



diseñando futuro
designing the future

túneles y obras
subterráneas
tunnels &
underground works

saitec

engineering





Índice

En el desarrollo de su actividad a lo largo de su vida profesional, y en un entorno geográfico de orografía compleja como la de España, SAITEC se ha ido constituyendo como una de las principales ingenierías nacionales en las tecnologías de túneles y obras subterráneas. Sus servicios profesionales han cubierto todo el abanico de trabajos de ingeniería de este tipo de obras, desde las fases preliminares (estudios de viabilidad, informativos, planificación y proyectos básicos) hasta la fase de explotación, pasando por las etapas de proyecto de detalle y asistencia técnica durante la ejecución.

SAITEC dispone de un amplio equipo técnico multidisciplinar, lo que le ha permitido prestar sus servicios de forma integral, incluyendo la toma de datos y caracterización del terreno, la elección de los sistemas constructivos, el diseño y cálculo de la excavación, obras auxiliares, proyectos de instalaciones, planes de seguridad, planes de mantenimiento, y manuales de explotación.

SAITEC ha acumulado una extensa relación de importantes referencias de trabajos en este área tanto por sectores (ferroviarios, carreteros, hidráulicos), como por tamaños (cavernas, túneles y microtúneles), o métodos constructivos (convencionales, tuneladoras, etc).



Su especialización en túneles abarca las siguientes áreas de actividad:

01 Estudios previos

02 Diseño

03 Ejecución

04 Explotación

Index

From the outset, SAITEC has gradually become one of the main national engineering companies for tunnels and underground works technologies in Spain, a country with complex geographical and orographic features. Its professional services include a wide range of engineering projects in this field - from the preliminary stages (feasibility studies, outline proposals, planning and concept design) to the operation stage, including the detailed project stage and technical support throughout the execution stage.

SAITEC employs a large multidisciplinary technical team, which enables it to provide comprehensive services - including ground data collection and characterisation, selection of construction systems, excavation design and calculation, auxiliary works, installation projects, safety plans, maintenance plans, and exploitation manuals.

SAITEC has carried out many projects in different sectors (rail, road, hydraulic), of different sizes (caverns, tunnels and microtunnels), and using different construction methods (conventional, TBMs, etc.)



Regarding tunnels, it specialises in the following activities:

01 Preliminary studies

02 Design

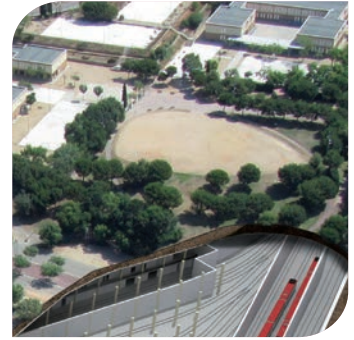
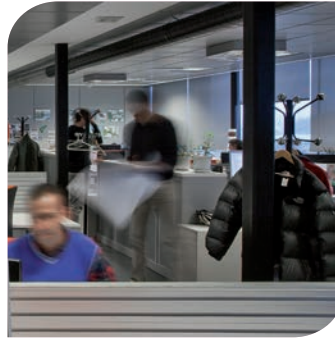
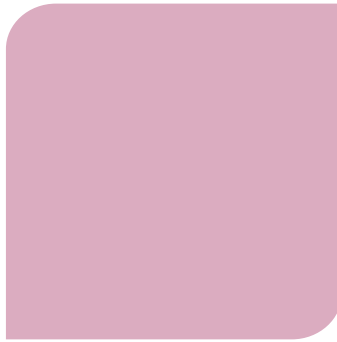
03 Construction

04 Operation

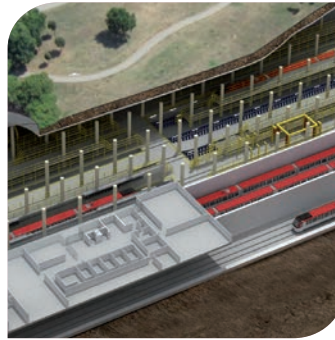


01

ESTUDIOS PREVIOS
PRELIMINARY STUDIES



→ Infografía talleres Línea 1 Metro de Barcelona.
Computer graphics of maintenance depot for Line 1 of Barcelona Metro.



Los estudios previos (estudios de viabilidad, estudios informativos y de planificación, anteproyectos, etc.) requieren un profundo conocimiento de las diversas disciplinas que forman parte del diseño y construcción de túneles.

SAITEC cuenta con amplia experiencia en la realización de este tipo de trabajos, entre los que pueden citarse los siguientes:

- Estudios informativos y proyectos básicos de túneles convencionales de carreteras y ferrocarriles (Redes de carreteras del Estado y Autonómicas, Red de Líneas de Alta Velocidad, etc).
- Estudios informativos de ferrocarriles metropolitanos, en entornos urbanos, (Metros de Bilbao, Barcelona y San Sebastián).
- Estudios de viabilidad de túneles hidráulicos. (Trasvases y alivio de inundaciones, Sistemas de abastecimiento y saneamiento, emisarios etc).

Preliminary studies (feasibility studies, outline proposals, planning, drafts, etc.) require deep knowledge of the different disciplines that are part of the design and construction of tunnels.

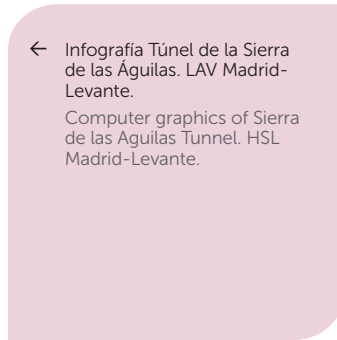
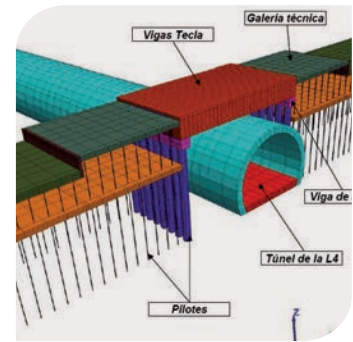
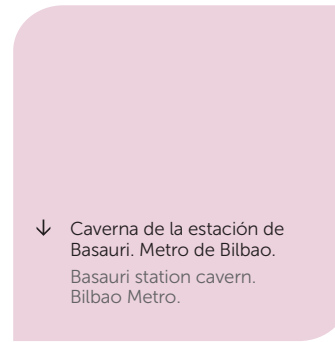
SAITEC has wide experience developing these types of projects. Some outstanding projects are:

- Outline proposals and concept design for conventional tunnels for roads and railways (National and regional road networks, High-Speed Rail Network, etc.)
- Metropolitan rail outline proposals in urban areas (Bilbao, Barcelona and San Sebastian Metros).
- Feasibility studies for hydraulic tunnels. (Interbasin water transfers and flood relief, water supply and sanitation systems, outfalls, etc.)



02

DISEÑO
DESIGN



El diseño y proyecto de túneles constituye el centro de actividad del Área de Túneles y Obras subterráneas de SAITEC, lo que ha permitido, con el paso de tiempo, contar con experiencia en un gran abanico de trabajos, tan diversos como:

- Túneles convencionales (ferroviarios, carreteros).
- Cavernas.
- Microtúneles.
- Túneles submarinos.
- Túneles en entornos urbanos.
- Rehabilitación de túneles en servicio.
- Túneles con tuneladora.
- Entronques de túneles.
- Túneles artificiales.

El personal altamente especializado y los medios materiales de los que dispone permiten a SAITEC realizar todas las labores de la cadena de valor en el diseño de túneles:

- Estudios geológicos y geotécnicos. Caracterización del terreno.

- Análisis y elección del sistema constructivo.
- Cálculos numéricos mediante elementos o diferencias finitas, en 2 o 3 dimensiones.
- Diseño de todos los elementos de la obra civil.
- Proyecto de instalaciones asociadas.

La relación de trabajos desarrollados en esta área es muy extensa. Como orden de magnitud se muestran las siguientes cifras:

- Más de 65 km de túneles de infraestructuras de transporte (ferroviarios, carreteros), de entre 30 y 110 m² de sección, incluyendo varios con tuneladora.
- 9 cavernas de más de 18.000 m³, muchas de ellas en entorno urbano.
- Más de 20 km de microtúneles (sección menor de 10 m²), incluyendo más de 10 km mediante tuneladora.
- Proyectos de rehabilitación de más de 20 túneles en servicio.

Designing and planning tunnels is the core activity of the Tunnels and Underground Works Department at SAITEC. This department has gained wide experience thanks to a broad range of different projects, such as:

- Conventional tunnelling (railways, roads).
- Caverns.
- Microtunnels.
- Underwater tunnels.
- Tunnels in urban areas.
- Operational tunnel renovation.
- TBM tunnelling.
- Tunnel junctions.
- Cut and cover tunnels.

Both its highly skilled staff and the use of advanced computer equipment enable SAITEC to carry out all the jobs required on tunnelling value chain:

- Geological and geotechnical reports. Site characterisation.
- Analysis and choice of the construction system.

- 2D or 3D calculation using finite elements or finite difference methods.
- Complete design of civil works.
- Tunnel safety installation projects.

The list of projects accomplished in this field is very extensive. Here are some numbers:

- More than 65 km of transport infrastructure tunnels (railways, roads), with a cross-section between 30 and 110 m², including several with TBMs.
- 9 caverns, over 18,000 m³, many of them in urban areas.
- More than 20 km of microtunnels (section under 10 m²), including more than 10 km using a TBM.
- Renovation projects in more than 20 operational tunnels.

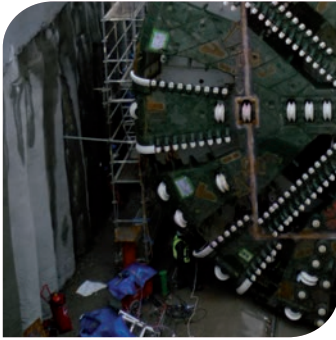


03

EJECUCIÓN
CONSTRUCTION



← Ejecución con TBM túnel Atocha-Chamartín de alta velocidad.
Atocha-Chamartin HS tunnel construction with TBM.



↑ Túneles de la LAV Vitoria-Bilbao-San Sebastián.
→ HSL Vitoria-Bilbao-San Sebastian tunnels.



Uno de los objetivos prioritarios de SAITEC en el ámbito de los túneles y obras subterráneas es conseguir la mayor calidad y seguridad en la construcción de los mismos. Por ese motivo cuenta con equipos especialistas en el control y vigilancia de obras subterráneas, con amplia experiencia en labores de este tipo.

Estos equipos realizan fundamentalmente las siguientes tareas:

- Seguimiento geotécnico de la excavación.
- Diseño, seguimiento e interpretación de la auscultación del túnel.
- Adaptación de los criterios de diseño del túnel a la realidad del terreno.
- Cálculos de comprobación de sostenimiento y/o revestimiento.
- Diseño y cálculo de soluciones alternativas.
- Resolución de imprevistos durante la obra.

Mención especial merece la experiencia de SAITEC en trabajos de asesoramiento específico para obra subterránea. Este tipo de trabajos, cuyo objetivo es la resolución de problemas singulares en la ejecución de túneles, es altamente especializado, y requiere un profundo conocimiento técnico y el dominio de las herramientas de cálculo más avanzadas.

La experiencia de SAITEC como apoyo técnico para la construcción de túneles es muy extensa, con participación en:

- Más de 21 km de túneles de todo tipo, desde microtúneles hidráulicos hasta grandes cavernas.
- 5 tramos de túnel de ferrocarril metropolitano (Metro de Bilbao), incluyendo estaciones en caverna y cañones de acceso en zonas densamente pobladas.
- Asesoramiento especializado en más de 55 túneles, que suman más de 80 km de longitud.

One of SAITEC's main priorities when building tunnels and underground works is to achieve the highest quality and safety. To this end, it employs experienced teams specialising in the control and surveillance of underground works.

These teams perform the following tasks:

- Geotechnical monitoring of the excavation.
- Design, monitoring and interpretation of the tunnel instrumentation.
- Adaptation of tunnel design criteria to the actual on-site ground behaviour.
- Support or lining checking calculations.
- Alternative solutions design and calculation.
- Unexpected problem solving during construction.

SAITEC's experience in offering specific advice for underground works is especially worth mentioning. The aim of this kind of work is to solve specific problems when executing tunnels. It is highly specialised and requires solid technical knowledge and use of the most advanced calculation tools.

SAITEC has wide experience providing technical support for the construction of tunnels, and has participated in:

- More than 21 km of all kinds of tunnels, from hydraulic microtunnels to large caverns.
- 5 sections of metropolitan railway (Bilbao Metro), including cavern stations and escape tunnels in densely populated areas.
- Specialised tunnel consultancy in more than 55 tunnels, with a combined length of more than 80 km.



04

EXPLOTACIÓN
OPERATION



Las actividades de SAITEC relacionadas con los túneles no finalizan con la puesta en servicio de las infraestructuras, sino que continúan durante la fase de explotación.

En esta etapa la participación de SAITEC engloba muy diversas áreas y actividades, entre las que destacan las siguientes:

- Inspección y diagnóstico de patologías.
- Proyectos de rehabilitación estructural o de ampliación de sección.
- Simulación de procesos de evacuación.
- Estudios y proyectos de adaptación a normativas de seguridad. Proyectos de construcción de salidas de emergencia.
- Redacción de manuales de explotación.
- Gestión integral de la seguridad. Servicios de encargado de seguridad.

SAITEC's tunnel-related activities go beyond the opening of the tunnels—they also continue during the operation stage.

In this stage, SAITEC performs many different activities, including:

- Inspection and diagnosis of problems.
- Structural renovation or tunnel widening projects.
- Evacuation simulations.
- Studies and projects to adapt to safety regulations. Detailed designs for emergency exits.
- Drawing up of operating manuals.
- Integrated safety management. Head of Security Services.

architecture & town
planning



industry & energy



water



roads



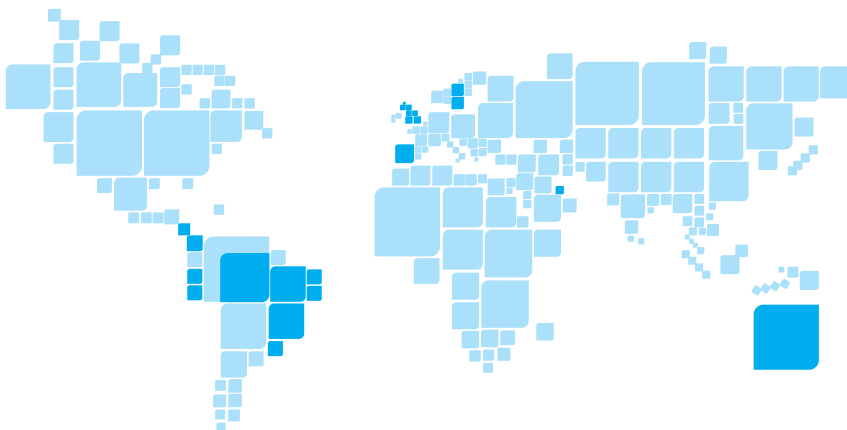
environment



railways



consultancy



Australia / Brasil / Colombia / España / Panama / Perú / Qatar / Reino Unido / Suecia
Australia / Brazil / Colombia / Spain / Panama / Peru / Qatar / United Kingdom / Sweden

saitec engineering



Bilbao
Parque Empresarial Ibarra-barri
Edificio A2
48940 Leioa-Bizkaia
T. (34) 94 464 65 11
F. (34) 94 464 32 50
saitec@saitec.es

Madrid
Plaza Marqués de Salamanca, 9-2º
28006 Madrid
T. (34) 91 535 88 69
F. (34) 91 535 13 80
saitecmadrid@saitec.es

www.saitec.es