del Túnel de Arráiz.

Palabras clave

Obra de gran magnitud, altísimo nivel tecnológico, magnífico equipo multidisciplinar, hitos ingenieriles

Abstract

Phase 1 of Bilbao's South Metropolitan By-Pass consists of a new road section just over 15 km long, 60 % of which being set in tunnels. The road has been designed to blend in with the surrounding natural areas and retain the ecological, aesthetic and landscape values of the area while, at the same time, restoring degraded habitats. This large scale, very technically challenging work, in both design and construction procedures, was developed by 20 building contractors and 17 engineering firms, supported by a magnificent multi-disciplinary team formed by over 120 civil engineers. The challenge was successfully met and an imposing infrastructure has since been put in place to the benefit of the public in general.

Work started in 2007 and the by-pass section was opened to traffic in September 2011. The most outstanding engineering landmarks on this infrastructure are: the Trapagarán Viaduct, Gorostiza Viaducts, Cadagua Junction and Arráiz Tunnel Cavern.

Keywords

Large-scale works, high-level technology, excellent multi-disciplinary team, engineering landmarks



1. Introducción

La red viaria del área metropolitana de Bilbao se articula fundamentalmente en torno de la Autopista A-8, que la conecta con Cantabria, Asturias y Galicia por el oeste y, por el este, con las comarcas orientales del Territorio Histórico de Bizkaia, con Gipuzkoa y con Francia.

La situación de congestión en algunos tramos de la autopista A-8, a su paso por el área metropolitana de Bilbao era, sin duda alguna, el escenario menos deseable para el desarrollo económico y el bienestar social. Ello obligó a la Diputación Foral de Bizkaia, a buscar soluciones que permitieran resolver el problema de la movilidad de una forma sostenible.

La construcción de la Variante Sur Metropolitana, en adelante VSM, forma parte de la transformación del área metropolitana del gran Bilbao. Esta ciudad, que en el siglo XIX cambió su paisaje convirtiéndose en puntal de la industria y el comercio, se ha ido redefiniendo en los últimos 25 años como una capital amable, pensada para el ciudadano, en la que han ido recuperándose los espacios colonizados hasta ahora por la industria pesada. La VSM ahonda y refuerza esta regeneración, sirviendo como un elemento catalizador en la transformación de un área que se extenderá en una propuesta global de 36 km desde Muskiz hasta Amorebieta para completar el cinturón de Bilbao.

Como la problemática de congestión irá evolucionando en el futuro desde el tramo central de la vía hacia los extremos del área metropolitana, la nueva Variante se deberá poner en servicio por fases, solucionando progresivamente los problemas en la medida en que vayan desarrollándose en el espacio.

En esta primera etapa, se ha construido la FASE I, que constituye el *by-pass* de Bilbao en el tramo más congestio-

nado de la A-8, el comprendido entre el enlace del Puerto de Bilbao y el inicio de la autopista AP-68. Esta actuación remodela las conexiones con el Puerto y las infraestructuras viarias existentes, así como los accesos a las poblaciones de la margen izquierda. Tiene una longitud de 15,8 km (8 km en túnel) y un presupuesto de 708 M€ (PEC sin IVA), y ya se encuentra en servicio desde 2011.

2. Objetivos

Los objetivos de la Variante Sur Metropolitana son:

- Reducir la congestión viaria del Bilbao Metropolitano.
- Ofrecer una alternativa de alta rentabilidad social, que conlleve beneficios en tiempos de viaje y transporte y la reducción de la accidentalidad.
- Contribuir a la creación de un sistema sostenible de transporte, que minimice el impacto sobre el medio ambiente y las emisiones de CO₂, mediante una solución de reducido impacto paisajístico.
- Regular la demanda y priorizar el uso del transporte público: carril BUS/VAO.
- Permeabilidad ciudad-espacios naturales.
- Reducir la siniestralidad eliminando los tramos de concentración de accidentes.
- Proporcionar una nueva fórmula de gestión de la demanda y control de tráfico.

La Variante Sur Metropolitana Fase I contribuye con su puesta en servicio en 2011 a ese cambio de modelo, con el objetivo de buscar sostenibilidad del sistema de transporte, ya que permite gestionar la demanda de la autopista A-8

que se encontraba colapsada. Posibilita discriminar los tráficos, recogiendo la nueva infraestructura los de paso y penetración o llegada, mientras en la A-8 permanecen los internos, que a su vez ven limitada su movilidad al aplicarse en dicha vía medidas de reserva de carriles para el transporte público y los vehículos con alta ocupación. Ello redundará en una menor congestión en el conjunto de la red viaria con los consiguientes beneficios sociales, económicos y medioambientales.

3. Variante Sur Metropolitana de Bilbao. Fase I

La nueva vía está diseñada para canalizar hasta el 60 % del tráfico que saturaba la A-8, mayoritariamente transporte pesado, que superaba los 15.000 camiones diarios. La autopista A-8 se ha transformado en una carretera urbana de conexión de municipios, facilitando el transporte público y de alta ocupación y calmando el tráfico.

La magnitud de la propuesta es imponente, 8 millones de m³ de excavación, 600.000 m³ de hormigón, 90.000 m² de tableros de puente, 30.000 ton de acero de armar y 22.000 ton de acero estructural. En su construcción han trabajado más de 8.000 trabajadores y 3.300 máquinas.

Para garantizar el éxito de la construcción y puesta en servicio de la primera fase de la Variante Sur Metropolitana, se subdividió el conjunto en 16 contratos, 10 tramos de infraestructura y seis tramos de superestructura (instalaciones), que convergían en una misma fecha para su puesta en servicio: septiembre de 2011. De este modo se aseguraba el plazo de ejecución en un período de cuatro años (2007-2011) y se conseguían obras abordables, con los volúmenes de producción usuales para las constructoras y equipos de este tipo de infraestructuras. Así surgieron los siguientes tramos:

CONSTRUCCIÓN VARIANTE SUR METROPOLITANA FASE I									
	TRAMO	PEC SIN IVA millones €	LONGITUD m	TUNEL m	DIRECTOR DE PROYECTO	DIRECTOR DE OBRA	CONTRATISTA	ASISTENCIA TÉCNICA	
INFRAESTRUCTURA	2A	Enlace de Ortuella	44.45	2,830	Rafael Terán González	Iñigo Berriozabal Bilbao	UTE Galdiano-Olarra-Mecanotubo	Saitec	
	2B	Santurtzi - Portugalete	40.90	3,500	Rafael Terán González	Iñigo Berriozabal Bilbao	UTE Tecs-Galdiano-Altuna y Uria-Hnos Elortegi	UTE Dair-Saitec	
	3A	Portugalete - Trapagarán	39.17	1,120	Rafael Terán González	Iñigo Berriozabal Bilbao	UTE Otaduy-Murias-Pabisa	UTE Dair-Saitec	
	3B	Viaducto Trapagarán	46.43	1,000	Rafael Terán González	Iñigo Berriozabal Bilbao	UTE Sobrino-Cycasa-Fonorte-Urssa	UTE Prointec-Euskontrol-Eypsa	
	4	Trapagaran - Gorostiza	108.21	3,074	2,515	Rafael Terán González	Miguel Gil Oceja / Fernando Muñoz García	UTE Otaduy-Murias-Pabisa	UTE Dair - Fulcrum-Geoconsult-Idom
	5	Gorostiza - Cadagua	84.75	2,490	2,030	Rafael Terán González	Miguel Gil Oceja / Fernando Muñoz García	UTE Tecs-Fonorte-Altuna y Uria-Hnos Elortegi	UTE Dair - Fulcrum-Geoconsult-Idom
	6	Enlace del Cadagua	57.53	418		Rafael Terán González	Miguel Gil Oceja / Fernando Muñoz García	UTE Sacyr-Exbasa	UTE Dair - Fulcrum-Geoconsult-Idom
	7	Cadagua - Peñascal	103.08	2,584	2,260	Rafael Terán González	Pedro Rivas de Apraiz / Fernando Muñoz García	UTE Cantábricas, Vda de Sainz-Obras Subterráneas-Asfaltos Uribe-Cerramientos y prefabricados del Note	UTE Dair - Fulcrum-Geoconsult-Idom
	8A	Peñascal - Larraskitu	80.58	1,585	945	Rafael Terán González	Pedro Rivas de Apraiz	UTE Galdiano-Mariezcurrena-Nortunel-Asfaltos Olarra	UTE Dair - Fulcrum-Geoconsult-Idom
	8B	Larraskitu - Buia	18.30	1,679		Rafael Terán González	Pedro Rivas de Apraiz	UTE Galdiano-Mariezcurrena-Nortunel-Asfaltos Olarra	UTE Dair - Fulcrum-Geoconsult-Idom
	TOTAL INFRAESTRUCTURA	623.40							
SUPERESTRUCTURA	1	Santurtzi - Kadagua. L1	21.25		Elena Massalleras Vidal	Elena Massalleras Vidal	UTE Elecpor-Tecuni	Sener Ingeniería y Sistemas	
	2	Kadagua - Larraskitu - Buia. L2	18.61		Elena Massalleras Vidal	Elena Massalleras Vidal	UTE Electricidad Martín-Eldu-Asmotor Uriarte-Ondoan	Sener Ingeniería y Sistemas	
	3	Seguridad, vigilancia y control, integración y centro de control	28.89		Elena Massalleras Vidal	Elena Massalleras Vidal	UTE Indra-Ikusi-Gertek-Pabisa	Sener Ingeniería y Sistemas	
	4	Instalaciones de cobro	8.05		Elena Massalleras Vidal	Elena Massalleras Vidal	UTE Telven-Balzola-Cobra	Sener Ingeniería y Sistemas	
	5A	Túneles de Argalarío y Arraiz. Revestimiento estético	4.45		Elena Massalleras Vidal	Elena Massalleras Vidal	UTE Ceprenor-Indra	Sener Ingeniería y Sistemas	
	5B	Túneles de Mesperuza, Santa Águeda y Larraskitu. Revestimiento estético	3.88		Elena Massalleras Vidal	Elena Massalleras Vidal	UTE Vitrispan-Garbialdi	Sener Ingeniería y Sistemas	
	TOTAL SUPERESTRUCTURA	85.13							
	TOTAL	708.53							

La primera fase de la Variante Sur Metropolitana ha supuesto un reto en la búsqueda de soluciones, seguras, funcionales y económica y medioambientalmente sostenibles. Tanto lo abrupto del terreno como la multitud de infraestructuras de todo tipo existentes que ha encontrado en su camino hacen que el recorrido sea una sucesión de túneles e imponentes viaductos.



Las obras de construcción de la Variante Sur Metropolitana Fase I comenzaron a mediados de 2007 tras cuatro años en Fase de Proyecto, en la que se completaron las adaptaciones del planeamiento y urbanísticas, gestión de suelo, estudios medioambientales, de tráfico, geotécnicos y la redacción de los proyectos de construcción de cada tramo. La nueva carretera ha sido proyectada de manera que su repercusión paisajística, ambiental y acústica sea muy reducida. Esto se consigue con un trazado en el que más de la mitad de su longitud discurre bajo tierra.

La VSM ha destinado numerosos esfuerzos a la conservación y recuperación medioambiental ya desde las primeras actuaciones de planificación, tanto evaluando y minimizando el impacto de su trazado, e integrando la infraestructura en sus tramos a cielo abierto, como posteriormente durante su construcción, aplicando las medidas correctoras oportunas y cumpliendo con holgura todos los requerimientos medioambientales. Este proceso conllevó una serie de consultas e informaciones públicas a organismos y entidades competentes, ayuntamientos y población en general.

Por su concepto y por el modo en el que se ha ejecutado, se puede decir que se ha conseguido una buena integración en el territorio de esta nueva autopista. El seguimiento medioambiental, en un entorno natural tan sensible, durante el proceso de construcción ha sido exhaustivo, poniendo



en marcha numerosas medidas correctoras, con una estrecha colaboración con los diferentes organismos oficiales competentes en la materia.



La descontaminación y la adecuada gestión de los materiales provenientes de un uso industrial anterior han permitido su regeneración y hoy en día constituyen, no sólo parte de la infraestructura, sino también zonas verdes de uso público.



El diseño, la construcción y la explotación de la infraestructura han estado condicionados por el respeto medioambiental y su integración en el entorno natural que les acompaña. Se ha cuidado el impacto ambiental y paisajístico, con un trazado mayoritariamente en túnel que minimiza la fragmentación del territorio, con unos procesos constructivos de túneles y viaductos que así lo han garantizado, e integrando los tramos a cielo abierto con diversas medidas que no sólo conciernen a la propia infraestructura, sino a la recuperación ambiental y social del entorno de la VSM, de modo que la población acceda a espacios naturales regenerados aprovechando esta actuación.

4. Retos ingenieriles

La nueva variante que circunvala Bilbao ha supuesto un reto tecnológico en la búsqueda de soluciones que proporcionen la deseada calidad, seguridad, funcionalidad y sostenibilidad. No sólo se trata de ofrecer un recorrido alternativo a la A-8, sobre todo para el tráfico pesado y de paso, sino de hacerlo en las mejores condiciones.

Su construcción, condicionada por la abrupta orografía, ha sido compatible con el mantenimiento del nivel de servicio de las infraestructuras existentes, que diariamente abastecen a más de un millón de personas, y, dado que atraviesa por parajes de un alto valor naturalístico apreciado por la ciudadanía, ha condicionado su tipología y métodos de construcción, de modo que no sólo no se vean afectados, sino que sean regenerados en muchos casos.



Esta primera fase de la Variante Sur Metropolitana incluye algunos retos de ingeniería que han supuesto superar los límites alcanzados y en algunas ocasiones, ser pioneros en técnicas que permitan llevarlos a cabo.



4.1. Viaducto de Trapagarán

Uno de los viaductos más complejos y de mayor porte ha sido el diseñado por los ingenieros Llombart y Revoltós, recogiendo en una sola estructura siete carriles de circulación. Situado en un entorno fuertemente industrializado, su trazado en S sortea el tejido empresarial y se construye sin interferir al tráfico.



Con una longitud total de 670 m y una luz máxima de 125 m, el paso, que se eleva hasta 40 m del suelo, se resuelve con una viga continua monocajón de hormigón postesado, de canto 5,90 m, y voladizos laterales soportados en jabalcones metálicos. Su singularidad reside en la gran anchura de su tablero (35,60 m) así como en los valores inusuales de peralte cambiante (8 %) y pendiente longitudinal (3,75 %). La entrada de tráfico se canaliza a través de los denominados viaductos de acceso, de tipología mixta, unidos en una peculiar transición acero-hormigón.



Para hacerse una idea de las dimensiones del cajón de hormigón hay que pensar que en su interior se podría jugar al baloncesto y que la anchura del viaducto principal es igual a la longitud de un campo de balonmano, y cabrían 34 campos en el tablero:



Los viaductos de acceso se componen de 4 estructuras y su función es distribuir el tráfico al conjunto del enlace de Trapagarán. Incluyendo estos ramales, el viaducto alcanza los 1.950 metros lineales de construcción.



El proceso constructivo elegido para el viaducto principal, en paralelo a la A-8, ha sido el de avance por voladizos sucesivos, desarrollando la anchura del tablero del via-

ducto en dos fases. La primera completó los 18,8 m de anchura de la sección cajón, partiendo de la dovela cero, desde la que se lanzaron el resto de las dovelas, de cinco metros de largo, necesarias para completar el avance del viaducto mediante carros de encofrado, hasta la dovela de cierre.



En una segunda fase se realizan los voladizos laterales. Una vez construido el tablero central es preciso ampliar su anchura de 18,8 m hasta los 35,6 m del viaducto, mediante jabalcones de hormigón, que se recubren con una chapa metálica decorativa, sobre los que se colocan las prelasas de hormigón.



4.2. Viaducto de Gorostiza

Otro viaducto singular de esta primera fase de la Variante Sur Metropolitana es el viaducto de Gorostiza, que discurre por encima del embalse del mismo nombre, un enclave de alto valor ecológico, enlazando los túneles de Mesperuza y Santa Águeda.

Este viaducto, diseñado por Javier Manterola, tiene 190 metros de longitud y tres carriles en cada uno de sus dos ejes, y presenta un vano principal de tipología mixta de 130 metros de longitud, y dos vanos laterales de hormigón armado enterrados para conseguir una total integración



paisajística. La solución para mantener intacta la riqueza natural del entorno es una estructura sin pilares de un solo vano, que pasa a 10 metros de altura sobre el embalse.

Las características del lugar donde se construye este viaducto, sobre una lámina de agua permanente, han condicionado el método constructivo empleado.



Se procedió en primer término a la ejecución de la cimentación y muros de los estribos, generando así los parques de montaje de la estructura metálica. En cada una de estas explanadas se iban montando y soldando las dovelas metálicas. Una grúa de gran capacidad co-

locaba las dovelas de manera secuencial en los dos ejes del viaducto, siempre muy condicionada por la meteorología, particularmente con el viento. Una vez en su sitio, la grúa y las fijaciones temporales permitían completar las soldaduras definitivas.



Posteriormente, se completó la anchura total del tablero mediante prelosas y losas de hormigón armado, siempre lanzando los materiales desde los estribos de la estructura.



En todo momento, el parque y el embalse permanecieron abiertos al público y sin variación de los parámetros naturales que caracterizan este magnífico enclave.



4.3. Viaductos del Kadagua

El cruce de la Variante Sur Metropolitana sobre este pronunciado valle constituye a la vez el paso más elevado, con casi 60 m sobre el río Cadagua, y uno de los puntos de acceso a la VSM con el área de peaje. Aquí la traza interfiere con el barrio de Las Delicias y numerosas infraestructuras de transporte (autovías, carreteras, ferrocarriles) y de servicios que abastecen Bilbao, y que junto con el espacio disponible entre el arranque de los puentes y el emboquille del túnel, y la altura sobre el río, han condicionado su diseño y proceso constructivo, consistente en un lanzamiento por empuje, que ha sido llevado a buen puerto gracias a la cooperación entre el ingeniero de diseño, Javier Manterola, la constructora y el equipo de Dirección de Obra.



El enlace del Cadagua conecta la Variante con la carretera foral BI-636 (Corredor del Cadagua), que enlaza la villa de Bilbao con la comarca de las Encartaciones. El paso del tronco sobre el valle, entre los túneles de Santa Águeda y Arraiz, se realiza mediante dos viaductos principales de tipología mixta, con una longitud total de 364 m y luces principales de 102 m. Estos viaductos se complementan con tres viaductos secundarios adicionales que permiten efectuar todos los giros posibles en el enlace.

El enlace presenta una tipología mixta de canto constante. Cada viaducto está compuesto por una viga metálica que sigue la directriz del trazado y una losa de hormigón superior, que puede llegar a ser común a dos viaductos cuando confluyen en planta.

El tronco presenta dos viaductos principales de 364 m de longitud [V1 y V2] y tres carriles por sentido que se abren en pantalón desarrollando ramales laterales. Además, se construye un tercer viaducto curvo [V3], también mixto, de 303 m de longitud. Los puentes principales V1 y V2 cruzan el valle de estribo a estribo y los puentes laterales [V4 y R2/V3] permiten la conexión con el área de peaje. Completando el conjunto, se sitúa el área de cobro, que se conecta al Corredor del Cadagua mediante una rotonda elevada de hormigón postesado por fases.

Los 60 metros disponibles entre el arranque del puente y el emboquille del túnel han constituido, en los estribos de la margen izquierda, el parque de montaje y empuje de la estructura metálica, en convivencia con los trabajos de construcción del túnel de Santa Águeda.



Conicionados por el espacio disponible, se dispuso una nariz metálica delantera de 33 m para reducir el voladizo máximo, el lanzamiento de los 364 m de V1 y V2 se dividió en ocho fases cada uno. Se estudió, diseñó y propuso para montar estos puentes un método que, hasta donde se sabe, nunca ha sido realizado antes en el mundo: montar V4 sobre V1, lanzar ambos a la vez, después girar y deslizar V4 sobre V1 y, finalmente, descender V4 a sus apoyos definitivos (de manera similar con R2 sobre V4). En total, 20 operaciones monitorizadas que permitían conocer, corregir y posicionar en tiempo real cada movimiento.



La pendiente longitudinal es variable del +2 % al +3 %, y se decidió que los puentes siempre fueron lanzados cuesta arriba. Solo se lanzaron los cajones metálicos de los puentes, con un peso propio máximo de 4,1 T/m, superando las 4.100 T de acero.

El puente V3, de 303 m de longitud, se colocó mediante grúas y pórticos atirantados, completando así, en un solo enlace, toda la amalgama de posibilidades de contaje de estructura mixta:



4.4. Túneles

Los 10 túneles de la Variante Sur Metropolitana Fase I han supuesto un hito constructivo al consolidar un tronco con dos tubos de tres carriles a todo lo largo de la traza, llegando incluso a tramos de 4 carriles en los túneles de Santa Águeda y Arraiz, y generando una caverna en el túnel de Arraiz, al derivar un carril de salida, que es la más grande de Europa en carreteras: tiene 18 metros de altura y 28 metros de ancho.



Después de un minucioso estudio geológico del terreno, los túneles se han realizado mediante el Nuevo Método Austríaco, en avance y destroza, con ciclos sucesivos de excavación



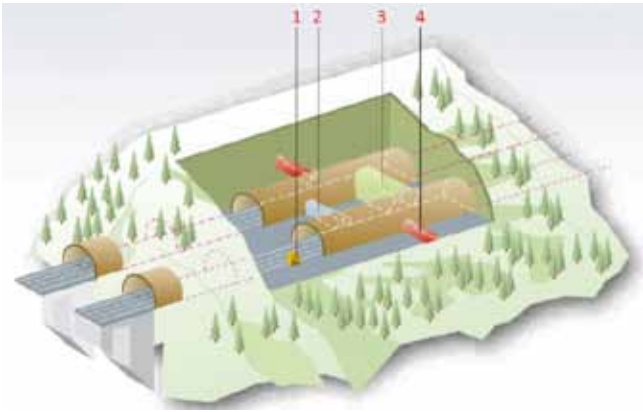
mediante voladuras controladas y sostenimiento una vez saneado y desescombrado, y con el macizo en el adecuado punto de relajación. Para las secciones de gran tamaño, se realizan avances en fases de pequeña dimensión, ejecutando en cada una de ellas un sostenimiento provisional que se demuele según se van realizando las siguientes fases:



Las tareas se desarrollaron durante las 24 horas del día, llegando a realizar dos avances por día, que equivalen a 3 a 12 metros, dependiendo de las condiciones del terreno. Tras la excavación, se completaron la impermeabilización y el revestimiento de hormigón, separando ambos carros una distancia de unos 80-100 metros. Los rendimientos medios obtenidos en el hormigonado de la bóveda han sido de un día para cada puesta (12 a 15 metros de avance).

Cabe destacar asimismo los nichos SOS [1], galerías de conexión entre tubos para peatones [2] (cada 230 m aprox) y vehículos [3] (cada 800 m aprox) y cuartos técnicos [4], que completan el conjunto subterráneo, manifestando de este modo el compromiso por la calidad y seguridad del Proyecto también en la fase de explotación.

Finalmente destacar la integración paisajística de las bocas de los túneles, que ha cuidado con esmero una transición que sea consistente con un entorno privilegiado.



4.5. Instalaciones de la VSM Fase IA

La construcción de las instalaciones se ha dividido en los siguientes apartados:

1. Instalaciones eléctricas, mecánicas y de iluminación.
2. Equipamiento telemático, con equipamiento de seguridad, mensajes variables, locales técnicos y centro de control y de mantenimiento e integración del conjunto en el centro de control.
3. Sistema de cobro, instalaciones de las vías de peaje y control del peaje.
4. Revestimiento estético con paneles de acero vitrificado en el interior de los túneles.
5. Construcción del centro de Control de Tráfico.

Los operadores vigilan los túneles y resto del trazado y actúan en caso de incidente, alarma o mal funcionamiento

de alguna instalación. Si bien casi todas las instalaciones funcionan de forma automática y programada, el operador puede operar cualquier instalación desde el centro de control o tomar decisiones en caso de incidentes.

El centro de control cuenta con sala de exposiciones, auditorio y salas de reuniones, una de ellas para puesto de mando en caso de emergencia.

Junto al edificio del centro de control se encuentran, la nave de mantenimiento y la nave de sal, para operaciones de vialidad invernal.

6. Grandes números:

- Potencia eléctrica instalada: 50 mw.
- 530 km de cable eléctrico.
- 3.000 km de fibra óptica.
- 8.600 luminarias.
- 212 ventiladores de túnel.
- 335 bocas de incendio equipadas.
- 400 cámaras de vídeo.
- 83.000 m² de panel de acero vitrificado.
- Capacidad de almacenamiento en centro de control: 37 TB.

5. Enfoque medioambiental

Teniendo en cuenta la sensibilidad mostrada por parte de la ciudadanía hacia el entorno y cumpliendo escrupulosamente con la normativa ambiental existente, el peso del componente ambiental ha sido muy notable en todo el proceso de decisión tanto, durante la redacción de los proyectos, como durante la ejecución de las obras y en la actualidad, lo continua siendo, en la fase de explotación de la infraestructura.

Dicha apuesta, se hace claramente visible en el presupuesto destinado a la parte ambiental (entorno al 4 % de la inversión total), así como en los recursos humanos dedicados exclusivamente al medio ambiente en todo el proceso, involucrando a un equipo multidisciplinar de más de 50 técnicos presentes en la propiedad, ingenierías, constructoras, asistencias técnicas, consultoras especializadas (fauna, ruidos, suelos contaminados, limología, viveristas expertos, etc.).

La tramitación ambiental de la VSM ha sido prolija, ardua y muy garantista. El sistema institucional de la Comunidad Autónoma del País Vasco hace que las competencias ambientales se encuentren distribuidas en diferentes instituciones públicas. Se realizaron las tramitaciones necesarias

con los diferentes órganos competentes para la obtención de todas las autorizaciones necesarias.

Biodiversidad

La VSM atraviesa un entorno del Gran Bilbao, de orografía montañosa, que históricamente ha sufrido un intenso uso y consumo del suelo por la minería, industria y por el propio crecimiento urbanístico. Como consecuencia de estos usos, este territorio no muestra un valor excepcional desde el punto de vista de patrimonio natural y biodiversidad.

Por ello ya desde las fases iniciales de redacción de proyectos, se tuvo muy en cuenta el efecto sobre la biodiversidad de estos 'pulmones', como elemento clave en la elección de las alternativas finalmente elegidas.

Entre todas las actuaciones llevadas a cabo con este objetivo, se pueden destacar algunas de ellas, como las siguientes:

- Se han creado pasos de fauna de amplitud extraordinaria, reduciendo al máximo el efecto barrera y evitando afecciones sobre bosques donde se observaron corzos y jabalíes.
- Un punto clave a destacar es el cruce sobre ríos y arroyos. Todas las pilas se han ubicado fuera del Dominio Público Hidráulico y Zona de Servidumbre, evitando las afecciones sobre los bosques de ribera, así como, sobre la función de corredor ecológico de los cauces. De especial importancia es el Viaducto, diseñado por Manterola, de 190 metros, que no invade ni la lámina de agua, ni riberas, ubicado sobre el pantano de Gorostiza.
- Se realizó recogida de semillas autóctonas y locales que fueron aviveradas en viveros externos y una vez generadas las plántulas se reutilizaron en la revegetación de las superficies de obra.

Integración paisajística y restauración naturalística

Teniendo en cuenta la fragilidad paisajística del entorno y su uso actual, especialmente como área de esparcimiento, y en escasos casos como ganadero y agrícola, se buscó desde un inicio, combinar la estética y belleza ingenieril con la integración agradable con el espacio natural.

Se ha realizado un especial esfuerzo en la estética de los viaductos, empleando de forma sistemática soluciones es-

tructurales de tipología mixta. Dentro de esta tipología y por su relevancia paisajística destacan los viaductos sobre el embalse de Gorostiza y todos los que conforman el enlace del Cadagua. Finalmente, la magnitud y posición del viaducto de Trapagaran merece una mención y éste se erige por su porte como icono de la infraestructura.



Se han utilizado diferentes técnicas tales como hidrosiembras, mallas geomallas, fibras de coco, etc., para la ocultación del hormigón, especialmente del hormigón proyectado. Se han ocultado estribos y arquetas, con redes y enredaderas. También se han ejecutado varios muros de tierra armada que verdean durante todo el año.

Se integraron las boquillas de los túneles, ejecutando amplios falsos túneles que fueron rellenados y donde se plantaron verdaderos bosques que se confunden con la vegetación ya existente.

Se cuidó la morfología de los depósitos de sobrantes, generando formas suaves sin aristas, buscando imitar las curvas de nivel naturales del terreno.



Se mimaron detalles en numerosas unidades de ejecución, como las Obras de Drenaje tipo Bajantes escalonadas en escollera en los depósitos de sobrantes, incluso se llegaron a excavar bajantes sobre la propia roca cuando se daban las condiciones geotécnicas.

Se fabricaron jardineras para los llamados setos de campiña. Para ello, se utilizaron, tablones de madera de encofrado, limpiándolos y aplicándoles un barniz protector.

Ríos y aguas

La orografía abrupta del entorno y la atención para no afectar las vaguadas, cauces y su vegetación fuera cual fuera su estado, ha generado que la autopista sea una sucesión de túneles y viaductos. Destacan de entre todos, tres viaductos, el de Trapagarán, el de Cadagua y el del embalse de Gorostiza.

En todos ellos se ha cuidado escrupulosamente el proceso constructivo de manera que en ningún momento se ha tocado la lámina de agua. Se han realizado intensas e importantes plantaciones de autóctonas, que incluso han aumentado la superficie forestal. La alta recuperabilidad de los cauces atlánticos conjuntamente con estas plantaciones ha resultado en una recuperación de hábitats.



Los túneles a su vez, están ejecutados con una red separativa para evitar el vertido a cauce de posibles derrames accidentales.

Con el objeto de minimizar la afección a los cauces y las aguas se proyectaron y ejecutaron numerosas medidas correctoras específicas (lavarruedas, balsas de decantación, plantas depuradoras para las aguas de los túneles, balsas para puntos de limpieza de canaletas de hormigoneras, barreras de retención y filtración, cunetas temporales para gestionar aguas de escorrentía, etc.).

Gestión de suelos contaminados y demolición de ruinas industriales

Debido a la gran industrialización de la comarca del Gran Bilbao, parte del trazado de la Variante Sur Metropolitana ha tenido que discurrir sobre parcelas que estaban conta-

minadas debido a la actividad industrial que se ha llevado a cabo. Ha sido necesario demoler ruinas industriales. La demolición fue selectiva para una correcta manipulación y gestión de los residuos identificados.

Durante las obras de la Variante Sur Metropolitana, se han gestionado un total de 2.693.041,57 Tm de suelos, tanto peligrosos como no peligrosos e inertes y siempre bajo la supervisión de un técnico ambiental competente. La excavación en parcelas contaminadas y gestión de los suelos tienen como consecuencia la recuperación de la calidad del suelo, contribuyendo directamente a mejorar la calidad ambiental de la zona.

Medidas correctoras de impacto acústico

La ejecución de una infraestructura viaria lleva asociada la posible afección acústica. Por ello, tiene gran importancia, el estudio y diseño de medidas correctoras adecuadas ya desde fases iniciales así como el seguimiento y adecuación de las mismas, a lo largo de las diferentes fases de redacción de proyectos, ejecución de las obras y explotación de la infraestructura.

Es importante destacar que el 51 % de la infraestructura discurre en túnel, contribuyendo de manera muy importante a la minimización del impacto acústico producido por el tráfico de vehículos. Se ha actuado sobre el camino de propagación del ruido, ejecutando pantallas acústicas. Se ha colocado más de 2.100 metros lineales de pantallas de diferentes tipologías tales como metacrilato, hormigón, y mixtas.

Además, cabe mencionar que, al objeto de proporcionar una mejora de la calidad acústica, se han realizado tratamientos de fachadas en los edificios más expuestos, para mejorar el aislamiento acústico



Impacto funcional y socioeconómico

La entrada en funcionamiento de la Variante Sur Metropolitana (VSM) ha logrado descongestionar la autopista A-8,

a su paso por Bilbao, y acarrea tanto el tráfico metropolitano como el de largo recorrido del eje cantábrico.

El Departamento de Obras Públicas y Transportes de la Diputación Foral de Bizkaia ha realizado un estudio del impacto funcional y socioeconómico de esta infraestructura. Este análisis compara los parámetros entre 2010 y 2012, el último año antes de la apertura de la VSM y el primero en el que estuvo operativa durante doce meses esta nueva infraestructura.

La VSM ha reducido los tiempos de transporte de todos los usuarios de la A-8 en 480,600 horas, lo que ha supuesto un ahorro de 6,6 millones de euros. Su contribución ha sido decisiva para el descenso radical de las retenciones en la A-8, al disminuir las denominadas horas congestivas un 49,4 %, pasando de 545 horas en 2010 a 276 horas en 2012.

Proyectando ese cálculo de horas al número de usuarios de la vía, la conclusión que se extrae es que el tiempo perdido en caravanas, retenciones y otros inconvenientes ha descendido de 221.141 horas por año en 2010 a 102.955 horas en 2012 y el número de vehículos afectados por estas incidencias ha pasado de 9,5 millones a 4,2 millones.

Es útil como infraestructura y ha contribuido al descenso de la siniestralidad vial, puesto que los accidentes con víctimas también se han reducido un 32 % desde la entrada en funcionamiento de la Variante Sur Metropolitana, bajando de 150 en 2010 a los 102 registrados en 2012. De estos últimos, 97 tuvieron lugar en la A-8 y otros 5, en la VSM. Las personas heridas también han sido menos: 162 en 2012 frente a las 219 del año 2010. Y entre ellas, los heridos graves han pasado de 6 a 4 (todos en la A-8) y los heridos leves, de 212 a 157. **ROP**

