



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

ANTEPROYECTO DE TÚNEL PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA LÍNEA DE METRO EN MÁLAGA

Alumno: María Medina Torres

Tutor: Prof. D. Juan Miguel Martínez López

Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

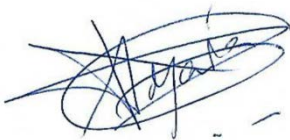
Octubre, 2018

ANTEPROYECTO DE TÚNEL PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA LÍNEA DE METRO EN MÁLAGA

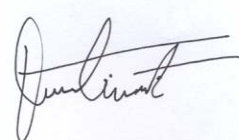
Alumno: María Medina Torres

Tutor: Prof. D. Juan Miguel Martínez López
Dpto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Firma de alumno:



Firma de tutor:



Octubre, 2018

ÍNDICE DE ANEJOS

<i>Anejo 1. Memoria descriptiva.....</i>	<i>8</i>
<i>Anejo 2. Estudio de Impacto Ambiental.....</i>	<i>135</i>
<i>Anejo 3. Estudio básico de la gestión de residuos.....</i>	<i>179</i>
<i>Anejo 4. Estudio básico de seguridad y salud.....</i>	<i>200</i>
<i>Anejo 5. Pliego de prescripciones técnicas.....</i>	<i>234</i>
<i>Anejo 6. Legislación.....</i>	<i>316</i>
<i>Anejo 7. Programación de la obra.....</i>	<i>318</i>
<i>Anejo 8. Presupuesto.....</i>	<i>322</i>
<i>Anejo 9. Planos.....</i>	<i>331</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

- *Figura 1. Líneas de metro de Málaga*
- *Figura 2. Mapa de España*
- *Figura 3. Mapa de Málaga*
- *Figura 4. Mapa de la localización del túnel*
- *Figura 5. Líneas de metro y localización del túnel*
- *Figura 6. Impermeabilización de un túnel*
- *Figura 7. Túnel urbano de metro*
- *Figura 8. Tipos de secciones transversales*
- *Figura 9. Sección transversal*
- *Figura 10. Carta magna de la región*
- *Figura 11. Leyenda de la geología de la región*
- *Figura 12. Gráfico temperatura y precipitaciones mensuales de Málaga*
- *Figura 13. Sistemas acuíferos de la provincia de Málaga*
- *Figura 14. Plano de zonas sísmicas en Andalucía*
- *Figura 15. Criterio de sismicidad y situación de la zona de estudio*
- *Figura 16. Tabla de aceleración sísmica*
- *Figura 17. Calidad de macizos rocosos en relación al índice RMR*
- *Figura 18. Mapa sísmico de la Norma sismorresistente NCSE – 02*
- *Figura 19. Ábaco del coeficiente de desgaste*
- *Figura 20. Ábaco de M. Romana*
- *Figura 21. Abrasividad/Resistencia a compresión*
- *Figura 22. Características de la rozadora SLB350 ROAR HEADER.*
- *Figura 23. Retroexcavadora LIEBHERR R936*
- *Figura 24. Pala cargadora 938H LOADER*
- *Figura 25. Dúmpster 735 CATERPILLAR*
- *Figura 26. Gunitadora PM 500 P PUTZMEISTER*
- *Figura 27. Método cut and cover*
- *Figura 29. Método inglés*
- *Figura 30. Método belga*
- *Figura 31. Método belga para grandes secciones o mal terreno*
- *Figura 32. Nuevo método austriaco*
- *Figura 33. Método alemán*
- *Figura 34. Sistema de excavación del nuevo método austriaco*
- *Figura 35. Paraguas de micropilotes*
- *Figura 36. Paraguas de micropilotes*
- *Figura 37. Corona de bulones*
- *Figura 38. Vertido del hormigón proyectado*
- *Figura 39. Ábaco de Barton*
- *Figura 40. Diferentes tipo de juntas waterstop*
- *Figura 41. Colocación de la junta entre módulos de revestimiento*
- *Figura 42. Carretón electrohidráulico*
- *Figura 43. Diagrama de potencia de maquinaria-caudal de aire*

- *Figura 44. Variación del coeficiente de pérdida de carga con el número de Reynolds*
- *Figura 45. Órdenes de magnitud del coeficiente de bloque para un túnel de doble sentido*
- *Figura 46. Órdenes de magnitud del coeficiente de bloque para un túnel de único sentido*
- *Figura 47. Esquema de un pozo de compensación*
- *Figura 48. Esquema de ventilación de un tramo de metro con pozos de compensación*
- *Figura 49. Esquema de ventilación tipo del metro de Barcelona en situación de confort*
- *Figura 50. Esquema de ventilación tipo del metro de Barcelona en situación de emergencia*
- *Figura 51. Instantánea durante la construcción del pozo situado en el cruce de las calles Mallorca y Padilla en Barcelona*
- *Figura 52. Esquema de posibles configuraciones de pozos de ventilación de túnel de ferrocarril metropolitano*
- *Figura 53. Curva característica del túnel T y del ventilador V*
- *Figura 54. Ventilador Zitron JZ 12-55/4*
- *Figura 55. Esquema de componentes eléctricos para el túnel*
- *Figura 56. Alumbrado de emergencia autónomo*
- *Figura 57. Sistema de drenaje con arqueta*
- *Figura 58. Mantenimiento y limpieza de un túnel*
- *Figura 59. Mapa de España*
- *Figura 60. Mapa de Málaga*
- *Figura 61 Mapa de la localización del túnel*
- *Figura 62. Líneas de metro y localización del túnel*

ÍNDICE DE TABLAS

- *Tabla 1. Parámetros de la sección*
- *Tabla 2. Coordenadas de la boca de entrada del túnel*
- *Tabla 3. Coordenadas de la boca de salida del túnel*
- *Tabla 4. Clasificación del terreno*
- *Tabla 5. Coordenadas aproximadas UTM*
- *Tabla 6. Ensayos realizados*
- *Tabla 7. Cota de inicio de los trabajos de campo*
- *Tabla 8. Resultados del ensayo 1 DPSH*
- *Tabla 9. Resultados del ensayo 2 DPSH*
- *Tabla 10. Resultados del sondeo mecánico*
- *Tabla 11. Resultados de los ensayos de Límite de Atterberg y análisis granulométrico*
- *Tabla 12. Resultados de los ensayos de hinchamiento Lambe y presión de hinchamiento*
- *Tabla 13. Resultados de la clasificación indirecta de la expansividad*
- *Tabla 14. Resultados de los ensayos de corte directo y compresión simple*
- *Tabla 15. Parámetros influyentes en el túnel*
- *Tabla 16. Resumen de los ensayos de laboratorio*
- *Tabla 17. Parámetros de clasificación del RMR*
- *Tabla 18. Clases de RMR*
- *Tabla 19. Fórmula RMR*
- *Tabla 20. Fórmula RMR donde está Q despejada*
- *Tabla 21. Valoración de las resistencias a compresión*
- *Tabla 22. Contenido en sílice del macizo rocoso*
- *Tabla 23. Propiedades abrasivas del macizo rocoso del trazado del túnel*
- *Tabla 24. Relación abrasividad – Rozabilidad*
- *Tabla 25. Coeficientes de eficiencia*
- *Tabla 26. Rendimiento rozado*
- *Tabla 27. Tiempo disponible en el rozado*
- *Tabla 28. Parámetros de la sección*
- *Tabla 29. Especificaciones técnicas de la retroexcavadora*
- *Tabla 30. Especificaciones técnicas de la pala excavadora*
- *Tabla 31. Especificaciones técnicas del dúmper*
- *Tabla 32. Especificaciones técnicas de la gunitadora*
- *Tabla 33. Tipo de emboquille*
- *Tabla 34. Resumen del tipo de emboquille*
- *Tabla 35. Calidad de macizos rocosos en relación al índice RMR*
- *Tabla 36. Clases de RMR según Romana*
- *Tabla 37. Sostenimientos a partir del índice RMR*
- *Tabla 38. Sostenimientos a partir del índice RMR*
- *Tabla 39. RMR utilizado para sostenimiento*
- *Tabla 40. Índice Q según la zona sísmica*
- *Tabla 41. Parámetro ESR*

- *Tabla 42. Acabados superficiales*
- *Tabla 43. Equipamientos complementarios*
- *Tabla 44. Criterios de revestimiento*
- *Tabla 45. Concentraciones volumétricas admisibles*
- *Tabla 46. Coeficiente de pérdida de carga de las paredes del túnel*
- *Tabla 47. Coeficiente de pérdida de carga del suelo del túnel*
- *Tabla 48. Coeficiente de pérdida de carga de la tubería*
- *Tabla 49. Coeficiente de fricción de las singularidades*
- *Tabla 50. Características técnicas del ventilador Zitron JZ 12-55/4*
- *Tabla 51. Equipos eléctricos que trabajan en el exterior*
- *Tabla 52. Equipos eléctricos que trabajan en el interior*
- *Tabla 53. Características de las instalaciones eléctricas*
- *Tabla 54. Valores cualitativos de la vulnerabilidad ambiental*
- *Tabla 55. Capacidad de acogida*
- *Tabla 56. Capacidad de acogida*
- *Tabla 57. Capacidad de acogida*
- *Tabla 58. Colindancias de la obra*
- *Tabla 59. Programación de la obra*

ANEJO 1.

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJO 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	14
3. ANTECEDENTES.....	15
3.1 Antecedentes administrativos	16
3.2. Antecedentes técnicos.....	17
4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	19
5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	21
6. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	22
6.1. Introducción	22
6.2. Trazado en planta y alzado	24
6.3. Sección transversal	25
6.4. Bocas de entrada y salida	27
7. GEOLOGÍA.....	28
7.1. Rocas metamórficas.....	28
7.2. Tectónica.....	29
7.3. Criterios de división geotécnica.....	30
8. VEGETACIÓN	32
9. FAUNA	33
10. CLIMATOLOGÍA.....	34
11. MARCO HIDROGEOLÓGICO	35
12. SISMICIDAD.....	37
12.1 Actividad sísmica.....	37
12.3 Normativa.....	38
12.2 Aceleración sísmica de cálculo	38
13. GEOTECNIA.....	42
13.1. Antecedentes y objeto	42
13.1.1. Campaña de reconocimiento geotécnico del terreno	42
13.2. Cota de inicio de los trabajos de campo	43
13.3. Descripción de los trabajos de campo	44
13.3.1. Ensayos de penetración dinámica DPSH	44
13.3.2. Sondeo mecánico.....	46

13.4. Características geológicas y geotécnicas del terreno	47
13.5. Presencia de agua	48
13.6. Resultados de los ensayos de laboratorio.....	49
13.6.1. Ensayos de clasificación	49
13.6.2. Ensayos de expansividad	49
13.6.3. Ensayos de agresividad	50
13.6.4. Parámetros resistentes	50
13.6.5. Parámetros influyentes en el túnel	50
13.6.6. Resumen de ensayos de laboratorio	51
14. CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	52
14.1. Índice Q (Barton)	52
14.2. RMR (Bieniawski)	54
15. SISTEMAS DE EXCAVACIÓN	58
15.1. Elección del método de excavación	58
15.2. Clasificación según la longitud del túnel	58
15.3. Clasificación según Romana	58
15.4. Comprobación de viabilidad de la excavación mediante rozadora	59
15.4.1. Según los parámetros geomecánicos.....	59
15.4.2. Abrasividad de Cerchar	60
15.4.3. Rozabilidad.....	61
15.5. Partición de la sección	62
15.6. Método de excavación.....	63
16. AVANCE DIARIO.....	65
17. MAQUINARIA.....	68
17.1. Rozadora	68
17.2. Retroexcavadora	70
17.3. Pala cargadora.....	71
17.4. Dúmper.....	72
17.5. Gunitadora	73
18. SISTEMA CONSTRUCTIVO	74
18.1. Técnica de cut and cover.	74
18.2. Método inglés o método de perforación a plena sección.....	75
18.3. Método belga o método de la galería en clave.....	75
18.4. Nuevo método austriaco o método de las dos galerías	77

18.5. Método alemán o método de las tres galerías.....	79
18.6. Selección del método constructivo	80
19. EMBOQUILLES	81
19.1. Introducción	81
19.2. Selección del tipo de emboquille.....	81
19.3. Tipo de emboquille	83
19.3.1. Paraguas de Micropilotes	83
19.3.2. Corona de bulones.....	84
19.3.3. Hormigón proyectado	85
19.3.4. Red/Mallazo	85
20. SOSTENIMIENTO	86
20.1. Generalidades.....	86
20.2. Objetivos	86
20.3. Métodos para el cálculo del sostenimiento.....	87
20.4. Cálculo del sostenimiento	88
20.6. Conclusiones.....	94
21. REVESTIMIENTO	97
21.1. Impermeabilización	97
21.2. Características del hormigón de revestimiento.....	99
21.3. Ejecución	101
21.4. Acabados y elementos complementarios.....	102
21.5. Comportamiento durante la explotación del túnel.....	103
21.6. Conclusiones y recomendaciones	106
22. VENTILACIÓN.....	107
22.0. Introducción	107
22.1. Generalidades.....	107
22.2. Cálculos de la ventilación para la fase constructiva	108
22.2.1. Caudal necesario para la construcción de túneles	108
22.2.2. Dilución de los gases de escape de los motores diesel.....	108
22.2.3. Ventilación en polvo.....	110
22.2.4. Ventilación total	110
22.5.5. Caudal para la respiración del personal	110
22.2.6. Caudal de aire para mantener la corriente de retorno dentro de la galería.....	111

22.2.7. Cálculo de la pérdida de carga	111
22.2.8. Cálculo de la potencia absorbida.....	116
22.3. Caudal de aire de la puesta en servicio. Efecto pistón.	117
22.3.1. Solución al efecto pistón	118
22.4. Sistemas de ventilación en puesta en servicio	119
22.4.1. Pozos	120
22.5. Conclusiones.....	121
23. ELECTRIFICACIÓN.....	123
23.1. Necesidades de electrificación.....	123
23.2. Maquinaria eléctrica de exterior (alimentación C.T. 2)	124
23.3. Maquinaria eléctrica de interior (alimentación C.T. 3)	124
23.4. Instalaciones de alumbrado	125
23.4.1. Cuadros de mando.....	125
23.4.2. Conductores, derivaciones y protecciones	125
23.4.3. Canalizaciones para el alumbrado	126
24. DRENAJE	131
24.1 Introducción	131
24.2. Conclusiones.....	131
25. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN.....	132
26. BIBLIOGRAFÍA.....	133

1. INTRODUCCIÓN

En su forma más básica, un túnel es un conducto horizontal situado bajo tierra o un tubo hueco a través del suelo. Mientras que la erosión y otras fuerzas de la naturaleza pueden formar túneles, los túneles artificiales son creados a través de un proceso de excavación provocado por el ser humano.

Hay muchas maneras diferentes para excavar un túnel, empezando por el método manual, un rápido calentamiento y enfriamiento, perforación y voladura, maquinaria para hacer túneles o una combinación de estos métodos.

En obras públicas se plantea frecuentemente el problema de la construcción de túneles, ya que nuestro país tiene una accidentada geografía a causa de grandes sistemas montañosos y la necesidad de una mayor movilidad dentro de la ciudad a través de transportes como el metro, lo que ha dado lugar a un incremento de este tipo de construcciones, para poder enlazar ciudades o lugares de importancia y facilitar los transportes más diversos, mejorando así, los niveles de servicio.

Hay tres grandes categorías de túneles:

- Los túneles de las minas se utilizan durante la extracción de minerales, para permitir que los trabajadores o el equipo puedan acceder a los yacimientos de minerales en el interior de la tierra. Estos túneles se hacen con técnicas similares a otros tipos de túneles, pero cuestan menos de construir, ya que no tienen que ser tan seguros como los túneles diseñados para una ocupación permanente, ni la estética y/o acabados tienen importancia.
- Los túneles de obras públicas se utilizan para llevar el agua, el alcantarillado o las líneas de gas a grandes distancias.
- Los túneles de transporte, como los canales: cursos de agua artificiales que usados para viajar y transportar mercancías. Los canales por lo general discurrían por encima del suelo, pero daban lugar a muchos túneles para atravesar de manera eficiente los obstáculos, como las montañas; de esta forma, la construcción de los canales inspiró la construcción de algunos de los primeros túneles del mundo.

Las técnicas de construcción de túneles se mejoran y perfeccionan continuamente, tanto en el aspecto de seguridad como en el de rendimiento, es así como surge la necesidad de investigar las nuevas técnicas de construcción para la optimización de los recursos disponibles.

En los puntos siguientes conoceremos en profundidad los distintos métodos para llevar a cabo la construcción de un túnel, además de conocer los distintos tipos de investigaciones previas a la realización del proyecto, así como también, las operaciones básicas en la construcción (el arranque, la carga, el transporte y el revestimiento o sostenimiento).

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

La redacción del presente proyecto consiste en el análisis de todas las alternativas para la definición y optimización de los trabajos de construcción a realizar, la geometría del túnel y el trazado a definir para la construcción de un túnel soterrado de línea de metro. La ejecución de las obras incluidas en este proyecto permitirá conectar mediante una nueva línea de metro la línea 3, ubicada en la zona del paseo marítimo, con el barrio del Polvorín de Málaga y en un futuro con el resto de líneas del metro de Málaga que en este momento aún están en fase de futuro proyecto.

El proyecto incluye un estudio geológico y geotécnico del macizo rocoso, para poder caracterizar los materiales a atravesar de la manera más precisa posible. A partir del estudio geológico-geotécnico, se definen los métodos de excavación y de sostenimiento más adecuados de acuerdo con unos parámetros de carácter económico y de plazo.

Este documento cumple con los detalles y los requisitos exigibles de un proyecto constructivo, pero, se explican de manera teórica todas aquellas cuestiones esenciales para el conocimiento de esos capítulos sin entrar en cierta concisión y se pierde un poco la profundidad técnica ya que, al tratarse de un trabajo académico no se disponen de los medios necesarios para abordar un proyecto de esta magnitud.

Este documento tiene como objeto:

- Análisis detallado mediante la realización de un estudio de las distintas alternativas.
- Recopilación y análisis de la información geotécnica consultada.
- Tarea de investigación, así como el análisis y descripción de las condiciones del terreno a lo largo del tramo en estudio, describiendo la naturaleza y los parámetros geotécnicos de las litologías atravesadas, su espesor y distribución del recubrimiento de suelos y de la capa de roca meteorizada.
- Determinación de las características geotécnicas de los materiales reconocidos.
- Clasificación de los materiales de las formaciones excavadas y posibilidad de empleo en las necesidades de la traza.
- Recopilación y análisis del estudio Geológico.
- Recopilación y análisis del estudio Hidrogeológico.
- Recopilación y análisis del estudio Hidrológico.
- Descripción del trazado.
- Justificación del método elegido.
- Método constructivo, Emboquilles y Sostenimiento.
- Cálculo de la ventilación, instalaciones eléctricas y drenaje durante la obra.

- Determinación de la alternativa que posee un menor impacto ambiental.
- Establecimiento para cada alternativa, sus medidas protectoras y correctoras puntuales que minimicen aquellos impactos negativos que no haya sido posible salvar.
- Estimación de los costes que conlleva la construcción del túnel.

3. ANTECEDENTES

El proyecto que se pretende realizar se encuentra localizado en la zona Este de la ciudad de Málaga. Esta ciudad, capital de la provincia homónima y perteneciente a la comunidad autónoma de Andalucía, está situada en el extremo oeste del mar Mediterráneo y en el sur de la península Ibérica, a unos 100 km al este del estrecho de Gibraltar. El término municipal tiene una extensión de 398,25 km² extendiéndose sobre los Montes de Málaga y el Valle del Guadalhorce. La ciudad está situada en el centro de una bahía rodeada de sistemas montañosos y es atravesada por dos ríos, el Guadalmedina y el Guadalhorce.

Con el objetivo de ampliar el sistema de transporte público guiado, se estudia la creación de una nueva conexión de la estación de la línea 3, en la cual se hace preciso el soterramiento de la línea hasta la estación del barrio del Polvorín. Sendas estaciones quedan a cargo de otra empresa para su construcción.

El proyecto implica la unión de las dos estaciones ya existentes mediante un túnel de vía única puesto que se trata del final de la línea. El proyecto se caracteriza además por estar proyectado para una vida útil de aproximadamente catorce años, con el objetivo de ser ampliado o modificado en un futuro.

Con una población en constante crecimiento y cada vez más alejada del censo real, Málaga se enfrentaba desde hace unos años a la necesidad de ampliar fronteras y ofrecer nuevos servicios a sus ciudadanos.

La diversificación de la red de transporte público se convertía en asignatura indispensable para facilitar nuevas conexiones entre puntos clave de la ciudad y aligerar la densidad de tráfico actual, propiciada por el uso prioritario del transporte privado.

3.1 Antecedentes administrativos

El Metro de Málaga es la red de metro ligero de la ciudad española de Málaga, que consta de dos líneas actualmente en servicio parcial, y que une diferentes puntos de la ciudad interactuando con el resto de la red de transporte del Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Málaga.

Las líneas utilizan unidades de tren ligero del tipo Urbos 3 de CAF con capacidad para 202 pasajeros (145 de pie y 57 asientos). La velocidad máxima que alcanzan estas unidades es de 70 km/h, el ancho vía es de 1.435 mm (ancho estándar) y electrificada a 750 Vcc, permitiendo tener toda la red conectada. Los vehículos tienen una longitud de 31 m de largo y una anchura de 2,65.

La red está gestionada por la concesionaria Metro Málaga de la que forman parte FCC-Globalvía, la Agencia Obra Pública Junta de Andalucía (AOPJA), Sando, Cajamar, Constructora Vera, Cointer y Comsa Emte, con un capital social de 136,5 millones de euros.

Pese a que el contrato inicial fue adjudicado por un costo total de 403 millones de euros, el sobrecoste de la construcción finalmente dejará la cifra en un monto de 870 millones de euros, más del doble de lo que se presupuestó.

El proyecto del Metro de Málaga en superficie por el centro aporta soluciones a la movilidad:

- ❖ Integración de la nueva infraestructura de transporte en el espacio viario actual.
- ❖ Mejorar la movilidad urbana reduciendo los tráficos motorizados, que se desplazan al eje alternativo y rondas exteriores, o bien son captados por el transporte público (metro).
- ❖ Estas actuaciones contribuyen a la revitalización de zonas como la Alameda Principal, donde el peatón conquista el 70% del espacio (ahora está limitado exclusivamente al 7% de las aceras).
- ❖ Viabilidad técnica para su encaje con el tramo precedente (Renfe-Guadalmedina).
- ❖ Adecuación de la inversión al complejo entorno presupuestario (41,5 mill.€ frente a 200 mill.€ de la solución subterránea prevista).
- ❖ Minimiza las incertidumbres técnicas y arqueológicas.
- ❖ Contribuye a la mejora urbana y ambiental, con una reurbanización integral y su peatonalización, soportada en el estudio de movilidad.
- ❖ Mejora los parámetros de fiabilidad y eficiencia en la explotación.
- ❖ En definitiva, permite la consecución en el plazo contractual (2015) del umbral de demanda que garantiza el equilibrio económico-financiero de la concesión (19,8 millones de viajeros), evitando así un reequilibrio gravoso para las administraciones (mayor tarifa técnica).

3.2. Antecedentes técnicos

Línea 1

Este tramo se inició en marzo de 2008 en el tramo en superficie a través del Campus Universitario de Teatinos: Universidad-Talleres y cocheras, 7 En febrero de 2009 comenzarían las obras del tramo El Perchel-Barbarela;8 en abril de 2009 la construcción del tramo Barbarela-Ciudad de la Justicia y en octubre de 2010 la construcción del tramo bajo la MA-20.9 10

La Línea 1 en su inauguración parcial de 2014 se encontraba solo en servicio hasta la Estación Perchel, con sus dos tramos finales inconclusos, los más cercanos a la zona centro de la ciudad, uno en obras y otro en proyecto.

Línea 2

El 17 de noviembre de 2005 la Junta de Andalucía presentó el proyecto constructivo de la Línea 2. Este proyecto no incluía el tramo inicial de la línea desde el centro hasta la estación de Málaga-María Zambrano, debido a algunos aspectos que no fueron resueltos hasta julio de 2010.5

Las obras de este tramo comenzarían en enero de 2006 entre las estaciones de Martín Carpena-El Perchel en el Distrito Carretera de Cádiz, afectando a la Avenida de Velázquez y la Calle Héroe Sostoa6 al utilizar la técnica constructiva de muros pantalla, fórmula elegida para prevenir posibles daños en los edificios colindantes, en detrimento del uso de tuneladoras.

La Línea 2 en su inauguración parcial de 2014 se encontraba solo en servicio hasta la Estación Perchel, con sus dos tramos finales inconclusos, los más cercanos a la zona centro de la ciudad, uno en obras y otro en proyecto.

Tramo compartido en el Centro

El inicio de las obras en el tramo desde El Perchel hasta Guadalmedina se produjo en enero de 2010.11 La obra sufriría numerosas paralizaciones por los impagos de la Consejería de Fomento de la Junta de Andalucía a la empresa constructora encargada del proyecto en este tramo.12

La Junta de Andalucía apostaba, hasta mediados de 2012, por continuar con el método constructivo de muros pantalla en el tramo Guadalmedina-La Malagueta, lo que obligaría a cortar al tráfico en uno de los ejes viarios principal de la ciudad (Alameda Principal - Plaza de la Marina) durante más de un año. Además, la ejecución de este tramo sería compleja por la probable localización de restos arqueológicos significativos en el subsuelo13 y la necesidad de que las perforaciones no afecten las raíces de los ficus centenarios de la Alameda Principal. La redacción del proyecto del tramo final bajo el Centro Histórico fue acordada por la Junta de Andalucía y el Ayuntamiento en verano de 2010, pero fue rechazada unilateralmente por la nueva consejera Elena Cortés Jiménez desde octubre de 2012, hecho que sembró la incertidumbre y una fuerte controversia en torno al futuro de la infraestructura.5 En el

tramo bajo la Alameda Principal se construirán pantallas con la profundidad suficiente para facilitar la futura excavación de un segundo nivel para otro túnel ferroviario (para el metro o para prolongar la red de Cercanías Málaga).

- Línea 1

La línea 1 del metro parte de la Estación de Atarazanas, en C/ Torregorda, recorriendo el centro histórico y el populoso distrito de Cruz de Humilladero. Atraviesa la Ronda Oeste y finaliza en el campus universitario, tras el cual se emplazan los Talleres y cocheras y dando servicio a la Ciudad de la Justicia y al Hospital Clínico Universitario.

El recorrido es subterráneo desde la Estación de Atarazanas hasta Teatinos y en superficie sobre una plataforma tranviaria desde la estación de Universidad hasta el final de la línea en la zona de ampliación del campus universitario.

- Línea 2

La Línea 2, soterrada en todo su recorrido, comparte con la Línea 1 el tramo Guadalmedina-El Perchel. El trazado transcurre en paralelo a la línea de costa por la Calle Héroe Sostoa y la Avenida de Velázquez dando servicio al denso distrito Carretera de Cádiz. Las obras del tramo entre la Estación Palacio de los Deportes y la Estación La Islacomenzaron en 2006,6 entrando en funcionamiento en julio de 2014 parcialmente desde la Estación Palacio de Los Deportes hasta la Estación Perchel, a la espera de que finalizasen las obras de dos tramos hasta la Estación Atarazanas.



Figura 1. Líneas de metro de Málaga

4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Se propone una línea de metro en Málaga que une la zona del paseo marítimo con el barrio de El Polvorín. Concretamente, el túnel se localizaría bajo las calles Brasil y Portugal, uniendo la línea de metro 2 que pasa bajo la avenida Juan Sebastián el Cano con el Polvorín teniendo como objetivo de descongestionar el tráfico de la ciudad y facilitar la movilidad de personas a través de ella. Esta zona no está conectada adecuadamente a nivel de transporte público por lo que se podría resolver gratamente mediante la resolución de una conexión de Metro.

La nueva línea 3 partiría de la zona de la Malagueta dando servicio al distrito Este de la ciudad, uniendo las dos estaciones de la línea 2 y del barrio del Polvorín cuya construcción queda a cargo de otra empresa.



Figura 2. Mapa de España



Figura 3. Mapa de Málaga

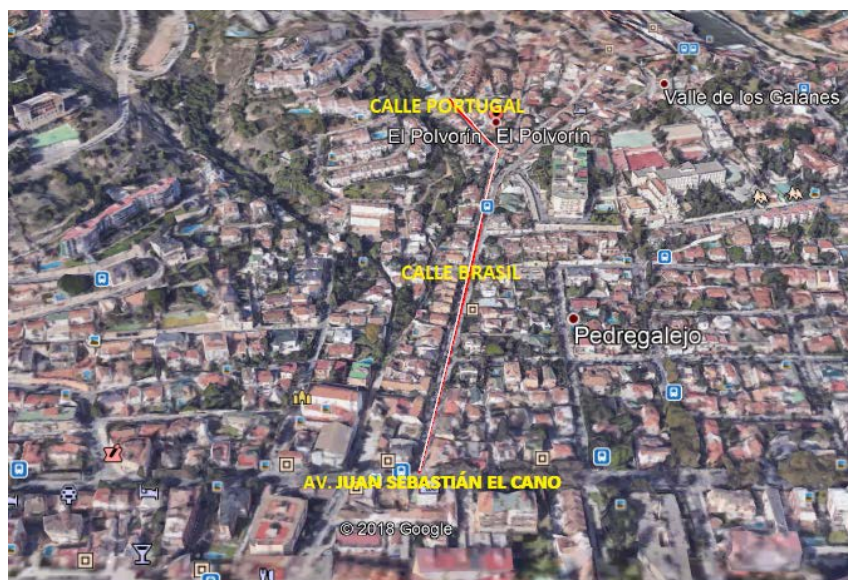


Figura 4. Mapa de la localización del túnel



Figura 5. Líneas de metro y localización del túnel

5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

En este proyecto presentaremos la construcción de un túnel como mejora del acceso del barrio del polvorín con el resto de Málaga y viceversa, dentro del término municipal de Málaga, al sur de la comunidad autónoma de Andalucía.

La etapa de construcción se comienza con la limpieza y desbroce las bocas de entrada y salida del túnel, seguidamente se ejecutará la estabilización de los taludes más cercanos con paraguas de micropilotes, hormigón proyectado, etc.

A continuación, se comienza la excavación del túnel con rozadoras y el conveniente sostenimiento. Se tiene pronosticado la realización de la excavación en dos fases: calota y destroza. Al hacerse en dos fases, primero se realizará el avance o calota, y una vez excavada toda la sección hasta la boca final y sostenida la bóveda, se realizará la destroza.

El sostenimiento se ejecutará a mediante bulones, hormigón proyectado, cerchas metálicas y todos aquellos elementos imprescindibles para la adecuada seguridad y funcionalidad del túnel.

Después de la excavación y la realización del sostenimiento del túnel, se efectuará la contrabóveda.

Seguidamente, se ejecuta la impermeabilización del túnel mediante la instalación de una doble lámina de geotextil y PVC.

Tras la impermeabilización del túnel se crea el revestimiento. Para ello se usa un carro de avance que se desliza sobre unos carriles colocados en la banqueta. Una vez colocado este carro de avance se realiza el hormigonado entre el encofrado y las láminas de impermeabilización de modo simétrico para compensar las cargas que el hormigón traslada al terreno y carro de avance. El hormigonado se debe realizar con hormigón de alta resistencia.

Para concluir, se efectúan las aceras, la superestructura y las instalaciones.



Figura 6. Impermeabilización de un túnel

6. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

6.1. Introducción

Según la naturaleza del terreno se puede atacar la excavación del túnel con una sección más o menos grande: La roca dura permitirá el ataque a sección completa; sin embargo, los terrenos sueltos (arenas, gravas) sólo permitirán avanzar mediante pequeñas secciones y provistos de blindaje.

En este caso de los túneles de transporte urbano, los terrenos suelen ser blandos, por su frecuente situación en ciudades con cauces de ríos (son pocas las grandes ciudades que no tengan ríos o estuarios que cruzar), y por tanto situadas en terrenos de depósitos aluviales.

En general son túneles tan poco profundos como sea posible, por la importancia de un rápido y fácil acceso desde la superficie; es por ello que en los tramos donde no se ocasionan excesivos problemas por el corte de calles ni en la corrección o el corte de servicios más superficiales (líneas eléctricas, de gas, de alcantarillado, etc.) se construyen por el método de corte y relleno que, como su nombre sugiere, consiste en excavar desde la superficie para posteriormente y a cielo abierto construir el túnel, y por último rellenar y reconstruir la superficie.

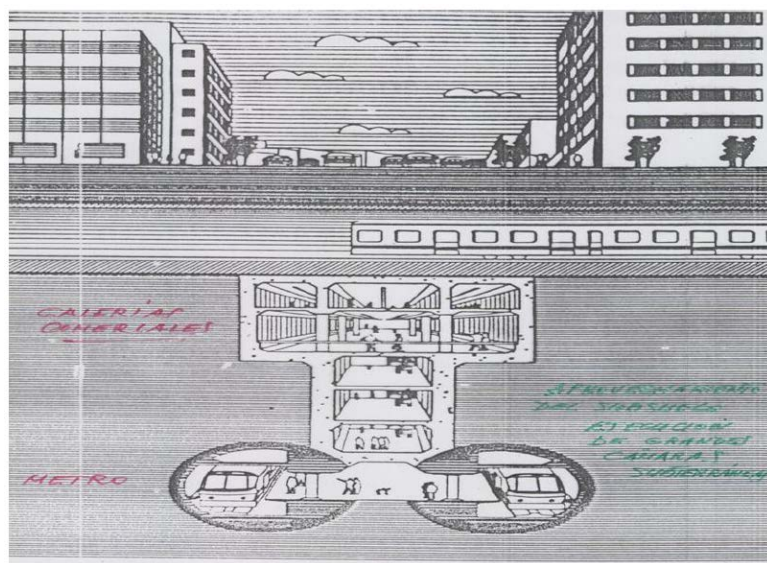


Figura 7. Túnel urbano de metro

Las pendientes pueden ser más pronunciadas que en los túneles de carretera o ferroviarias, ya que no tienen que transportar mercancías pesadas: son normales las pendientes del 3,5%.

A continuación se van a presentar los datos geométricos del túnel, que debe tener en cuenta ciertas consideraciones importantes.

Para el diseño del trazado en planta y alzado del túnel, se debe contemplar el resto de vías existentes ya que nos marcarán los datos iniciales para que tengan cierta homogeneidad entre un túnel y otro.

La topografía es otro elemento a estudiar para el trazado de un túnel. Es fundamental que la configuración topográfica no tenga errores significativos. Una mala definición del terreno se reflejará en los costos (mal cálculo del movimiento de tierras), o en que durante la obra se requieran cambios en la posición de los portales o en la geometría de los cortes o lo más grave, en un cambio en la longitud del túnel. Además, estos errores pueden llegar a afectar tiempos de ejecución, la construcción de estructuras anexas como puentes, viaductos y terraplenes, así como dañar edificios, caminos o instalaciones (gasoductos, líneas eléctricas, etc.).

Por otro lado hay que tener en cuenta factores medioambientales y socioeconómicos ya que se debe de construir el túnel minimizando estos impactos.

La visibilidad, también se debe tener en cuenta, ya que el cambio de las condiciones de luz dificulta la percepción de la vía, pudiendo causar que el conductor disminuya de forma abrupta la velocidad. Por tanto es de suma importancia una buena coordinación entre la orientación del túnel y la iluminación.

La posición de los accesos al túnel se deberán analizar y plantear con varias alternativas, tomando en cuenta el derecho de vía, estudiando las entradas y de salidas, las pendientes de los taludes en los cortes, adecuando la longitud del túnel por excavar, la de los emboquilles y la de túneles falsos, así como la altura de los cortes. De entre las posibles soluciones analizadas se deberán elegir aquellas que arrojen las condiciones constructivas y de estabilidad más favorables para la obra.

Otro factor condicionante a la hora de la selección de un trazado en planta y alzado de un túnel son las operaciones de mantenimiento, ya que de ellas depende la durabilidad de la obra.

El diseño geométrico de la sección tipo depende habitualmente de la práctica y experiencia de túneles anteriores, que ayudan a la orientación del diseño aunque luego se estudie de manera particular cada caso.

6.2. Trazado en planta y alzado

La localización en planta de un proyecto está destinada a enfocar el sitio de construcción o implantación de un túnel.

La localización en planta tiene por objeto fijar y controlar la posición de los trabajos superficiales y subterráneos requeridos para la ejecución de la construcción del túnel, esto con el fin de tener delimitación exacta del proyecto, para esto es necesario contar con:

Las necesidades funcionales y el trazado de la línea

- Topografía local
- Geotecnia y geología
- Entorno socioeconómico y ambiental.
- Afección de otras obras subterráneas que puedan existir.
- Afección de edificios colindantes.

Además hay que tener en cuenta que los emboquilles están condicionados por:

- La orografía y la geología.
- Si existe un trazado previo de carretera.

Las formas de la sección influirán en el estado tensional desarrollado alrededor del túnel, y se deberá evitar que aparezcan zonas traccionadas, que descomprimen el terreno y facilitan que se desprendan masas inestables de roca.

Esta sección se llevará a cabo en una longitud de excavación que asciende a 562 m, en los cuales existes un desnivel de 1 m, siendo la pendiente de 0,11%.

6.3. Sección transversal

Las secciones transversales son cortes realizados en puntos estratégicos a lo largo del túnel, con el objetivo de ver los detalles importantes. Además, las secciones transversales también tienen la finalidad de mostrar las dimensiones que debe tener el túnel, disposición de acero de refuerzo, tipo de material, etc.

Si el sistema de excavación ha sido el de cut and cover, la sección suele ser rectangular y actualmente con piezas prefabricadas de fácil y rápido montaje.

En túneles perforados se tienen a la sección circular con el mínimo diámetro, por lo que la exactitud en el replanteo de la alineación es muy importante debido al escaso espacio libre entre el equipo rodante y la estructura.

Los túneles en las estaciones son mucho mayores que os túneles de recorrido, y presentan, respecto a su anchura, una sección aún más rebajada.

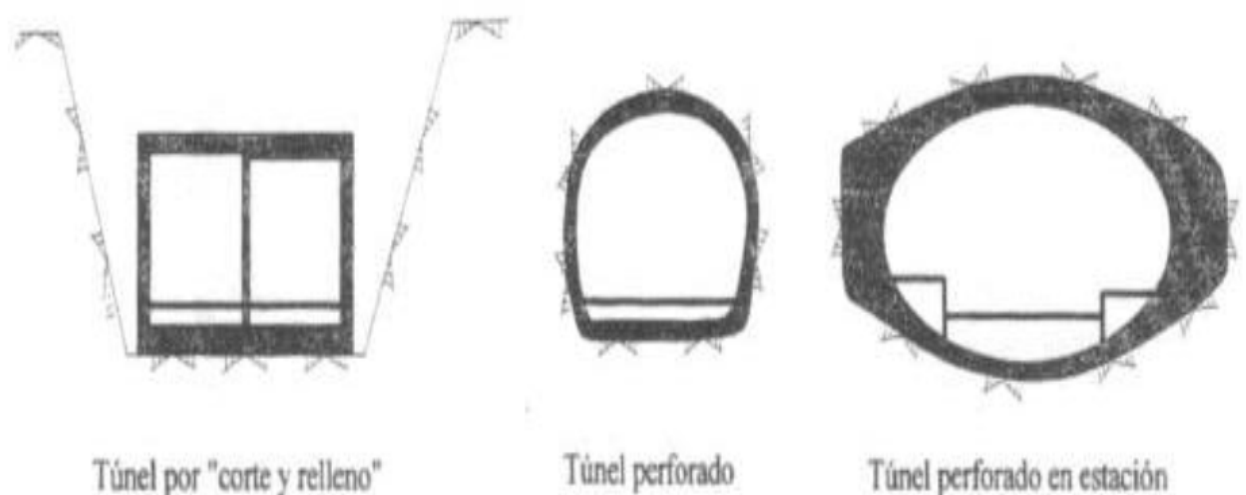


Figura 8. Tipos de secciones de transversales

En nuestro caso, dado que se trata de un túnel perforado, se ha seleccionado una sección tal que así teniendo en cuenta que la dimensión debe ser suficiente para el uso de los trenes de metro, ventilación y tubos de electrificación:

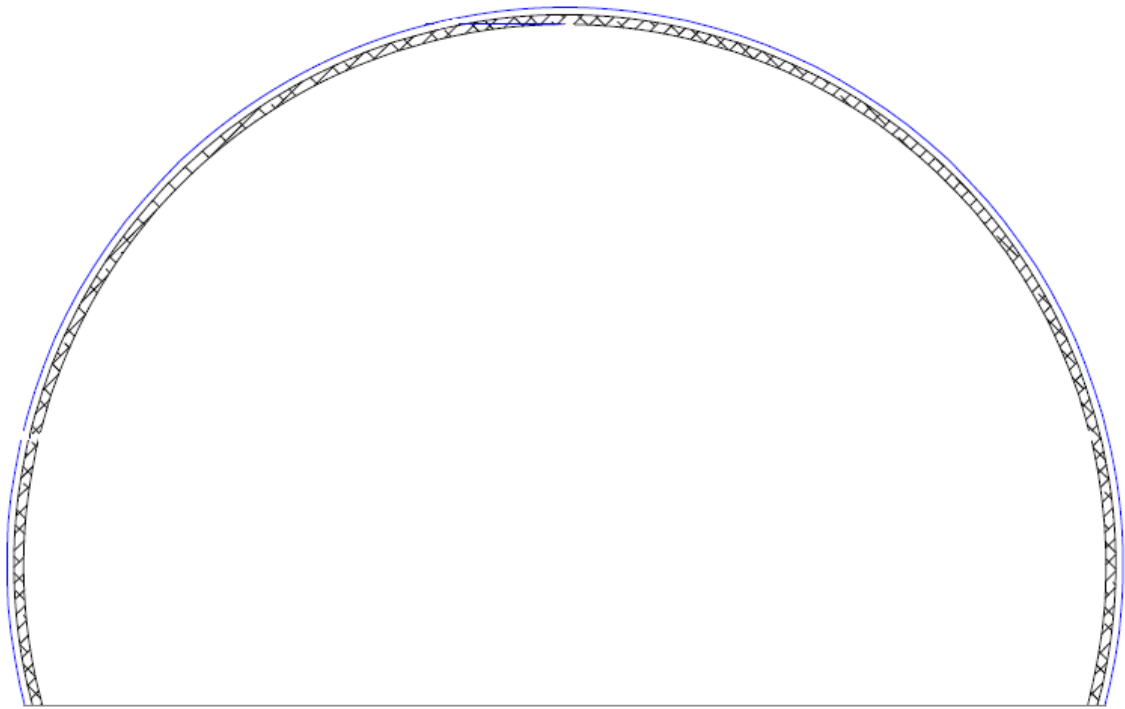


Figura 9 . Sección transversal

A continuación se exponen los diferentes parámetros de la sección del túnel:

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	10,56	m
Área interior	87,57	m ²
Perímetro exterior	49,76	m

Tabla 1. Parámetros de la sección

6.4. Bocas de entrada y salida

La ubicación de la boca de entrada se halla en la carretera N-340, también llamada Avenida Juan Sebastián elCano en su intersección con la calle Brasil, mientras que la de salida se ubica en la intersección con la calle Portugal en las cercanías de un descampado donde se ubicará el pozo de salida. Las coordenadas UTM de cada una de ellas son las siguientes:

Boca de entrada	
X	377601,64
Y	4064814,11

Tabla 2. Coordenadas de la boca de entrada

Boca de salida	
X	377557,08
Y	4065341,82

Tabla 3. Coordenadas de la boca de salida

7. GEOLOGÍA

A parte iguales, los materiales que afloran en la zona son metamórficos y sedimentarios; las rocas ígneas tienen muy escasa representación, y están reducidas a subvolcanitas y volcanitas básicas de geometría predominantemente laminar.

7.1. Rocas metamórficas

En líneas generales pueden agruparse en los siguientes tipos:

1. Mármoles y rocas carbonatas con grados diversos de cristalinidad. Su datación no es segura ni precisa en la mayor parte de los casos. La mayoría forma parte de la cobertera de las Unidades Alpujárrides, por lo que se le atribuye una edad triásica en sentido lato. Afloran extensamente en la franja sur y este de la zona, formando las sierras Tejeda, Almijara, Luján, etc.
2. Metapelitas y metarenitas con grados variables de recrystalización, desde sedimentos apenas metamorfizados (cobertera Maláguide) y filitas, hasta micaesquistos con fenoblastos, como los que dominan en la gran masa de Sierra Nevada. En el resto de los lugares la distribución es irregular, y forman la mayor parte de las colinas que hay al S.

El resto de la región y contiene en líneas generales:

1. Margas abigarradas con yesos, carniolas, limonitas, areniscas y ofitas, entremezcladas. Constituyen el Trías de facies germano-andaluzas que caracteriza las series sub-béticas. Afloran más extensamente al NW de la zona en una gran banda de dirección SW-NE.
2. Calizas, dolomías y calizas margosas jurásicas en sentido lato. Forman la mayor parte de los relieves carbonatados de esta zona.
3. Margocalizas, margas y calizas de edad Cretácea en sentido amplio. Forman un conjunto litológico de carácter complejo, con frecuentes cambios de facies, y que está representado ampliamente en todo el ángulo noroccidental de la zona.
4. Materiales neogeno-cuaternarios. Tienen su mayor representación en las depresiones internas. Los depósitos cuaternarios recientes están principalmente constituidos por terrazas fluviales, derrubios y travertinos, éstos últimos bastante desarrollados localmente.

7.2. Tectónica

Existen cuatro grandes conjuntos litoestructurales, son:

- *Zona Prebética.*
- *Zona sub-bética.*
- *Zona Bética s. str.*

más las Depresiones internas que constituyen el cuarto conjunto.

En el área comprendida en la zona están representadas todas a excepción de la zona Prebética que queda situada más al N.

Los materiales sub-béticos en esta parte han sido subdivididos por Vera (1969) en varias unidades que en general están en contacto cabalgante, de manera que las más meridionales se superponen a las más septentrionales.

Desde el punto de vista estructural, el hecho más notable es la existencia de un despegue a nivel del Trías, de la serie mesozoica y nummulítica, que independiza el comportamiento de la cobertera con respecto al del zócalo. Este último no llega a aflorar en ningún punto.

La cobertera está afectada por un plegamiento de dirección WSW- ENE, que en general responde a un modelo en relevo, con vergencias también generales al N. Simultánea y probablemente singenética a este plegamiento, existe una tectónica de fallas normales e inversas que en general responde bastante bien, con el sistema de esfuerzos causante de plegamiento. Se distinguen dos fases de deformación diferentes.

La primera, ocurrida en la etapa geosinclinal y que dió lugar a fracturaciones del zócalo y a efusiones volcánicas, estuvo en relación con esfuerzos gravitatorios que dieron lugar a subsidencias diferenciales. La segunda, dentro del ciclo Alpino, que es la responsable del plegamiento y deformación conexos, comenzó en el Cretáceo medio y tuvo su momento principal en el Oligoceno terminal o Mioceno inferior, después de lo cual hubo lugar a una fase de erosión importante. Más tarde, nuevos movimientos han tenido lugar, en relación con mecanismos epirogénicos que afectan en diversos grados a los materiales.

La zona bética está caracterizada por una tectónica de mantos a gran escala, y por el hecho de que, al contrario que en la zona más externa, en este caso el zócalo paleozoico no existe como tal, porque se ha visto integrado y afectado por la orogenia Alpina .

Las depresiones internas son sinclinales o fosas tectónicas de considerable extensión, individualizadas en su mayor parte en la etapa de pliegues de fondo de edad neógeno que afectó al conjunto de las cordilleras béticas.

7.3. Criterios de división geotécnica

Se han seguido en función de caracteres fácilmente perceptibles, y se han dividido en tres regiones y ocho áreas. La zona objeto de nuestro estudio queda englobada dentro de la denominada Región III (Depresiones Internas) y Región I (Dominio Subbético) y sus materiales pertenecientes al **Area III₁**.

Area III₁ : Este Area comprende materiales cuaternarios aluviales, y asimilados, cuya distribución en la zona está regida especialmente por factores morfológicos.

En general, se trata de depósitos de limos, conglomerados, arenas y arcillas, asociados frecuentemente con travertinos.

El propio carácter geológico de este Area implica una morfología llana sin más accidente que los taludes producidos por el propio encajamiento de los ríos u arroyos.

El drenaje es deficiente a causa de lo suave de la morfología, carácter al cual ha debido estar ligada sin duda la génesis de las formaciones travertínicas aludidas.

Los materiales se han considerado en general como permeables, aunque esta propiedad puede quedar disminuida allí donde sea mayor la concentración de las fracciones finas (limos y arcillas). En general, existe agua a poca profundidad de este Area, ligada a la existencia de acuíferos en zonas de elevada porosidad intergranular.

El comportamiento mecánico de los materiales aquí comprendidos, es muy variable a tenor de los componentes litológicos que estén representados en cada caso. Se ha considerado que la capacidad de carga debe oscilar entre media y baja, y los asentamientos pueden mostrar bastante variabilidad (en general, de tipo medio, mucho más elevada donde dominan las arcillas). Un importante problema a estudiar en su caso es la posibilidad de aparición de asentamientos diferenciales allí donde la cimentación se base sobre materiales diferentes.

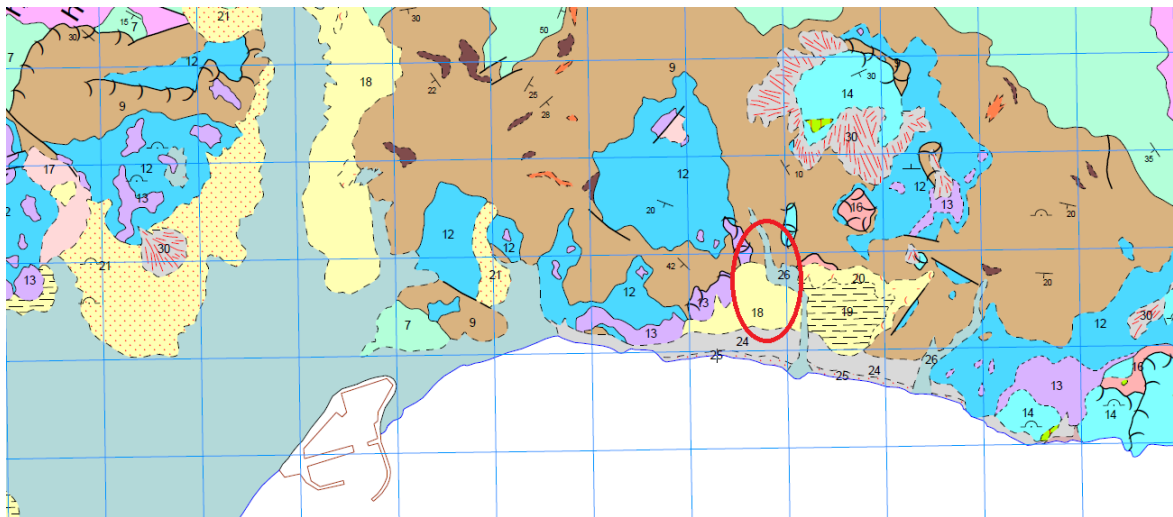
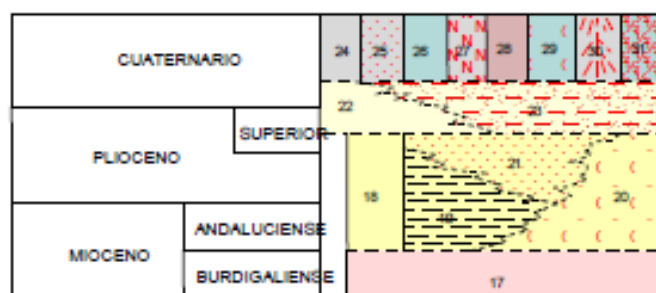


Figura 10. Carta magna de la región

SEDIMENTOS POST-MANTOS



- 31 Tobas
- 30 Conos
- 29 Coluviones
- 28 Arenisca y conglomerados
- 27 Dunas
- 26 Aluvial
- 25 Playas
- 24 Indiferenciado
- 23 Pledemontes con costras calcáreas
- 22 Pledemontes sin costras calcáreas
- 21 Arenas
- 20 Conglomerados
- 19 Arcillas y/o Margas
- 18 Indiferenciado: Arenas y arcillas
- 17 Areniscas y conglomerados
- 16 Calizas y margas
- 15 Calizas rojas
- 14 Calizas blancas
- 13 Dolomías
- 12 Areniscas, conglomerados, yesos y arcillas
- 11 Conglomerado poligénico
- 10 Lilitas
- 9 Grauwacas y filitas
- 8 Calizas, filitas y grauwacas
- 7 Calizas
- 6 Conglomerados silíceos
- 5 Filitas y metaareniscas
- 4 Micasquistos con granate, andalucita y estauroilita
- 3 Esquistos y cuarcitas
- 2 Mármol azul tableado
- 1 Diques de cuarzo

MALAGUIDE

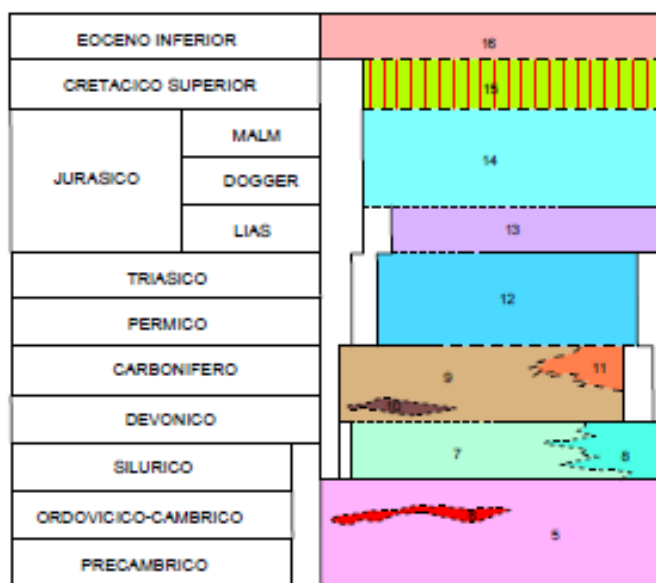


Figura 11. Leyenda de la geología

8. VEGETACIÓN

En el emplazamiento donde se va a realizar la ejecución del proyecto no existen todas estas especies ya que se trata de una zona urbana, aunque cuenta con parques y zonas verdes en zonas cercanas

El origen de la mayor parte de la vegetación arbórea que cubre el municipio se sitúa en las repoblaciones forestales realizadas a partir de los años 30 del pasado siglo en los Montes de Málaga, con objeto de preservar a la ciudad de las grandes inundaciones que padecía a causa del río Guadalmedina. Las especies utilizadas en dichas repoblaciones fueron el pino piñonero, el pino resinero y sobre todo el pino carrasco, especie que se adapta perfectamente a los suelos pobres y muy erosionados.

A partir de estas repoblaciones, la vegetación autóctona mediterránea empieza a desarrollarse y en la actualidad se pueden apreciar:

- Encinas
- Alcornoques
- Quejigos
- Castaños
- Nogales
- Chopos
- Fresnos
- Madroños
- Mirtos
- Algarrobos
- Jara
- Brezo
- Labiadas
- Palmito
- Retama
- Tomillo
- Romero
- Esparraguera
- Matorral mediterráneo
- Erguen
- Aulaga morisca
- Aladierno
- Retama de escoba
- Coscoja
- Torvisco
- Enebro
- Brezo blanco

La desembocadura del Guadalhorce, pequeño paraje de marismas al sur de la ciudad, donde el río se bifurca en dos brazos formando un delta fluvial, contiene plantas acuáticas como:

- Vegetación perilagunar de carrizos
- Castañuelas
- Almajos
- Álamos
- Eucaliptos
- Sauces
- Tarajes
- Palmeras

9. FAUNA

En el emplazamiento donde se va a realizar la ejecución del proyecto no existen todas estas especies ya que se trata de una zona urbana.

Los Montes de Málaga sustentan un gran número de especies animales. Se han contabilizado más de 151 especies de vertebrados y un número mayor aún de invertebrados. Entre los anfibios se cuentan la rana común, el sapo común y el sapo corredor. Los reptiles están representados por 19 especies entre las que destacan el camaleón, especie en grave peligro de extinción, la salamandresa, el lagarto ocelado, la lagartija y las culebras. Las aves representan el mayor grupo de vertebrados con casi 100 especies entre las que se pueden destacar las rapaces como el azor, el gavián, el ratonero común, el águila perdicera, el águila calzada, el águila culebrera, y los a veces carroñeros, milano real, milano negro, el mochuelo, la lechuza común, el autillo y el cárabo.

Los mamíferos suman más de 30 especies que incluyen carnívoros como el zorro, el tejón, la jineta, el meloncillo, la comadreja y el turón; insectívoros como el erizo moruno, el topo ciego, la musaraña, la musaraña etrusca, que es el mamífero más pequeño del mundo, y el murciélago; roedores como la rata campestre, la rata gris, el ratón común, el ratón campestre, la rata de agua, la rata topera, el lirón careto, el topillo común, la ardilla, el conejo y la liebre mediterránea; así como el jabalí, uno de los mayores mamíferos que habitan los montes del municipio.

Además, la bahía de Málaga es una zona de reproducción de multitud de especies submarinas. En sus fondos de arena, fango y rocas se desarrollan bancos de moluscos como almejas, coquinas, peregrinas y corrucos. No obstante, los caladeros malagueños están en grave declive, debido a la presión pesquera y la pesca furtiva de inmaduros, siendo las especies más castigadas el boquerón, la merluza, la cañaílla, la sardina, el salmonete, la navaja, la vieira y la coquina.

10. CLIMATOLOGÍA

El clima de Málaga es un clima mediterráneo típico, el cual corresponde, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, al clima mediterráneo Csa. La temperatura media anual es de 18,5 °C, siendo su máxima media de 25,4 °C en agosto y la mínima media de 11,9 °C en enero. La suavidad domina el clima invernal, siendo prácticamente inexistentes las heladas, aunque estas se han dado hasta los años sesenta y setenta del pasado siglo XX. Los veranos son calurosos, normalmente húmedos excepto cuando sopla el terral, viento seco del interior que dispara las temperaturas. En estas situaciones Málaga ha alcanzado los 44 °C (1978 y 1994).

Las precipitaciones se concentran en cortos periodos del año. La humedad media es de 66 %, con 43 días de lluvia al año, concentrados en los meses más fríos. De hecho entre los meses de noviembre y enero cae el 50 % de la precipitación media anual, que es de 524 mm. La irregularidad de las lluvias se manifiesta en episodios torrenciales de gran virulencia, siendo el récord de Málaga los 313 mm registrados en el observatorio del aeropuerto el 27 de septiembre de 1957, y la inundación del 14 de noviembre de 1989. Al año hay 2815 h de sol. En 2007, Málaga fue la segunda ciudad más soleada de España, con 3059 horas de sol, según se desprende de los datos de los que dispone el Instituto Nacional de Estadística, recogidos en su anuario estadístico. En 2009, el mes de julio fue el más cálido desde el año 1942; según los datos de la Agencia Estatal de Meteorología, en Málaga la temperatura media máxima fue de 32 grados, con tres días seguidos con temperaturas de 39 grados.

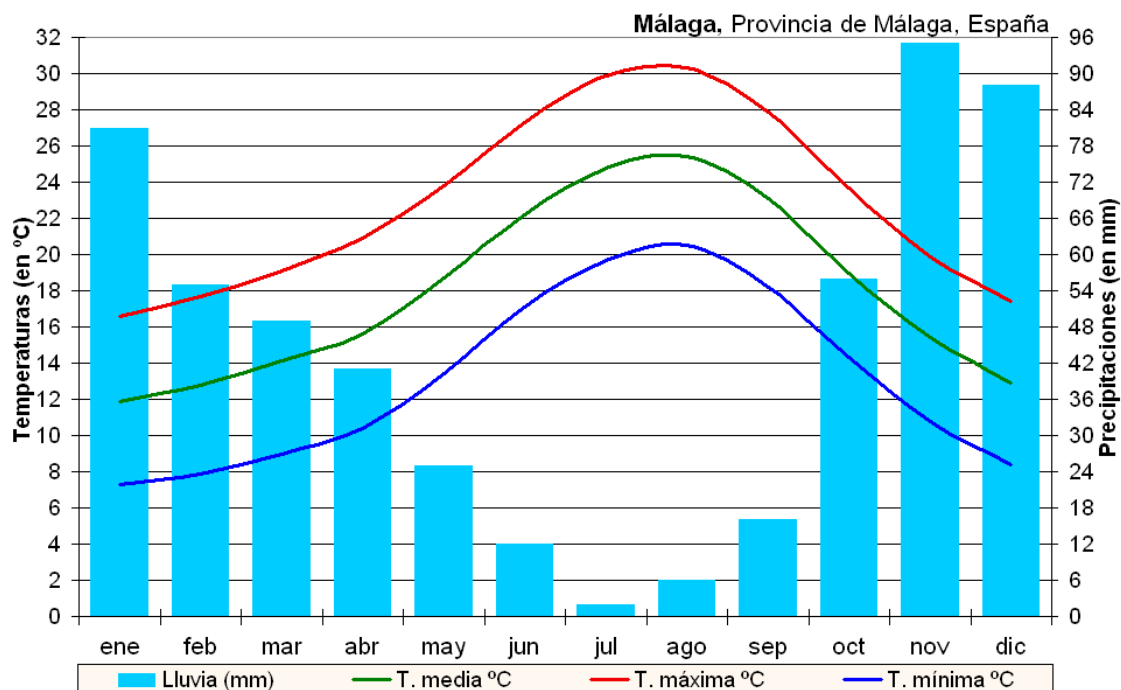


Figura 12. Gráfico temperatura y precipitaciones mensuales de Málaga

11. MARCO HIDROGEOLÓGICO

La totalidad del municipio se encuadra dentro de la Cuenca Mediterránea Andaluza. Los cursos de agua son cortos y salvan grandes pendientes, por lo que a menudo provocan torrentes. Los dos mayores son el Guadalhorce y el Guadalmedina, que recogen la mayor parte del agua del municipio. La irregularidad del régimen de lluvias tiene como resultado que los cursos de agua sean intermitentes, estando a menudo secos en verano.

Se distinguen de oeste a este del litoral, cuatro acuíferos principales independizados hidráulicamente unos de otros, denominados: Marbella-Estepona, Fuengirola, Bajo Guadalhorce y Vélez-Málaga. Topográficamente, este conjunto se caracteriza por presentar superficies de suave relieve, con cotas inferiores a los 100 m de altitud. No obstante, existen acuíferos de menor importancia.

- *Acuífero Marbella-Estepona*
Este complejo se localiza al suroeste de la provincia, constituyendo una estrecha franja de 80 km² de superficie permeable (DGOH-ITGE, 1998), que se extiende desde la población de Estepona, al oeste, hasta la desembocadura del río Real, al este. El número de cauces que atraviesa su superficie hasta desembocar en el mar es elevado, siendo los más destacables los ríos Padrón, Castor, Velerín, Guadalmanza, Guadalmina, Guadaliza, Verde y Real; todos ellos correspondientes a la vertiente suroccidental.
- *Acuíferos costeros de Fuengirola*
Los diferentes niveles permeables costeros de Fuengirola se sitúan al sur de la provincia, ocupando una superficie de 17 km² (DFOH-ITGE, 1988), englobando tanto a la población de Fuengirola como al río del mismo nombre y algunos arroyos de menor importancia.
- *Acuífero Bajo Guadalhorce*
Es el acuífero fundamental de la Cuenca de Antequera, limitado en su base y en sus bordes por los materiales del Trías y del Jurásico superior. Puede alcanzar un espesor máximo de 70 m y su superficie es de unos 175 km². Las trasmisividades son del orden de 15-30 m²/h, y los rendimientos de las captaciones varían, entre 20 y 80 l/s.
- *Acuíferos costeros de Vélez-Málaga*
Localizados a unos 35 km al este de la ciudad de Málaga e incluidos en las cuencas hidrográficas de los ríos Vélez y Benamargosa. Su superficie permeable es de 20 km² (DGOH-ITGE, 1988), siendo el principal núcleo de población Vélez-Málaga.

Los principales problemas están ligados a la falta de una adecuada planificación de las extracciones y al efecto no controlado de las actividades

antrópicas. El primero de ellos da lugar al descenso de los niveles piezométricos, llegando a alcanzar, durante el estiaje, cotas por debajo del nivel del mar, provocando fenómenos de intrusión del agua de mar en estos acuíferos.

Por otro lado, hay que destacar los elevados contenidos, en algunos niveles acuíferos, de compuestos nitrogenados altamente contaminantes, relacionados con una incorrecta utilización de fertilizantes, de forma que dichas aguas presentan una calidad química deficiente para su consumo humano e incluso para su uso agrícola en ciertos casos.

Una alternativa para evitar el avance de la intrusión marina en los acuíferos costeros de Marbella-Estepona y Fuengirola, consistiría en las utilización conjunta de las aguas subterráneas con los excedentes superficiales que periódicamente puedan existir, además de la reutilización de las aguas residuales asignadas a la Mancomunidad de la Costa Suroccidental; de forma que dichas aguas puedan aplicarse, bien mediante riego directo, bien mediante recarga artificial de los sobrantes en puntas estivales. Lógicamente un sistema de estas características, requiere la realización de estudios previos a su ejecución, en los que, mediante modelización, pueda preverse el comportamiento de los acuíferos como respuesta a la recarga inducida.

Respecto a los acuíferos de Vélez-Málaga, ya se está realizando una gestión racional de sus recursos mediante el aporte de aguas superficiales procedentes del embalse de la Viñuela. Este hecho, sumado al abandono de pozos de abastecimiento que se venían explotando históricamente y a la construcción de una serie de diques transversales existentes en el cauce del río Vélez, han favorecido la recarga de los aluviales. Con estas medidas, se ha contrarrestado, en cierta manera, los efectos de la explotación, produciéndose el ascenso de los niveles piezométricos. No obstante, tanto el embalse de la Viñuela como los ríos Vélez y Benamargosa presenta excedentes de agua no regulada que podrían aprovecharse mediante recarga artificial a este conjunto de acuíferos, mejorando la calidad del agua subterránea.

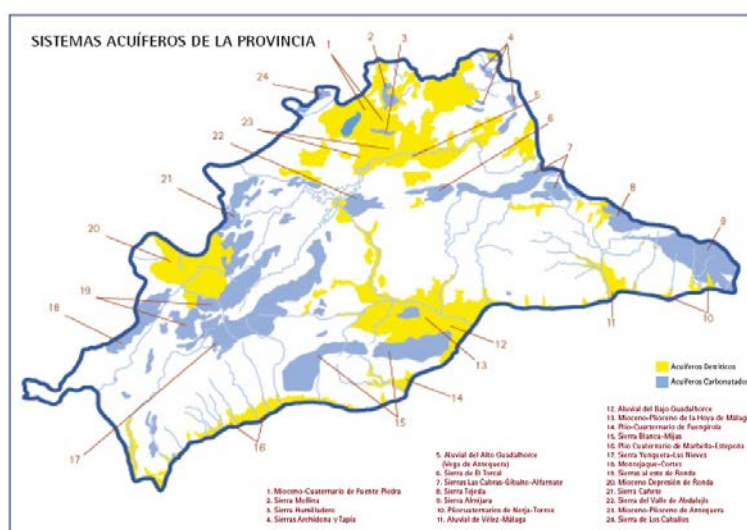


Figura 13. Sistemas acuíferos de la provincia de Málaga

12. SISMICIDAD

12.1 Actividad sísmica

La actividad sísmica es un reflejo de la inestabilidad y singularidad geológica de una zona de la corteza terrestre. Esta inestabilidad y singularidad va unida a otros fenómenos geológicos como formación de cordilleras recientes, emisiones volcánicas, manifestaciones termales y presencia de energía geotérmica. Esta asociación entre sismicidad, tectónica y geotermia es lo que ha recomendado la realización de este informe sobre sismicidad en Andalucía.

La sismicidad superficial es importante en toda la región, sin embargo al profundizar o limitar los eventos a Intensidades más altas se va limitando a la zona Interna de las Béticas y a la zona marina. Se señalan como zonas de mayor peligro sísmico las costas de Málaga, Granada y Almería occidental. Andalucía ha presentado y presenta sismicidad por encima de una magnitud de 3,5, pero apenas presenta sismos de magnitud superior a 5; los lugares de mayor actividad son precisamente las costas de Adra (Almería) y la cuenca de Granada. En lo que respecta a Andalucía, podemos considerar la siguiente zonificación en cuanto a la actividad sísmica

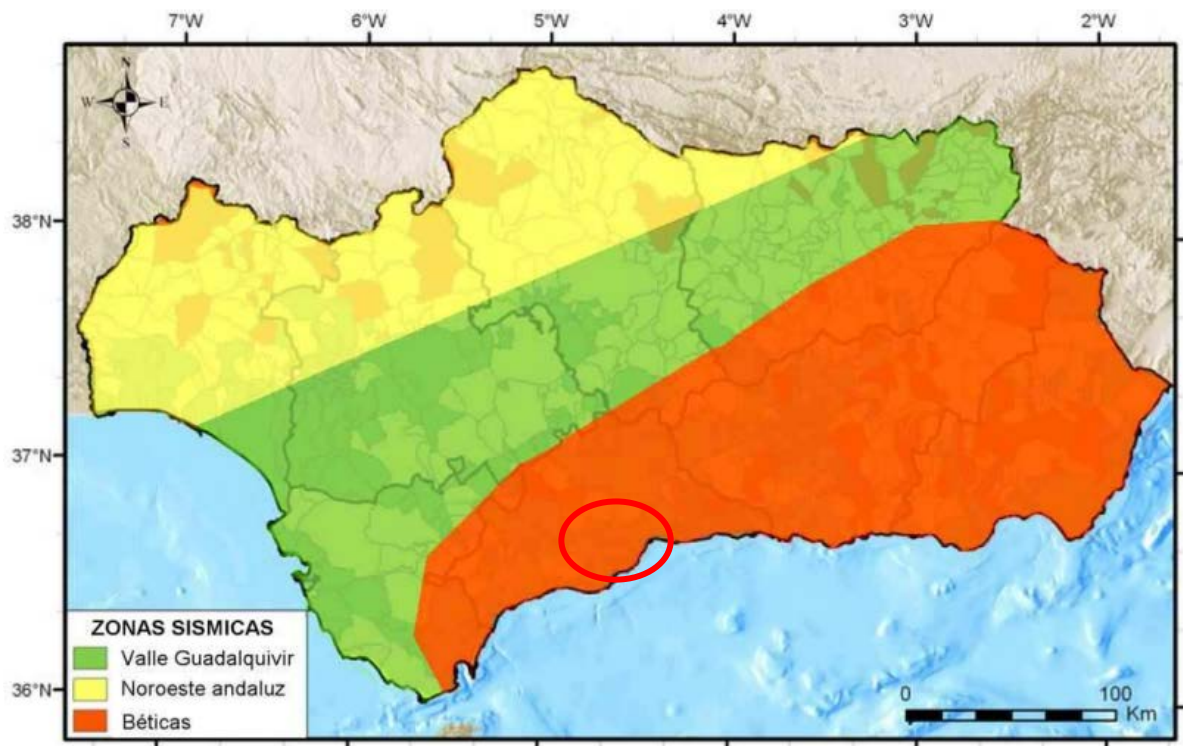


Figura 14. Plano de zonas sísmicas en Andalucía

1. Zona Bética Interna: el sistema bético constituye, a cualquier profundidad, el área de mayor sismicidad. Algunos de los terremotos históricos importantes ocurridos en la península, se han localizado en esta área, como los de Vera (1518), Almería (1522), y Arenas del Rey (1884), todos ellos con intensidades superiores a IX.

2. Depresión del Guadalquivir: corresponde a un área de sismicidad moderada, aunque históricamente se han producido algunos terremotos (como el de Carmona en Sevilla de 1504, uno de los mayores terremotos de todos los ocurridos en la península, con abundante documentación escrita relacionada), en el registro instrumental apenas si se localizan epicentros.
3. Noroeste andaluz: la sismicidad de esta área está distribuida en forma desigual se han registrado varios terremotos de importancia en la zona portuguesa del Algarve: Tavira (1722), Setúbal (1858), pero los epicentros se localizan sobre todo en la plataforma marina del Golfo de Cádiz. La zona occidental andaluza se inscribe en el Macizo Ibérico que se considera asísmico, pero se han registrado terremotos de media Intensidad al noroeste de Córdoba y en las desembocaduras de los ríos Guadiana, Piedras y Tinto.

12.3 Normativa

La normativa utilizada a la hora de tener en cuenta o no los posibles efectos sísmicos sobre las obras proyectadas, ha sido la “Norma de Construcción Sismorresistente”. NCSE-02. REAL DECRETO 997/2002 de 27 de Septiembre. NCSE-02 o Norma de construcción sismorresistente, es una norma española, publicada en BOE 11 de octubre de 2002.

Típicamente la norma NCSE-02 propone un método de cálculo, que al igual que su predecesora, la NCSE-94 utiliza los métodos tradicionales de proyecto sismorresistente basados en la resistencia.

La NCSE-02 está centrada en la seguridad de la estructura, pero no en cuantificar los daños, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último.

Sus capítulos se ordenan:

- Generalidades.
- Peligrosidad sísmica y acción sísmica en cada punto del territorio.
- Métodos de cálculo para obtención de acciones y desplazamientos.
- Reglas de proyecto y prescripciones de estructuras.

12.2 Aceleración sísmica de cálculo

Dado que la localización del túnel se encuentra en Málaga, una zona de presencia sísmica según la Norma NCSE-02, debemos tener en cuenta la aceleración sísmica, que en este caso es de $0,11 \text{ m/s}^2$

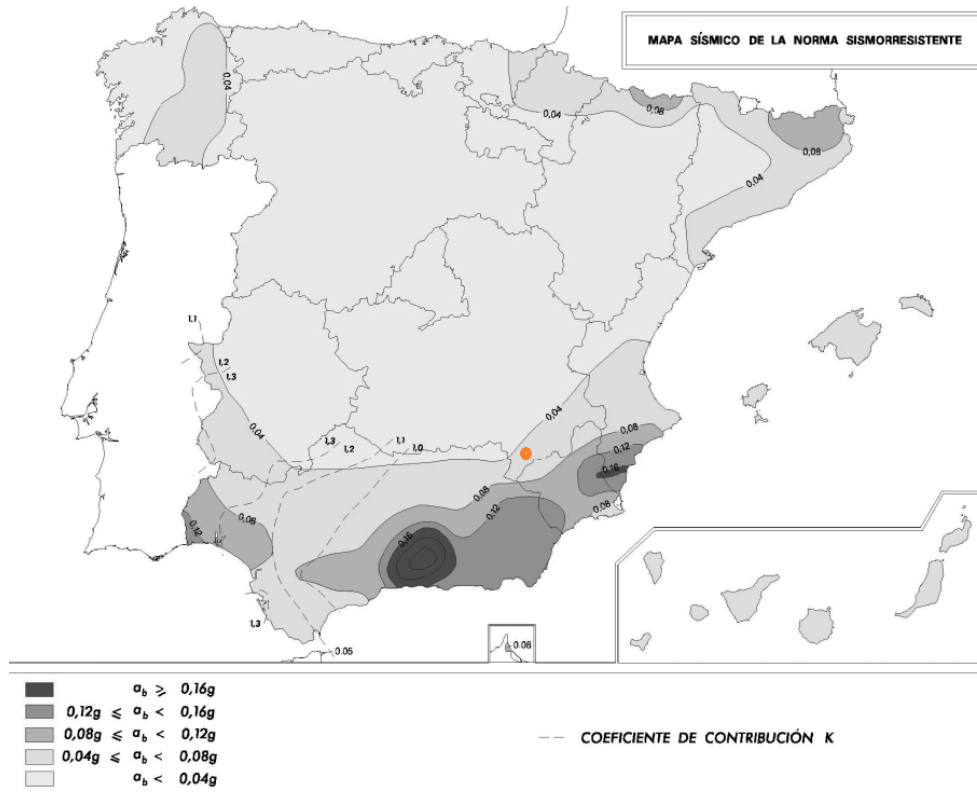


Figura 15. Criterio de Sismicidad y situación de la zona de estudio

Júzcar	0,07	(1,0)
Macharaviaya	0,15	(1,0)
Málaga	0,11	(1,0)
Manilva	0,06	(1,1)
Marbella	0,07	(1,0)

Figura 16. Tabla de aceleración sísmica

La aceleración sísmica de cálculo, a_c se define como el producto: $a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$ donde:

- a_b : Aceleración sísmica básica, dada en tablas. En nuestro caso, $a_b=0,11g$ (Málaga)
- ρ : Coeficiente adimensional de riesgo. Toma los siguientes valores:
 - o $\rho = 1,0$ para construcciones de importancia normal
 - o $\rho = 1,3$ para construcciones de importancia especial
- S : Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) (1 - C1,25)$$

$$\text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b \quad S = 1,0$$

Siendo:

- C: Coeficiente de terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación. En caso de que el terreno sea de un solo tipo en los 30 primeros metros bajo la superficie, su valor viene tabulado según la Norma NSCE - 02 (R.D. 997/2002 de 27 de Septiembre), mientras que si aparecen distintos tipos se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes, mediante la expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

Los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750 \text{ m/s}$. Coeficiente $C= 1,0$
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400 \text{ m/s}$. Coeficiente $C= 1,3$
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200 \text{ m/s}$. Coeficiente $C= 1,6$
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq 200 \text{ m/s}$. Coeficiente $C= 2,0$

En nuestro caso, en función de la columna estratigráfica obtenida en los trabajos de campo, podemos clasificar el terreno como:

<i>Terreno Tipo</i>	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Potencia</i>
<i>IV</i>	0.00 m	1.80 m	1.80 m
<i>III</i>	--	--	--
<i>II</i>	1.80 m	30.00 m	28.20 m
<i>I</i>	--	--	--

Tabla 4 Clasificación del terreno

Por lo tanto, en nuestro caso, a partir de 2.00 m de profundidad bajo la rasante del acerado, el coeficiente C será **C=1.30**.

13. GEOTECNIA

Este estudio geotécnico ha sido facilitado por una empresa constructora que ha realizado un proyecto muy próximo al emplazamiento que nos ocupa, ya que se carecen de los medios y recursos para hacer cada uno de los ensayos necesarios. Asimismo, la interpretación de los datos corren a cargo de la ingeniera encargada de este nuestro proyecto.

13.1. Antecedentes y objeto

El presente trabajo ha sido llevado a cabo con el fin de estudiar el subsuelo de una zona donde se va a proyectar el túnel correspondiente a la ampliación de una de las líneas de metro de Málaga

Este estudio está encaminado a obtener la siguiente información:

1. Condiciones de los diferentes niveles que constituyen el subsuelo de la zona donde se prevé la cimentación de las estructuras proyectadas.
2. Determinación de las características geotécnicas de los diferentes niveles; identificación, propiedades de estado y parámetros resistentes.
3. Determinación del nivel freático.
4. Como consecuencia de los estudios definidos en los apartados anteriores, fijar criterios acerca de las condiciones de cimentación y precauciones a tomar frente a posibles fenómenos de inestabilidad.

CORDENADAS UTM (UTRS 89)	
X	Y
377601,64 m	4064814,11 m

Tabla 5. Coordenadas aproximadas UTM

13.1.1. Campaña de reconocimiento geotécnico del terreno

La campaña de reconocimiento geotécnico del terreno se ha llevado a cabo mediante la inspección visual de las características geológicas del solar y del entorno, la realización de 2 ensayos de penetración dinámica, hasta 10.00 m de profundidad o rechazo si se produce antes, y 1 sondeo a rotación con extracción continua de la muestra a 8.00 m de profundidad, toma de 1 muestra inalterada, y 1 ensayo SPT.

Sobre la muestra de terreno obtenida en el sondeo mecánico se han realizado una serie de ensayos de laboratorio. La campaña total realizada y número de ensayos realizados ha sido:

NORMA	ENSAYO	Nº DE ENSAYOS
UNE-EN -ISO 2476-2	Penetración dinámica DPSH	2
ASTM D1587:00 ASTM D 2113:99 XP: 94.202	Sondeo mecánico con extracción continua de muestras	1
UNE1038200:92	S.P.T.	1
UNE 1033101:95	Granulometría por tamizado	1
UNE 103103:94 UNE 103104:93	Límites de Atterberg	1
UNE 103300:93	Humedad natural	1
UNE 103301:94	Densidad seca y aparente	1
UNE 103400:93	Compresión simple	1
UNE 83963:2008 ERRATUN 2011	Sulfatos solubles	1
UNE 83962:2008	Acidez Baumann-Gully	1
ASTM-D 2487/00	Clasificación de suelos	1
UNE 103600:1996	Hinchamiento aparato Lambe	1
UNE 103601:2.96	Corte Directo (CD)	1

Tabla 6. Ensayos realizados

13.2. Cota de inicio de los trabajos de campo

Las cotas de inicio de los trabajos de campo que se indican a continuación han sido referenciadas al punto A que se localiza en la boca del túnel situado en la intersección de la calle Brasil y la Av. Juan Sebastián Elcano.

Debemos en este punto aclarar que, en adelante, cuando se hable en este informe de

“cota” se referirá bien a la cota topográfica o bien respecto a un punto de referencia, que se grafía en el croquis que se adjunta. Por el contrario, cuando se

hable de “profundidad”, se referirá siempre a la distancia bajo la rasante actual del terreno, es decir, bajo la boca de los trabajos de campo (sondeos, penetraciones dinámicas o catas).

Las cotas aproximadas de boca, profundidades alcanzadas y la presencia o de agua en cada uno de los puntos se muestran en la siguiente tabla:

PUNTO	COTA DE BOCA	PROFUNDIDAD ALCANZADA	PROFUNDIDAD A LA QUE SE DETECTA AGUA
DPSH-1	+1,50 m	3,00 m (rechazo)	No se detecta
DPSH-2	+0,70 m	8,00 m (rechazo)	No se detecta
SONDEO-1	+0,70 m	12,00 m	No se detecta

Tabla 7. Cota de inicio de los trabajos de campo

13.3. Descripción de los trabajos de campo

13.3.1. Ensayos de penetración dinámica DPSH

El ensayo de Penetración Dinámica Continua DPSH se realiza bajo la norma UNE –ENISO 22476-2 y consiste en la hinca de una puntaza de sección cilíndrica de diámetro $50,5 \pm 0,5$ mm acoplada a un varillaje de 33 ± 2 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de $63,5 \pm 0,5$ Kg que cae desde una altura de $76 \text{ cm} \pm 1,00$ cm impactando sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje.

La resistencia a la penetración se define como el nº de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm designándose a este valor como NDPSH, representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpes obtenidos en función de la profundidad.

El ensayo se da por terminado cuando se alcanza la condición de rechazo, fijado en un valor de NDPSH=100 golpes. También se puede dar por finalizado el ensayo si el par al girar el tren de varillas alcanza un valor determinado de 200 N/m en DPSH.

El registro continuo del terreno tiene la ventaja de detectar con claridad capas blandas o duras y de correlacionar los diferentes niveles en base a similitudes del golpeo. La interpretación de los ensayos de penetración dinámica debe considerarse de manera cualitativa y no cuantitativa.

En el anejo de gráficos del presente informe se muestran los golpes obtenidos en cada una de las penetraciones dinámicas realizadas.

Con estos datos y mediante la fórmula de los holandeses estamos en disposición de poder calcular la resistencia de un suelo con un coeficiente de seguridad igual a la unidad. Y a partir de este dato, la carga admisible del suelo σ_{adm} .

Fórmula de los Holandeses

$$Rd = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e (M + n \cdot P)}$$

Siendo:

- R_d : resistencia dinámica (kg/cm^2)
- M: masa de la maza (kg)
- H: altura de la caída de la maza (cm)
- A: sección de la punta (cm^2)
- e: penetración del golpeo (cm)
- n: número de barras puestas
- P: masa de una barra (kg)

Para el cálculo de la tensión admisible de hundimiento seguiremos las indicaciones de Sanglerat: $Q_{adm} = R_p/30$, siendo $R_p = 0,5 R_d$.

Por lo tanto $Q_{adm} = R_d/60$. Estos coeficientes de seguridad varían, según los autores, entre 30 y 70. Para el caso de la obra que nos ocupa, hemos adoptado el valor de 60.

En las siguientes tablas se adjuntan, tanto el golpeo como la tensión admisible del terreno por hundimiento.

<u>DPSH N° 1. Cota +1.50 m</u>		
<i>PROFUNDIDAD (m)</i>	<i>Golpeo N20</i>	<i>Qadm (Kp/cm²)</i>
0,20	6	1,18
0,40	9	1,74
0,60	8	1,52
0,80	100	18,67

Tabla 8. Resultados del ensayo 1 DPSH

DPSH N° 2. Cota +0.70 m		
PROFUNDIDAD (m)	Golpeo N20	Qadm (Kp/cm²)
0,20	7	1,38
0,40	9	1,74
0,60	8	1,52
0,80	8	1,49
1,00	14	2,57
1,20	8	1,44
1,40	5	0,89
1,60	4	0,70
1,80	4	0,69
2,00	74	12,48
2,20	100	16,60

Tabla 9. Resultados del ensayo 2 DPSH

13.3.2. Sondeo mecánico

Se han realizado 1 sondeo de 8.00 m de profundidad, cuya situación y perfil se recogen en los apartados “croquis” y “perfil estratigráfico”. El perfil detallado incluye además otros datos de la perforación, tales como los ensayos SPT, la extracción de muestras inalteradas, posición de nivel freático detectado y resumen de los resultados de ensayos de laboratorio realizados.

El sondeo mecánico a rotación es la técnica fundamental en todo reconocimiento geotécnico. Es una perforación de pequeño diámetro, generalmente entre 65 y 140 mm que permite reconocer la naturaleza y la localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración y extracción de muestras inalteradas, en los casos en que es posible.

Las perforaciones se realizan con una sonda de avance hidráulico montada sobre camión o con motricidad autónoma (según las necesidades y características del estudio) dotada de castillete o torre de sondeo y bomba de lodos.

El testigo del terreno perforado se aloja en un tubo testigo hueco, en cuyo extremo inferior va enroscada una corona de vidia o diamante que va realizando la perforación. Al extremo superior del tubo va enroscado el varillaje, 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba.

Durante la ejecución del sondeo, y si el terreno es inestable, hay que proceder a la entubación del sondeo con la tubería de revestimiento o bien se utilizan lodos bentoníticos que mantienen las paredes sin desmoronamientos. Se muestra a continuación un breve resumen de los diferentes estratos detectados en los sondeos.

En los anejos de este informe se incluyen los perfiles estratigráficos completos con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre cada una de las muestras.

<u>SONDEO N° 1. Cota +0.70 m.</u>	
<i>PROFUNDIDAD (m)</i>	<i>Estrato</i>
0.00 m -2.00 m	Material antrópico (rellenos)
2.00 m -4.50 m	Arcillas de baja plasticidad con fracción arenosa, de color beige claro.
4.50 m -5.35 m	Travertino (roca)
5.35 m -7.50 m	Marga arcillosas
7.50 m -10.80 m	Travertino (roca)
10.80 m -12.00 m	Arenas limosas con niveles arcillosos de color beige claro.

Tabla 10. Resultados del sondeo mecánico

13.4. Características geológicas y geotécnicas del terreno

Partiendo de los datos recopilados en los distintos materiales atravesados derivados de los ensayos “in situ” y de laboratorio, podemos elaborar los siguientes perfiles geomecánicos:

- **Nivel 1: Rellenos**

Se detecta en el sondeo nº 1 hasta 0.50 m. Se trata de un material antrópico (rellenos), vertido en la parcela. Este nivel carece de valor geotécnico.

- **Nivel 2: Arcillas de baja plasticidad**

Aparecen en el sondeo 1 a partir de 0.50 m de profundidad y hasta 3.10 m de profundidad, es decir, hasta la cota -2.40 m respecto al punto A del croquis. Se trata de unas arcillas de baja plasticidad con fracciones de arenas que no presentan agresividad frente al hormigón. El grado de expansividad de este estrato es bajo.

- **Nivel 3: Roca**

En el sondeo, entre 3.10 m y 4.80 m se detecta un banco de roca formado por travertinos. Este estrato es probable que sea el causante de los rechazos de las dos penetraciones DPSH a 0.80 m-2.20 m de profundidad. Entre 3.35 m y 3.50 m aparece intercalado un pequeño nivel de marga arcillosas.

- **Nivel 4: Arenas**

Se trata del último nivel detectado en el sondeo, debajo del banco de travertinos, a partir de 4.80 m de profundidad y hasta el fondo del sondeo (8.00 m). Está formado por unas arenas limosas con niveles arcillosos de color beige claro.

13.5. Presencia de agua

No se ha detectado la presencia de agua durante la ejecución de los trabajos de campo, aunque ésta podría aparecer por escorrentía en cualquier punto del solar, sobre todo teniendo en cuenta la presencia de niveles de travertinos y arenas, que son niveles permeables.

Debe tenerse en cuenta que, exista o no nivel freático, es posible que tras un periodo de lluvias se desarrollen niveles de agua en el trasdós de las estructuras de contención. La mejor medida a considerar consiste en dotar a todas las estructuras de contención de elementos de drenaje consistentes en la ejecución de mechinales y la colocación de un material filtrante en el trasdós de los muros, sobre todo teniendo en cuenta la existencia de un nivel de gravas, que se trata de un estrato permeable.

De igual modo se debe disponer una red de drenaje bajo la losa de cimentación, mediante, por ejemplo, una capa de gravas o material granular.

En cualquier caso se ha dejado el sondeo entubado para poder volver a comprobar la ausencia de agua o medir el nivel en caso de que aparezca.

13.6. Resultados de los ensayos de laboratorio

13.6.1. Ensayos de clasificación

Ensayos de clasificación								
Muestra	Proced.	Prof (m)	Límites Atterberg		Granulometría			Clasificación
			L. L.	I.P.	Gravas	Arenas	Finos	
M1	SR1	2.70-3.10	26.9	7.6	0.0	27.6	72.4	CL arcillas arenosas de baja plasticidad

Tabla 11. Resultados de los ensayos de Límite de Atterberg y análisis granulométrico

13.6.2. Ensayos de expansividad

Ensayos de expansividad						
Muestra	Proced.	Prof. (m)	Hinchamiento Lambe			Presión de hinchamiento
			Índice Hinchamiento	C.P.V.	CLASIF.	
M1	SR1	2.70-3.10	0.260 Kp/cm ²	0.230	No crítico	0.15 Kp/cm ²

Tabla 12. Resultados de los ensayos de hinchamiento Lambe y presión de hinchamiento

Grado de expansión	W _l (Límite Líquido)	I _p (Índice de Plasticidad)	%< tamiz 200	C.P.V Lambe
Muy Alto	>60	>35	>95	>6
Alto	46 a 60	26 a 35	60 a 95	4 a 6
Medio	30 a 45	16 a 25	30 a 60	2 a 4
Bajo	<30	<16	<30	0 a 2

Tabla 13. Resultados de la clasificación indirecta de la expansividad

GRADO DE EXPANSIVIDAD DE LA MUESTRA M1: **Bajo**

13.6.3. Ensayos de agresividad

El ensayos de sulfatos solubles realizado ha dado un resultado de ausencia de lón SO₄ en el terreno, lo que supone un terreno no agresivo por lo que no será necesario el empleo de cementos sulforesistentes.

13.6.4. Parámetros resistentes

Parámetros resistentes					
Muestra	Proced.	Prof. (m)	Corte Directo (CD)		Compresión simple
			Cohesión	Áng. rozam. interno	Tensión de rotura
M1	SR1	2.70-3.10	0.26 Kp/cm ²	22.8°	2.15 Kp/cm ²

Tabla 14. Resultados de los ensayos de corte directo y compresión simple

13.6.5. Parámetros influyentes en el túnel

Parámetro	Valor	Unidades
Resistencia a compresión simple	0.211	Mpa
Suma longitud mayor de 10 cm en testigos de 150 cm	120	--
Separación entre diaclasas	1	m
Longitud de discontinuidades	8	m
Apertura de discontinuidades	0	mm
Rugosidad de discontinuidades	Rugosa	--
Relleno de discontinuidades	Blando > 5 mm	--
Alteración de discontinuidades	Descompuesta	--
Caudal de agua por cada 10 metros de tunel en L/min	Goteando	--
Orientación de las discontinuidades	Medias	--
Abrasividad (Índice Cerchar)	0.8	--

Tabla 15. Parámetros influyentes en el túnel

13.6.6. Resumen de ensayos de laboratorio

Muestra	M1
Nº expediente de la muestra	1518001
Profundidad (m)	2.70-3.10
L.L.	26.9
L.P.	19.3
I.P.	7.6
% Gravas	0.0
% Arenas	27.6
% Arcillas	72.4
Clasificación U.S.C.M.	CL
Plasticidad	Baja
Índice de Hinchamiento (Kp/cm^2)	0.260
Cambio Potencial de Volumen(C.P.V.)	0.230
Clasificación (Hinchamiento)	No Crítico
Acidez Baumann-Gully	6
Contenido en Sulfatos Solubles	No contiene
Densidad Seca (g/cm^3)	1.69
Densidad Aparente (g/cm^3)	1.99
Humedad (%)	17.08
Resist. Compresion simple (Kp/cm^2)	21.5
Deformación en Rotura (%)	1.77
Presión de hinchamiento (Kp/cm^2)	0.15
Cohesión (Kp/cm^2)	0.26
Ángulo de rozamiento interno	22.8°

Tabla 16. Resumen de los ensayos de laboratorio

14. CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA

Las clasificaciones geomecánicas forman una parte esencial de los macizos rocosos. Éstas nacieron de la necesidad de alcanzar unos valores, observaciones y datos empíricos, de manera integrada.

Las clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos, permiten adquirir los valores de calidad del macizo rocoso, y por consiguiente, estudiar los sostenimientos que se necesitan en un túnel.

Las clasificaciones más utilizadas son:

- Barton (1974). Se trata de un parámetro comprendido entre 0,001 (excepcionalmente malo) y 1000 (excepcionalmente bueno) que evalúa la calidad del macizo rocoso.
- Bieniawski (1989). Se trata de un valor entre 0 (roca muy mala) y 100 (roca muy buena) y se obtiene como la suma de cinco parámetros, más una corrección para clasificar los terrenos.

14.1. Índice Q (Barton)

Define su índice Q de calidad del macizo rocoso, en función principalmente del índice RQD de fracturación (*Rock Quality Designation*), que representa la relación entre la suma de las longitudes de los fragmentos de testigo mayores de 10 cm y la longitud total del tramo considerado.

La medida de este índice se realiza en cada maniobra de sondeo o en cada cambio litológico, siendo recomendable que la longitud de maniobra no exceda de 1,5 m, con un diámetro mínimo de los testigos de 48 mm.

Se puede decir que un RQD inferior a 25 indica un macizo rocoso de muy mala calidad, mientras que de 90 a 100, indica una calidad muy buena.

Una calidad media en relación a la fracturación podría situarse entre 50 y 75.

El índice Q se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

Donde,

- RQD = Rock Quality Designation
- J_n = Número de familias de juntas del macizo rocoso
- J_r = Rugosidad de las juntas
- J_a = Alteración de las paredes de las juntas
- J_w = Presencia de agua
- SRF = Stress Reduction Factor

El índice Q varía entre 0,001 y 1000 y está asociado a la calidad del macizo rocoso, como se presenta a continuación:

- Entre 0,001 y 0,01: excepcionalmente mala
- Entre 0,01 y 0,1: extremadamente mala
- Entre 0,1 y 1: muy mala
- Entre 1 y 4: mala
- Entre 4 y 10: media
- Entre 10 y 40: buena
- Entre 40 y 100: muy buena
- Entre 100 y 400: extremadamente buena
- Entre 400 y 1000: excepcionalmente buena

14.2. RMR (Bieniawski)

En España la clasificación geomecánica de Bieniawski es la más usada. Se trata de una clasificación que evalúa la calidad del terreno.

La clasificación de Bieniawski divide el índice RMR dentro de cinco clases. Cada clase cubre un intervalo de 20 puntos. En la práctica las clases no son equiparables entre sí.

Se calcula mediante la suma de cinco parámetros más uno de corrección que son:

- Resistencia a compresión simple de la roca
- Índice de fracturación RQD
- Espaciamiento de las discontinuidades
- Estado de las discontinuidades
- Presencia de agua
- Orientación de las discontinuidades.

Calidad de macizos rocosos en relación al índice RMR				
Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión	Ángulo de rozamiento
I	Muy Buena	100-81	$> 4 \text{ kg/cm}^2$	$> 45^\circ$
II	Buena	80-61	$3-4 \text{ kg/cm}^2$	$35^\circ-45^\circ$
III	Media	60-41	$2-3 \text{ kg/cm}^2$	$25^\circ-35^\circ$
IV	Mala	40-21	$1-2 \text{ kg/cm}^2$	$15^\circ-25^\circ$
V	Muy mala	< 20	$< 1 \text{ kg/cm}^2$	$< 15^\circ$

Figura 15. Calidad de macizos rocosos en relación al índice RMR

Para el caso que estamos estudiando, con la tabla anterior del índice RMR de la calidad de los macizos rocosos y la tabla siguiente, obtenemos:

Parámetros de clasificación									
1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	> 10	10-4	4-2	2-5	Compresión simple (Mpa)		
		Compresión simple	> 250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
	Puntuación		20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		> 2 m	0,6-2 m	0,2-0,6 m	0,06-0,02 m	< 0,06 m		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm		
		Puntuación	6	5	3-10 m	1	0		
		Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Ugeramente	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3-10 m	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ugeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
Puntuación		6	5	3	1	0			
5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	< 10 litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	> 125 litros/min		
		Relación: Presión de agua/Tensión principal mayor	0	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
		Estado general	Seco	Ugeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		
Corrección por la orientación de las discontinuidades									
Dirección y buzamiento			Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables		
Puntuación	Túneles		0	-2	-5	-10	-12		
	Cimentaciones		0	-2	-7	-15	-25		
	Taludes		0	-5	-25	-50	-60		
Puntuación clasificación:			57,5						
Clasificación									
Clase			I	II	III	IV	V		
Calidad			Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala		
Puntuación			100-81	80-61	60-41	40-21	< 20		

Tabla 17. Parámetros de clasificación del RMR

Como podemos observar, obtenemos un valor de 60,00 que define el límite del intervalo de clase III con calidad media, entre las puntuaciones 60-41 por lo que aplicamos un factor de corrección de 0,97 (siempre del lado de la seguridad) para evitar futuros problemas con los ábacos. Por lo que nuestro nuevo valor sería 57,5.

RMR	MODIFICADO		BIENIAWSKI ORIGINAL	
	CLASE	DENOMINACIÓN	DENOMINACIÓN	CLASE
100	Ia	EXCELENTE	MUY BUENA	I
90	Ib	MUY BUENA		
80	II a	BUENA A MUY BUENA	BUENA	II
70	II b	BUENA A MEDIA		
60	III a	MEDIA A BUENA	MEDIA	III
50	III b	MEDIA A MALA		
40	IV a	MALA A MEDIA	MALA	IV
30	IV b	MALA A MUY MALA		
20	V a	MUY MALA	MUY MALA	V
10	V b	PÉSIMA		

Tabla 18. Clases de RMR

El indicador de calidad Q de Barton que vamos a emplear se calcula con la fórmula empírica que relaciona la puntuación del RMR con este parámetro:

$RMR = 9 \cdot \ln [Q + 44]$	
RMR	57,5

Tabla 19 . Fórmula RMR

$Q = e^{(RMR-44)/9}$	
Q	4,482

Tabla 20. Fórmula RMR donde está Q despejada

Dado que nos encontramos en una zona de presencia sísmica según la Norma NCSE-02 la aceleración de la zona es de 0,11 m/s², por lo que el Índice Q en diseño sísmico será:

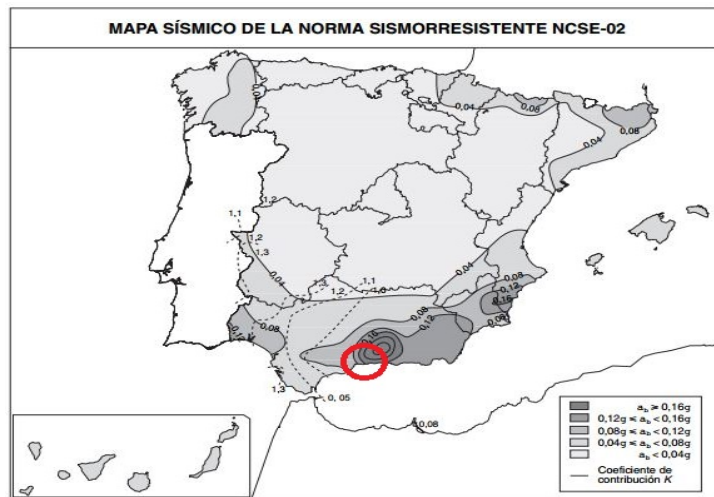


Figura 16. Mapa sísmico de la Norma sismorresistente NCSE – 02

$$Q \text{ (diseño sísmico)} = \frac{1}{2} Q \text{ (diseño estático)}$$

Por lo que nuestra Q de diseño será:

$$Q \text{ (diseño sísmico)} = 2,241$$

Por lo cual, según la clasificación de Barton tenemos un macizo de calidad mala como refleja la siguiente clasificación.

El Índice Q varía entre 0.001 y 1.000, y está asociado a la calidad del macizo, como se presenta a continuación:

Entre 0,001 y 0,01: excepcionalmente mala

Entre 0,01 y 0,1: extremadamente mala

Entre 0,1 y 1: muy mala

Entre 1 y 4: mala

Entre 4 y 10: media

Entre 10 y 40: buena

Entre 40 y 100: muy buena

Entre 100 y 400: extremadamente buena

Entre 400 y 1.000: excepcionalmente buena

15. SISTEMAS DE EXCAVACIÓN

15.1. Elección del método de excavación

Hoy en día existen diferentes alternativas para realizar las tareas de excavación en la construcción de túneles.

- Excavación mediante el empleo de explosivos
- Excavación mediante medios mecánicos, principalmente tuneladoras, rozadoras y martillos hidráulicos

Para la elección del sistema de excavación nos basamos en la longitud del túnel y la clasificación propuesta por M. Romana.

15.2. Clasificación según la longitud del túnel

Teniendo en cuenta que la longitud del túnel que se quiere proyectar es de 503 m, de longitud pequeña, descartamos los sistemas de excavación de TMB o escudos ya que otros métodos alternativos resultarán más económicos.

15.3. Clasificación según Romana

Atendiendo a la clasificación de M. Romana, la selección del sistema de excavación depende del parámetro RMR del macizo rocoso (57,5) que se ha obtenido con anterioridad.

El método de excavación que se recomendaría para nuestro RMR podría ser la rozadora (máquina de ataque puntual y cuerpo bajo y compacto) que puede utilizarse con múltiples terrenos y la voladura mediante explosivos.

❖ Voladura ($RMR > 40$):

Este es el método al que más situaciones se puede adaptar, y por lo tanto el más utilizado. Aunque técnicamente es posible realizar voladuras en terrenos de calidad mala o muy mala, se descarta su empleo, ya que con las tuneladoras se pueden conseguir hasta rendimientos cinco veces superiores y, mediante rozadoras pueden conseguirse mejores garantías en terrenos de baja y media calidad.

❖ Rozadora ($30 < RMR < 90$):

La rozadora se puede emplear en una gran variedad de terrenos. Sus impedimentos no son la calidad global que tenga el macizo rocoso, el principal es la resistencia mecánica que tenga la roca tanto a tracción como a compresión.

Además, contamos con la ventaja de que la excavación y el sostenimiento realizados a través del sistema de excavación de rozadora provocan menos complicaciones que otros métodos y además las rozadoras tienen un ciclo de trabajo inferior, porque no necesitan ventilación de los gases de detonación como es el caso de las voladuras.

15.4. Comprobación de viabilidad de la excavación mediante rozadora

15.4.1. Según los parámetros geomecánicos

Las resistencias mecánicas siempre han sido muy utilizadas para valorar la excavabilidad de las rocas. De todas ellas, las más influyentes para excavar un macizo rocoso son las resistencias a compresión y a tracción.

Por lo tanto el valor que tenga la resistencia a compresión de la roca es muy importante, para valorar la dificultad de excavación de la roca, que en nuestro caso es de 21,1 MPa.

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Mpa)
ROCA EXTREMADAMENTE RESISTENTE	200 y >
ROCA MUY RESISTENTE	100 - 200
ROCA RESISTENTE	50 - 100
ROCA MODERADAMENTE RESISTENTE	12,5 - 50
ROCA MEDERADAMENTE DEBIL	5 - 12,5
ROCA DEBIL	1,25 - 5
ROCA MUY DEBIL	0,6 - 1,25

Tabla 21. Valoración de las resistencias a compresión

15.4.2. Abrasividad de Cerchar

El índice de abrasividad Cerchar se emplea para hacer un estudio de la excavabilidad de túneles, ya que relaciona los valores Cerchar con el tipo de roca y la clasifica a nivel de abrasividad. Proporciona un alto grado de correlación con el gasto de útiles de corte en tuneladoras y rozadoras.

En el presente caso, el macizo rocoso es un terreno compuesto por arcillas en un 72, 4% y de arenas en un 27,6%.

Tipo de roca	% S_iO_2
Arenisca silicea	98
Otras areniscas	80-95
Arcosas	70-80
Granito	70
Grauwacka, granodiorita	60-70
Pizarra, sienita	50-65
Basalto, gabro	50
Arcilla	40
Caliza, dolomía	2-10

Tabla 22. Contenido en sílice del macizo rocoso

El ensayo para la obtención de dicho índice consiste en hacer recorrer lentamente sobre 10 mm de roca una aguja de acero de forma cónica la cual somete un peso de 7 kg. Se trata del diámetro de la superficie circular que produce la aguja de acero en múltiplos de 10^{-4} .

Abrasividad Cerchar (CAI)	Abrasividad
> 4,5	Extremadamente Abrasiva
4,5–4,25	Altamente Abrasiva
4,25–4	Abrasiva
4–3,5	Moderadamente Abrasiva
3,5–2,5	Abrasividad Media
2,5–1,2	Poco Abrasiva
< 1,2	Muy Poco Abrasiva

Tabla 23 .Propiedades abrasivas del macizo rocoso del trazado del túnel

Por último la Rozabilidad en función de la abrasividad viene valorada en la siguiente tabla:

Abrasividad F (kp/cm)	Rozabilidad
0.2 – 0.3	Muy buena
0.3 – 0.4	Buena
0.4 – 0.5	Moderada
0.5 – 0.6	Regular
0.6 – 0.8	Mala
0.8 – 1.0	Muy mala

Tabla 24. Relación abrasividad – Rozabilidad

Tras introducir los datos en el anterior ábaco y tabla se concluye que el coeficiente de desgaste es de 0,6 y que por tanto se puede afirmar que se tiene una rozabilidad regular.

15.5. Partición de la sección

Teniendo en cuenta la siguiente figura y nuestros datos de la clasificación Romana y del RMR obtenemos una serie de indicaciones para la partición de la sección y el método de excavación.

RMR	CLASE	LONGITUD DE PASE (m)		PARTICIÓN DE LA SECCIÓN	MÉTODO DE EXCAVACIÓN
		MÁXIMA	RECOMENDADA		
100	I a		≥ 5	SECCIÓN COMPLETA CALOTA Y DESTROZA	TBM ABIERTO VOLADURAS ROZADORA
90	I b		≥ 5		
80	II a	16.0	≥ 5		
70	II b	9.5	4/6		
60	III a	6.0	3/4		
50	III b	4.0	2/3		
40	IV a	2.5	1/2	GALERÍA DE AVANCE GALERÍAS MÚLTIPLES CONTRABO VEDA ESCUDO FRESADO ESCARIFICACIÓN/PALA	
30	IV b	1.75	1		
20	V a	1.0	0,5/0,75		
10	V b		0,5		
0					

Notas:

- 1 La unidad para el pase es el metro (m)
- 2 El pase máximo es el límite teórico según BIENIAWSKI
- 3 El pase recomendado se refiere a la excavación en calota/avance y en caso de que exista galería de avance a la excavación de ensanche (y no a la propia galería)
- 4 Las líneas continuas indican que el método es apropiado para el intervalo y se usa frecuentemente
- 5 Las líneas de trazas indican que el método es posible para el intervalo y se usa a veces

Figura 22. Ábaco de M. Romana

Estas propuestas de Bieniawski se han adaptado siguiendo las siguientes pautas:

- **Sección completa ($RMR > 60$):**

Bieniawski recomienda la excavación a sección completa para las masas rocosas de buena calidad ($RMR > 60$). Posible a partir de $RMR > 50$ y recomendable (con buena mecanización) para $RMR > 60$.

- **Calota y destroza ($RMR > 30$):**

Posible (con contrabóveda) para $20 < RMR < 30$ y recomendable para $RMR > 30$.

- **Galería de avance ($10 < RMR < 40$):**

Lo normal es llevar algo adelantada esa galería, aunque en cavernas de estaciones y/o hidroeléctricas puede ser útil excavar la galería en toda su longitud, como un último método de reconocimiento del terreno.

- **Galerías múltiples ($0 < RMR < 30$):**

Se trata del llamado método alemán (con dos o cuatro galerías excavadas previamente en los hastiales) o de métodos más complejos. Son sistemas adecuados para túneles en macizos rocosos de calidad mala a muy mala (que son una transición a los suelos), con poca cohesión y que necesitan una entibación cerrada.

En función del ábaco y las recomendaciones, el sistema de partición de la sección más favorable será el de sección partida en dos fases: Calota y destroza.

15.6. Método de excavación

Como se ha podido observar en el ábaco anterior, se recomienda realizar un sistema de excavación mediante rozadora o voladura. Como anteriormente se ha explicado, se desecha la posibilidad de realizar la excavación con voladura.

Aún así, nos apoyaremos en la siguiente figura que muestra otra clasificación para la elección del método de excavación en función del índice de Cerchar (0,8) y la resistencia a compresión simple (21,1 MPa) para confirmar los resultados obtenidos.

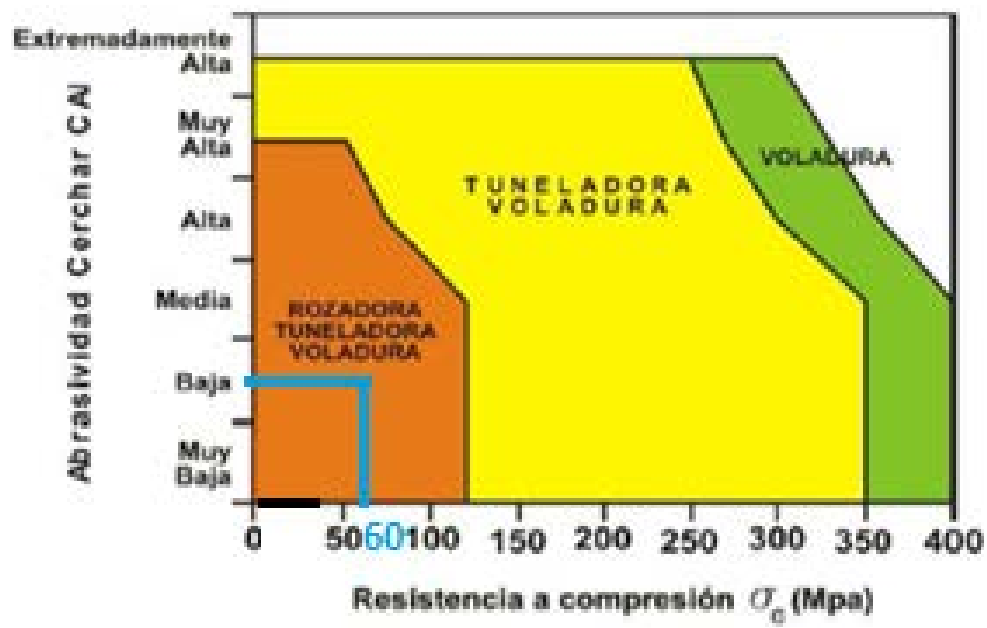


Figura 23. Abrasividad/Resistencia a compresión

16. AVANCE DIARIO

El avance diario de la excavación vendrá determinado por el rendimiento de la excavación al día y la sección del túnel. Dado que la sección del túnel ya es conocida ($67,28 \text{ m}^2$), se deberá calcular solamente el rendimiento diario, el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$R_{EXD} = C_E \cdot R_i \cdot n \cdot C_D$$

Siendo:

- R_{EXD} : Rendimiento diario de la excavación ($\text{m}^3/\text{día}$)
- C_E : Coeficiente de eficiencia (%)
- R_i : Rendimiento instantáneo de excavación (m^3/h)
- n : número de horas trabajas al día ($\text{h}/\text{día}$)
- C_D : Coeficiente de tiempo disponible para el rozado (%)

A continuación se expresa la obtención de los diferentes parámetros de la ecuación.

❖ Coeficiente de eficiencia

Grado	Condiciones del trabajo	Coeficiente de eficiencia (C_E)
1	Buenas condiciones en la solera. Se produce poco polvo	1
2	Solera en malas condiciones. Poco polvo	0,86
3	Mucho polvo, a veces hay que interrumpir el trabajo	0,69
4	Solera en malas condiciones. Mucho polvo	0,52

Tabla25. Coeficientes de eficiencia

❖ Rendimiento instantáneo de la excavación

Para el cálculo del rendimiento instantáneo es necesario calcular la potencia mínima. Para ello, se emplea la siguiente fórmula:

$$Pot = 0,87 \cdot RC^{1,18}$$

$$Pot = 0,87 \cdot 60^{1,18} = 149,08 \text{ kW} \approx 200 \text{ kW}$$

Potencia de la cabeza de corte (KW)	Resistencia a compresión simple del terreno (MPa)					
	Rendimiento m ³ /h					
	120	100	50	30	20	8
300	23	29	50	72	94	116
200		12	29	48	67	81
110			27	27	34	46
50				12	17	41
40				6	12	35
20					3	12

Tabla 26. Rendimiento rozado

Con el valor de la potencia de la cabeza de corte obtenidos (200 MPa) y el valor de la resistencia a compresión simple se obtendrá el rendimiento. Dado que nuestro valor de resistencia a compresión simple del terreno es de 60 MPa y no aparece en la tabla, se obtendrá el valor del rendimiento mediante interpolación.

$$R_i = 25,61 \text{ m}^3/\text{h}$$

❖ **Coeficiente de tiempo disponible para el rozado**

C _D (%)	Condiciones de trabajo
10	Condiciones pésimas.
20	Terrenos malos con varias fases de ejecución realizadas con la misma rozadora en los que se coloca un sostenimiento sistemático importante.
50	Cuando se trabaja por un frente en una sola fase y con un sostenimiento de cuantía ligera.
85	En condiciones óptimas, sin ningún impedimento para el trabajo de la máquina (situación no real).

Tabla 27. Tiempo disponible en el rozado

❖ **Rendimiento de la excavación**

$$R_{EXD} = 0,52 \cdot 25,61 \cdot 24 \cdot 0,85 = 271,67 \text{ m}^3/\text{día}$$

❖ **Avance diario**

$$\text{Avance diario} = \frac{R_{EXD} \text{ (m}^3/\text{día)}}{\text{Sección del túnel (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Avance diario} = \frac{271,67 \text{ (m}^3/\text{día)}}{67,28 \text{ (m}^2\text{)}} = \mathbf{4,038 \text{ m/día}}$$

❖ **Tiempo de construcción**

$$\text{Tiempo de construcción} = \frac{\text{Longitud del túnel (m)}}{\text{Avance diario (m/día)}}$$

$$\text{Tiempo de construcción} = \frac{552 \text{ m}}{4,038 \text{ m/día}} = \mathbf{136,701 \text{ días} \approx 5 \text{ meses}}$$

17. MAQUINARIA

En este apartado se van a relatar los tipos de maquinaria que se han seleccionado para la ejecución de este túnel.

Como se ha especificado en apartados anteriores, los trabajos se realizan con una partición de la sección de calota y destroza, con contrabóveda, utilizando maquinaria para la excavación, la rozadora.

Se debe recordar los datos de nuestro túnel para elección del tipo de rozadora:

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	10,56	m
Área exterior	87,57	m ²
Perímetro exterior	49,76	m

Tabla 28. Parámetros de la sección

Por tanto, como la longitud del arco mínima es 10,56 m $\approx$ 11 m, y al trabajar a calota y destroza necesitaríamos una rozadora con un brazo de 5,5 m de longitud como mínimo.

$$Pot=0,87 \cdot RC^{1,18}$$

$$Pot = 0,87 \cdot 60^{1,18} = 149,08 \text{ kW} \approx 200 \text{ kW}$$

Y con una potencia mínima de 149,08 kW.

17.1. Rozadora

Las rozadoras son máquinas autoportantes en las que la excavación se realiza por mediante la zona de corte con el terreno. Tiene también los componentes necesarios para acumular el material excavado y descargarlo en el medio auxiliar previsto para su evacuación.

La excavación con rozadora es eficiente en rocas blandas o muy alteradas, terrenos de tránsito o suelos de cierta cohesión y estabilidad. En suelos heterogéneos tienen la ventaja de poder adecuar y dirigir el esfuerzo de la máquina a la resistencia del terreno en cada punto.

Las ventajas del uso de rozadora en comparación con las TBM son:

- Una adaptación al cambio de terreno mayor ya que posee más flexibilidad.
- Se puede usar en una gran cantidad de secciones, tanto por forma como por sus dimensiones.
- La instalación de una rozadora es sencilla y económica.
- No se requiere mucha mano de obra especializada.
- Accede con facilidad al frente para realizar labores de sostenimiento en terrenos de mala calidad.
- Admite la realización en fases, algo esencial en terrenos de baja calidad.
- El TBM tiene un rendimiento muy efectivo pero queda neutralizado por el tiempo requerido para los trabajos de sostenimiento.

Elección de rozadora

Para la elección de la rozadora adecuada debemos tener en cuenta los parámetros de longitud y altura de brazo, pero además, también la potencia.

Así, concluimos que una rozadora adecuada para nuestro túnel es la SLB350 ROAD HEADER.



Especificaciones maquinaria	
Overall length	25 m
Overall height	4,8 m
Overall width	4,5 m
Total weight	115 ton
Cutting height	8,8 m
Cutting width	8,8 m
Under cut	0,45 m
Cutting motor(Rated)	350/350-4/6p kW
Hydraulic motor(Rated)	110-4P KW
Total installed powe	465,9 kW
Drum revolution	High 46 /55-50/60 HZ min ⁻¹
	Low 31/37-50/60 Hz min ⁻¹
Extension stroke	0,85 m
Gathering width	4,5 m
Gathering arm revolution	26/31-50/60 HZ min ⁻¹
Loading capacity	Max. 4,8/5,8-50/60 Hz m ³ /min

Figura 22. Características de la rozadora SLB350 ROAR HEADER.

17.2. Retroexcavadora

Para la retroexcavadora hemos elegido el modelo LIEBHERR R936 para las labores del emboquille.



Figura 23. Retroexcavadora LIEBHERR R936

Con las siguientes características técnicas

R 936 Liebherr - Datos técnicos

Peso	30.9 t
Longitud de transporte	10.2 m
Anchura transporte	2.39 m
Altura de transporte	3.13 m
Capacidad cuchara	1 m ³
Anchura orugas	600 mm
Mecanismo de dirección	NLC
Pluma	MB
Max. Alcance lateral	10.1 m
Profundidad de excavación	6.45 m
Fuerza de rotura	143 kN
Ancho cuchara	1.05 m
Fabr. del motor	Liebherr
Modelo de motor	D 934 A 7
Rendimiento de motor	160 kW
Rendimiento de motor	218 HP
Cilindrada	7 l
Revoluciones	1800
N° de cilindros	4
cilindro Diámetro x carrera	122x150 mm
Nivel de emisión	IIIB
Medidas l x a x p	###
Par máximo	###
Peso	###

Tabla 29. Especificaciones técnicas de la retroexcavadora

17.3. Pala cargadora

Para la pala cargadora hemos elegido el modelo 938H LOADER de la marca CATERPILLAR para las labores de limpieza y destroce del emboquille y la fase de excavación.



Figura 24. Pala cargadora 938H LOADER

Con las siguientes especificaciones:

Peso de trabajo	15.1 t
Fabr. del motor	Caterpillar
Modelo motor	C6.6Acert
Neum. estándar	20.5-25
Rendim. motor	134 KW
ancho pala	-
Capacidad pala	2.8 m3
Tipo de dirección	KL
dimensiones l x a x x	-
Displacement	-
Revoluciones	-
Velocidad	-
Altura de vertido máx.	-
Radio de viraje	-
Potencia elevac.	-
Primer año:	2008
Último año:	2014

Tabla 30. Especificaciones técnicas de la pala excavadora

17.4. Dúmpер

Para el dúmpер hemos elegido el modelo 735 de la marca CATERPILLAR para las labores de carga de material mediante la cinta transportadora de la rozadora.



Figura 25. Dúmpер 735 CATERPILLAR

Con las siguientes características técnicas:

Peso neto - Tara	29.8 t
Neum. estándar	26.5-R25
Fabr. del motor	Caterpillar
Modelo motor	3406EATAACEUI
Rendim. motor	272 KW
Capacidad de la cuchara bivalva	19 m3
Velocidad	55.8 km/h
Carga útil	31.7 t
dimensiones l x a x x	10,889x3,304x3,703 m
Displacement	14.6 l
Revoluciones	1900 min-1
Radio de viraje	8.595 m
Altura de carga	2.917 m

Tabla 31. Especificaciones técnicas del dúmpер

17.5. Gunitadora

Para la gunitadora hemos elegido el modelo PM 500 P de la marca PUTZMEISTER para las labores de gunitado.



Figura 26. Gunitadora PM 500 P PUTZMEISTER

Con las siguientes características técnicas:

Sika®- PM500			
Motor	diesel		
Potencia motor	75kW, conforme a EPATier3		
Dirección	servodirección hidráulica a las 4 ruedas		
Refrigeración	agua		
Transmisión	trans. hidrostática con ajuste automático para tracción a las 4 ruedas		
Velocidad de marcha	0-18 km/h		
Sistema de frenado	- freno de servicio: frenos multidisco hidráulicos en baño de aceite para 4 ruedas - freno de estacionamiento negativo: frenos multidisco hidráulicos en baño de aceite para 2 ruedas		
Radio de giro	- interior: 2,6 m - exterior: 6,1 m		
Dirección de marcha	bidireccional; puesto de conducción giratorio a 180°		
Distancia al suelo	0,5 m		
Capacidad ascensional	- longitudinal: 30% (norma SAE) - transversal: 15% (norma SAE)		

Unidad dosificadora de aditivos		Limpiador de alta presión	
Potencia motor	1,1 kW	Accionamiento	eléctrico
Rendimiento de transporte	30 - 700 l/h	Potencia motor	5,5 kW
Presión de transporte	máx.1,5 Mpa	Rendimiento de transporte	15 l/min.
Límite de presión de trabajo	1,05 Mpa	Presión de transporte máx.	200 bar

Enrollables		Compresor de aire	
Tensión	400 V 50 Hz 440 V 60 Hz	Modelo	PM 77E
Longitud del cable	50 m	Tipo	compresor tipo tornillo con accionamiento eléctrico, montado sobre vehículo
Enrollado	hidráulico	Motor eléctrico	75 kW
Desenrollado	hidráulico	Presión de salida	0,7 Mpa
		Suministro óptimo de aire	9m³/min +/- 5%

Tabla 32. Especificaciones técnicas de la gunitadora

18. SISTEMA CONSTRUCTIVO

18.1. Técnica de cut and cover.

Es un procedimiento de construcción donde se excava desde la superficie, la totalidad o parte del hueco que ocupará el túnel.

Se construye el túnel dentro del espacio a cielo abierto y se cubre una vez terminado.

Requiere un sistema de sostenimiento fuerte para soportar las cargas del material que cubre el túnel.

Este tipo de construcción resulta apropiado cuando existe un escaso recubrimiento de terreno.

Si el falso túnel se realiza a una profundidad mayor de 10 m es necesario ejecutar losas intermedias, para garantizar la integridad de las pantallas laterales.

Este método es muy seguro.

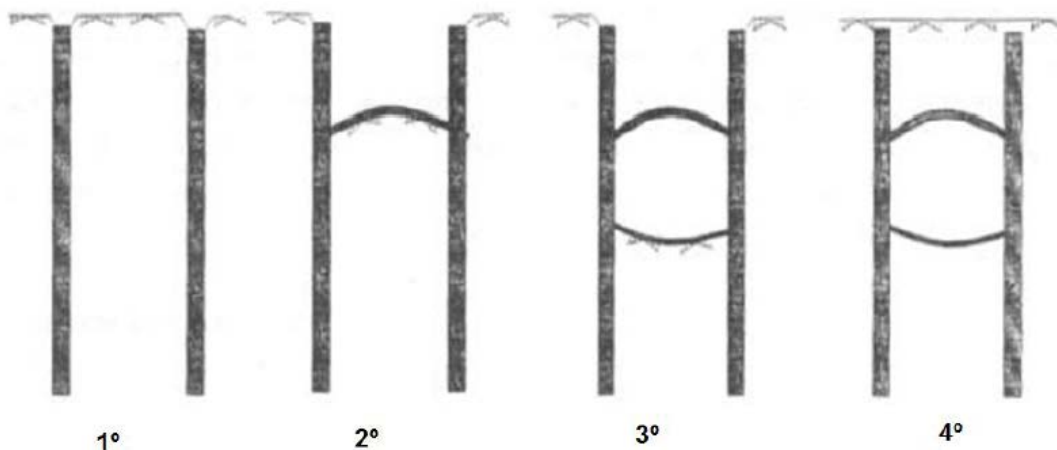


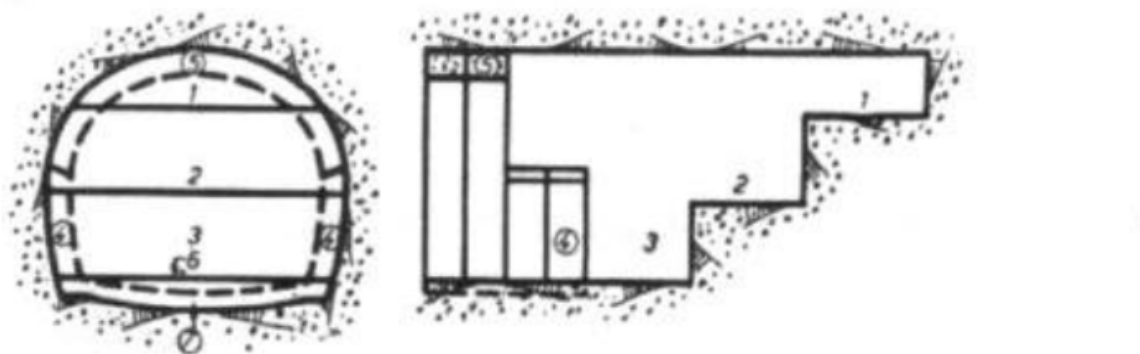
Figura 27. Método cut and cover

1. Se excava una zanja y se ejecutan muros pantalla o una hilera de pilotes.
2. Terminadas las paredes, se excava hasta la profundidad requerida y se ejecuta la losa superior o bóveda que se apoya en las paredes.
3. Después se reconstruye la superficie mientras continúan los trabajos en el interior del túnel.
4. Se excava con retroexcavadoras hasta el nivel adecuado donde se ejecuta la contrabóveda, losa generalmente de hormigón.

18.2. Método inglés o método de perforación a plena sección.

Suele utilizarse para túneles de pequeña sección (15m^2) o en muy buen terreno para secciones mayores, tiene el inconveniente de la evacuación de materiales que requiere varias actuaciones para salvar los escalones.

Para terrenos de inferior calidad, no sólo la excavación sino también el entibamiento se va colocando por franjas horizontales en los bancos excavados, comenzando por la bóveda.



Ataque a plena sección con varios pisos.
superior; 2, escalón intermedio; 3, escalón inferior; 4, pilares; 5, bóveda;
7, solera (eventualmente).

Figura 29. Método inglés

18.3. Método belga o método de la galería en clave.

También es denominado método tradicional de Madrid, es uno de los más utilizados.

Se suele aplicar a túneles con un ancho máximo de unos 10 m.

Se ejecuta con la excavación de la bóveda (avance en bóveda o calota), y se pone el sostenimiento, protegiendo la obra por encima.

Luego se van excavando progresivamente los elementos que componen el túnel, y colocando a la vez los sostenimientos, evitando el hundimiento o la falta de estabilidad del frente.

Al abrir pequeñas secciones es posible solucionar cualquier problema que pudiera surgir de inestabilidad, puesto que la seguridad del método se basa en que se trabaja con frentes muy pequeños, normalmente inferior a 3m^2 .

Tiene el inconveniente de que necesita vías de evacuación de escombros a diferentes niveles, con trasvases de un nivel al inferior, dando lugar a un escaso rendimiento en comparación con otros más efectivos como las tuneladoras.

El método constructivo sigue los siguientes pasos:

1. Excavación de la bóveda, entibando la zona de clave y ensanchando.
2. Hormigonado de la bóveda, inyección en el trasdós.
3. Excavación de la destroza.
4. Excavación y entibación de hastiales.
5. Hormigonado de hastiales.
6. Hormigonado de contrabóveda.

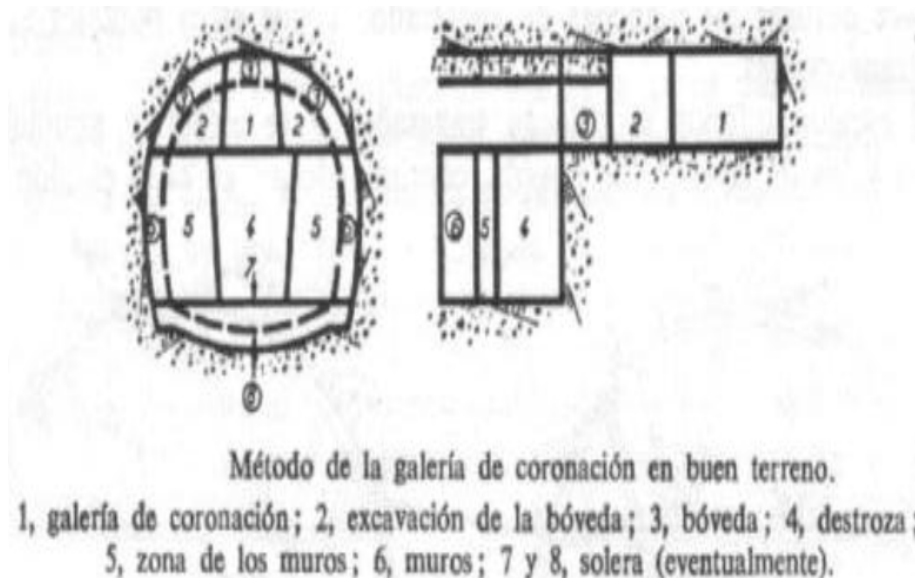


Figura 30. Método belga

En grandes secciones o mal terreno se cambia el orden y el 3. Pasa a ser el 5.

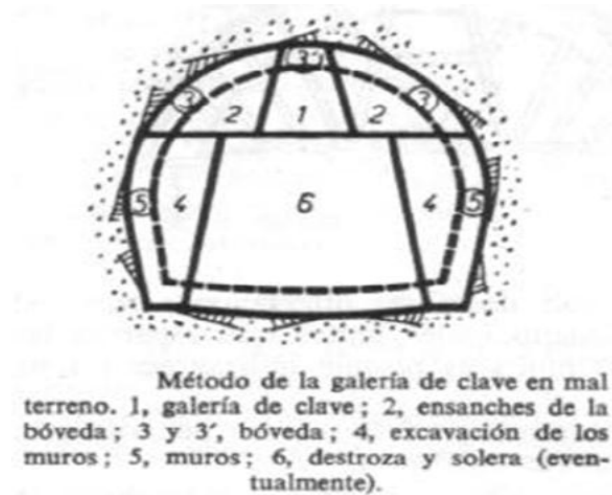


Figura 31. Método belga para grandes secciones o mal terreno

18.4. Nuevo método austriaco o método de las dos galerías

Utilizado en terrenos de baja calidad, túneles largos y de sección media.

Se caracteriza por el empleo de una galería de avance en el eje del túnel, donde se instala una vía de evacuación que se utiliza durante toda la obra.

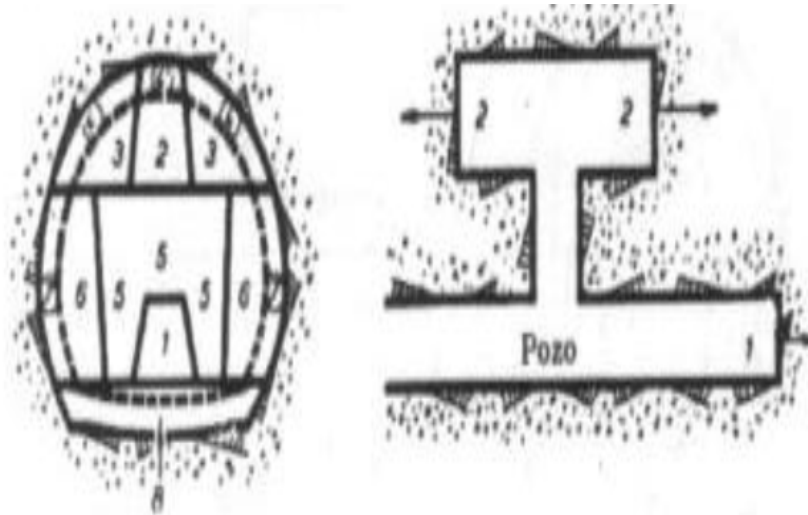
Cuando la galería de base ha avanzado cierta longitud, se perfora un pozo hacia arriba, y se excava en los dos sentidos una segunda galería.

Una vez perforada la galería superior se sigue como en el método belga.

Según se va avanzando en la excavación se va proyectando el hormigón en las paredes del túnel, para seguidamente encofrar y hacer el revestimiento definitivo.

En este método la excavación se realiza con métodos mecánicos, recurriendo a las excavadoras o a las rozadoras que van arañando el frente para conseguir el avance.

Tiene la ventaja de que el transvase de los escombros a la galería inferior se hace por los pozos y sin modificaciones desde su situación original. Además, los dos frentes de ataque aceleran la construcción del túnel.



Método de las dos galerías.

1, galería de base; 2, galería de coronación; 3, excavación de la bóveda; 4 y 4', bóveda; 5, destroza; 6, excavación de los muros; 7, muros; 8, solera (eventualmente).

Figura 32. Nuevo método austriaco

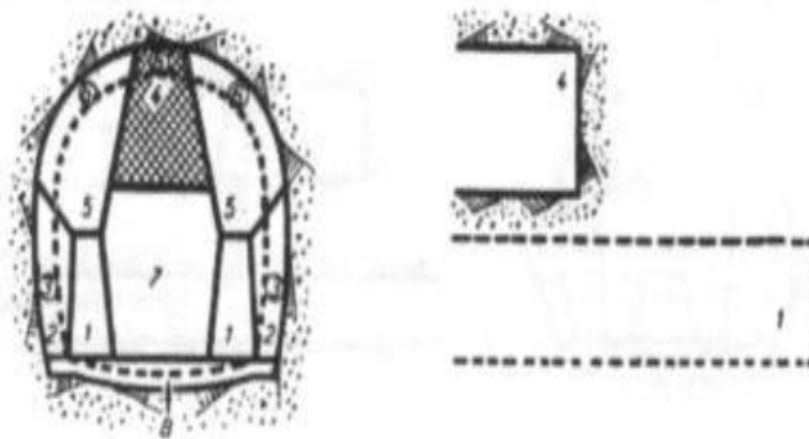
18.5. Método alemán o método de las tres galerías

Es un método utilizado para secciones muy grandes, ($>50\text{m}^2$), con luces mayores de 8 m. y cuando, además el terreno es muy malo. Es un método costoso pero muy seguro.

Se caracteriza por no excavar la destroza hasta la finalización del sostenimiento de la bóveda y los hastiales.

Se tienen tres galerías, dos excavan y hormigonan los hastiales y la otra, la galería de coronación excava y hormigona la bóveda. Una vez fraguado todo, se vacía el interior del túnel con excavadoras o rozadoras.

Por último, si es necesario se excava y se reviste la solera.



Método de las tres galerías.

1, galerías de base; 2, ensanches de los muros; 3, muros; 4, galería de clave; 5, excavación de la bóveda; 6 y 6', bóveda; 7, destroza; 8, solera (eventualmente).

Figura 33. Método alemán

Es un método típico de estaciones subterráneas, donde los andenes y la plataforma suman un ancho muy importante para utilizar métodos de excavación convencionales: en estos casos, es peligroso descalzar parte de la bóveda para ejecutar los hastiales, tal y como propone el Método Clásico o Belga.

18.6. Selección del método constructivo

En primer lugar descartamos la técnica del cut and cover ya que supondría un impacto urbanístico muy grande, requiriendo el corte de tráfico de ciertas calles, siendo inviable en una ciudad tan transitada como es Málaga.

En túneles de poca sección el método más utilizado es el inglés. Sin embargo, el método belga es muy utilizado en túneles cortos en los que la evacuación de los escombros no es un problema importante.

Cuando la evacuación de escombros sí constituye un problema importante, como en los largos túneles de montaña, se prefiere utilizar el método austriaco. También se utiliza mucho el austriaco en terrenos de baja calidad.

En nuestro caso, teniendo en cuenta que es un túnel de longitud pequeña y sección mediana podría aplicarse el método belga, el austriaco o el alemán.

Se descarta el método belga por el problema que supone su utilización a la hora de evacuar los escombros. Por otro lado, también suprimimos la idea de usar el método alemán por su elevado coste, ya que con el método austriaco se puede solventar la construcción.

Por lo tanto, se empleará el método austriaco porque no supone un problema con los escombros, se adapta a la geometría de nuestro túnel y es adecuado a nuestro tipo de terreno.

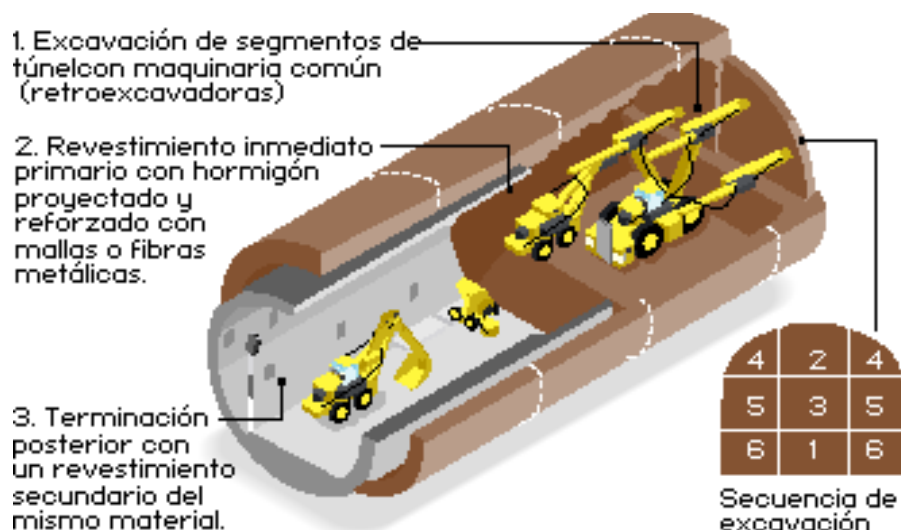


Figura 34. Sistema de excavación del nuevo método austriaco

19. EMBOQUILLES

19.1. Introducción

Los emboquilles presentan complicaciones extras a las estudiadas por el carácter tridimensional del problema y, por otra parte, a que su excavación se lleva a cabo con materiales descomprimidos y mayor meteorización que en el resto del túnel.

Fundamentalmente, un emboquille conlleva dos problemas.

- I. La estabilidad. Se debe analizar la estabilidad de los taludes a ejecutar para definir bien la ladera y comenzar a excavar el túnel con la seguridad necesaria.
- II. La seguridad. Se debe garantizar en condiciones suficientes de seguridad la construcción del túnel en sus primeras fases.

Los criterios básicos que se han intentado seguir para situar los planos de emboquille en el lugar más adecuado han sido los siguientes:

- ❖ Excavación limitada de la ladera, con el fin de reducir los taludes de excavación y posibilitar una restitución posterior respetuosa con el entorno en la medida de lo posible.
- ❖ Emboquillar en un punto que ofrezca una cobertera suficiente, de tal forma que el comienzo del túnel se dé en materiales no afectados por la descompresión y la meteorización superficial del terreno.
- ❖ Evitar en lo posible la afección a la boca de accidentes tectónicos de importancia. En este sentido será necesario estudiar cuidadosamente los emboquilles a causa del relieve.

19.2. Selección del tipo de emboquille

El tipo de emboquille vendrá explícito en función de la tabla siguiente y del RMR calculado anteriormente, que en este caso tiene un valor de 57,5.

CLASIFICACIÓN		EXCAVACIÓN		TRATAMIENTO DEL TALUD FRONTAL				
RMR	CLASE	PARTICIÓN DE EMBOQUILLE	PARAGUAS	BULONES			HORMIGÓN PROYECTADO ϕ (cm)	RED MALLA
				L (m)	b/m ²	s (m)		
100	Ia	SECCIÓN COMPLETA	Opcional	No	No	No	No	Opcional
90	Ib		Opcional	3 / 4	<0,10	Ocasional	No	Si
80	IIa		Ligero	3 / 4	0,11	3 x 3	No	Si
70	IIb		Ligero o medio	3 / 4	0,25	2 x 2	Ocasional	Si
60	IIIa	CALOTA Y DESTROZA	Medio	4	0,44	1,5 x 1,5	Ocasional	Si
50	IIIb		Medio	4,5	0,70	1,2 x 1,2	Ocasional	Si
40	IVa		Medio	5,6	1,00	1 x 1	0,10-0,5	No
30	IVb		Pesado	6	1,50	0,8 x 0,8	0,15-0,20	Mallazo opcional
20	Va		Pesado	No	No	No	0,20-0,25	Mallazo simple o doble
10	Vb		Pesado	No	No	No	0,25-0,30	Mallazo doble

Tabla 33. Tipo de emboquille

Teniendo como dato que el macizo rocoso de estudio tiene un RMR de 57,5 y está clasificado como clase III, según la tabla adjunta que relaciona este dato con el tratamiento del talud frontal, se llega a la conclusión de que se debe disponer un paraguas medio, bulones con una longitud de 4,0 metros, sección de 1,5 x 1,5 y dispuestos 0,44 b/m². Además deberá emplearse una red/malla y de forma ocasional hormigón proyectado.

Partición de emboquille		Calota y Destroza
Paraguas de micropilotes		Medio
Bulones	L (m)	4
	b/m ²	0.44
	s (m)	1,5 x 1,5
Hormigón Proyectado (cm)		Ocasional
Red malla		Sí

Tabla 34. Resumen del tipo de emboquille

19.3. Tipo de emboquille

19.3.1. Paraguas de Micropilotes

Consiste en una serie de perforaciones en las que se introduce un tubo de acero y se rellena con lechada de cemento. Forman radiaciones de micropilotes subhorizontales realizadas desde el frente del emboquille en torno a la excavación, o desde el interior del túnel en avance.

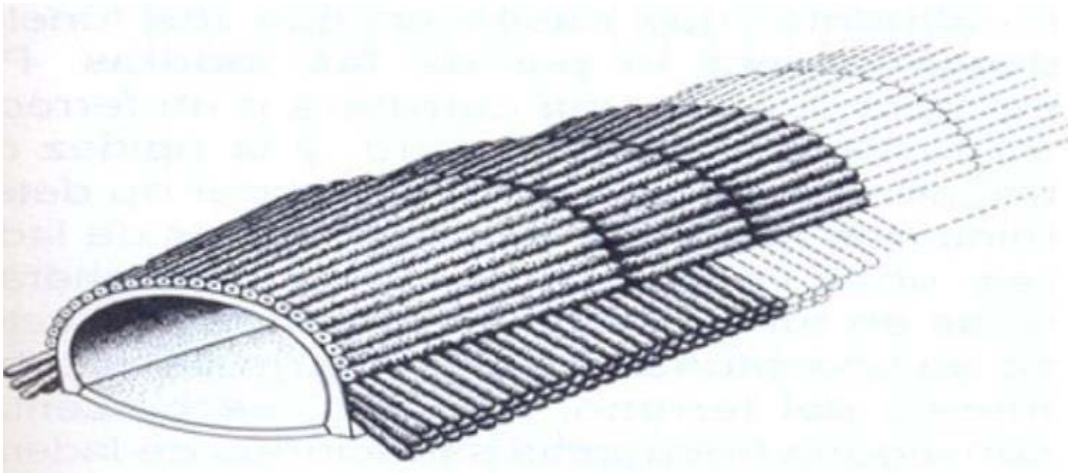


Figura 35. Paraguas de micropilotes

Los paraguas se van solapando sucesivamente, creando sobre la bóveda una especie de forjado troncocónico.

Los micropilotes trabajan a flexión, por empotramiento en el terreno más allá del frente de excavación de cada momento, de forma que sostienen el terreno en torno, o por encima de la excavación, limitando mucho sus deformaciones.

Normalmente los extremos de los paraguas de micropilotes se recogen en un anillo de hormigón en el plano de boquilla, que contornea el perímetro del túnel; de esta forma se le dota de un cierto empotramiento en ese extremo, haciendo trabajar a torsión el anillo.

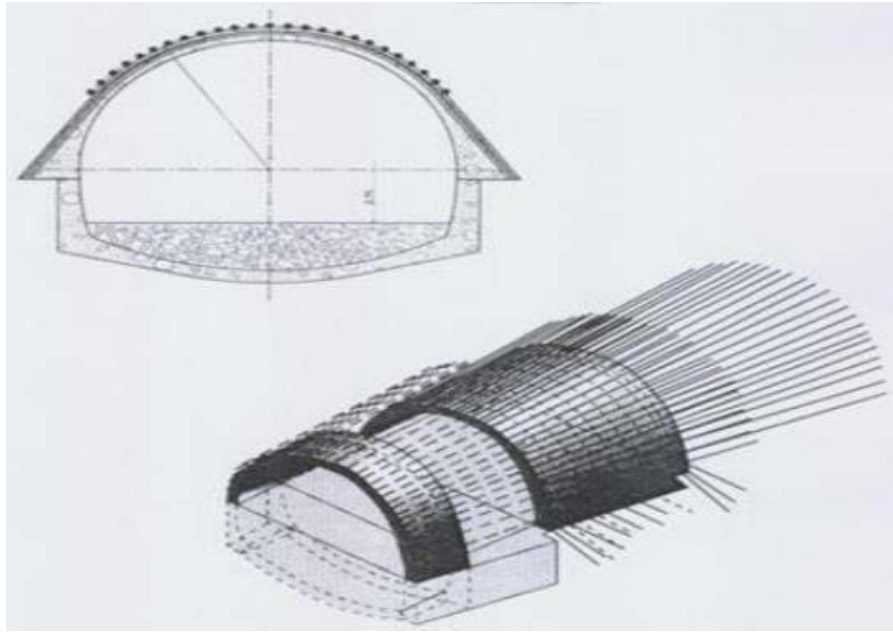


Figura 36. Paraguas de micropilotes

19.3.2. Corona de bulones

Para reforzar los taludes frontales se utiliza una corona de bulones, que refuerza el terreno del frente del emboquille, los alrededores y los datos de la excavación.

Los bulones proporcionan un confinamiento interno, ya que si el terreno tiende a deformarse hacia fuera, los bulones trabajan a tracción y le aportan la compresión necesaria, mediante el principio de acción y reacción.

Los bulones que utilizaremos, según nuestra tabla de recomendaciones, tendrán una longitud de 4 metros y tendrán una separación entre ellos de $1,5 \times 1,5$ m, es decir cada $0,44 \text{ m}^2$ nos encontraremos un bulón.

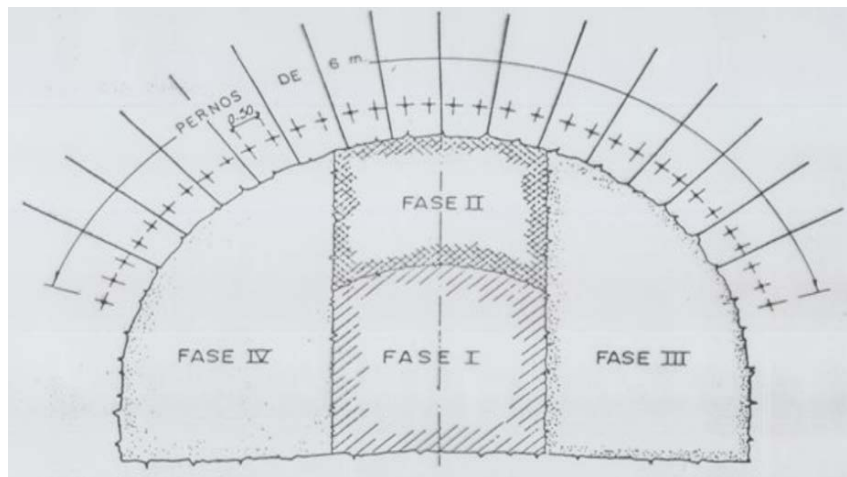


Figura 37. Corona de bulones

19.3.3. Hormigón proyectado

El hormigón proyectado o gunitado sistemático de los taludes no es deseable.

La capa de hormigón proyectado puede dificultar el drenaje natural, aporta poca resistencia frente a un problema de inestabilidad de un talud, enmascara los síntomas iniciales de rotura por deslizamiento y tiene un mal aspecto desde un punto de vista estético.

La adherencia del hormigón a la superficie del talud puede ser escasa en algunas zonas, creando bolsas despegadas, que se rellenan de agua produciendo grietas.

En este caso, la presencia de hormigón proyectado es opcional.



Figura 38. Vertido del hormigón proyectado

19.3.4. Red/Mallazo

La colocación de una red metálica sobre el talud supone una importante protección contra la caída de rocas y es muy recomendable desde el punto de vista de la seguridad del personal, aunque no supone mejora de la estabilidad del talud.

La colocación del mallazo como armadura de la capa de hormigón proyectado tiene como función evitar la rotura a tracción de la gunita y reforzar su resistencia a flexión frente a fenómenos de caída de fragmentos.

Según la tabla de recomendaciones para el emboquille del túnel, la colocación del mallazo es obligatorio, por lo que se colocará un mallazo de 150x150x6 mm.

20. SOSTENIMIENTO

20.1. Generalidades

La estabilidad de los túneles exige reforzar el terreno circundante con aplicación de un sostenimiento que garantice su equilibrio a corto plazo y largo plazo.

Se entiende como sostenimiento el conjunto de elementos estructurales que se colocan durante la excavación de una obra subterránea y que tiene como objetivo contribuir al equilibrio del entorno cercano a la cavidad. Junto con la excavación, a la que va estrechamente ligado, el sostenimiento forma la “espina dorsal” de una obra subterránea, y de ambos dependen de la seguridad y la economía.

La tipología y las características de los sostenimientos y revestimientos deberán estar en consonancia con la calidad geotécnica de los terrenos atravesados por el túnel y con la existencia de factores de riesgo como: presencia de agua y/o gases, grandes recubrimientos, alta sismicidad regional y con las características específicas de cada túnel como: tamaño, forma, longitud, estado tensional inicial y con la categoría del túnel atendiendo a su uso.

Es importante señalar que el sostenimiento puede estar íntimamente relacionado con el acabado final, ya que, en ocasiones se le concibe como parte del revestimiento definitivo, de forma que se recomienda diseñarlo como un sistema estructural permanente.

20.2. Objetivos

Por razones históricas, la comunicación oral y escrita en ingeniería de túneles no siempre ha sido clara y precisa. Resulta muy inconveniente y hasta riesgoso que un vocablo de la terminología técnica de túneles llegue a tener significados diferentes, particularmente cuando se refiere a algún elemento básico o a alguna acción física fundamental en el diseño o en la construcción. De ahí el empeño por definir los términos y sus significados más apropiados. Así pues, para evitar los errores típicos que se comenten en la redacción de proyectos y durante la construcción de túneles, en este apartado se incluyen algunas definiciones de tales elementos, así como de las objetivos fundamentales a conseguir relacionados con estos trabajos.

- Soportar: so (de abajo) + portare (portar, llevar). Recibir, cargar, entibar, apuntalar, ademar, etc., el terreno, roca o suelo que circunda una excavación subterránea.
- Sostener: sus (desde arriba) + tenere (asir, sujetar, prender). No colapsarse, no caer, permanecer en su sitio; en referencia también a la roca o suelo que circunda la excavación.

- Estable se aplica al terreno en torno al túnel cuando éste ya no se deforma, ni se agrieta ni mucho menos se colapsa, o cuando sus velocidades de deformación son despreciables.
- Estabilizar: propiciar que se establezca el equilibrio, usualmente mediante acciones de consolidación y drenaje.
- Consolidar: Dar firmeza y solidez al terreno.
- Reforzamiento: acción y efecto de reforzar; es la acción de introducir elementos estructurales en el terreno, tales que, trabajando en interacción con él, le proporcionen una mayor rigidez y capacidad de carga.

20.3. Métodos para el cálculo del sostenimiento

Para determinar el sostenimiento de un túnel es necesario hacer un detallado diseño del mismo. Este diseño se basa fundamentalmente en dos tipos de métodos: métodos empíricos, que utilizan la experiencia como base del diseño y métodos numéricos, en los que se emplearan fórmulas matemáticas que permiten diseñar modelos cada vez más complejos. Es innegable el tremendo auge de estos últimos, pero parece que ya se asume que no se debe ni puede prescindir de los métodos empíricos, mediante clasificaciones, que permiten hacer un prediseño más o menos adecuado. A continuación se analizan las principales clasificaciones que se usan hoy en día.

A. Métodos empíricos

Los métodos empíricos de sostenimiento son recomendaciones de diseño ligados a la caracterización geomecánica del macizo rocoso. Estos métodos definen el tipo y cantidad de elementos de sostenimiento a emplear.

Estos métodos tienen una serie de ventajas; su uso está muy extendido, son muy sencillos de utilizar en las primeras fases de proyecto y normalizan el sostenimiento a emplear. Entre ellos destacan algunos métodos y estos son de los que nos vamos a valer para la definición de este trabajo, serán Biewiaswki, Barton y la clasificación Romana.

Es necesario conocer las limitaciones de la clasificación del macizo rocoso (Palmstrom and Broch, 2006) y que su uso no puede reemplazar algunos de los procesos de diseño más elaborados.

B. Métodos numéricos

Los métodos numéricos son sin duda unos de los más fiables de los que se dispone hoy en día para realizar un buen diseño del sostenimiento de túneles y otras excavaciones subterráneas. Cabe citar los métodos de diferencias finitas y los de elementos finitos.

En este caso, se ha optado por los métodos empíricos ya que están más extendidos y el presente documento se trata de un anteproyecto de ingeniería.

20.4. Cálculo del sostenimiento

20.4.1. Bienawski y Romana

Como ya se indicó en el apartado 14.2. el RMR calculado es de 57,5, por lo que entra dentro del intervalo de clase IIIa con calidad media, entre las puntuaciones 60-41.

Calidad de macizos rocosos en relación al índice RMR

Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión	Ángulo de rozamiento
I	Muy Buena	100-81	$> 4 \text{ kg/cm}^2$	$> 45^\circ$
II	Buena	80-61	$3-4 \text{ kg/cm}^2$	$35^\circ-45^\circ$
III	Media	60-41	$2-3 \text{ kg/cm}^2$	$25^\circ-35^\circ$
IV	Mala	40-21	$1-2 \text{ kg/cm}^2$	$15^\circ-25^\circ$
V	Muy mala	< 20	$< 1 \text{ kg/cm}^2$	$< 15^\circ$

Tabla 35. Calidad de macizos rocosos en relación al índice RMR

RMR	MODIFICADO		BIENIAWSKI ORIGINAL	
	CLASE	DENOMINACIÓN	DENOMINACIÓN	CLASE
100	Ia	EXCELENTE	MUY BUENA	I
90	Ib	MUY BUENA		
80	II a	BUENA A MUY BUENA	BUENA	II
70	II b	BUENA A MEDIA		
60	III a	MEDIA A BUENA	MEDIA	III
50	III b	MEDIA A MALA		
40	IV a	MALA A MEDIA	MALA	IV
30	IV b	MALA A MUY MALA		
20	V a	MUY MALA	MUY MALA	V
10	V b	PÉSIMA		

Tabla 36. Clases de RMR según Romana

Sostenimientos a partir del índice RMR

Clase RMR	Excavación	Sostenimiento		
		Bulones	Gunita	Cerchas
I 100-81	Sección completa. Avances de 3 m.	Innecesario, salvo algún bulón ocasional.	No.	No.
II 80-61	Sección completa. Avances de 1-1,5 m.	Bulonado local en clave, con longitudes de 2-3 m y separación de 2-2,5 m, eventualmente con mallazo.	5 cm en clave para impermeabilización.	No.
III 60-41	Avance y destroza. Avances de 1,5 a 3 m. Completar sostenimiento a 20 m del frente.	Bulonado sistemático de 3-4 m con separaciones de 1,5 a 2 m en clave y hastiales. Mallazo en clave.	5 a 10 cm en clave y 3 cm en hastiales.	No.
IV 40-21	Avance y destroza. Avances de 1 a 1,5 m. Sostenimiento inmediato del frente. Completar sostenimiento a menos de 10 m del frente.	Bulonado sistemático de 4-5 m con separaciones de 1-1,5 m en clave y hastiales con mallazo.	10 a 15 cm en clave y 10 cm en hastiales. Aplicación según avanza la excavación.	Cerchas ligeras espaciadas 1,5 m cuando se requieran.
V ≤ 20	Fases múltiples. Avances de 0,5-1 m. Gunitar inmediatamente el frente después de cada avance.	Bulonado sistemático de 5-6 m, con separaciones de 1-1,5 m en clave y hastiales con mallazo. Bulonado en solera.	15-20 cm en clave, 15 cm en hastiales y 5 cm en el frente. Aplicación inmediata después de cada avance.	Cerchas pesadas separadas 0,75 m con blindaje de chapas y cerradas en solera.

Túneles de sección en herradura, máxima anchura 10 m, máxima tensión vertical 250 kp/cm².

Tabla 37. Sostenimientos a partir del índice RMR

RMR	CLASE	BULONADO			HORMIGÓN PROYECTADO			ARMADURA		CERCHAS		MÉTODOS			
		L (m)	b/m2	s' (m)	e (cm)	CAPAS	SELLADO	MALLAZO	FIBRAS	TIPO	S' (m)	ESPECIALES			
100	I a	-	-	-	-	-	-	SENCILLO OCASIONAL							
90	I b	2/3	0.10	Ocasional	2	Ocasional	No							No	
80	II a	3	0.10/0.25	Ocasional	5	1	Ocasional								No
70	II b	3	0.25/0.44	2 x 2/1.5 x 1.5	6-10	1/2	Si								
60	III a	3/4	0.44/0.66	1.5 x 1.5/1 x 1.5	8-15	2/3	Si	SENCILLO OCASIONAL	FIBRAS	TH-21 TH-29 HEB		Ocasional	BERNOLD PARAGUAS		
50	III b	4	0.66/1	1 x 1.5/1 x 1	12-20	2/3	Si					1.5			
40	IV a	4/4.5	0.80/1	1 x 1.25/1 x 1	16-24	3	Si					1			
30	IV b	4.5/5	1	1 x 1	20-30	3	Si					0.75/1			
20	V a	-	-	-	30-40	3/4	Si	DOBLE				0.5/0.75			
10	V b	SISTEMAS ESPECIALES													
0															

Notas:

1. Las unidades para el bulonado son: L, longitud en metros (m); densidad en bulones por m2 (b/m2) y s, espaciamiento en metros (m)
2. La unidad para e, espesor mínimo de hormigón proyectado, es el centímetro (cm). No se ha tenido en cuenta la sobreexcavación.
3. El número de capas de hormigón proyectado incluye la capa de sellado
4. La unidad para S, separación entre cerchas, es el metro (m).
5. Las líneas continuas indican que el método es apropiado para el intervalo y se usa frecuentemente
6. Las líneas indican que el método es posible para el intervalo y se usa a veces.

Tabla 38. Sostenimientos a partir del índice RMR

De la tabla 37 (sostenimiento en función del RMR a partir de Bieniawski) se deduce que la excavación ha de ser mediante calota y destroza, con avances de 1,5 metros a 3 metros, completando el sostenimiento cada 20 metros.

Los bulones tienen una longitud de 3 a 4 metros con separaciones de 1,5 a 2 metros en clave y hastiales, y con mallazo en clave.

El hormigón ha de ser de 5 a 10 cm en clave y 3 cm en los hastiales. Y, por último, no se requieren cerchas.

Resultados

De la tabla 38 (sostenimiento en función del RMR a partir de Romana) se deduce la longitud de los bulones ha de ser de entre 3 y 4 metros, con 0,44/0,66 bulón/m² y con una separación de 1,5 x 1,5 x 1,5 metros.

El espesor del hormigón proyectado de 8 a 15 cm con dos o tres capas y con colocación de mallazo sencillo.

En este caso sí se requieren cerchas TH-21, con separación ocasional.

20.4.2. Barton

I. Índice Q mediante tabla de sismicidad

Para determinar el sostenimiento que hay que llevar a cabo para la ejecución del túnel, se parte del valor RMR establecido anteriormente. Como se indica en la siguiente tabla, dentro de los cinco tipos de terreno definidos por Bieniawski, se utilizará el menor valor de RMR en cada categoría para estimar el sostenimiento, y dado que en este caso el RMR calculado es de 57,5 y que el terreno es tipo 3 (Normal), el valor utilizado de RMR será de 40.

TERRENO	RMR	VALOR UTILIZADO RMR
TIPO 1: MUY BUENO	> 80	80
TIPO 2: BUENO	60 – 80	60
TIPO 3: NORMAL	40 – 60	40
TIPO 4: MALO	20 – 40	20
TIPO 5: MUY MALO	Fallas	15

Tabla 39. RMR utilizado para sostenimiento

Introduciendo en la tabla 24 el valor de sismicidad bajo (caso estático) y el valor de RMR 40, se tiene una Q de 0,65.

TERRENO	VALOR UTILIZADO RMR	VALOR UTILIZADO ÍNDICE Q	VALOR UTILIZADO ÍNDICE Q
		Caso Estático	Caso Sísmico
TIPO 1: MUY BUENO	80	55	27,5
TIPO 2: BUENO	60	6	3
TIPO 3: NORMAL	40	0,65	0,325
TIPO 4: MALO	20	0,07	0,035
TIPO 5: MUY MALO	15	0,04	0,02

Tabla 40. Índice Q según la zona sísmica

II. Índice Q mediante ecuación

Una vez establecido el valor a utilizar de RMR (40), se debe determinar el valor utilizado de índice Q, el cual se puede calcular mediante la tabla anterior de peligrosidad sísmica y mediante la ecuación siguiente.

$$Q = e^{\frac{RMR}{9}}$$

Teniendo en cuenta el valor RMR de, se tiene:

$$Q = e^{\frac{40-44}{9}} = 0,65$$

III. Ábaco de Barton

Sólo falta calcular el parámetro de dimensión equivalente, que se calcula a continuación con la ecuación siguiente:

$$De = B/ESR$$

Donde:

- B es el ancho de excavación, en nuestro túnel de 10,56 m.
- ESR es un parámetro en función del nivel tensional que se obtiene de la tabla siguiente, en nuestro caso 1,3.

TIPO	DESCRIPCIÓN	ESR
A	Minas abiertas temporalmente	3 - 5
B	Pozos verticales	2,5 - 2
C	Minas abiertas permanentemente. Túneles hidroeléctricos Túneles piloto y galerías de avance para grandes excavaciones	1,6
D	Cavernas de almacenamiento Plantas de tratamiento de aguas Túneles pequeños de carretera y ferrocarril	1,3
E	Centrales eléctricas subterráneas Túneles grandes de carretera y ferrocarril Cavernas de defensa civil Boquillas e intersecciones	1
F	Centrales nucleares subterráneas Estaciones de ferrocarril Pabellones deportivos y de servicios	0,8

Tabla 41. Parámetro ESR

Por tanto:

$$De = 10,56/1,3 = 8,12 \text{ m}$$

Con estos datos, $De = 8,12$ y $Q = 0,365$ analizamos el ábaco de Barton.

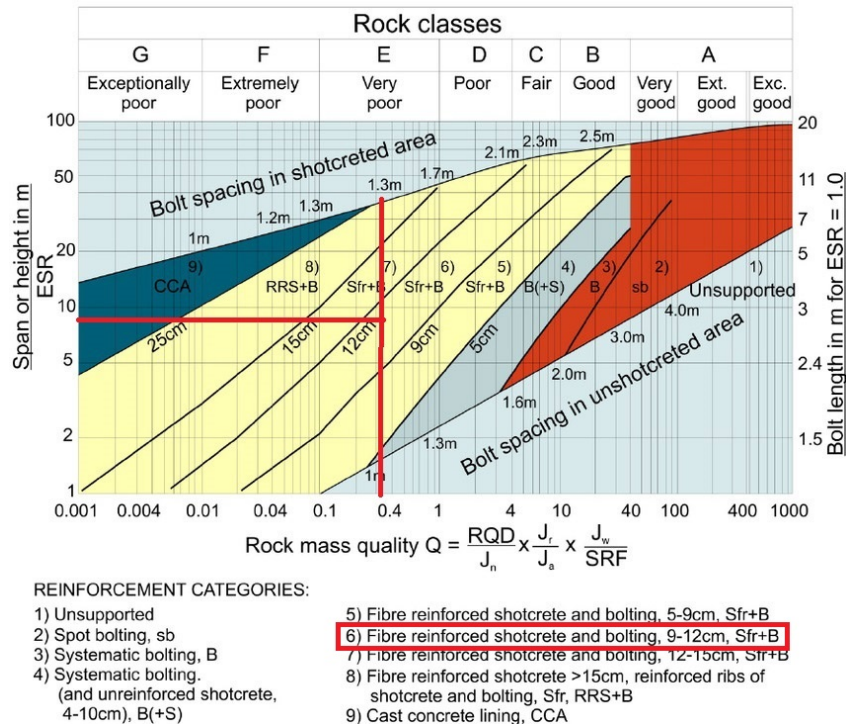


Figura 39. Ábaco de Barton

Resultados

Por último, con el valor 40 de RMR, el índice Q de 0,65 a utilizar y los 7,67 metros de dimensión equivalente, se procede a determinar el sostenimiento en el ábaco de Barton, mostrado en la figura 30 a continuación.

Por tanto, basándose en el ábaco (figura 30) y en el sostenimiento según Barton (tabla 26), como puede apreciarse, se obtienen las siguientes características:

- Clase de roca tipo E (muy mala).
- Separación entre bulones de 1,3 metros.
- Longitud de bulones de 3 metros.
- Hormigón proyectado de 9 a 12 centímetros.

La eficacia estabilizadora del sostenimiento depende de varios factores como:

- El tiempo transcurrido desde la excavación hasta el momento en que comienza a interaccionar el sostenimiento colocado con el terreno circundante.
- La distancia al frente y la rapidez con la que se coloca.
- Los espesores y cuantías de los elementos constitutivos (hormigón proyectado, bulones, cerchas...).
- La secuencia de colocación.
- La calidad de los materiales (resistencias iniciales, curva de endurecimiento del hormigón proyectado, bulones activos, bulones pasivos...).
- En los túneles de sección grande, en rocas blandas y suelos, la estabilidad definitiva, únicamente se consigue, cuando el sostenimiento forma una estructura cerrada que aporte continuidad estructural transmitiendo y repartiendo adecuadamente esfuerzos, principalmente, de compresión. Esta continuidad estructural del sostenimiento se consigue construyendo una contrabóveda provisional en la fase de avance y/o una contrabóveda definitiva en la fase final de la destroza.
- En los túneles profundos en rocas blandas, en los que se generan importantes deformaciones, el sostenimiento colocado tiene que ser lo suficientemente flexible para permitir importantes deformaciones iniciales a la vez que, posteriormente, ser suficientemente rígido para limitar estas a los valores máximos admisibles.
Para absorber las deformaciones iniciales, resulta muy eficaz dejar longitudinalmente franjas estrechas débiles en el sostenimiento, uniformemente distribuidas, que permitan absorber las deformaciones.

20.6. Conclusiones

Concluyendo, con las tres clasificaciones descritas, Bieniawski, Romana y Barton, el sostenimiento final del túnel es:

- Hormigón proyectado HP-30 de 12 cm de espesor repartido en 3 capas de 4cm cada una.
- Mallazo de 150×150×6 cm
- Cerchas TH-21 con una separación ocasional, de 1,5 m.
- Placa metálica sobre la cercha que servirá de encofrado perdido para el hormigón proyectado.

- Bulones de 3 metros de longitud separados 1,3 metros entre ellos.

I. Hormigón proyectado

Una vez saneada la excavación se dispondrá una capa de sellado de hormigón proyectado HP-30 de 12 cm de espesor repartido en tres capas. La primera, de sellado, tiene un espesor de 4 cm. Esta capa tiene como misión garantizar a corto plazo la estabilidad de la sección, evitando con ello los fenómenos de descompresión y descalce de bloques que pudieran originar desprendimientos de fragmentos en la zona de trabajo.

Las otras dos capas, de 4 cm cada una, tienen como finalidad el relleno del espacio comprendido entre las cerchas, el mallazo y las placas.

II. Bulones

Los bulones para el cosido del terreno, se colocarán inmediatamente después de la capa de sellado, salvo el caso de las secciones en las que se prevé la colocación de cerchas, como es este caso.

Se ha previsto la utilización de bulones de anclaje de acero corrugado de Ø25, de 3 m de longitud, separados 1,3 m en zonas sin hormigón proyectado 1,2 m en zonas con hormigón proyectado, formando una red de 1,50 x 1,50 metros.

III. Cerchas

En la sección se prevé la colocación de cerchas tipo TH-21 cada 1,5 metros ya que según la tabla se pueden colocar de manera ocasional, y se fijarán mediante bulones y placa.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta en la ejecución de los sostenimientos, fundamentalmente en los terrenos más débiles, es conseguir unas adecuadas condiciones de apoyo del mismo, para limitar el desarrollo de fenómenos de “hincamiento” y descenso en bloque del sostenimiento, y el de deformaciones de cierre en la base del mismo. Para ello, debe cuidarse el apoyo del sostenimiento en el momento de su ejecución y su unión con el trasdós mediante la colocación de bulones al pie del avance.

Tras la excavación de la sección de destroza, y simultaneándola con ella, con los correspondientes desfases en planta para compaginar ambos trabajos, se prevé el hormigonado del arranque del anillo de revestimiento en la parte baja de la sección, lo que permite realizar un buen recalce del sostenimiento colocado a sección completa, que beneficia en gran medida las condiciones de apoyo de éste, limitando el desarrollo de deformaciones en la sección y mejorando consecuentemente las condiciones de estabilidad del túnel.

IV. Mallazo

Colocaremos un mallazo simple de 150 x 150 x 6 centímetros de acero corrugado como armadura de reparto.

21. REVESTIMIENTO

“El revestimiento de un túnel puede concebirse a manera de un blindaje, como una barrera delimitadora de espacios o como el elemento funcional y estético que protege de forma permanente a una excavación subterránea; para cumplir cabalmente sus funciones, el revestimiento debe ser, antes que nada, sólido, compacto, impermeable, de espesor suficiente y con superficie interior tersa y duradera, considerando que en la actualidad, en túneles carreteros es posible implementar el tipo de revestimiento de acuerdo con las características de los materiales que lo constituyen y con base en las necesidades del propio proyecto” (Sánchez, 2014).

21.1. Impermeabilización

Se pueden adoptar varias alternativas para mantener seco el interior del túnel, siempre en los casos en que existan filtraciones.

La primera es la colocación de un revestimiento secundario de anillo de hormigón en masa colocado in situ y un conjunto de lámina y geotextil entre medias de ambos. De esta forma, se captan las filtraciones que consiguieran atravesar el revestimiento primario, sobre todo entre las juntas entre anillos; reconduciendo el agua hasta las colectores longitudinales del túnel. No cabe duda que es una solución idónea pero encarece considerablemente el túnel, ya que el espesor mínimo de este anillo secundario debe ser de 30 cm por razones de ejecución. Además del coste extra de hormigón, la sección sería mayor y repercutiría en un incremento de precio considerable.

Otra opción es la colocación de una lámina alveolar de polietileno de alta densidad, fijada al paramento de hormigón. Las posibles filtraciones transcurrirían por esta lámina hasta el sistema de drenaje longitudinal. El sistema es muy eficaz y no requiere mucha inversión, en contra, el acabado superficial no es estético ni funcional, por lo que requiere la colocación de paneles ornamentales como revestimiento secundario.

Otra forma de frenar las filtraciones es el sellado de juntas de construcción y de fisuración. Se han desarrollado materiales y, elementos específicamente para el sellado e impermeabilización de juntas. Además de los perfiles de caucho (waterstop), existen otros materiales y elementos que permiten tratar a posteriori juntas o fisuras que presenten problemas de permeabilidad.



Figura 40. Diferentes tipo de juntas watersto

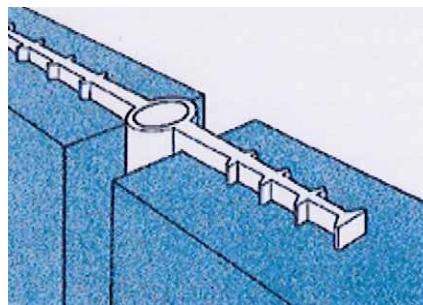


Figura 41. Colocación de la junta entre módulos de revestimiento

Las bandas cubrejuntas compuestas por un tejido elástico de poliéster y una banda central de caucho, son utilizadas en juntas o grietas sometidas a presiones positivas, uniéndose a la superficie tratada por medio de un adhesivo plástico.

Los elementos más empleados son los sellados elásticos expansivos, constituidos en general por un caucho tratado que contiene un componente hidrófilo o resinas hidrodilatables y que en contacto con el agua pueden triplicar su volumen, volviendo a su tamaño inicial cuando pierden la humedad. No requieren el empleo de elementos fijadores especiales, aunque deben situarse en zonas donde se mantengan sujetas a la junta, por lo que en ocasiones en que se encuentren en zonas expuestas o superficies rugosas, deben fijarse mediante clavos. En cualquier caso, se trata de elementos flexibles, que no introducen tensiones en las juntas.

En el sellado de juntas y fisuras, pueden emplearse también masillas, compuestas de resinas epoxi y caucho de poliuretano, que ofrecen alta adherencia con todos los materiales y una gran durabilidad en condiciones normales de explotación, siendo resistentes a disolvente e hidrocarburos e inalterables en presencia de agua.

Suelen aplicarse en juntas transitables sobre hormigón, siempre y cuando estén sometidas a pocos desplazamientos

Otro método son las inyecciones de contacto para rellenar todos los huecos que puedan quedar entre el terreno y revestimiento. Es conveniente dejar tubos

embebidos en el hormigón para evitar taladros a posteriori. Estos deberán ir dotados de tapones provisionales para impedir su obstrucción. Otro tipo de inyecciones son las de colmatación de fisuras. Habitualmente se emplea lechada de cemento controlando la presión de inyección, siendo más eficaz la combinación de microcementos con diferentes finuras de molienda que consiguen lechadas altamente fluidas capaces de rellenar fisuras de menor abertura.

También se emplean resinas de poliuretano que al contacto con el aire se expanden considerablemente cerrando las posibles vías de filtración. El elevado y rápido poder expansivo de estos componentes los hace muy eficaces cuando las filtraciones adquieren un caudal y presión importante. Se pueden hacer sellados localizados en vía de agua puntuales, o bien, cuando los goteos son generalizados en un zona de túnel, se hacen perforaciones en abanico longitudinales para formar una aureola impermeable que impermeabiliza la bóveda o el perímetro completo de la sección. El tiempo de fraguado de las espumas se estima por el caudal de agua de filtración, para evitar el lavado de la resina de poliuretano.

21.2. Características del hormigón de revestimiento

Se emplea hormigón en masa bombeado in situ. Sus componentes deben cumplir las siguientes condiciones.

El cemento, además de las especificaciones exigidas en la norma para la recepción de cementos RC-03, cumplirá las que se indican en el Artículo 26 de la EHE. Se utilizará cemento tipo CEM 11/A-S 32,5 CEM 11/A-S 42,5/SR según proceda, adecuado por su resistencia a los sulfatos. Las clases resistentes 32,5 o 42,5 serán elegidas en función de la resistencia requerida a los hormigones, seleccionando en todo caso la más baja posible.

El agua, además de las condiciones exigidas en el Artículo 280 del PG-3, cumplirá las que se indican en el Artículo 27 de la EHE.

Los áridos cumplirán las condiciones exigidas en los Apartados 610.2.3. y 610.2.4. del PG-3 y lo indicado en el Artículo 28 de la EHE.

De acuerdo con el Artículo 86 de la EHE se considerará imprescindible la realización de ensayos previos en todos y cada uno de los casos, muy especialmente cuando se empleen cementos diferentes del Portland.

El hormigón para revestimiento deberá transportarse a su lugar de colocación mediante hormigoneras o bombas de hormigonado. El equipo de transporte del hormigón deberá ser probado a pie de obra, antes de su utilización en la misma, para determinar su capacidad de suministrar un hormigón uniforme. Se realizarán pruebas de consistencia (cono de Abrams) con muestras de hormigón obtenidas del principio y final de una misma amasada. Si los asentamientos obtenidos difieren en más de veinticinco (25) mm se deberá modificar el equipo, hasta que se obtengan resultados satisfactorios. El equipo de transporte de hormigón empleado en las obras deberá ser

examinado diariamente para detectar acumulaciones de hormigón o mortero endurecido o el desgaste de las paletas, en cuyo caso, se deberá realizar la prueba de uniformidad especificada más arriba y, cuando sea necesario, se tomarán medidas correctoras. No se añadirá agua al hormigón durante su transporte y colocación.

No se colocará hormigón en contacto con agua, fluyente o en reposo, y no se permitirá el flujo de agua sobre el hormigón hasta que no haya endurecido.

Cuando existan filtraciones de agua en las superficies contra las cuales se haya de verter el hormigón, se establecerán los oportunos drenajes, conduciendo el agua hasta los sistemas de agotamiento previstos.

El hormigón será colocado mediante bomba de hormigonado de adecuada capacidad. No se permitirá el empleo de equipos neumáticos. El equipo de bombeo, las tolvas de almacenaje y las tuberías de suministro deberán lubricarse, al comienzo de cada operación de hormigonado, con una masa de mortero de cemento y arena, debiendo limpiarse a fondo al final de la operación.

El hormigón deberá verterse lo más próximo posible a su posición definitiva, y en tongadas continuas casi horizontales entre juntas de construcción. El espesor de las tongadas no deberá sobrepasar los cinco metros (5 m), debiendo compactarse cada tongada antes del vertido de las siguientes.

El hormigonado de la bóveda se realizará de forma simétrica respecto al eje del túnel, de forma que la diferencia de nivel entre ambos lados nunca sea superior al espesor de la tongada.

En caso de parada del equipo de hormigonado, se deberá dejar la superficie del hormigón formando una junta plana (junta fría). El hormigón de la superficie de tales juntas deberá limpiarse con chorro de aire y agua a alta presión antes de que endurezca el hormigón, proporcionando una superficie limpia e irregular, libre de lechada de cemento. Antes de reanudar el hormigonado deberá mojarse la superficie y se dispondrá sobre ella una capa delgada de mortero de cemento.

A menos que se apruebe otra cosa, se deberá compactar el hormigón de revestimiento mediante vibradores mecánicos de alta frecuencia. Se deberán emplear vibradores del tipo de aguja, suplementados, cuando sea necesario, por vibradores de encofrado. Se dispondrá un vibrador de aguja por cada 6 metros cúbicos por hora de hormigón a compactar.

Deberán emplearse vibradores de encofrado para compactar el hormigón de la clave de galerías por encima de las aberturas más altas del encofrado. Se dispondrán según una cuadrícula de lado no mayor de uno coma dos (1,2) m. El emplazamiento y el accionamiento de los vibradores deberá coordinarse cuidadosamente con la retirada de la tubería de hormigonado, al objeto de evitar que el hormigón fluya y se produzcan vacíos en clave. No deberán emplearse los vibradores para distribuir el hormigón desde el punto de vertido.

Los encofrados podrán ser metálicos, de madera, de productos de aglomerado, etc., y en todo caso deberán cumplir lo prescrito en la Instrucción EHE.

En la formación de juntas se emplearán como encofrado perdido placas de poliestireno expandido, que cumplan con lo especificado en el Artículo 287 del PG-3.

Los encofrados, con sus ensambles, soportes o cimbras, tendrán la rigidez y resistencias necesarias para soportar el hormigonado sin movimientos de conjunto superiores a una milésima (0,001) de la luz libre del encofrado.

Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan (sobre la parte de obra ya ejecutada) esfuerzos superiores al tercio ($1/3$) de su resistencia.

Las juntas del encofrado no dejarán rendijas de más de dos milímetros (2 mm) para evitar la pérdida de lechada, pero deberán dejar huelgo necesario para evitar que por efecto de la humedad durante el hormigonado se compriman y deformen los tableros.

En el diseño de los encofrados se deberán disponer agujeros provisionales para permitir la eliminación de los residuos de limpieza.

Se utilizarán encofrados cuyos perfiles serán los correspondientes al gálibo interior previsto en las secciones de tramos rectos y curvos de túnel. Dichos encofrados pueden ser fijados a un carro metálico, que permita su desplazamiento.

En este caso los gálivos interiores de los carros deberán ser compatibles con el paso de la maquinaria y vehículos de obra.

Se preverán agujeros en el encofrado de manera que los tubos de inyección y purga se puedan colocar en la posición prevista. Los agujeros estarán provistos de elementos con rosca apropiados para conectar los tubos de inyección. Cuando no se estén usando, los agujeros serán enrasados con la superficie exterior del encofrado mediante tapones.

El desencofrado será realizado de forma tal que se eviten daños al hormigón; El encofrado para el intradós de galerías perforadas no será retirado hasta que el hormigón haya alcanzado una resistencia de cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado (50 kg/cm²), y en cualquier caso, no antes de treinta y seis (36) horas después de la finalización del hormigonado.

21.3. Ejecución

Se propone la ejecución de un revestimiento continuo de hormigón, de 30 cm de espesor mínimo. La ejecución del revestimiento en el túnel se realiza en dos fases.

En primer lugar se ejecutan los denominados muretes guía (zapatas), como arranque de hastiales. Sobre ellos se hormigona el revestimiento in situ propiamente dicho cuya cara interior constituye el paramento visto de la sección del túnel. La construcción de las zapatas se realiza tras la excavación de la destroza. Esto permite

realizar un buen recalce del sostenimiento colocado en sección completa, que beneficia en gran medida las condiciones de apoyo de éste.

Nuestro túnel, dada su longitud y sección tipo única, puede revestirse mediante carretón electrohidráulico, a sección completa. Se dispondrán ranuras triangulares situadas transversalmente a la sección y separadas longitudinalmente 8 m entre sí, construidas mediante piezas adosadas al encofrado, con la misión de encauzar la posible fisuración transversal debida a la retracción del hormigón.

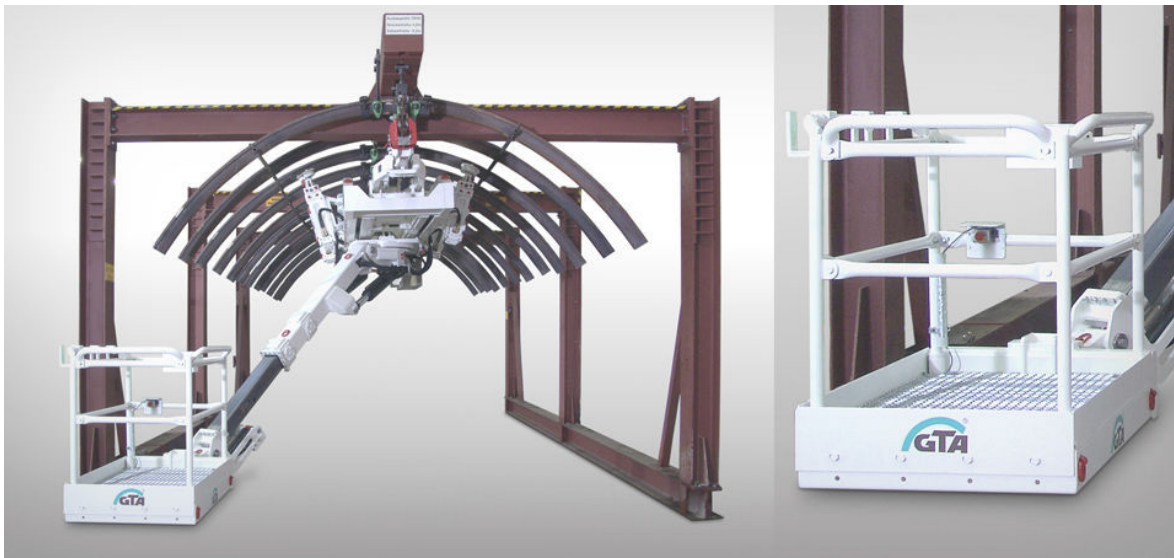


Figura 42. Carretón electrohidráulico

21.4. Acabados y elementos complementarios

Los anillos de hormigón se consiguen por fases (bóveda, hastiales) y con longitudes de pase longitudinal relativamente pequeñas (entre 1 m y 3 m), esto implica numerosas juntas en los paramentos y disminuyen la homogeneidad y la calidad del acabado superficial de los túneles construidos por estos métodos. En túneles ferroviarios o metropolitanos estas propiedades de estética y terminación son secundarias, sin embargo, en los túneles carreteros estos factores están ligados a una mayor calidad durante el periodo de explotación. Los acabados superficiales que se pueden incorporar son los siguientes

Elemento	Función	Tipo
Revestimientos Ornamentales	Estética y mejoras en fase de explotación	Conjunto de paneles de acero vitrificado y fibrocemento planos
		Paneles prefabricados de aluminio
		Paneles prefabricados de fibrohormigón
Tratamientos frente al fuego	Mejorar el comportamiento del revestimiento en caso de incendio.	Adición fibras polipropileno
		Morteros ignífugos
		Placas de silicatos
		Pinturas intumescentes
Tratamientos impermeabilizantes superficiales	Evitar filtraciones en el interior del túnel	Morteros plásticos epoxi
		Morteros plásticos poliméricos
		Pinturas impermeabilizantes ignífugas
		Juntas waterstop
		Juntas de sellado elásticas y expansivas

Tabla 42. Acabados superficiales

Los equipamientos complementarios se resumen en la siguiente tabla:

Elemento	Función	Tipo
Aceras peatonales	Mantenimiento, emergencia	Antideslizantes de hormigón o soladas
Barreras New Jersey	Limitar las consecuencias del impacto de un vehículo en caso de accidente	Media barrera de hormigón en masa en base de hastiales

Tabla 43. Equipamientos complementarios

21.5. Comportamiento durante la explotación del túnel

A continuación se hace una valoración de las ventajas y las deficiencias durante las fases de explotación, según los siguientes criterios.

- Durabilidad del propio revestimiento y de los elementos estructurales del túnel. Evitar o retrasar las reparaciones o rehabilitaciones que suponen, ya que supone un coste más elevado.
- Alteración a lo largo del tiempo de los paramentos del revestimiento por los C contaminantes atmosféricos.

- Impermeabilidad. Mantener el interior del túnel sin goteos y filtraciones aporta mejoras en la seguridad del tráfico rodado.
- Facilidad de mantenimiento y limpieza de los paramentos vistos del revestimiento.
- Mejora de la eficacia de las instalaciones de electricidad y ventilación.
- Acabado superficial, homogéneo y estético.
- Mejora de la percepción del trazado y el confort.
- Comportamiento en caso de incendio. Afección estructural y reparación.
- Inversión inicial.

En la siguiente tabla se recogen todos estos criterios, teniendo en cuenta que se valora el revestimiento primario de hormigón, sin acabados superficiales ni revestimientos secundarios

Revestimiento de hormigón en túneles construidos por métodos tradicionales. Comportamiento durante la explotación		
Criterio	Valoración	Observaciones
Durabilidad	Media	Los espesores de hormigón son considerables y garantizan tanto su función estructural como su función de revestimiento. En contra, es difícil alcanzar una buena impermeabilización en terrenos con filtraciones de agua importantes, lo cual implica un mayor deterioro del hormigón.
Homogeneidad y acabado superficial	Media	Numerosas juntas de hormigonado transversales y longitudinales que restan homogeneidad superficial.

Estética	Media	Tanto las juntas como el tono del hormigón disminuyen la estética.
Mejora de iluminación	Media	La tonalidad gris del hormigón resta luminiscencia
Mejora ventilación	Media	La geometría interior de hastiales rectos y bóveda circular no tangente tiene menores cualidades aerodinámicas que una sección circular. El acabado liso superficial sí favorece la disminución del rozamiento de las corrientes de ventilación.
Alteración atmosférica	Media	Los gases de combustión y los agentes atmosféricos alteran ligeramente a largo plazo al hormigón. Una buena calidad del hormigón y una cuidada ejecución evitan el deterioro.
Facilidad de limpieza	Media	El acabado poroso del hormigón dificulta las labores de limpieza.
Facilidad de reparación de daños	Buena	Los daños producidos por impactos o accidentes provocan pocas afecciones.

Mejora percepción del trazado	Media	Las juntas entre anillos restan homogeneidad y continuidad en la percepción del trazado.
Mejora en el confort del conductor	Media	El acabado superficial presenta irregularidades.
Comportamiento en caso de incendio	Bueno	El gran espesor de hormigón y el carácter aislante mismo implica deterioros por el calor tan sólo en los primeros centímetros del revestimiento. Pero al ser elemento estructural es aconsejable añadir elementos de protección contra el fuego
Impermeabilidad	Baja	El método constructivo no permite una buena impermeabilización en los casos de existir filtraciones importantes.
Inversión inicial	Media	El propio sostenimiento o estructura portante constituye el revestimiento pero su acabado superficial interior es deficiente por lo que es aconsejable recurrir a revestimientos secundarios.

Tabla 44. Criterios de revestimiento

21.6. Conclusiones y recomendaciones

Es un revestimiento ligado directamente al método constructivo, siendo la estructura portante que conforma los túneles construidos por el método Austriaco. Técnicas constructivas poco mecanizadas y manuales pero vigentes por garantizar la estabilidad en terrenos tipo suelo, debido a su ejecución en fases con frentes de excavación de pequeñas dimensiones.

Dejando a un lado los aspectos constructivos y estructurales y teniendo en cuenta tan sólo su función como revestimiento, de lo expuesto en los apartados anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

El acabado superficial del hormigón de los hastiales y bóveda es aceptable, a pesar de las juntas de hormigonado, por lo que en principio no sería necesario recurrir a revestimientos secundarios.

Otro factor de gran importancia es la seguridad estructural frente a un incendio. Además de los diferentes sistemas de protección superficial, la incorporación de fibras de polipropileno en la dosificación del hormigón supone un incremento mínimo de coste, aportando a cambio una importante disminución en los daños que sufre el hormigón expuesto en un incendio.

Resumiendo, se ha propuesto una capa de hormigón en masa de 30 cm de espesor mínimo para su correcta ejecución y la colocación de un geocompuesto, en este caso bentonita.

22. VENTILACIÓN

22.0. Introducción

En este apartado del anteproyecto se estudiarán los caudales y potencias requeridos para los ventiladores en fase de ejecución de la obra, ya que este anteproyecto sólo se centra en la construcción del túnel sin incluir las estaciones de la línea de metro, ni los posibles pozos que se requieran para la correcta ventilación del mismo en la puesta en servicio.

22.1. Generalidades

En primer lugar, cabe decir que es indispensable ventilar los túneles y las estaciones en caso de incendio con la finalidad de trasladar los humos fuera de los caminos de evacuación y, en circunstancias habituales, renovar el aire de los andenes de modo que se garantice que éste sea salubre, y para contrarrestar el efecto pistón (explicado en el punto 20.3) generado por el convoy dentro del túnel. El sistema de ventilación además, colabora a regular la temperatura dentro de las estaciones.

Cabe destacar que para este tipo de túnel, metropolitano, es necesario calcular los caudales de aire en fase de construcción y en su puesta en servicio, ya que en esta última, se genera el efecto pistón (explicado en el punto 20.3) a consecuencia del tren.

La cantidad y composición de humos varían sensiblemente en función de diversos parámetros que a continuación se describen y que deben ser tomados en cuenta al momento de diseñar un túnel:

- Pendiente (en el túnel y en los accesos).
- Altura o nivel sobre el mar.
- Composición del tráfico.
- Fluidez del tráfico.
- Si es unidireccional o bidireccional

La disposición del túnel, serán las que decrete el sistema de ventilación artificial más conveniente para cada circunstancia, siendo preciso asignarle el conveniente sistema de control. Otros criterios para la selección del sistema son el entorno y/o afección del medio ambiente y el coste de la instalación y trabajos del sistema.

La ventilación en los túneles carreteros es mucho más sencilla porque en general tiene sistemas de ventilación más simples, pero en el caso de un túnel de metro, el diseño de la ventilación es algo más complejo, ya que requiere de técnicas CFD (Dinámica de fluidos computacional).

22.2. Cálculos de la ventilación para la fase constructiva

22.2.1. Caudal necesario para la construcción de túneles

De acuerdo con el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, y a sus Instrucciones Técnicas Complementarias, las concentraciones volumétricas admisibles para los gases peligrosos se exponen a continuación en la siguiente tabla:

p.p.m.	Jornada de 8 h.	Periodos cortos
Monóxido de carbono (CO)	50	100
Dióxido de carbono (CO ₂)	5.000	12.500
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	10	25
Sulfuro de hidrógeno (SH ₂)	10	50
Dióxido de azufre (SO ₂)	5	10
Hidrógeno (H ₂)	1.000	10.000

Tabla 45. Concentraciones volumétricas admisibles

La proporción de oxígeno (O₂) nunca será, en las zonas de trabajo, inferior al 19% en volumen. En caso necesario se utilizará la corrección pertinente por altitud.

22.2.2. Dilución de los gases de escape de los motores diesel

En cuanto la dilución de los gases producidos por los motores diésel es necesario al menos 1500 m³ de aire por cada hora y por cada kilo de gasoil consumido.

Se estima que el gasto de gasoil de la maquinaria que operan en el frente es de 0,272 kg/kWh, es decir, 0,272 kg a la hora por cada kW de potencia.

El resultado calculado se debe multiplicar por un coeficiente de 0,6, se supone que, como media, las máquinas trabajan al 60% de su potencia nominal

Se tiene el diagrama adjunto con los valores obtenidos, que indica el caudal de aire que se necesita para la correcta ventilación del túnel en relación a la maquinaria que labora dentro de él.

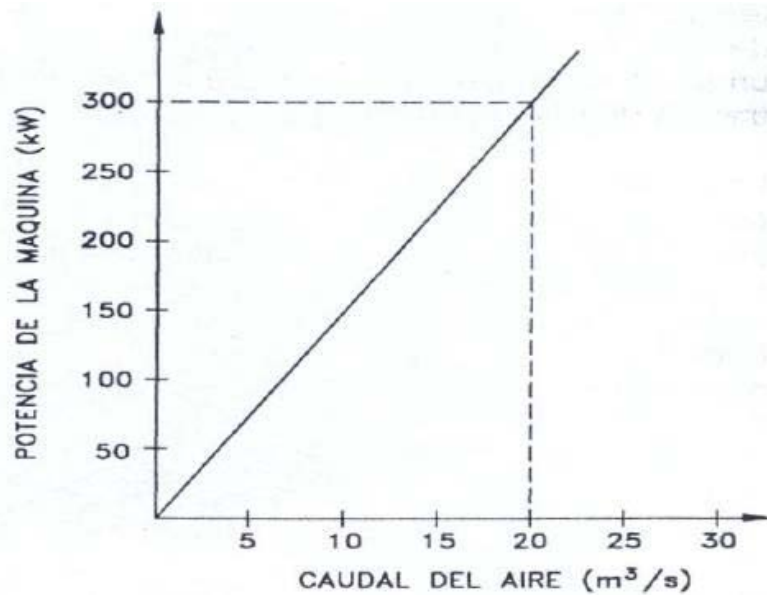


Figura 43. Diagrama de potencia de maquinaria-caudal de aire

Por tanto, como ya se ha mencionado anteriormente en el apartado de maquinaria, la rozadora seleccionada cuenta con un motor de 350 kW de potencia.

En cuanto a la pala cargadora, se escogió un modelo con una potencia de 100kW, en régimen continuado.

Para concluir, se seleccionaron dos vehículos de transporten que trabajan en el interior 40 minutos por cada hora, con la potencia de 110kW.

❖ *Potencia total:*

$$P_T = (350 + 100 + 2 \times (\frac{40}{60}) \times 110) \text{ kW} = 596,67 \text{ kW}$$

❖ *Caudal necesario para la ventilación*

$$Q = (P_T \times 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \text{kg} \times 0,272 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \times 0,6)$$

$$Q = (596,67 \text{ kW} \times 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \text{kg} \times 0,272 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \times 0,6) = 146\,064,82 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 40,57 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Por tanto se concluye que el caudal de aire necesario es de 40,57 m³/s.

22.2.3. Ventilación en polvo

Los trabajos que provocan polvo en la construcción de túnel son los siguientes:

- ❖ Rozado en el frente
- ❖ Carga y transporte de escombros
- ❖ Proyección de hormigón

Como en el avance se utilizarán rozadoras, el caudal de aire a emplear por metro cuadrado de sección estará comprendido entre los valores 15 y 25 m³ por m² y minuto, dependiendo de la cuantía de los avances y del tipo de roca.

En nuestro caso, se va a utilizar la media de estos dos valores, 20 m³ por m².

En cuanto a la sección del túnel, como ya venía definido en apartados anteriores, es de 67,28 m².

Ya con los datos necesarios, podemos calcular el caudal de aire necesario para la ventilación del polvo.

$$Q_{\text{polvo}} = \frac{20 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \times 67,28 \text{ m}^2}{60 \text{ s}} = 22,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

22.2.4. Ventilación total

La ventilación total será el mayor de los caudales calculados en función a la potencia de las máquinas (40,57 m³/s) y el polvo generado (22,43 m³/s).

$$Q_{\text{total}} = 40,57 \text{ m}^3/\text{s}$$

22.5.5. Caudal para la respiración del personal

Si suponemos un caudal de aire de 40 L/s y por persona, y suponiendo que nunca habrá más de 14 personas trabajando simultáneamente en el frente de la excavación, tenemos que:

$$Q_{\text{personal}} = 0,04 \text{ m}^3/\text{s} \times 14 = 0,56 \text{ m}^3/\text{s}$$

Teniendo en cuenta que la exigencia de caudal mínimo para la respiración normal ha de ser 40 L/s por persona, con un contenido en oxígeno siempre mayor de 19%, se verifica que con el caudal calculado se cumplen las corrientes de aire estipuladas en las ITC.

22.2.6. Caudal de aire para mantener la corriente de retorno dentro de la galería

En los túneles de gran sección, la velocidad mínima del aire en la labor no puede ser menor a 0,4 m/s ni mayor de 8 m/s. (ITC, 2017). Por tanto, se tiene:

$$Q \geq 0,4 \times S = 0,4 \times 67,28 = 26,91 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q < 8 \times S = 8 \times 67,28 = 538,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Anteriormente se ha calculado el caudal necesario de de 40,57 m³/s, como nse verifica que entra dentro del rango permitido.

22.2.7. Cálculo de la pérdida de carga

La pérdida de carga experimentada por un caudal de aire Q a lo largo de un trayecto, dependerá de la resistencia aerodinámica de dicho trayecto, es decir:

$$\Delta X = R \times Q^2$$

Donde:

- ❖ ΔX : Pérdida de carga en Pa
- ❖ Q: Caudal de aire en m³/s = 40,57 m³/s
- ❖ R: Resistencia aerodinámica en Ns²/m⁸

Para el cálculo de la aerodinámica, se debe estudiar en el caso del túnel, de la tubería y en singularidades.

- *Resistencia aerodinámica en el túnel*

$$R_{\text{túnel}} = \frac{1000}{8g} \times \frac{\lambda \times \gamma \times P \times L}{(S)^3}$$

Donde:

- g : Aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- λ : Coeficiente de pérdida de carga
- γ : Peso específico del aire. Puede considerarse que su valor es de $12,01 \text{ N/m}^3$
- P : Perímetro de conducto en el tramo considerado (m)
- S : Sección del tramo considerado (m^2)
- L : Longitud del tramo considerado (m)

Para el cálculo de λ , coeficiente de pérdida de carga debemos estudiar la influencia mediante el número de Reynolds, la forma de la sección y la rugosidad del revestimiento.

$$\lambda = 0.7 \cdot \lambda_p + 0.3 \cdot \lambda_s$$

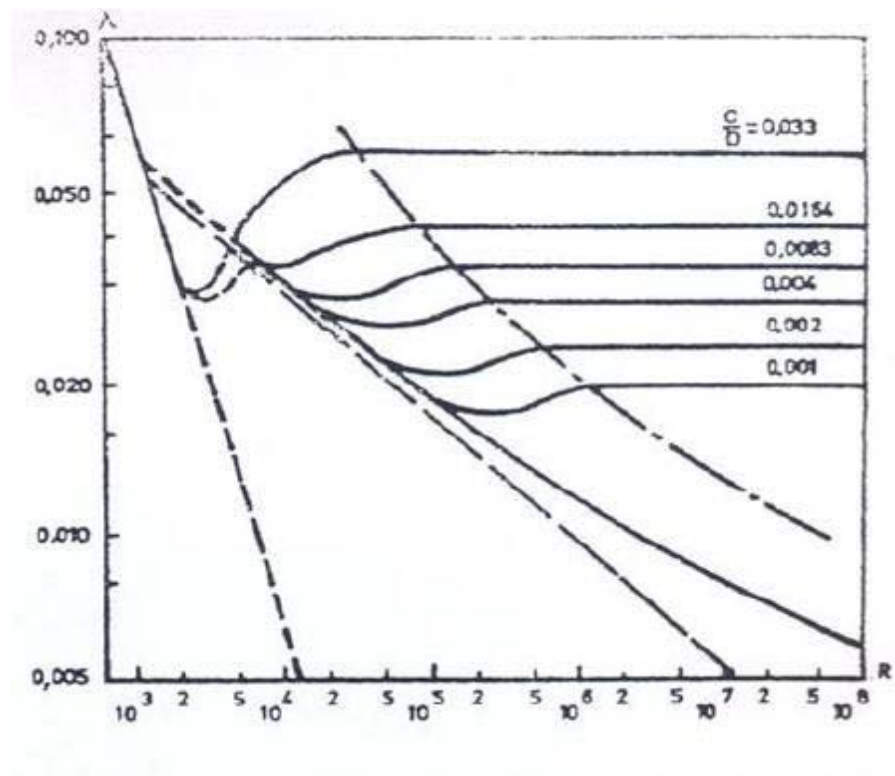


Figura 44. Variación del coeficiente de pérdida de carga con el número de Reynolds

Siendo:

- λ_p = coeficiente de pérdida de carga de las paredes = 0,058
- λ_s = coeficiente de pérdida de carga del suelo = 0,06 (ya que $i=5 \text{ cm}$)

SOSTENIMIENTO		λ_p	
ROCA DESNUDA	Pared bien recortada	0,058	
	Pared con acabado medio	0,084	
	Pared irregular	0,108	
ROCA BULONADA	Pared bien recortada	0,058	
	Pared con acabado medio	0,084	
	Pared irregular	0,108	
	Pared con tela metálica	0,130	
ROCA REVESTIDA	Hormigón Liso	0,022	
	Albañilería	Buen estado	0,025
		Estado Medio	0,030
		Irregular	0,040

Tabla 46. Coeficiente de pérdida de carga de las paredes del túnel

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	λ_s
Suelo hormigonado o asfaltado	0,03
i = 5 cm	0,06
i = 15 cm	0,08
i = 30 cm	0,108

Tabla 47. Coeficiente de pérdida de carga del suelo del túnel

$$\lambda = 0.7 \cdot 0,058 + 0.3 \cdot 0,06 = 0,0586$$

$$R_{\text{túnel}} = \frac{1000}{8 \times 9,81} \times \frac{0,0586 \times 12,01 \times 21,7 \times 562}{(67,28)^3} = 0,36 \text{ Ns}^2/\text{m}^8$$

▪ **Resistencia aerodinámica en la tubería**

En este caso, la resistencia aerodinámica viene expresada con la siguiente fórmula.

$$R_{\text{tubería}} = \frac{0,1 \times \lambda \times L}{(D)^5} \times Q^\alpha \times 9,81$$

Donde:

- $R_{\text{TUBERÍA}}$: Pérdida de carga en Pa
- L: Longitud de la tubería en m
- D: Diámetro de la tubería en m
- Q: Caudal que circula por la tubería en m³/s
- α : Coeficiente que puede tomar los siguientes valores:
 - $\alpha = 2$ en tuberías rígidas
 - $\alpha = 1,7$ en tuberías flexibles
- λ : Coeficiente de pérdida de carga. Es función de las características de la superficie interior de las tuberías. Sus posibles valores se indican en la tabla 30.

En este caso, se tiene una tubería flexible bien sostenida por tanto, según la tabla 30, el coeficiente de pérdida de carga es 0,0210.

TIPO DE TUBERÍA		COEFICIENTE DE PÉRDIDA DE CARGA λ
Rígidas	En materia plástica	0,0180
	Metálicas nuevas (lisas)	0,0205
	En contrachapa de madera	0,0220
Flexibles	Bien suspendidas	0,0210
	Mal suspendidas	0,0260

Tabla 48. Coeficiente de pérdida de carga de la tubería

Dada la gran influencia que tiene el diámetro de la tubería en su resistencia aerodinámica (inversamente proporcional a la quinta potencia), se deben usar tuberías del mayor diámetro posible, aunque estará limitado por el gálibo.

$$R_{\text{tubería}} = \frac{0,1 \times 0,0210 \times 562}{(3,5)^5} \times 40,57^{1,7} \times 9,81 = 11,95 \text{ Ns}^2/\text{m}^8$$

▪ *Resistencia aerodinámica en singularidades*

Se debe estudiar también la resistencia aerodinámica en zonas particulares como a la entrada o salida de pozos de ventilación, emboquille, trampillas, etc.

$$R_{SING} = \xi \times \frac{\gamma}{2g \times S^2} = \xi \times \frac{0,61}{S^2}$$

Se debe estudiar también la resistencia aerodinámica en zonas particulares como a la entrada o salida de pozos de ventilación, emboquille, trampillas, etc

Donde:

- R_{SING} : Resistencia aerodinámica de la singularidad en Ns^2/m^8
- ξ : Coeficiente de fricción de la singularidad. Sus posibles valores se indican en la tabla siguiente.

Como el tipo de singularidad es emboquille, se tiene un valor de coeficiente de fricción de la singularidad de 0,6.

- γ : Peso específico del aire ($12,01 N/m^3$)
- g : Aceleración de la gravedad ($9,81 m/s^2$)
- S : Sección de la singularidad en m^2

TIPO DE SINGULARIDAD		ξ
Cambio de dirección en ángulo recto de aristas vivas.		1,4
Cambio de dirección en ángulo recto sin aristas	Radio interior = 1/4 Radio exterior	0,6
	Radio interior = 2/5 Radio exterior	0,3
Emboquille		0,6
Trampilla		3,6
Enlace con pozo con aristas vivas		2
Enlace con pozo sin aristas		1

Tabla 49. Coeficiente de fricción de las singularidades

$$R_{SING} = 0,6 \times \frac{0,61}{67,28^2} = 8,09 \times 10^{-5} \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

- *Cálculo de la pérdida de carga total*

$$\Delta X_{TÚNEL} = R_{TÚNEL} \times Q^2 = 0,36 \times 40,57^2 = 592,53 \text{ Pa}$$

$$\Delta X_{TUBERÍA} = R_{TUBERÍA} = 11,95 \text{ Pa}$$

$$\Delta X_{SING} = R_{SING} \times Q^2 = 8,09 \times 10^{-5} \times 40,57^2 = 0,13 \text{ Pa}$$

El total de la pérdida de carga será el sumatorio de las respectivas pérdidas en túnel, tubería y por singularidades.

$$\Delta H = \Delta X_{TÚNEL} + \Delta X_{TUBERÍA} + \Delta X_{SING} = 592,53 + 11,95 + 0,13 = 604,61 \text{ Pa}$$

22.2.8. Cálculo de la potencia absorbida

La potencia absorbida del ventilador se calcula mediante la siguiente expresión.

$$W = \frac{Q \times \Delta H}{n}$$

Donde:

- W = Potencia absorbida por el ventilador (W)
- Q = Caudal suministrado por el ventilador (m³/s)
- ΔH = Depresión producida por el ventilador (Pa)
- n = Rendimiento del ventilador. Se toma el valor de 0,85

$$W = \frac{40,57 \times 604,61}{0,85} = 28905,41 \text{ W} = 28,905 \text{ kW}$$

22.3. Caudal de aire de la puesta en servicio. Efecto pistón.

En este apartado se explicará brevemente la manera de abordar los problemas generados de dinámica de fluidos a consecuencia del convoy del metro en su puesta en servicio.

Durante la circulación de un convoy por un túnel, éste "hace de pistón" impulsando el aire que se encuentra a su camino, de forma que delante del tren se forma una "bolsa" de aire con una presión mayor. Asimismo, cuando el convoy está llegando a la estación, preliminarmente a su entrada, llega el aire empujado por él formando corrientes de aire.

El parámetro que evalúa de modo indirecto la influencia de las presiones que se forman delante del tren por el efecto pistón es del coeficiente de bloqueo. Éste es la proporción entre el área del convoy y el área del túnel. Cuanto más elevado es el coeficiente de bloqueo, más área del túnel es ocupará y elevadas son las presiones ocasionadas y, por ende, mayores son las corrientes en la entrada de los túneles, o sea en los andenes para el caso propio de los metros.

En la próxima imagen se expresan los órdenes de magnitud del factor de bloqueo de los dos tipos de túnel con los que puede transcurrir una línea de metro (un túnel para los dos sentidos o dos túneles para cada sentido).

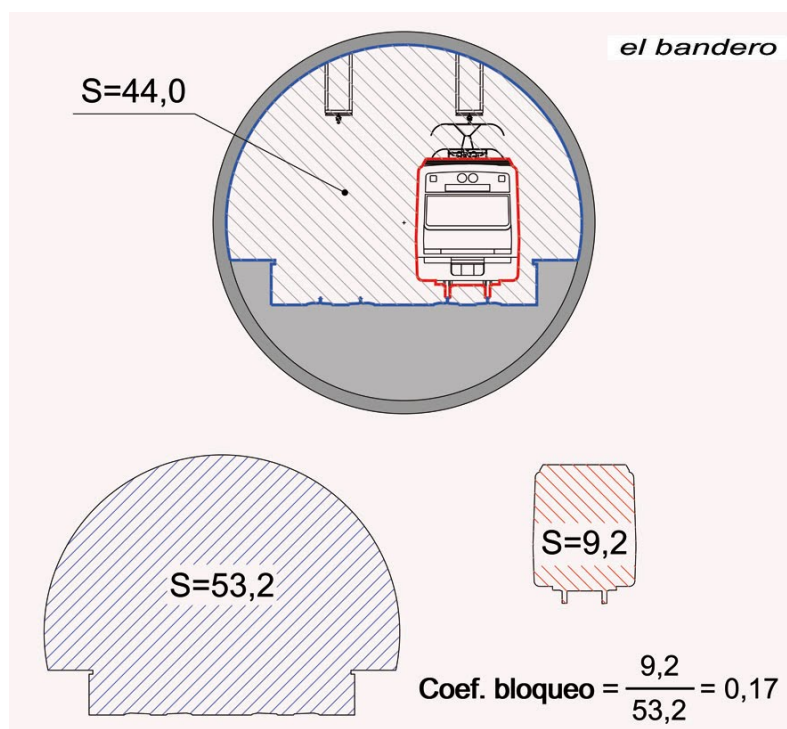


Figura 45. Órdenes de magnitud del coeficiente de bloque para un túnel de doble sentido

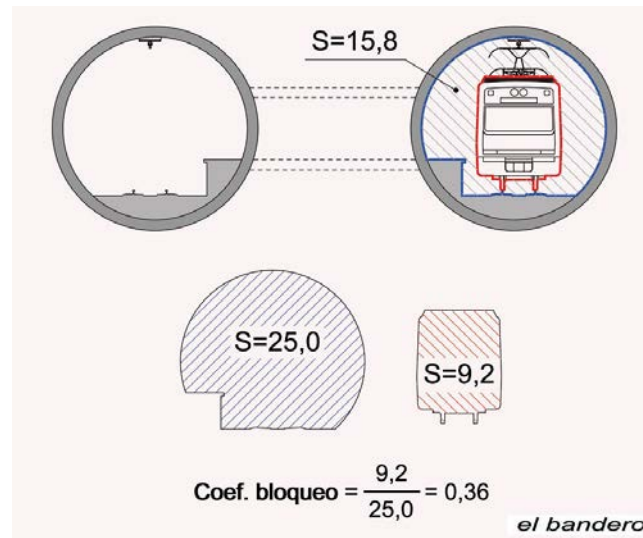


Figura 46. Órdenes de magnitud del coeficiente de bloque para un túnel de único sentido

Asimismo, en las estaciones en las que el convoy llega a través de un túnel para cada sentido de circulación son las estaciones en las que existe una mayor corriente de aire generadas por la circulación del tren por el túnel (efecto pistón).

22.3.1. Solución al efecto pistón

La manera tradicional de evitar estas molestias de aire es generando una conexión directa entre el túnel y el exterior anterior al inicio de la estación. De forma que sea a través de ella donde se fuguen las corrientes de aire previas al tren y así no lleguen al andén. Esta conexión se denomina pozo de compensación.

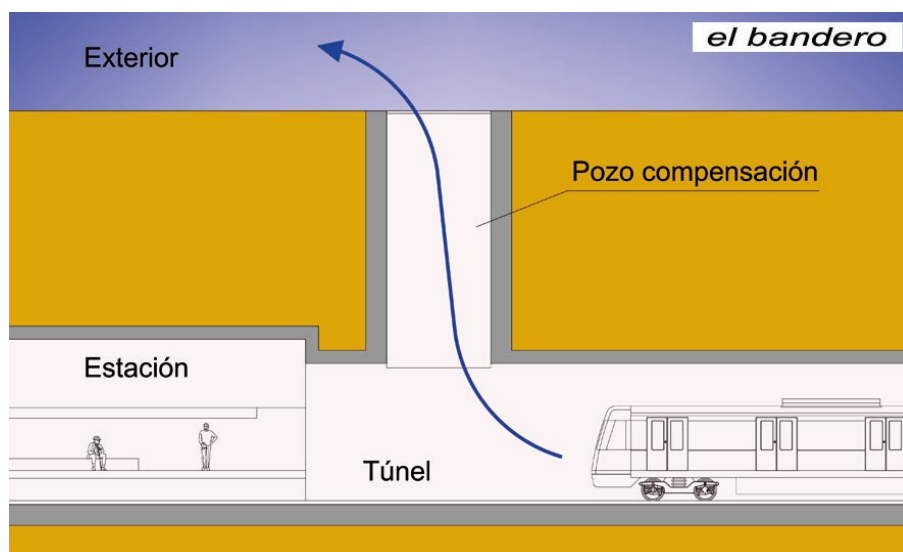


Figura 47. Esquema de un pozo de compensación

La resolución de disponer de pozos de compensación no se hace solamente para impedir las molestias provocadas por el efecto pistón en túneles con factor de

bloqueo altos, sino que pertenecen al ámbito del estudio de ventilación de la línea de metro, y en este estudio intervienen muchos más factores. En la siguiente imagen se muestra un croquis de ventilación de un tramo de metro en el que se han establecido pozos de compensación entre otros sistemas de ventilación.

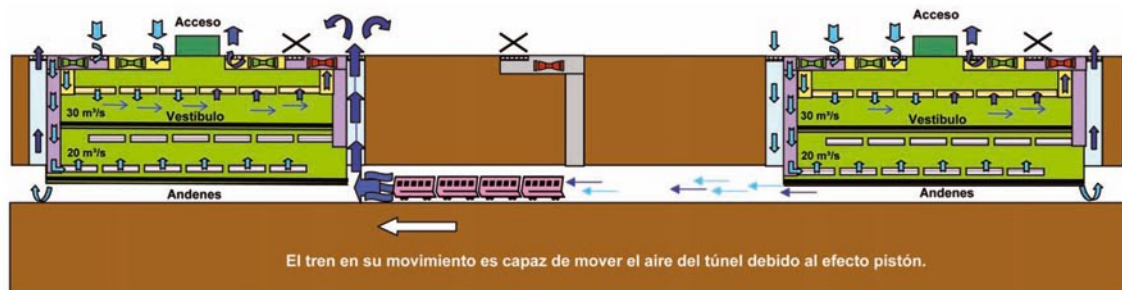


Figura 48. Esquema de ventilación de un tramo de metro con pozos de compensación

22.4. Sistemas de ventilación en puesta en servicio

Los componentes particulares para la ventilación de un túnel son:

- Para el túnel: pozos equipados con ventiladores o sin equipar, como el caso de los pozos de compensación para el efecto pistón.
- Para la estación: se pueden disponer conductos a lo largo del andén que impulsan o extraen, o no tener ningún elemento, lo que se dice “técnicamente” ventilación natural.

Seguidamente, se presenta el croquis genérico del metro de Barcelona. En cada caso se adecúa con las adaptaciones que se requieran a la infraestructura existente o a las particularidades de la misma.

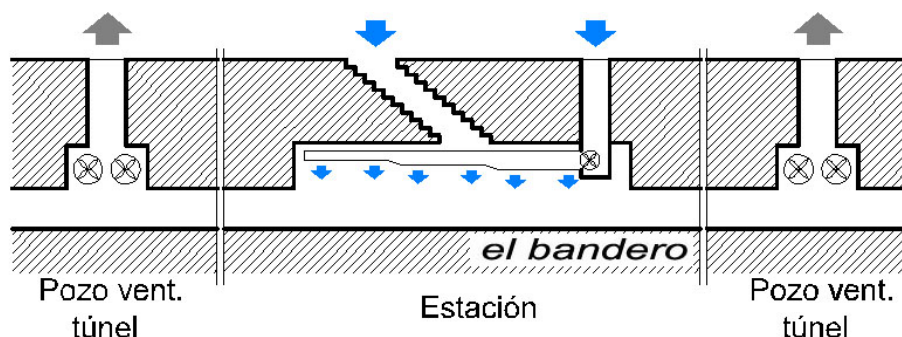


Figura 49. Esquema de ventilación tipo del metro de Barcelona en situación de confort

Se aprecia que se trata de sacar aire gracias a los ventiladores de los pozos del túnel e introducir aire puro en los andenes mediante un canal a lo largo de los

mismos. Se extrae más aire por los pozos de túnel del que se introduce mediante los conductos de los andenes, y además, entra aire por los accesos de la estación, por compensación natural, que pasa por toda la estación y luego el túnel hasta salir por los pozos de túnel.

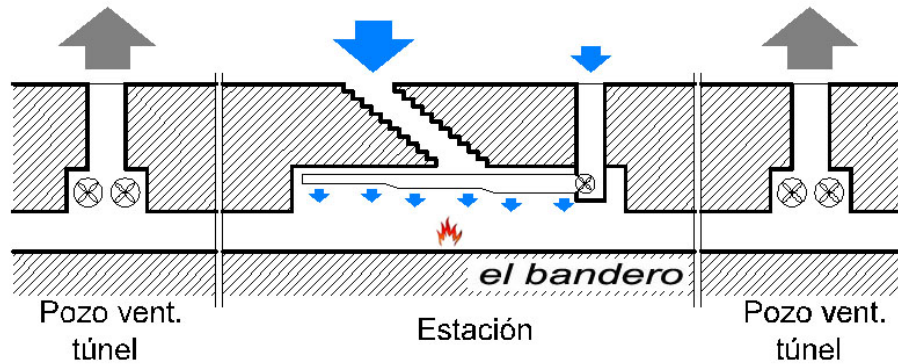


Figura 50. Esquema de ventilación tipo del metro de Barcelona en situación de emergencia

En un posible caso de emergencia el croquis es igual al preliminar pero incrementando el tamaño de los caudales de ventilación de los pozos de túnel, de modo que por los accesos de la estación se introduzca más aire. La finalidad es lograr que los humos se extraigan por los pozos del túnel, no entren en la estación y haya más aire limpio. De esta forma, los usuarios que habrían de salir de la estación tendrían una corriente de aire limpio que actuaría de barrera a los humos para que no entraran a la estación.

22.4.1. Pozos



Figura 51. Instantánea durante la construcción del pozo situado en el cruce de las calles Mallorca y Padilla en Barcelona

Los pozos son galerías que unen el túnel con el exterior en la que se colocan uno o varios ventiladores al mismo tiempo de unos elementos llamados silenciadores que atenúan el ruido que forman los ventiladores para que los vecinos no tengan molestias. La forma de esas galerías puede ser muy diversa.

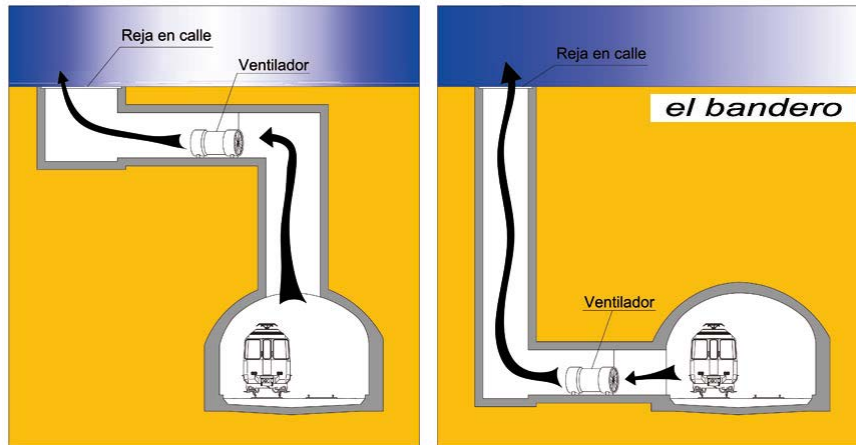


Figura 52. Esquema de posibles configuraciones de pozos de ventilación de túnel de ferrocarril metropolitano

22.5. Conclusiones

La dependencia de la pérdida de carga en el túnel puede representarse en el plano Q-H mediante una curva como la T de la figura siguiente.

El ventilador que deberá usarse será aquel cuya curva característica V corte a la del túnel T, lo más cercano posible al caudal Q calculado, $40,57 \text{ m}^3/\text{s}$ como necesario para realizar la ventilación del túnel, y con una potencia de al menos 28,91 kW.

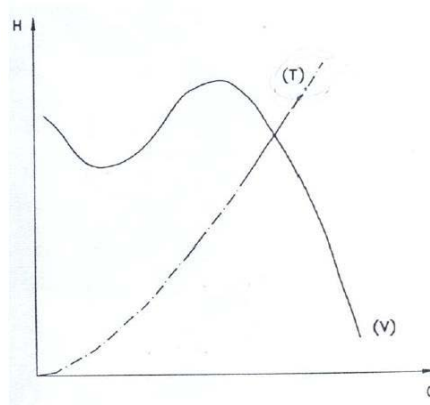


Figura 53. Curva característica del túnel T y del ventilador V

El ventilador seleccionado es el modelo ZITRON JZ 12-55/4 ya que cumple con todas nuestras especificaciones técnicas.



Figura 54. Ventilador Zitron JZ 12-55/4

MODELO TYPE	Caudal Air Flow m³/s	Velocidad del chorro Jet Velocity m/s	Empuje Teórico Theoretical Thrust N.	Empuje Nominal Nominal Thrust N.	Potencia Absorbida Input Power Kw.	Potencia Instalada Installed Power Kw.	Niv. Sonoro a 10 mts. Noise level at 10 mts. dB(A)
JZ 5-5.5/2	5.7	29.0	199	187	4.3	5.5	64
JZ 5-7.5/2	6.8	34.6	283	260	7.3	7.5	67
JZ 6-7.5/2	8.7	30.8	321	305	7.4	7.5	61
JZ 6-11/2	9.8	34.7	408	387	10.6	11.0	63
JZ 6-15/2	11.0	38.9	514	488	14.9	15.0	66
JZ 7-11/2	12.3	32.0	472	454	10.9	11.0	63
JZ 7-15/2	13.6	35.4	577	555	14.8	15.0	65
JZ 7-18.5/2	14.6	38.0	665	640	18.3	18.5	66
JZ 7-22/2	15.4	40.0	740	712	21.5	22.0	67
JZ 9-15/4	18.6	29.3	653	628	13.9	15.0	61
JZ 9-18.5/4	20.0	31.5	755	726	17.2	18.5	63
JZ 9-22/4	21.3	33.5	856	824	20.8	22.0	64
JZ 10-15/4	21.6	27.5	713	686	14.0	15.0	60
JZ 10-18.5/4	22.9	29.2	802	770	16.7	18.5	62
JZ 10-22/4	24.4	31.1	910	869	20.2	22.0	63
JZ 10-30/4	28.0	35.7	1198	1145	29.7	30.0	66
JZ 12-22/4	31.7	28.0	1067	1029	21.4	22.0	66
JZ 12-30/4	35.0	31.0	1300	1255	28.8	30.0	68
JZ 12-37/4	37.5	33.2	1493	1441	35.4	37.0	69
JZ 12-45/4	39.8	35.2	1682	1623	42.3	45.0	71
JZ 12-55/4	42.9	38.0	1954	1885	52.9	55.0	72
JZ 14-30/6	42.0	27.3	1376	1321	26.8	30.0	67
JZ 14-37/6	44.5	28.9	1544	1483	31.9	37.0	68
JZ 14-45/6	49.4	32.1	1903	1827	43.6	45.0	71

Tabla 50. Características técnicas del ventilador Zitron JZ 12-55/4

23. ELECTRIFICACIÓN

23.1. Necesidades de electrificación

El frente de trabajo requiere unas instalaciones específicas para el correcto funcionamiento de la maquinaria eléctrica. Hay que diseñar una red de distribución que acerque los puntos de toma al frente, garantizando su disponibilidad para los diferentes niveles de servicio.

La red eléctrica a instalar dependerá fundamentalmente de los siguientes factores:

- La potencia y tensión de alimentación de los equipos eléctricos.
- Los equipos que previsiblemente estén en funcionamiento de manera simultánea.
- Las longitudes de las canalizaciones.
- El tipo de maquinaria a utilizar.

Como el suministro de energía eléctrica se realiza con una línea de media tensión, en el punto de enganche se instalará un centro de transformación de MT/5kV (C.T. 1). De este transformador saldrá una línea de 5 kV para la alimentación de los equipos ubicados en el exterior de la boca (C.T. 2) e interior del túnel (C.T. 3).

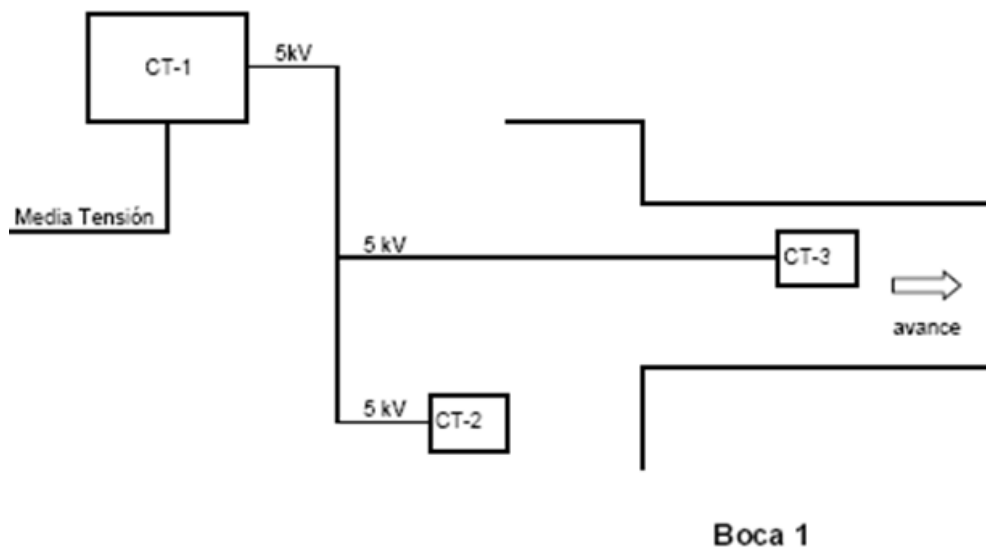


Figura 55. Esquema de componentes eléctricos para el túnel

23.2. Maquinaria eléctrica de exterior (alimentación C.T. 2)

El centro de transformación tipo CT 2 de 5kV/380 V y 630 KVA, alimentará a toda la maquinaria y servicios ubicados en el exterior de la boca del túnel. El cuadro de distribución equipará todos los elementos de protección para los conductores que van desde los armarios hasta la conexión de la máquina: protecciones diferenciales para limitar corrientes de fuga, interruptores magnetotérmicos y protección contra cortocircuitos.

A continuación se resume en forma de tabla la maquinaria que se ubicará en la boca 2 (más cercana a Mutriku), así como la potencia y tensión de trabajo de las mismas:

EQUIPO	TENSIÓN NOMINAL	POTENCIA NOMINAL
Ventilador	380 V	100
Compresor	380 V	110
Bomba de agua limpia	380 V	3,5
Líneas de iluminación	380 V	10
Oficinas	380 V	110
Total potencial nominal (kW)		323,5
Simultaneidad		0,8
Total potencial (kW)		258,8

Tabla 51. Equipos eléctricos que trabajan en el exterior

23.3. Maquinaria eléctrica de interior (alimentación C.T. 3)

El centro de transformación tipo CT 3 alimenta a los equipos eléctricos que operan en el interior del túnel.

A continuación se resume en forma de tabla la maquinaria que operará en el frente de excavación (Tajo):

EQUIPO	TENSIÓN NOMINAL	POTENCIA NOMINAL
Rozadora	380 V	190
Equipo de gutinado	380 V	45
Proyectores del frente	380 V	1,2
Bombas de achique	380 V	2
Total potencial nominal (kW)		240
Simultaneidad		0,8
Total potencial (kW)		192

Tabla 52. Equipos eléctricos que trabajan en el interior

La distancia al frente de trabajo de excavación del túnel no será a la larga elevada, por lo que no es necesario considerar una transformación intermedia. El centro de transformación tipo CT3 de 5kV/380 V y 250 KVA, será móvil y se desplazará para acercarse a los frentes de trabajo, situándose entre 50-100 metros de éste. Los cuadros de distribución interior equiparán todos los elementos de protección para los conductores que van desde los armarios hasta la conexión de la máquina: protecciones diferenciales para limitar corrientes de fuga, interruptores magnetotérmicos y protección contra cortocircuitos.

23.4. Instalaciones de alumbrado

Se describen a continuación los componentes de la instalación proyectada.

En el túnel se actuará con una distribución bilateral de la calzada con una altura de 3 metros montando una luminaria de tipo viario con lámpara SAP-T de 400 W y la interdistancia a utilizar será de 19 metros. Dado que la anchura de la calzada es de 12 metros esto proporciona un valor del parámetro A/H (anchura de vía/altura de luminaria) superior a 1, valor que requieren las recomendaciones de la normativa.

23.4.1. Cuadros de mando

La alimentación de los circuitos de alumbrado de los viales, se realiza desde los centros de mando que se encuentran ubicados a lo largo de la traza.

❖ Localización y distribución de cargas

Existe, un cuadro de mando justo en la entrada del túnel, en la boca norte del mismo.

23.4.2. Conductores, derivaciones y protecciones

Todos los circuitos empleados en la instalación serán de cobre con aislamiento de etileno-propileno y cubierta de neopreno. Su nivel de aislamiento será de 0,6/1 kV, de acuerdo con la norma UNE 21.123.

Los circuitos de distribución serán unipolares, con objeto de facilitar la reparación de los mismos, debiendo estar perfectamente identificados cada una de las fases y el neutro.

Las derivaciones y cambios de sección se llevarán a cabo en cajas de derivación estancas mediante bornas de paso y posterior encintado con cinta autovulcanizable de EPR y posterior aislamiento con cinta de PVC. Estas cajas se

anclarán en la pared de las arquetas destinadas a este fin, manteniendo a una distancia mínima, por encima de los tubos que

La sección de cable nominal mínima será de $2,5 \text{ mm}^2$ en las derivaciones a las luminarias. Estas se producirán en el interior de cajas de derivación estancas.

Para la puesta a tierra de la instalación se empleará una pica colocada en cada arqueta de derivación a cada columna, llevando además un cable de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección a lo largo de toda la canalización, unido mediante soldadura aluminotérmica o con grapa a cada pica de tierra.

En el caso de situarse sobre estructura, que no admite la disposición de cable desnudo, se empleará cable aislado de 16 mm^2 de sección, de color verde amarillo.

23.4.3. Canalizaciones para el alumbrado

❖ Tubos enterrados

En las canalizaciones de viales, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50086-2-4 y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias, las indicadas a continuación.

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	450 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración	7	Protegido contra los efectos de una inmersión temporal
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 53. Características de las instalaciones eléctricas

Los tubos serán de PVC corrugado para canalizaciones de redes subterráneas (exentos de halógenos), con un diámetro de 110mm.

Los cruzamientos de carreteras se realizarán a 90º y con disposición de arquetas registro.

El trazado de las canalizaciones discurrirá siempre que sea posible por terreno no asfaltado y será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a los viales.

Las tuberías discurrirán a lo largo de zanjas de 0,4 m de anchura y 0,6 m de profundidad mínima hasta la parte superior del tubo, se apoyarán sobre un lecho de hormigón HM-15 de 5 cm de hormigón e irán hormigonadas hasta 10 cm por encima de las mismas, con hormigón HM-15.

Las arquetas se dispondrán para permitir el tendido de los cables y llevarán marcos y tapas de fundición, en tramos rectos la distancia máxima entre ellas será de 40 metros.

Las bocas de los tubos vacíos se sellarán con masa y las que lleven cables con sikaflex. El sellado se realizará una vez acabada la instalación y tendrá como finalidad evitar la entrada de roedores en las canalizaciones.

❖ **Arquetas**

Las arquetas se dispondrán junto a las columnas de alumbrado, y en todos los cambios de dirección. Serán de hormigón, incluirá la excavación, encofrado y construcción de la arqueta propiamente dicha.

Los fondos de las arquetas estarán hormigonadas y dispondrán de un taladro para drenaje e hincado de la pica de toma de tierra. Las características dimensionales vienen reflejadas en los planos correspondientes de detalles y canalizaciones.

Las arquetas comprenden el levante del pavimento si existiera, excavación, construcción de la arqueta a base de hormigón o elementos prefabricados, colocación del marco y tapa de fundición nodular, rematado del pavimento si existiera y transporte de los productos sobrantes a vertedero.

❖ **Conductores eléctricos**

Los circuitos eléctricos de alimentación a armario de medida, armarios de mando y protección a luminarias se realizarán en tendido subterráneo sin empalmes, en el interior de las canalizaciones y arquetas preparadas para el efecto.

Los conductores serán de cobre electrolítico para las alimentaciones eléctricas a cuadros de mando y protección desde el armario de medida, así como para la

alimentación al centro de medida y protección general desde el centro de transformación de Iberdrola.

La sección mínima será de 6mm².

Las características y composición de los cables serán las siguientes:

- Conductores de Cobre Clase 5, según UNE-EN 21022.
- Aislamiento compuesto por una capa de polietileno reticulado.
- Cubierta exterior de neopreno, resistente a la humedad y agentes químicos.
- No propagadores de la llama, según UNE-EN 50265.
- Construidos según IEC 60502.

❖ **Puesta a tierra**

Se deberán poner a tierra todos los equipos, tales como las luminarias, columnas, torres y cuadros de mando.

Cumplirán todo lo dispuesto al respecto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Complementarias.

Las picas cumplirán la norma UNE 21056. Serán de alma de acero con una capa de 300 µm de cobre electrolítico de 300 micras. La unión del cable desnudo a la pica será realizada mediante soldadura aluminotérmica. Alternativamente, y sujeto a la aprobación por parte de la dirección de obra, se podrá emplear para esta unión una grapa de presión, la cual se protegerá, una vez efectuado el contacto, con masilla bituminosa, cinta Denso o similar.

La longitud de las picas será la adecuada de acuerdo con las características del terreno.

El hilo conductor será de trenzas de hilos de cobre recocido para aplicaciones eléctricas de sección mínima de 16 mm². Estará aislado y será de color verde-amarillo.

Se colocarán picas en cada arqueta de cada circuito, exceptuando los tramos en estructura. Además se colocarán también siempre que exista una separación entre arquetas superior a 40 m.

❖ **Acometidas**

Las acometidas a los cuadros de alumbrado público se realizarán desde el centro de transformación situado a lo largo de la traza, mediante canalización

formada por dos tubos de diámetro 160 mm. de PE de doble pared según UNE EN 50086 y arquetas normalizadas por IBERDROLA tipo troncopiramidal con marco y tapa de fundición rellenable tipo IBERDROLA de 580x440 mm.

❖ ***Alumbrado de emergencia principal***

Estará constituido por lámparas de vapor de sodio de alta presión, de 70 W de potencia. Las luminarias se instalarán a una altura de 4 m en disposición bilateral al tresbolillo, con una separación de 25 m entre secciones de puntos de luz de un mismo hastial en el túnel.

La alimentación se realizará a través de líneas eléctricas independientes, conectadas a las fuentes de energía. Cada hastial tendrá sus correspondientes líneas eléctricas. El alumbrado será de encendido permanente.

A lo largo de los hastiales con acera, se instalarán pulsadores para la conexión del alumbrado, la separación máxima entre ellos será de 200 m.

❖ ***Alumbrado de emergencia autónomo***

El alumbrado de emergencia autónomo estará constituido por lámparas fluorescentes, de 36 W de potencia.

La separación máxima entre secciones de puntos de luz será de 100 m sobre un mismo hastial, haciéndolas coincidir con secciones de alumbrado de emergencia principal. La altura de colocación sobre la acera será de 1,2 m.

Se garantiza la iluminación después del corte de la línea, ya que las luminarias incluyen batería propia con autonomía de 2 horas.



Figura 56. Alumbrado de emergencia autónomo

24. DRENAJE

24.1 Introducción

A pesar de que nuestro túnel se diseña con el revestimiento conveniente para evitar las infiltraciones que puedan existir proveniente del terreno, o del exterior, cabe la posibilidad de que en casos excepcionales pueda adentrarse agua, ya sea por una excesiva lluvia o por algún contratiempo de este tipo a través de las estaciones o por infiltraciones.

24.2. Conclusiones

Para solucionar la posible infiltración e inundación se ha propuesto un sistema de drenaje que se coloca dentro de la contrabóveda, concretamente en el centro.

El procedimiento se fundamenta en la disposición de pozos de bombeo en las arquetas de registro cada 20 metros en las cuales hay unos tubos de diámetro inferior, en este caso 100 mm, provenientes de los hastiales del túnel y que contribuyen al drenaje de la impermeabilización instalada entre el sostenimiento y el revestimiento.

El recorrido de los tubos desde los hastiales hasta el centro de la contrabóveda tiene una pendiente interior del 1% desde los extremos hasta el centro, lo que ayuda a la circulación del agua hacia la arqueta.

La dirección de estos tubos se realiza a partir los hastiales hasta el centro de la contrabóveda y tiene una pendiente interior del 1% desde los extremos hasta el centro, lo que favorece a la correcta circulación del agua hacia la arqueta donde se dispondrán pozos de bombeo que evacúen las aguas al exterior.

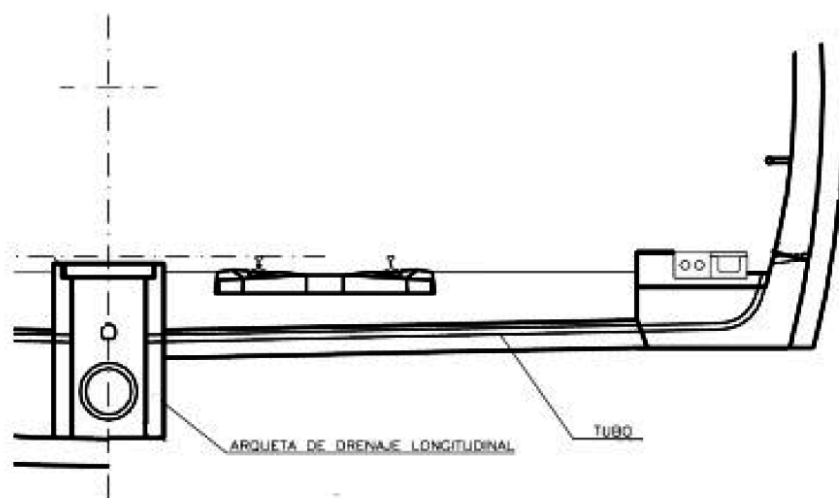


Figura 57. Sistema de drenaje con arqueta

25. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Los túneles son elementos de construcción complicadas en las que intervienen terreno y estructura, y por lo consecuencia, quedan en función de muchas variables (existencia de agua, discontinuidades en el terreno, correcta ejecución del revestimiento del túnel: anillos, pantallas, gunitado, etc.).

Para comprobar la seguridad del flujo de aguas, maximizar la vida útil del túnel, etc. se necesita un seguimiento de su comportamiento y un mantenimiento apropiado.

El control se basa en el estado de su revestimiento, y reside en la determinación de daños y/o imperfecciones que pueden crear zonas de inestabilidad, o posibles filtraciones que resulten en el desprendimiento de fragmentos y bloques, u otro tipo de incidencias que pongan en riesgo su utilización.

La finalidad del proyecto es unir y desarrollar técnicas no destructivas para la supervisión e inspección de túneles resolviendo o y/o minimizando los problemas que existen, para esto es preciso efectuar un mantenimiento conveniente al túnel, este mantenimiento puede ser emergente o rutinario.

Un mantenimiento emergente es el que se realiza cuando sucede un accidente inesperado que no estaba previsto en el control y que sea urgente su restauración, esto habitualmente sucede cuando se crea un cúmulo de sedimentos en el túnel o posibles fisuras o desprendimientos del mismo.

El mantenimiento rutinario se realiza cada cierto periodo de tiempo, este mantenimiento es programado.

Es preciso ofrecer un adecuado mantenimiento, para que un túnel cumpla con su tiempo de vida útil o periodo de diseño siendo además es imprescindible para que la puesta en servicio del túnel sea óptima, en cuanto a funcionalidad.

Cuando nos encontramos ante un túnel urbano para metro, se accede al túnel y se ejecuta el mantenimiento que suele incluir labores de limpieza de paredes laterales y solera con agua a presión y vapor, con la intención de desprender la suciedad o elementos que puedan hacer peligrar el revestimiento del túnel.



Figura 58. Mantenimiento y limpieza de un túnel

26. BIBLIOGRAFÍA

- MARTÍNEZ LÓPEZ, JUAN MIGUEL. *Apuntes de la asignatura de “Ingeniería de túneles y obras subterráneas”* de la Escuela Politécnica Superior de Linares, 2015.
- BIENIAWSKI, Z.T. (1989): *“Engineering Rock Mass Classifications”*. Wiley-Interscience. Estados Unidos.
- Mapa Geológico de España. IGME 1:50.000.
- Otros TFG de la Universidad de Jaén *“Mejora de trazado mediante un túnel carretero”*
- IGME. Cabra de Santo Cristo.
http://info.igme.es/SIDIMAGENES/126000/36/126036_0000031.PDF.
- Estudio Geotécnico zona Málaga. GEOTEX
- LÓPEZ JIMENO, CARLOS. *“Manual de Túneles y Obras Subterráneas”* ed.1“ Madrid. Sin editorial, 1997
- LÓPEZ JIMENO, CARLOS. *“Manual de Túneles y Obras Subterráneas”* ed. 2” Madrid. Sin editorial, 2011
- BENNETT, DAVID J. (1996): *“The Vertical Village. Toward a New Environmental System”*. North American Tunneling'96 – ITA, Abril. Washington
- HEINZ DUDDECK, E.H. (1995): *“Challenges to the Tunnelling Engineers”*. World Tunnel Congress/Stuva – TAGUNG'95, Mayo. Stuttgart.
- REFERENCIAS A PROYECTOS EN U.S.A. Y EN CHINA. (1995): *“Major Projects of the Future”*. Rapid Excavation and tunnelling Conference (R.E.T.C.), Junio 1995. San Francisco, California.
- CORNEJO, L. y SALVADOR, E. (1996): *“Manual de túneles interurbanos de carretera”*. Gobierno Vasco, Departamento de Transportes y obras Públicas. Dirección de infraestructura del Transporte.
- RAMIREZ DEL POZO et al (1971): Mapa Geológico de España, Servicio de publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2007): *“Proyecto de construcción línea de alta velocidad entre Bobadilla y Granada”*. Tramo: Valderrubio – Pinos puente”

- GONZÁLEZ DE VALLEJO ET AL. *"Ingeniería Geológica"*. Madrid España. : Pearson Prentice Hall, 2002
- GUILLÓN A. La calidad en las obras subterráneas. En *"Ingeo Túneles: Ingeniería de Túneles"*, libro 2. Madrid, España: Edición, Mostoles.
- LÓPEZ, C. ET AL. (1997). *"Manual de Túneles y Obras subterráneas"*, (2da. edición). Madrid, España: Edición, MOSTOLES.
- MÁRMOL SALAZAR, P. C. (2010). *"Hormigón con Fibras de Acero Características Mecánicas"* (Tesis Maestría). Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Madrid.
- OGGERI C. (2005). *"Características técnicas para procedimientos de calidad en la construcción de túneles"*. En Ingeo Túneles: Ingeniería de Túneles, libro 10. Madrid, España: Edición, Mostoles.
- Google maps
- <https://metromalaga.es/>
- <http://www.aopandalucia.es/proyectometromalagaensuperficie/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_M%C3%A1laga
- <https://metromalaga.es/medio-ambiente/>
- <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?language=es&id=1053>
- <http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/memorias/MMagna1053.pdf>
- https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/documentos/1300195655433_anexo_6_-_sismicidad_en_andalucxa.pdf
- http://aguas.igme.es/igme/publica/libros1_HR/libro110/Pdf/lib110/in_38.pdf
- http://aguas.igme.es/igme/publica/libros1_HR/libro110/Pdf/lib110/in_35.pdf
- http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_Tuneles/CAP02.pdf

ANEJO 2. ESTUDIO BÁSICO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO 2. ESTUDIO BÁSICO DE IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN	138
2. OBJETOS DE ESTUDIO	138
2.1. Objetivos a nivel urbanístico	138
2.2. Objetivos a nivel sostenible y de consumo de recursos.....	139
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	140
4. LEGISLACIÓN	142
4.1. Legislación ambiental de la Unión Europea	142
4.2. Legislación ambiental del Estado	143
4.3. Legislación ambiental autonómica	144
5. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.....	146
6. ESTUDIO Y ANÁLISIS AMBIENTAL DEL TERRITORIO	147
6.1. Descripción del medio	147
6.1.1. Localización y encuadre geográfico	147
6.1.2. Características geológicas	148
6.1.3. Características geotécnicas.....	148
6.1.4. Climatología.....	149
6.1.5. Hidrogeología	149
6.1.6. Biogeografía	150
6.1.7. Bioclimatología	150
6.1.8. Vegetación.....	150
6.1.9. Fauna	151
6.1.10. Paisaje	151
6.2. Identificación, descripción y valoración de las unidades ambientales	153
6.2.1. Unidad ambiental: Núcleo urbano	154
6.2.2. Unidad ambiental: Áreas periurbanas y eriales	156
6.2.2. Unidad ambiental: Cultivos herbáceos semiabandonados	158
6.3. Descripción de los usos actuales del suelo.....	160
5.3.1. Usos agrícolas.....	160
6.3.2. Ganadería.....	160
6.3.3. Recursos del subsuelo	161

6.3.4. Enclaves industriales.....	161
6.3.5. Uso residencial.....	161
6.4. Determinación de las áreas o elementos relevantes.....	161
7. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	162
7.1. Impactos derivados de la construcción sobre el medio.....	163
7.1.1. Impactos sobre el suelo	163
7.1.2. Impactos sobre el sector de la construcción	163
7.1.3. Impactos sobre el sector terciario y servicios.....	164
7.1.4. Impactos sobre la población	164
7.1.5. Impactos derivados de la ejecución de las obras	164
7.2. Impactos derivados del uso	165
8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y CORRECCIÓN AMBIENTAL	167
8.1. Modificación del régimen urbanístico y nueva ordenación del área.....	167
8.2. Prescripciones ambientales de control y desarrollo genéricas.....	168
8.3. Impactos de la construcción sobre el medio	172
8.4. Medidas correctoras y de control de los impactos derivados del uso	174
9. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	175
10. DOCUMENTO DE SÍNTESIS.....	177
11. BIBLIOGRAFÍA	178

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta el alcance de sensibilización que se ha adquirido en los últimos tiempos con todos los temas en relación con el medio ambiente, es lógico que éste se haya convertido en un parámetro más a considerar dentro de una construcción de gran magnitud, además de los ya existentes como pueden ser el económico, el social y el geotécnico. Es necesario estudiar con detenimiento esta variable puesto que el medio físico se considera un recurso conservar y preservar.

Por esta razón, las técnicas de impacto ambiental aplicados a este anejo se consideran, instrumentos para la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente, al anticipar los impactos negativos que un proyecto pueda ocasionar y de esta forma generar las medidas correctoras oportunas.

El objetivo de este estudio es analizar y cuantificar las alteraciones ambientales que supone la ejecución de un túnel de forma convencional. Cuando por razones constructivas no quede más remedio que ocasionar un impacto sobre la zona de actuación se describirán las medidas correctoras para minimizar su efecto, y se establecerán los dispositivos necesarios para seguir el comportamiento de los efectos residuales. Por ello es necesario el siguiente estudio del impacto ambiental del túnel.

2. OBJETOS DE ESTUDIO

2.1. Objetivos a nivel urbanístico

La ordenación adoptada responde a los siguientes criterios básicos:

- Establecimiento de usos globales y pormenorizados, densidades y construcciones adecuados, para una integración coherente en la estructura urbana circundante.
- Resolver las deficiencias de accesibilidad y articulación urbana que la ordenación planteada en los terrenos colindantes ha generado.
- Valoración de los condicionantes morfológicos y tipológicos del entorno, a la hora de establecer la zonificación y determinar los usos y tipologías.
- Integración coherente de esta área con los sectores colindantes mediante una adecuada regulación de usos compatibles en las zonas de colindancia.
- El uso característico en la zona donde se inserta sector equipamientos de nivel ciudad muy significativa.
- Propiciar una cierta diversidad de usos y tipológica, tanto por lo que se refiere a las dimensiones de las distintas unidades, como a organización dentro del Sector.

2.2. Objetivos a nivel sostenible y de consumo de recursos

Se expondrán en este apartado los objetivos generales en cuanto a sostenibilidad urbana y consumo de recursos, según La Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana (EASU) y El Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA):

- La Gestión Sostenible de los Residuos Urbanos
- El Ciclo Urbano del Agua
- El Uso Racional y Eficiente de la Energía
- La Mejora del Paisaje y Zonas Verdes
- La Protección de la Flora y Fauna Urbana
- La Calidad del Aire
- La Protección contra la Contaminación Acústica
- La Movilidad Urbana Sostenible

Para su consecución, la EASU promueve el modelo de ciudad compacta, diversa, eficiente y cohesionada socialmente.

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Se propone una línea de metro en Málaga que une la zona del paseo marítimo con el barrio de El Polvorín. Concretamente, el túnel se localizaría bajo las calles Brasil y Portugal, uniendo la línea de metro 2 que pasa bajo la avenida Juan Sebastián el Cano con el Polvorín teniendo como objetivo de descongestionar el tráfico de la ciudad y facilitar la movilidad de personas a través de ella. Esta zona no está conectada adecuadamente a nivel de transporte público por lo que se podría resolver gratamente mediante la resolución de una conexión de Metro.

La nueva línea 3 partiría de la zona de la Malagueta dando servicio al distrito Este de la ciudad.



Figura 59. Mapa de España



Figura 60. Mapa de Málaga

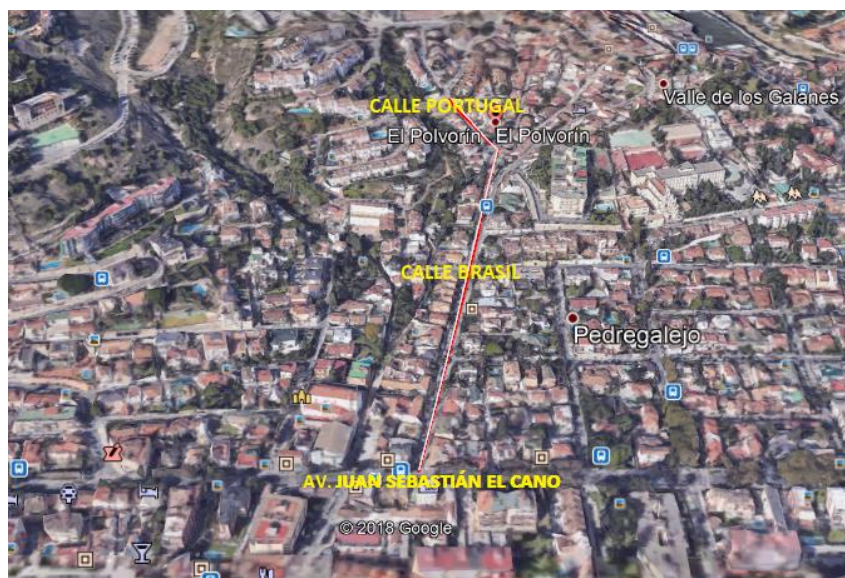


Figura 61 Mapa de la localización del túnel

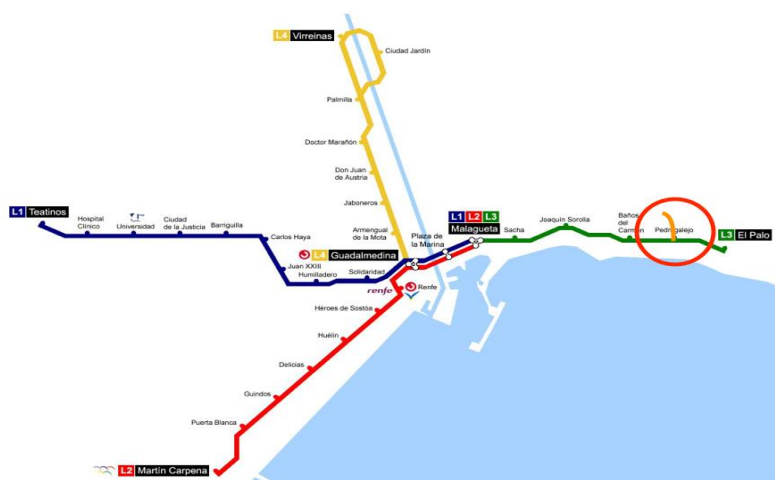


Figura 62. Líneas de metro y localización del túnel

4. LEGISLACIÓN

4.1. Legislación ambiental de la Unión Europea

Normativa general

- Directiva 85/337/CEE, de 27 de junio, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo de 1997, relativa a la repercusión de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Propuesta de Directiva del Consejo, de 25 de marzo de 1997, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

Normativa específica

- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Directiva 97/62/CE del Consejo, de 27 de octubre de 1997, por la que se adapta al progreso científico y técnico la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación del hábitat natural y de fauna y flora silvestres.
- Directiva 96/61/CE del consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación.
- Decisión de la Comisión 2000/532/CE, de 3 de mayo de 2000 por la que se establece una lista de residuos (DOCE L 226 de 6/9/2000) .
- Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.
- Decisión de la Comisión, de 22 de enero de 2001, que modifica la Decisión 2000/532/CE que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos.

- Decisión de la Comisión, de 16 de enero de 2001, por la que se modifica 2000/532/CE en lo que se refiere a la lista de residuos.

4.2. Legislación ambiental del Estado

Normativa general

- Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de Septiembre, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de Octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de Junio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto-Ley 6/2001, de 8 de Mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Real Decreto-Ley1/2008, de 11 de Enero, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. (Entra en vigor en Diciembre de 2014)

Normativa específica

Legislación ambiental del estado: Espacios naturales

- Ley 41/97 de 5 de Noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989 de 27 de Marzo de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.
- Ley 40/97 de 5 de Noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989 de 27 de Marzo de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.
- Ley 4/1989 de 27 de Marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

Legislación ambiental del estado: Contaminación atmosférica

- Ley 38/1972 de 22 de Diciembre, de Protección del ambiente atmosférico.
- Decreto 833/1975 de 6 de Febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972 de 22 de Diciembre de protección del ambiente atmosférico.

Legislación ambiental del estado: aguas

- Real Decreto 849/1986 de 11 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas que regula la determinación, protección, utilización y policía del dominio público marítimo-terrestre y especialmente de la ribera marítima.
- Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas. Es objeto de esta Ley la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio en el marco de las competencias delimitadas en el artículo 149 de la Constitución.
- Real Decreto 1471/1989, de 1 de Diciembre, por el que se aprueba el reglamento general para desarrollo y ejecución de la ley 22/1988, de Costas

Legislación ambiental del estado: Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas

- Decreto 2414/1961, de 30 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Orden de 15 de Marzo de 1963, por la que se aprueba una instrucción que dicta normas complementarias para la aplicación del Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

4.3. Legislación ambiental autonómica

Las normativas aplicables al proyecto relativo a este Estudio de Impacto Ambiental en lo referente a la preservación del medio ambiente de Andalucía serán las siguientes, siendo principalmente regido por la Ley 7/2007 de Gestión de la Calidad Ambiental (LGICA) y sus posteriores modificaciones:

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Atendiendo a lo establecido en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), que deroga a la anterior Ley 7/1994, de Protección Ambiental, en vigor desde el pasado 20/01/08, se seguirá la metodología consistente en analizar, en primer lugar, la procedencia de procedimiento de prevención ambiental al proyecto. Del mismo modo, se seguirá lo dispuesto en el Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. En segundo lugar, se establecerá el mecanismo de prevención ambiental a desarrollar en el Proyecto.

El proyecto que se dispone a continuación entra dentro de las actuaciones públicas y/o privadas que se llevan a cabo en el ámbito de la Comunidad Autónoma Andaluza, y dado que se haya comprendido del apartado a) del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, se impone la

necesidad de someter al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, como especifica el Artículo 27 de dicha Ley.

Por otro lado, al ubicarse la construcción de nuestro túnel en un entorno urbano, será necesario, además, considerar:

- Ley 5/2011 de Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana (EASU)
- Decreto 206/2006 de El Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA)
- Ley 7/2002 de la Ley de Ordenación Urbana de Andalucía (LOUA)

5. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Por ello, y con motivo de la redacción de este Estudio de Impacto Ambiental se han analizado todas las variables ambientales y del medio físico, de forma que se ha desembocado en un nuevo análisis de las unidades am de ello, en unos nuevos planos de vegetación, usos del suelo y unidades ambientales.

En el presente apartado venimos a resumir las distintas variables que han influido en la definición final de la propuesta de planeamiento, aunque a lo largo del apartado III del EslA se van describir en profundidad todos los factores ambientales y socioeconómicos del territorio afectado. Tras el estudio y análisis realizado, se ha hecho una valoración de la calidad ambiental y capacidad de acogida de distintos usos en el territorio.

De una forma general el análisis de alternativas del presente trabajo ha tenido en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Satisfacción de las necesidades municipales y de los objetivos urbanísticos que incluye el PGOU.
- Limitaciones de crecimiento en áreas protegidas por legislación sectorial.
- Limitaciones de crecimiento en áreas con grandes valores ambientales.
- Limitaciones de crecimiento en áreas con grandes valores culturales.
- Limitaciones de crecimiento en áreas con grandes riesgos naturales.
- Establecimiento de usos globales y pormenorizados, densidades y edificabilidades adecuados, para una integración coherente en la estructura urbana circundante.
- Resolver las deficiencias de accesibilidad y articulación urbana que la ordenación urbanística planteada en los terrenos colindantes ha generado.
- Valoración de los condicionantes morfológicos y tipológicos del entorno, a la hora de establecer la zonificación y determinar los usos y tipologías.
- Integración coherente en la estructura urbana circundante, articulando esta área con los se mediante una adecuada regulación de usos compatibles en las zonas de colindancia.
- El documento de Adaptación a la LOUA del PGOU de Málaga que establece para esta área como uso incompatible el industrial y establece su uso característico como residencial.
- Propiciar una cierta diversidad de usos y tipológica, tanto por lo que se refiere a las dimensiones de las distintas unidades, como a su organización dentro del Sector.

6. ESTUDIO Y ANÁLISIS AMBIENTAL DEL TERRITORIO

A continuación se realizará un estudio pormenorizado de los distintos elementos del medio físico del sector en estudio en el término municipal de Málaga, pues nos ayudará a comprender, identificar y valorar más tarde los posibles impactos que se puedan producir.

Este apartado del estudio está enfocado a la evaluación del medio receptor de la planificación que se pretende desarrollar, con el objeto de definir el estado preoperacional de referencia, actualizado, que nos permita conocer y proteger adecuadamente todas aquellas áreas del municipio que por normativa o por sus especiales características naturales, bien deban ser preservadas del desarrollo urbanístico o bien deban disponer de otros medios adecuados para su protección.

Además servirá de documento informativo en el que se plasme una gran información acerca de todos los elementos medioambientales relevantes del sector, sirviendo de base para futuras actuaciones en este entorno.

La descripción de la situación previa es fundamental para el desarrollo del EsIA que debe acompañar a toda planificación territorial, siendo la base de partida para poder detectar posteriormente las posibles alteraciones que puedan originarse o impactos futuros, y el establecimiento de las medidas más adecuadas para corregirlos o minimizarlos.

6.1. Descripción del medio

Como punto de partida se realiza un análisis del territorio en base a los factores que caracterizan el entorno, susceptibles de verse afectados, incluyendo los elementos ambientales correspondientes al Medio Físico, conjunción de los medios Abiótico (clima, aire, agua y tierra) y Biótico (flora y fauna), y Perceptual (paisaje).

En apartados posteriores se describirá el Medio Socioeconómico (demografía, población y factores socioeconómicos) y el entornosociocultural (Patrimonio Histórico, Artístico, Arqueológico, etc.).

6.1.1. Localización y encuadre geográfico

El proyecto que se pretende realizar se encuentra localizado en la zona Este de la ciudad de Málaga. Esta ciudad, capital de la provincia homónima y perteneciente a la comunidad autónoma de Andalucía, está situada en el extremo oeste del mar Mediterráneo y en el sur de la península Ibérica, a unos 100 km al este del estrecho de Gibraltar. El término municipal tiene una extensión de 398,25 km² extendiéndose sobre los Montes de Málaga y el Valle del Guadalhorce. La ciudad está situada en el centro de una bahía rodeada de sistemas montañosos y es atravesada por dos ríos, el Guadalmedina y el Guadalhorce.

Con el objetivo de ampliar el sistema de transporte público guiado, se estudia la creación de una nueva conexión de la estación de la línea 3, en la cual se hace

preciso el soterramiento de la línea hasta la estación del barrio del Polvorín. Sendas estaciones quedan a cargo de otra empresa para su construcción.

6.1.2. Características geológicas

Según el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España el Macizo Ibérico se manifiestan materiales metamórficos y sedimentarios; las rocas ígneas tienen muy escasa representación, y están reducidas a subvolcanitas y volcanitas básicas de geometría predominantemente laminar.

6.1.3. Características geotécnicas

❖ Composición

Ocupada por arcillas con intercalaciones de areniscas más abundantes en el techo y muro de la formación.

❖ Morfología

Suave, entre llana y a lomada, su pendiente oscila entre el 24,8% y el 30,7%, con valores medios del 7,7 %.

❖ Capacidad de carga

De valor medio, con asentamientos de igual magnitud. De aumentar la pendiente, en las zonas exclusivamente margosas, cabe esperar problemas de asentamientos y deslizamientos.

❖ Sismicidad

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 asigna al municipio de Málaga una aceleración sísmica básica $a_b = 0,05$, por lo que, en general, no deben producirse, por efectos sísmicos, daños de consideración. No obstante es preceptiva la consideración de las acciones sísmicas en el cálculo de las construcciones que vayan a emplazarse en el Sector.

❖ Condiciones constructivas

En general favorables.

6.1.4. Climatología

Los terrenos objeto de estudio se encuentran ubicados en el casco urbano de la ciudad de Málaga, existiendo muy cerca de los mismos una estación meteorológica perteneciente a la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), por lo que los datos aportados presentan una elevada fiabilidad.

El clima de Málaga es muy templado en invierno, con temperaturas mínimas muy suaves. Los veranos son moderados por la cercanía de la ciudad al mar. La precipitación es baja, con un promedio anual de 469,2 mm. Las mayores precipitaciones se producen entre noviembre y marzo, siendo el verano muy seco. En el año se registran, por término medio, 70,9 días de lluvia.

Málaga tiene una media de 2.901 horas de sol anuales. El valor máximo corresponde a julio, con 354 horas, y el mínimo a diciembre, con 167 horas. Esto unido a sus suaves temperaturas hace que en el invierno el clima de Málaga resulte ideal y muy agradable en otoño y en primavera. Los vientos dominantes son del S y del SE con velocidades poco elevadas en general.

El valor medio de las velocidades alcanzadas por las rachas máximas anuales del viento es de 83 Km/h. La presión media es de 760,6 mm.

6.1.5. Hidrogeología

La hidrografía, entendida como el estudio del agua, tanto en la superficie terrestre como en el subsuelo, adquiere especial relevancia actualmente en las investigaciones del medio físico, al ser el agua un elemento más del sistema que forma el medio natural, y porque como recurso escaso y de vital importancia para el consumo y producción, se necesita un buen conocimiento del mismo para su correcta utilización y preservación.

La hidrología superficial de los terrenos objeto de estudio se reduce a escasas escorrentías generadas por las precipitaciones y que drenan en dirección oeste-este. No existiendo cauce, rambla o manantial alguno en la ubicación del proyecto.

En lo que respecta a la hidrología subterránea de Málaga, debido a su geología, no se ve afectado por ningún acuífero de importancia en la zona de la construcción.

6.1.6. Biogeografía

Se define como un espacio o superficie geográfica de extensión variable, según sea la morfología del entorno, homogéneo desde un punto de vista ecológico. La zona que nos ocupa se encuentra biogeográficamente hablando en la siguiente unidad biogeográfica:

- Región Mediterránea
- Provincia Bética
- Sector Malacitano-Almijariense
- Subsector (Distrito) Malacitano

6.1.7. Bioclimatología

Según una calificación terminológica aproximativa se puede decir que Málaga se encuentra en la siguiente subregión fitoclimática: Mediterráneo genuino, cálido, no seco, de inviernos cálidos.

Se denomina piso Bioclimático a cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos en una cliserie altitudinal o latitudinal. De acuerdo con la última aproximación a la bioclimatología de la Península Ibérica (Rivas Martínez), el horizonte o piso reconocido en la zona de estudio es: Termomediterráneo cálido.

6.1.8. Vegetación

La vegetación existente en la zona dependerá de las características climáticas y geomorfológicas anteriormente descritas; para pasar a describir. La vegetación que en la actualidad se encuentra habitando el área de estudio es escasa puesto que nos encontramos en un entorno urbano.

En lo que respecta al casco urbano de Málaga, en la actualidad no existe prácticamente ningún resto de vegetación natural tanto en su interior como en el extrarradio del mismo, que es donde se localiza objeto de este estudio. Al contrario, prácticamente la totalidad de los alrededores del municipio se encuentran ocupados por usos agrícolas y por la sierras de Málaga.

Por tanto, se puede decir que la vegetación es prácticamente inexistente en la mayor parte de los terrenos objeto de estudio, encontrándose en la actualidad como un erial periurbano con solares muy alterados por movimientos de tierras y restos de cultivos herbáceos mal conservados.

6.1.9. Fauna

Debido a la cercanía con la carretera, el hecho de que los terrenos se encuentren rodeados de edificaciones y viales de importancia por dos de sus laterales, la inexistencia de naturalidad en la ubicación de estudio, y a los movimientos de tierra patentes en toda la parcelas en el momento de la construcción de las residencias colindantes, podemos decir que consideramos la fauna del lugar prácticamente inexistente en cuanto a mamíferos y anidamiento de aves y que no existen especies de interés ecológico, ambiental o protegidas que vivan en este lugar, es decir, que la fauna relacionada a este terreno es relativamente escasa y sobre todo de reducido valor ambiental.

De modo que únicamente podremos encontrar en estas parcelas aquella fauna ligada a cascos urbanos o vegetación ornamental.

6.1.10. Paisaje

El término “paisaje” ha sido empleado a lo largo de la historia con diversos significados, hasta llegar al concepto actual en el que se considera un recurso y ha adquirido singular importancia.

Algunos autores entienden que el paisaje nace de la contemplación humana y cada paisaje vuelve a ser creado por cada observador. En este caso el paisaje queda indeterminado por su apariencia cambiante y depende del interés del que lo contempla. Se han realizado interesantes experiencias de análisis del paisaje a partir de la percepción subjetiva de un grupo de individuos (González -Bernáldez, 1982) estableciendo criterios de preferencia entre los observadores. Otras escuelas plantean que el paisaje es el territorio en clave histórica, es decir, una manifestación sintética de las condiciones y circunstancias geológicas y fisiográficas, a modo de agregado de todos los rasgos que concurren en un determinado territorio.

En la actualidad se trata de integrar estos aspectos físicos, pero también los humanos y las mutuas incidencias de unos con respecto a los otros. De este modo puede observarse un paisaje individualmente, pero su percepción no será completa si no abarca la componente de la acción humana que lo ha configurado, como también el marco físico lo ha determinado.

Los estudios de paisaje han experimentado, en los últimos años, un gran auge al ser incorporados en los estudios de planificación de territorio y como herramienta preventiva ante las actuaciones humanas. Por ello casi siempre se estudia el paisaje como paisaje natural, aunque en su estricta definición apenas exista, ya que la actividad humana ha llegado a práctica mente todos los rincones del planeta. El objetivo es conservar el paisaje natural como recurso no renovable. En este sentido de naturalidad se pueden distinguir las siguientes escalas (Ramos, 1987):

- TIPO A: Espacios donde no se ha producido actuación humana.
- TIPO B: Espacios semi-naturales donde el paso del tiempo ha decantado la intervención del hombre; es el caso de muchos de los paisajes agrarios.
- TIPO C: Espacios modificados físicamente por grandes obras, como embalses o carreteras.
- TIPO D: Espacios urbanos, zonas verdes urbanas y periurbanas con sus muchas variantes.

En los terrenos objeto de estudio encontramos que la intervención humana es muy elevada en gran parte del territorio, fundamentalmente por las actividades urbanas, y el abandono a la espera de una urbanización, por lo que consideramos que este espacio se encontraría en la categoría D. El paisaje que rodea el sector se caracteriza por estar mayoritariamente antropizado, situándose en colindancia con el casco urbano por sus laterales norte y este, con zonas pendientes de urbanización en su lado oeste y con una importante vía de circulación por el límite sur. Los terrenos incluidos en el sector son en su totalidad eriales.

La valoración de la calidad de los paisajes está influenciada, en gran medida, por los criterios estéticos y culturales del observador, pero puede considerarse que los paisajes naturales tienen mayor valor que los humanizados. De esta manera se puede considerar que el valor paisajístico de esta unidad es:

TIPO A > TIPO B > TIPO C > TIPO D $\pm$ CALIDAD PAISAJÍSTICA

En la actualidad el paisaje se ha convertido en un recurso natural con un valor en sí mismo y susceptible de alteración ante cualquier actuación que sobre él se realice, dejando de ser un simple fondo estético de la actividad humana.

Pero el hecho es que el aporte de estos terrenos al paisaje de la zona es en las fotografías, el paisaje de la parcela objeto de estudio queda completamente marcado por la presencia de cuatro elementos fundamentalmente, que pasamos a describir a continuación:

- Infraestructuras viarias y urbanas que predominan en el entorno inmediato.
- El hecho de que la parcela objeto de estudio se encuentra plenamente integrada en un entorno urbano que se encuentra totalmente consolidado por la edificación, con zonas de tipo residencial, equipamientos y a media distancia construcciones de servicios.
- La topografía del entorno, prácticamente llana y sin la dominancia en el paisaje de ninguna sierra o colina considerable.
- La escasa vegetación que aparece en el entorno visual, encontrándose la mayor parte del entorno totalmente desprovisto de cubierta vegetal, o presencia de cultivos herbáceos mal conservados.

En lo que respecta al aporte de estos terrenos al paisaje del entorno, se puede decir que no aportan ningún elemento especial ni reseñable que no se encuentre en el

entorno fuera del sector. Incluso se podría decir que degradan el paisaje urbano del entorno, pues no añaden más que una gran superficie de terreno yermo y algunos restos edificatorios de carácter agrícola, todo ello con un alto nivel de suciedad y residuos por todas partes. Por tanto estos terrenos generan una zona de degradación urbana en pleno casco urbano de Málaga. Por otro lado, hay que añadir que la fragilidad de este paisaje es escasa, ya que debido a su baja calidad y a la topografía del entorno, alomada y en vaguadas, la intervisibilidad de los terrenos desde otros puntos de vista, es escasa.

El PGOU de Málaga cataloga los paisajes dominantes en esta área como paisajes periurbanos. Málaga configura la principal referencia urbana en la provincia.

- Bordes urbanos integrados por traseras, edificaciones de baja calidad e infraestructuras viarias.
- Superposición incoherente de usos: solares, edificaciones, cultivos...
- Descuidada imagen visual de accesos al núcleo.
- Falta de encaje de la circunvalación y sus nudos.

6.2. Identificación, descripción y valoración de las unidades ambientales

El concepto de “unidad ambiental” intenta diferenciar en el territorio de determinadas superficies que tienen las mismas características ecológicas. Estas superficies a modo de polígonos irregulares se suponen homogéneas en cada uno de sus puntos, es decir si un observador se sitúa en cualquiera de los puntos contenidos en uno de los polígonos, podrá observar un sistema similar.

Los criterios a la hora de agrupar el territorio en determinadas unidades ambientales provienen del conocimiento de las variables ambientales que lo componen: geología, suelos, vegetación, fauna, paisajes, etc. es decir, de las variables del medio físico anteriormente estudiadas. Las unidades ambientales tienden a representar sistemas complejos similares a los ecosistemas, o en un grado mayor de complejidad a los paisajes, al integrar la actividad humana como un elemento más presente en el espacio. Esta separación atiende a un análisis integrado de las diferentes variables ambientales que influyen en el territorio del término municipal de Linares, principalmente a los criterios paisajísticos y ecológicos que caracterizan estos territorios y que los hacen fácilmente reconocibles como unidades independientes de gestión, los recursos naturales, el patrimonio cultural y el análisis de la capacidad de uso (aptitud y vulnerabilidad).

Debido a la reducida superficie de este sector y a la homogeneidad del territorio que conforma se han tenido en cuenta las unidades ambientales del territorio circundante para realizar una descripción de las características en relación con su entorno, por lo que se han considerado las siguientes unidades ambientales:

UA.1.- Núcleo urbano

UA.2.- Áreas periurbanas y eriales

UA.3.- Cultivos herbáceos semi -abandonados

Para estas Unidades Ambientales Homogéneas del territorio hemos realizado un análisis general que aportará la siguiente información: localización y descripción, usos y aprovechamientos, afecciones territoriales, impactos existentes y calidad ambiental.

Tanto la calidad ambiental como la vulnerabilidad y la capacidad de acogida se valorarán de forma cualitativa teniendo en cuenta los siguientes valores en orden ascendente: Muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. El análisis se ha realizado con mayor profundidad para las unidades ambientales que afectan directamente al área de estudio.

NOMBRE Y ABREVIATURA	
Muy Bajo (MB)	1
Bajo (B)	2
Medio (M)	3
Alto (A)	4
Muy Alto (MA)	5

Tabla 54. Valores cualitativos de la vulnerabilidad ambiental

A continuación pasamos a describir las Unidades Ambientales presentes en la zona de estudio.

6.2.1. Unidad ambiental: Núcleo urbano

❖ Localización

Esta Unidad ocupa la práctica totalidad de los terrenos que circundan la zona que nos ocupa. El núcleo urbano de Málaga ocupa esta zona con zonas residenciales en el entorno de la calle Portugal, Brasil y la avenida Juan Sebastián elCano.

❖ Geomorfología

Los terrenos objeto de estudio presentan pendientes que oscilan entre el 24,8% y el 30,7%, con una pendiente media del 7,7% constituyen un terreno ligeramente alomado. La altura de esta unidad oscila entre los 7 y los 38 metros de altitud.

❖ **Hidrogeología**

La hidrología se limita a las pequeñas escorrentías urbanas que vierten a la red de pluviales de la ciudad. Las características hidrológicas de esta área se han descrito con más detalle en apartados previos de este estudio.

❖ **Flora y Fauna**

La flora y la fauna de este espacio son prácticamente inexistentes, limitándose a la propia de las pequeñas zonas ajardinadas de los terrenos urbanizados. A pesar de ello en las bolsas de terreno aún por desarrollar podemos encontrar muestras de escasa vegetación herbácea propia de eriales antropizados. De modo que únicamente podremos encontrar en estas parcelas aquella fauna ligada a cascos urbanos o vegetación ornamental.

❖ **Usos y aprovechamientos**

Los usos y aprovechamientos en este terreno son los propios de un núcleo urbano en un área caracterizada como residencial, servicios y equipamientos.

❖ **Valoración cualitativa**

Las características positivas de este espacio son las relacionadas con la calidad urbana y socioeconómica de la ciudad, pues se encuentra ligada a los usos residenciales y de servicios, y consistirían básicamente en la capacidad de acogida del suelo para usos diversos debido a su cercanía o inclusión en el casco urbano y su topografía suave y carente de cauces. Como características negativas se podrían considerar las derivadas de la escasez de zonas verdes consolidadas y la presencia de zonas en vías de desarrollo que afectan al límite de la unidad, degradando el paisaje.

Por todo ello consideramos este espacio con una calidad ambiental baja.

❖ **Impactos y riesgos**

La principal problemática en este espacio es la reducción del ruido, y evitar los vertidos ilegales y los residuos incontrolados que podrían generarse a consecuencia de las pequeñas bolsas de espacios periurbanos en desarrollo, por lo que corren el peligro de convertirse en solares degradados donde arrojar desperdicios, escombros, y aparcar los coches de forma desordenada.

Los impactos que afectan esta unidad son los causados por la contaminación urbana en el suelo, riesgos en los acuíferos (de escasa entidad). Presenta un riesgo a la erosión..

Por todo ello consideramos este espacio con una vulnerabilidad media.

❖ Afecciones territoriales

Destaca como la única afección extensiva la del actual PGOU de Málaga que clasifica este espacio como Urbano y Urbanizable Sectorizado.

Las afecciones de carácter lineal afectan a aspectos ambientales y de infraestructuras terrestres como la Ley del Sector Eléctrico, Ley de Aguas, Ley de Ordenación del Transporte Terrestre, Ley de Carreteras y Ley de Carreteras de Andalucía. También existen afecciones de carácter puntual como la Ley del Patrimonio Histórico Español y del Patrimonio Histórico de Andalucía.

❖ Capacidad de acogida

Residencial	Alto
Industrial	Bajo
Servicios y comercio	Alto
Equipamientos	Alto
Agrícola	Bajo
Espacios Libres	Medio

Tabla 55. Capacidad de acogida

6.2.2. Unidad ambiental: Áreas periurbanas y rurales

❖ Localización

Esta Unidad ocupa la práctica totalidad de los terrenos que circundan la zona que nos ocupa. El núcleo urbano de Málaga ocupa esta zona con zonas residenciales en el entorno de la calle Portugal, Brasil y la avenida Juan Sebastián el Cano.

❖ Geomorfología

Los terrenos objeto de estudio presentan pendientes que oscilan entre el 24,8% y el 30,7%, con una pendiente media del 7,7% constituyen un terreno ligeramente alomado. La altura de esta unidad oscila entre los 7 y los 38 metros de altitud.

❖ **Hidrogeología**

La hidrología se limita a las pequeñas escorrentías urbanas que vierten a la red de pluviales de la ciudad. Las características hidrológicas de esta área se han descrito con más detalle en apartados previos de este estudio.

❖ **Flora y Fauna**

La flora y la fauna de este espacio son prácticamente inexistentes, limitándose a la propia de las pequeñas zonas ajardinadas de los terrenos urbanizados. A pesar de ello en las bolsas de terreno aún por desarrollar podemos encontrar muestras de escasa vegetación herbácea propia de eriales antropizados. De modo que únicamente podremos encontrar en estas parcelas aquella fauna ligada a cascos urbanos o vegetación ornamental.

❖ **Usos y aprovechamientos**

Los usos y aprovechamientos en este terreno son los propios de un núcleo urbano en un área caracterizada como residencial, servicios y equipamientos.

❖ **Valoración cualitativa**

Las características positivas de este espacio son las relacionadas con la calidad urbana y socioeconómica de la ciudad, pues se encuentra ligada a los usos residenciales y de servicios, y consistirían básicamente en la capacidad de acogida del suelo para usos diversos debido a su cercanía o inclusión en el casco urbano y su topografía suave y carente de cauces. Como características negativas se podrían considerar las derivadas de la escasez de zonas verdes consolidadas y la presencia de zonas en vías de desarrollo que afectan al límite de la unidad, degradando el paisaje.

Por todo ello consideramos este espacio con una calidad ambiental baja.

❖ **Impactos y riesgos**

La principal problemática en este espacio es la reducción de la erosión y evitar lo vertidos ilegales y los residuos incontrolados, ya que al tratarse de un espacio periurbano corre el peligro de convertirse en solares degradados donde arrojar desperdicios, escombros, y aparcar los coches de forma desordenada.

Los impactos que afectan esta unidad son los causados por la contaminación urbana, agraria y ganadera en suelo, acuíferos (de escasa entidad), y la eliminación de la cubierta vegetal natural. Presenta un riesgo a la erosión medio-alto, tanto en los solares como en las zonas de pastiza como en las cultivadas.

Por todo ello consideramos este espacio con una vulnerabilidad media.

❖ Afecciones territoriales

Destaca como la única afección extensiva la del actual PGOU de Málaga que clasifica este espacio como Urbano y Urbanizable Sectorizado.

Las afecciones de carácter lineal afectan a aspectos ambientales y de infraestructuras terrestres como la Ley del Sector Eléctrico, Ley de Aguas, Ley de Ordenación del Transporte Terrestre, Ley de Carreteras y Ley de Carreteras de Andalucía. También existen afecciones de carácter puntual como la Ley del Patrimonio Histórico Español y del Patrimonio Histórico de Andalucía.

❖ Capacidad de acogida

Residencial	Alto
Industrial	Bajo
Servicios y comercio	Alto
Equipamientos	Alto
Agrícola	Bajo
Espacios Libres	Alto

Tabla 56. Capacidad de acogida

6.2.2. Unidad ambiental: Cultivos herbáceos semiabandonados

❖ Localización

Esta Unidad ocupa la práctica totalidad de los terrenos que circundan la zona que nos ocupa. El núcleo urbano de Málaga ocupa esta zona con zonas residenciales en el entorno de la calle Portugal, Brasil y la avenida Juan Sebastián el Cano.

❖ Geomorfología

Los terrenos objeto de estudio presentan pendientes que oscilan entre el 24,8% y el 30,7%, con una pendiente media del 7,7% constituyen un terreno ligeramente alomado. La altura de esta unidad oscila entre los 7 y los 38 metros de altitud.

❖ **Hidrogeología**

La hidrología se limita a las pequeñas escorrentías urbanas que vierten a la red de pluviales de la ciudad. Las características hidrológicas de esta área se han descrito con más detalle en apartados previos de este estudio.

❖ **Flora y Fauna**

Se puede decir que la vegetación natural es inexistente en esta unidad, y está dominada por cultivos herbáceos en secano y barbechos. De modo que únicamente podremos encontrar en estas parcelas aquella fauna ligada a cultivos herbáceos, que debido a las prácticas actuales de cultivo es muy escasa.

❖ **Usos y aprovechamientos**

Los usos y aprovechamientos en este terreno son el cultivo agrícola, y se han descrito en apartados anteriores de este estudio.

❖ **Valoración cualitativa**

Las características positivas de este espacio son las relacionadas con la calidad urbana y socioeconómica de la ciudad, pues se encuentra ligada a los usos residenciales y de servicios, y consistirían básicamente en la capacidad de acogida del suelo para usos diversos debido a su cercanía o inclusión en el casco urbano y su topografía suave y carente de cauces. Como características negativas se podrían considerar las derivadas de la escasez de zonas verdes consolidadas y la presencia de zonas en vías de desarrollo que afectan al límite de la unidad, degradando el paisaje.

Por todo ello consideramos este espacio con una calidad ambiental baja.

❖ **Impactos y riesgos**

La principal problemática en este espacio es la reducción de la erosión y evitar los vertidos ilegales y los residuos incontrolados, ya que al tratarse de un espacio periurbano corre el peligro de convertirse en solares degradados donde arrojar desperdicios, escombros, y aparcar los coches de forma desordenada.

Los impactos que afectan esta unidad son los causados por la contaminación urbana, agraria y ganadera en suelo, acuíferos (de escasa entidad), y la eliminación de la cubierta vegetal natural. Presenta un riesgo a la erosión medio-alto, tanto en los solares como en las zonas de pastizalo en las cultivadas.

Por todo ello consideramos este espacio con una vulnerabilidad media.

❖ Afecciones territoriales

Destaca como la única afección extensiva la del actual PGOU de Málaga que clasifica este espacio como Urbano y Urbanizable Sectorizado.

Las afecciones de carácter lineal afectan a aspectos ambientales y de infraestructuras terrestres como la Ley del Sector Eléctrico, Ley de Aguas, Ley de Ordenación del Transporte Terrestre, Ley de Carreteras y Ley de Carreteras de Andalucía. También existen afecciones de carácter puntual como la Ley del Patrimonio Histórico Español y del Patrimonio Histórico de Andalucía.

❖ Capacidad de acogida

Residencial	Medio
Industrial	Bajo
Servicios y comercio	Alto
Equipamientos	Alto
Agrícola	Alto
Espacios Libres	Alto

Tabla 57. Capacidad de acogida

6.3. Descripción de los usos actuales del suelo

5.3.1. Usos agrícolas

Los terrenos que ocupa el sector proyectado se encuentran en la actualidad en un proceso de abandono de las labores agrícolas que una vez existieron. De hecho en buena parte de esta área se han realizado pequeños movimientos de tierra que prácticamente han acabado con la vegetación espontánea, que en la actualidad se reduce a algunas especies de pastizal espontáneo. Estos usos quedan reducidos a los descritos en la unidad ambiental UA-3.- Cultivos herbáceos semi- abandonados.

6.3.2. Ganadería

Es inexistente en la zona.

6.3.3. Recursos del subsuelo

Históricamente la provincia de Málaga, ha tenido una explotación de los recursos del subsuelo importante, pero actualmente en la zona objeto de estudio no hay ningún tipo de mina.

6.3.4. Enclaves industriales

No existen en el entorno inmediato del sector.

6.3.5. Uso residencial

Es el uso predominante en la zona.

6.4. Determinación de las áreas o elementos relevantes

Tras un profundo análisis del territorio afectado se ha comprobado, en el área afectada por el proyecto, la inexistencia de elementos significativos relativos al patrimonio cultural, edificios y espacios de interés, espacios protegidos, patrimonio natural, montes públicos, o vías pecuarias que merezca ser protegido.

7. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

La valoración del impacto generado depende de la calidad de los elementos del medio a modificar. En este sentido, el análisis efectuado en el apartado anterior, de las características físico-ambientales del espacio objeto de la Modificación, permite definirlo como un área que no conserva valores naturales o patrimoniales relevantes.

Definido el impacto ambiental como la alteración que la ejecución de una actuación humana introduce en el medio, expresada por la evaluación de éste, antes y después de la actuación, se han de identificar las alteraciones y valorar sus repercusiones sobre el estado inicial de calidad ambiental. Se trata de predecir las relaciones causa-efecto entre el instrumento de planeamiento y los factores del medio, considerando tanto los efectos directos como los inducidos.

Una vez identificados los impactos y sus interacciones, se pasa a cualificarlos en función de los efectos esperados con el siguiente rango de impactos:

- Impacto positivo: Genera efectos positivos sobre el medio natural o socioeconómico
- Impacto neutro: No genera alteraciones sobre el medio natural o socioeconómico.
- Impacto compatible: Impacto inapreciable o de recuperación inmediata tras el cese de la actividad o uso. No son necesarias medidas correctoras.
- Impacto leve: La recuperación de las condiciones originales tras la actuación requiere de cierto tiempo. Son necesarias medidas correctoras de escasa entidad.
- Impacto moderado: La magnitud e importancia del impacto exige, para la recuperación de las condiciones naturales, la implementación de medidas correctoras que afectan a elementos importantes de la actuación.
- Impacto severo: La magnitud e importancia del impacto genera afecciones sólo parcialmente recuperables, requiriendo la implementación de fuertes medidas correctoras o la desestimación de la actuación.
- Impacto crítico: La magnitud e importancia del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente e irreparable de la calidad ambiental, incluso con la adopción de medidas correctoras.

Para el análisis de los posibles impactos producidos por el proyecto objeto de estudio distinguiremos dos apartados, por un lado para facilitar su estudio y comprensión y, por otro porque las afecciones producidas en ambos aspectos poseen unas características muy diferentes entre sí. Estos dos aspectos consistirán, por un lado, en los impactos más directamente ligados con las determinaciones propias de la Modificación, es decir, el impacto derivado de la modificación de la ordenación programada sobre este espacio, de las condiciones de edificabilidad en sí, etc.; y, por otro, los impactos, muchas veces inducidos, que van más asociados a la ejecución y desarrollo de los proyectos, es decir, en el impacto intrínseco de la urbanización de los terrenos.

7.1. Impactos derivados de la construcción sobre el medio

En el caso de las zonas propuestas como uso residencial o uso terciario en el Plan de Sectorización (ya descritas anteriormente), que afectaría a los terrenos estudiados, el cambio de la clasificación de los mismos y su posterior urbanización podría generar unos posibles impactos al implicar una transformación respecto al estado actual del suelo, que a continuación pasamos a describir.

7.1.1. Impactos sobre el suelo

En este aspecto, las alteraciones más importantes que se producirán serán los impactos producidos por el cambio de uso del suelo en el caso del suelo destinado a la edificación residencial, de los equipamientos, viario y construcción de tipo servicios, ya que tanto el resto de superficie como los espacios verdes o similares mantendrían sus condiciones edafológicas. La posibilidad de realizar estructuras permanentes de hormigón y asfalto producirá un impacto considerable sobre el medio, pues cambiarán las condiciones estructurales del suelo, y el impacto principal se podría considerar como la ocupación espacial que sobre el suelo se produzca, su eliminación y aterrazamiento. De tal forma que todo esto supondría la aparición de impactos negativos, de relativamente baja intensidad, puntuales, con unos efectos a corto plazo, permanentes y no recuperables valorados como moderados sobre el suelo de carácter compatible, debido a que la superficie total afectada no sería excesiva.

7.1.2. Impactos sobre el sector de la construcción

Los impactos consecuencia de una clasificación como urbanizable sectorizado de una cierta extensión de suelos, como la que se da en la propuesta de ordenación de sectorización, son sin duda positivos sobre el sector de la construcción debido básicamente a los empleos que se generan y el desarrollo de las empresas del sector, más aún cuando las construcciones que se van a realizar son del sector servicios o de

uso terciario, que generarán una serie de servicios asociados y dinamismo a la economía y sociedad de la ciudad de Málaga. Se considera, por tanto, el impacto como positivo, de intensidad media, puntual y de aparición a medio plazo.

Hay que tener en cuenta que el sector construcción actúa empujando otros sectores económicos, especialmente el sector terciario.

7.1.3. Impactos sobre el sector terciario y servicios

El sector terciario y de servicios de Málaga verá facilitado su crecimiento, desarrollo y profesionalización, ya que se habilitan nuevos espacios para su expansión en áreas no problemáticas desde el punto de vista ambiental, y muy acorde con las tendencias marcadas por el PGOU, en un área urbana en la que escasean los servicios para la elevada población residente, por lo que consideraremos un impacto positivo de carácter moderado y persistente.

7.1.4. Impactos sobre la población

La población es un elemento al que le afectan en general todas las determinaciones del planeamiento, ya que su objeto principal va encaminado a conseguir un aumento del bienestar social y una aceptable calidad de vida. El aumento de la actividad urbana y económica tendrá como consecuencia un cierto incremento del tráfico y de los servicios con lo que se producirá a su vez un aumento de la contaminación, el ruido, etc. Sin embargo, este impacto estará vinculado a los usos residenciales, terciarios y de servicios, no existiendo incompatibilidades y adecuándose a la zonificación de ruidos del municipio. A esto hay que sumar el hecho de que la nueva ordenación propuesta ayudará a una mejor ordenación del tráfico y generará una coherencia urbana, eliminando lagunas sin urbanizar, y generando así una mejora de la calidad ambiental de la ciudad.

Así pues en su conjunto el impacto sobre la población se califica como de signo positivo y baja intensidad y presenta un carácter persistente.

7.1.5. Impactos derivados de la ejecución de las obras

En lo que respecta al tránsito y funcionamiento de maquinaria y obreros, consideramos que en la fase de construcción de un proyecto, independientemente de las características particulares de éste, se producen ciertos impactos derivados del funcionamiento de la maquinaria, de su tránsito y el de los obreros. Por ello, a continuación identificamos someramente cuáles pueden ser estos impactos.

Los recambios de aceite, combustible y otros vertidos de la maquinaria necesaria para la construcción pueden resultar sumamente contaminantes para el medio si se abandonan y no se almacenan en lugares seguros y adecuados. El ruido del tránsito de camiones y el funcionamiento de maquinaria más o menos pesada puede producir un impacto sonoro importante para los habitantes de las viviendas adyacentes. Esta misma circulación de maquinaria puede producir en el movimiento de tierra y en su desplazamiento una ligera contaminación del aire circundante por elevación de masas de polvo. Todos estos impactos se considerarán negativos de carácter moderado sobre las personas y el medio.

7.2. Impactos derivados del uso

En lo que respecta al funcionamiento normal de una zona residencial, comercial y de servicios, ésta es generadora de una serie de impactos que variarán en función de las actividades concretas que se ubiquen definitivamente en cada parcela y que, en su caso, si esta actividad concreta se viera afectada o incluida en el Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), cada caso concreto debería acogerse a los instrumentos descritos en dicha Ley. A pesar de ello, queremos aquí resaltar la importancia de la gestión adecuada tanto de los residuos como de las aguas residuales en espacios de estas características. La gestión de las aguas residuales está asegurada como se ha visto en apartados previos de este estudio, así que no se considera impacto ambiental alguno. A pesar de ello la gestión de los residuos es de cierta complejidad en espacios con funciones residenciales y de servicios, por lo que se consideran negativos de carácter moderado y requerirán de la implantación de sistemas adecuados de recogida selectiva.

El estudio de la compatibilidad entre usos colindantes es objeto de la Evaluación Ambiental de Planeamiento, por lo que en este apartado será objeto de análisis.

En la siguiente tabla analizaremos las colindancias tanto entre los usos propuestos en el área, como con los usos característicos de los sectores colindantes, y posteriormente se estudiarán las posibles conflictividades, en caso de que existan.

Residencial intensiva VPO	Residencial Intensiva: Suelo Urbano	No existe
	Zona Verde: Suelo Urbano	No existe
	Equipamiento Público	No existe
Residencial Intensiva	Equipamientos: Suelo Urbano	No existe
	Equipamientos: Suelo Urbanizable	No existe
	Residencial Intensiva VPO	No existe
	Zona Verde	No existe
Equipamiento Público	Residencial Intensiva: Suelo Urbano	No existe
	Equipamientos: Suelo Urbano	No existe
	Residencial Intensiva VPO	No existe
	Residencial Intensiva	No existe
Parques jardines y espacios libres	Residencial Intensiva: Suelo Urbano	No existe
	Equipamientos: Suelo Urbano	No existe
	Equipamientos: Suelo Urbanizable	No existe
	Residencial Intensiva	No existe
	Terciario	No existe
Terciario	Residencial Intensiva: Suelo Urbano	No existe
	Equipamientos: Suelo Urbanizable	No existe
	Parques, jardines y espacios libres	No existe

Tabla 58. Colindancias de la obra

8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y CORRECCIÓN AMBIENTAL

Después de identificar los impactos y valorarlos de una forma cualitativa, se puede decir que la mayoría de los impactos identificados pueden ser corregidos o modificados, y en el caso de los impactos de carácter severo o crítico, se plantean las medidas correctoras y compensatorias necesarias para que la propuesta sea viable desde el punto de vista ambiental. Y para determinar y definir las medidas correctoras necesarias para llevar a cabo la modificación vamos a diferenciar también entre los dos aspectos siguientes.

8.1. Modificación del régimen urbanístico y nueva ordenación del área

❖ *Red viaria*

Los crecimientos propuestos en cuanto a viario en el sector, analizados anteriormente, han resultado con un positivo para la población e impacto negativo compatible para el medio, por lo que no consideramos necesarias medidas correctoras adicionales a las que se prescriben anteriormente en el apartado referente a los impactos derivados de la construcción en un área, y que son comunes para todas las zonas urbanizables propuestas.

❖ *Zona residencial*

En el desarrollo del área residencial, el impacto derivado del cambio de catalogación del suelo se estableció como un impacto positivo desde el punto de vista socioeconómico y negativo compatible desde el punto de vista ambiental. Para este espacio no consideramos necesarias medidas correctoras adicionales a las que se prescriben en el apartado referente a los impactos ya descritos y que son comunes para todas las zonas urbanizables propuestas.

❖ *Zona de uso terciario*

En la implantación del área de uso terciario, el impacto derivado del cambio de catalogación del suelo se estableció como un impacto positivo desde el punto de vista socioeconómico y negativo compatible desde el punto de vista ambiental. Para este espacio no consideramos necesarias medidas correctoras adicionales a las que se prescriben en el apartado referente a los impactos derivados de la construcción en un área, y que son comunes para todas las zonas urbanizables propuestas.

❖ **Dotaciones públicas**

a) Parques, jardines y espacios libres

Puesto que los impactos derivados de la catalogación de los espacios libres se han determinado como positiva, no consideramos necesaria ninguna medida correctora añadida a las prescripciones ambientales para la urbanización que se propone en apartados siguientes.

b) Equipamientos

El impacto derivado del cambio de catalogación del suelo se estableció como un impacto positivo desde el punto de vista socioeconómico y negativo compatible desde el punto de vista ambiental. Para este espacio no consideramos necesarias medidas correctoras adicionales a las que se prescriben en el apartado referente a los impactos derivados de la construcción en un área, y que son comunes para todas las zonas urbanizables propuestas.

8.2. Prescripciones ambientales de control y desarrollo genéricas

En este apartado analizaremos algunas prescripciones ambientales genéricas previas al desarrollo de este espacio.

8.2.1. Control de vertidos

Durante la ejecución de las obras el control de los excedentes propios del movimiento de tierras, de las excavaciones y de los escombros se realizará mediante vertidos en las zonas expresamente autorizadas. Los vertidos de las aguas negras y pluviales una vez construido el túnel se conducirán a la red de alcantarillado. Los escombros procedentes de la demolición de las instalaciones existentes en la parcela, así como los materiales procedentes de la excavación de tierras en la parcela, deberán ser trasladados a vertedero autorizado o reutilizados como material de relleno, siempre que éstos sean de carácter inerte, de acuerdo con la definición establecida por el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regulan las autorizaciones de valorización y eliminación de residuos y la gestión de residuos plásticos agrícolas. En ningún caso estos residuos podrán ser abandonados de forma incontrolada, no pudiendo ser vertidos en arroyos. Una vez que se produzca la demolición de las instalaciones, previo su traslado a vertedero autorizado, se procurará realizar una separación selectiva de los materiales no inertes (hierros, maderas, plásticos, etc.).

8.2.2. Minimización de las afecciones a la atmósfera por contaminación aérea y acústica

Durante los movimientos de tierras se realizarán riegos periódicos para evitar la generación de polvo. La maquinaria propulsada por otros motores de combustión interna deberá ir dotada de los oportunos silenciadores.

8.2.3. Minimización de las afecciones paisajísticas

La tipología constructiva de los usos propuestos será acorde con el medio e integrada en el paisaje urbano y natural, prescindiendo de elementos extraños e impactantes sobre el medio.

En los espacios verdes se potenciará la implantación de especies vegetales autóctonas, o con bajas necesidades hídricas. En este sentido, los mismos se ajustarán a las siguientes características:

- Se tratará de una actuación blanda o rústica, prescindiendo en la medida de lo posible de cemento y hormigón).
- En las zonas de sombra se utilizarán especies arbóreas típicas del territorio.
- En el riego se utilizarán sistemas de riego localizado.

8.2.4. Minimización de las afecciones sobre la estructura urbana

Se respetará en todo momento la zonificación acústica del casco urbano a la hora de ubicar las diferentes actividades.

8.2.5. Minimización de las afecciones sobre el medio social y humano

La futura actuación generará una dotación de servicios, conducente en consecuencia a la mejora del entorno social y de la calidad de vida de los residentes. Por lo tanto, no es necesario introducir medidas correctoras en este apartado. La ordenación de usos con respecto al resto de zonas del casco urbano se considera muy adecuada y respetuosa con los usos preexistentes.

8.2.6. Control de desarrollo ambiental

Deberá desarrollarse un seguimiento de la propuesta que asegure la consecución de los aspectos relacionados en este estudio, con atención especial sobre los posibles efectos originados por la construcción del túnel, sobre todo en lo que a los movimientos de tierras se refiere, y al control de los vertidos, que deberán

ser conocidos antes del inicio de las obras. También se deberán controlar las afecciones por ruido y emisiones de gases, si bien se entiende que no deben tenerse en cuenta otras medidas especiales, aunque si se produjesen casos excepcionales se tomarían las medidas oportunas para su correcta resolución. Las futuras actividades comerciales que se vayan a ubicar en el área de uso terciario, en caso de verse afectados por el Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), deberán acogerse a los mecanismos indicados para cada caso concreto.

8.2.7. Otras medidas correctoras

- I. En todas las zonas, y con especial atención en los lugares destinados a zonas verdes se realizarán labores de control y limpieza, prohibiéndose hacer fuego por tratarse de una vegetación muy susceptible al mismo. De esta manera se tratarán de evitar los posibles incendios en la zona.
- II. Se asegurará el abastecimiento de agua potable e n la cantidad y calidad necesarias.
- III. Durante la ejecución de obras de construcción deberán aplicarse las siguientes medidas:
 - a. Aunque no es probable se realizará una primera inspección con el fin de determinar la presencia de algún pie vegetal de especie protegida por la legislación vigente, que, en su caso, será trasplantado a algún lugar cercano que no se vea afectado por las obras previamente al inicio de las mismas.
 - b. Cuando existan movimientos de tierras se realizarán riegos periódicos para evitar la generación de polvo.
 - c. La maquinaria propulsada por otros motores de combustión interna deberá ir dota da con los oportunos silenciadores.
 - d. El suelo de buena calidad extraído en las obras se almacenará en pequeños acopios, con riego regular que permita el mantenimiento de sus condiciones físicas y químicas, y posteriormente se utilizará en las zonas verdes y ajardinadas.

- e. Los materiales procedentes de la excavación de tierras en la parcela, así como de las obras de urbanización, deberán ser trasladados a vertedero autorizado, o reutilizados como material de relleno para la restauración de áreas degradadas. En ningún caso estos residuos podrán ser abandonados de forma incontrolada.
- IV. Las obras de urbanización y construcción de edificaciones en lo que respecta a la técnica y materiales a emplear, han de adaptarse a las características geotécnicas de los terrenos, en base a los resultados de los estudios que se deberán realizar al respecto.
- V. Se evitará y controlará por parte del Ayuntamiento el vertido de residuos sólidos urbanos o inertes que eventualmente puedan hacerse en las parcelas sin edificar, por lo que deberá exigirse el vallado de las mismas.
- VI. Según la naturaleza de la actividad y el volumen de las aguas residuales, la autoridad municipal podrá obligar a la colocación de una arqueta de control en la conducción de salida de efluentes, desde la que se podrán tomar muestras.
- VII. Se exigirá por parte de la autoridad municipal a los contratistas, que el origen de los áridos necesarios para pavimentaciones y firmes, así como los materiales de préstamo para rellenos procederán de explotaciones debidamente autorizadas por el organismo competente.
- VIII. Todas las medidas correctoras y protectoras propuestas que deban incorporarse a los Proyectos de Urbanización han de hacerlo con el suficiente grado de detalle que garantice su efectividad. Aquellas medidas que sean presupuestables deberán incluirse como una unidad de obra, con su correspondiente partida presupuestaria en el Proyecto, o bien en un nuevo Proyecto de mejoras (ejemplo: implantación de especies vegetales). Las medidas que no puedan presupuestarse se exigirá que se incluyan en los pliegos de condiciones técnicas y en su caso, económicas-administrativas, de obras y servicios.
- IX. En caso de aparición de restos arqueológicos que integran el Patrimonio Histórico Andaluz, deberá ser puesto en inmediato conocimiento de la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura, en aplicación de lo dispuesto en el artº 50.1. de la Ley 1/1991, de 3 de julio, del Patrimonio Histórico de Andalucía.

8.3. Impactos de la construcción sobre el medio

Independientemente de las condiciones de particulares que se lleve a cabo en su día, consideramos que todo proyecto de estas características necesita de ciertas medidas de prevención ambiental, que pasaremos a esbozar a continuación

- I. **Movimiento de tierras.** Las tierras sobrantes producidas por los movimientos de tierra necesarios no tendrán ningún impacto mientras éstas no sean depositadas en algún lugar indebido, por ello desaconsejo este tipo de actuaciones e indicamos que las tierras sobrantes deberán ser reutilizadas en el nivelado del terreno mismo, o deberán ser llevados a vertederos de escombros habilitados para este efecto. Como medida añadida, aconsejamos la reutilización de la tierra superficial que vaya a ser desechada en el ajardinamiento de las zonas verdes, pues facilitará la buena implantación de la vegetación ornamental. En este sentido, la tierra sobrante podrá ser reutilizada como material de relleno, de acuerdo con la definición establecida por el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. En ningún caso estos residuos podrán ser abandonados de forma incontrolada, no pudiendo ser vertidos en arroyos.

- II. **Tránsito y funcionamiento de maquinaria y obreros.** En lo que respecta al impacto sonoro del tránsito y funcionamiento de maquinaria consideramos necesario regular el horario de trabajo, pues encontramos a una distancia media y centros de servicios en las proximidades de los terrenos de estudio, y nos parece oportuno limitar las horas de trabajo de forma que no se moleste el descanso nocturno de los vecinos. A pesar de ello, consideramos que este tema deberá tratarse con mayor profundidad a la hora de redactar el proyecto de construcción de cada una de las zonas y en su caso en el estudio de impacto ambiental que se elabore para el mismo. Además los terrenos en obra se deberán regar periódicamente, cuatro veces al día para evitar que el tránsito de los vehículos y la maquinaria levante polvo excesivamente, provocando la consecuente molestia a los transeúntes. Para todo lo referente a los recambios de aceite, combustible y otros vertidos de la maquinaria necesaria para la construcción consideramos de carácter obligatorio que estas operaciones no se realicen al aire libre, vertiendo los fluidos residuales en el medio, sino que deberán llevarse a cabo en talleres habilitados para ello, de manera que estos fluidos contaminantes puedan almacenarse debidamente. Tanto en la fase de ejecución como en la de funcionamiento se tendrá en cuenta lo establecido en el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, Reglamento de protección contra la contaminación acústica en Andalucía. Además se procurará evitar la generación de polvo en días de fuerte viento y realizar estas obras en el espacio de tiempo más breve posible. Respecto a las emisiones gaseosas de la maquinaria deberán

mantenerse dentro de los límites exigidos por la normativa vigente y cumplir con la normativa de inspección técnica de vehículos. Con respecto al tránsito y funcionamiento de maquinaria y obreros, es necesaria la estipulación de horarios de obra

- III. **Residuos producidos durante la fase de construcción:** se dispondrá de contenedores adecuados para la recogida de los distintos tipos de residuos de construcción generados durante la ejecución de la obras, debiendo ser entregados para su gestión al servicio municipal o mediante retirada por Gestor de Residuos Urbanos autorizado para posterior valorización de los mismos según establece la Ley 10/98, de 21 de abril, de Residuos.
- IV. **Abastecimiento de agua y residuos líquidos debidos al saneamiento.** La canalización de aguas residuales, habrá de conectarse por varios puntos a la red de saneamiento existente. Se deberá establecer un sistema de evacuación separativo entre las aguas residuales y la evacuación de las aguas de lluvia si las infraestructuras preexistentes en el municipio lo permiten. Además deberá justificarse debidamente la existencia de la dotación de agua necesaria, así como la ausencia de impacto cuantitativo negativo sobre los recursos hídricos de la zona. La red de saneamiento deberá ejecutarse con materiales cuya calidad garantice la no aparición de fugas.
- V. **Gestión de residuos sólidos urbanos:** La normativa específica de aplicación es la siguiente:
- Reglamento de Actividades Molestas e Insalubres, Nocivas y Peligrosas (Decreto 2414/1961, Noviembre)
 - Ley 41/1975, sobre desechos y R.S.U.
 - Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Decreto 283/1995)
 - Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catalogo de Espacios y Bienes Protegidos de la provincia de Jaén.
 - Ley 7/1989 de Protección Ambiental y Reglamentos que lo desarrollan.
 - Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RD.849 / 1985).
 - Decreto de Prevención de Incendios Forestales (Decreto 470/1994).

8.3.2. Otras medidas correctoras a tener en cuenta

Si durante la ejecución de las obras se detectaran residuos caracterizados como peligrosos, éstos deberán ser retirados por un Gestor de Residuos Peligrosos Autorizado, según la Ley 10/98, de 21 de abril, de Residuos y Real Decreto 833/88 por el que se desarrolla la Ley 20/86, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

Las obras de urbanización y construcción de edificaciones en lo que respecta a la técnica y materiales a emplear, han de adaptarse a las características geotécnicas de los terrenos, en base a los estudios que se deberán realizar al respecto. Se exigirá a los contratistas que los áridos necesarios para la pavimentación, firmes y para obra civil, así como los materiales de préstamo para rellenos, procederán de explotaciones debidamente autorizadas por el organismo competente.

8.4. Medidas correctoras y de control de los impactos derivados del uso

Según se ha podido comprobar en el apartado de *Impactos derivados del uso* de este estudio, los impactos derivados del uso son inexistentes. Por un lado el uso del servicio propuesto viene a completar la actual trama urbana consolidada, y por otro lado, la propuesta de usos terciarios y espacios libres viene a completar la demanda de esta zona del núcleo urbano de Málaga. Por ello, tanto en la ordenación propuesta para el sector como la ordenación existente en los sectores colindantes, no se aprecian incompatibilidades de relevancia, que impidan el desarrollo de las actividades propuestas.

9. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La función del programa de vigilancia ambiental es controlar que los impactos ambientales localizados previamente son los estimados inicialmente, así como establecer la forma de llevar a cabo las inspecciones y controles y asegurar que toda la protección medioambiental sea llevada a la realidad adecuadamente.

El Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre cita en su Artículo 11 la necesidad de realizar un Plan de Vigilancia Ambiental. Dicho programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental.

Se deben controlar todos los aspectos ambientales afectados por el desarrollo del proyecto, tales como calidad de las aguas, de los suelos, aspectos de contaminación acústica, atmosférica, medidas de protección de flora y fauna y aspectos particulares en cada actuación.

Los objetivos básicos de un Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

1. Controlar la correcta ejecución de las medidas preventivas y correctoras de impacto ambiental previstas.
2. Verificar los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en las actuaciones proyectadas de índole ambiental.
3. Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
4. Detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
5. Informar de manera sistemática a las autoridades implicadas sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
6. Describir el tipo de informes y la frecuencia y periodo de su emisión y a quien van dirigidos.

Para conseguir estos objetivos el Programa de Vigilancia Ambiental debe describir con el suficiente grado de detalle el seguimiento que se va a hacer de las medidas correctoras y de los elementos del medio natural. Del mismo modo, se deben especificar los plazos estipulados para su realización, la frecuencia de controles, el espacio físico a controlar, los métodos a utilizar, el equipo humano implicado, los equipos de medida a emplear, etc.

El Programa de Vigilancia Ambiental puede articularse en torno a las diferentes unidades del medio natural como a las diferentes fases de realización del proyecto a controlar.

Se propone el siguiente esquema para desarrollar un Programa de Vigilancia Ambiental en una actuación genérica:

1. Actuaciones para Unidades de Obra.
2. Actuaciones en Situaciones Especiales.
3. Actuaciones para los Elementos del Medio.

Es por ello que se debe proponer para cada actuación los objetivos que persigue, los indicadores utilizados, los umbrales de alerta considerados, las inspecciones a llevar a cabo detalladas (metodología, lugares y periodicidad).

Podríamos especificar que los objetivos principales de los Informes emitidos durante el desarrollo práctico del Programa de vigilancia ambiental son:

- Asegurar el cumplimiento de todas las medidas contempladas en el documento.
- Hacer accesible la información.
- Dejar constancia documental de cualquier incidencia en su desarrollo.

10. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

El objeto del presente documento es el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de túnel para la ampliación de una línea de metro en Málaga, que desarrolla las determinaciones del Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) del municipio de Málaga.

El uso característico en la zona donde se inserta el proyecto es el residencial, de tipología homogénea y con una presencia de equipamientos de nivel ciudad muy significativa.

En coherencia con los criterios básicos señalados anteriormente, la ordenación del Sector viene determinada en gran medida por la prolongación y articulación de la estructura viaria preexistente en la zona. Los terrenos destinados a Parques y Jardines y Equipamiento Público juegan un papel importante en la ordenación del área. Su localización persigue, por un lado constituir áreas homogéneas con entidad superficial para una mejor optimización funcional y por otro crear una transición entre las dos zonas –residencial y terciario- proyectadas.

Del análisis y diagnóstico del territorio llevado a cabo en este estudio, se puede concluir que en los terrenos objeto de sectorización la vegetación es prácticamente inexistente, encontrándose en la actualidad como un erial periurbano con solares muy alterados por movimientos de tierras. Una parte de los terrenos es ocupada eventualmente por vehículos que estación de forma desordenada. No se han detectado valores o patrimonio digno de preservar de la urbanización, ni dominio público que se vea afectado de forma relevante.

Una vez identificados y descritos todos los elementos del medio de importancia se ha pasado a analizar los impactos derivados de las innovaciones de planeamiento. El crecimiento que se propone para el núcleo urbano está muy acorde con las previsiones de crecimiento del PGOU, concluyendo el desarrollo residencial y comercial de ese polo de la ciudad. La totalidad de las intervenciones se ubican sobre terrenos baldíos y eriales, por lo que sus afecciones ambientales negativas serán sumamente escasas. Como principales problemáticas ambientales del sector se ha detectado la posibilidad de desarrollo de actividades terciarias que, en su caso, deberán adecuarse a los mecanismos establecidos en el Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), y la necesidad de planificar la gestión de los residuos de este espacio en el futuro Plan de Urbanización.

Por otra parte se asegura con esta intervención la transición entre un área eminentemente residencial ya consolidada de carácter residencial, de uso terciario y equipamientos, de una forma gradual y poco impactante.

Por último se han analizado los posibles impactos derivados de las innovaciones incluidas en la propuesta de ordenación del PGOU, que se han visto que eran en la mayoría de los casos de carácter positivo y en menor medida de carácter negativo compatible. Por lo que en estos casos se han propuesto una serie de medidas preventivas y correctoras que minimicen o prevengan estos impactos.

En definitiva podemos decir que el municipio de Málaga gana con el presente proyecto una ordenación territorial acorde con las previsiones del PGOU, con las necesidades actuales de desarrollo y con una adecuación a las necesidades en crecimiento e infraestructuras de la población.

11. BIBLIOGRAFÍA

- **Canter, Larry W. 2003.** Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Madrid: McGraw-Hill, 2003.
- **Conesa Fernández Vitor, Vicente. 2010.** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4ª. Madrid: Mundi-Prensa, 2010.
- **Gómez Orea, Domingo. 2013.** Evaluación de impacto ambiental. 1ª. Madrid : Mundi-Prensa, 2013.
- **ALLPE.** Programa de vigilancia ambiental. ALLPE Medio Ambiente. [En línea] [Citado el: 25 de Marzo de 2018.] http://www.allpe.com/seccion_detalle.php?idseccion=90.
- **Junta de Andalucía.** Portal de la Junta de Andalucía. [En línea] [Citado el: 20 de Marzo de 2018.] <http://www.juntadeandalucia.es/index.html>.
- **Gobierno de España.** Ministerio de Industria, Energía y Turismo. [En línea] [Citado el: 15 de Marzo de 2018.] <http://www.minetad.gob.es/es-ES/Paginas/index.aspx>.
- **Gobierno de España.** Ministerio de Fomento. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2018.] http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/default.htm.
- **Instituto Nacional de Geofísica.** Instituto Geográfico Nacional. Centro Nacional de Información Geográfica. [En línea] [Citado el: 12 de Marzo de 2018.] <http://www.ign.es/web/ign/portal>.
- **Jaime Llames Viesca, Salvador López Álvarez. 2009.** Organización de obra y control de personal. Asturias: Lex Nova, 2009. 9788498980448.
- **Junta de Andalucía.** Consejería de Medioambiente y Ordenación del territorio. [En línea] [Citado el: 5 de Marzo de 2018.] <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/>.
- **Recursos naturales.** Aguas Superficiales. [En línea] [Citado el: 28 de marzo de 2018.] http://www.agenda21jaen.com/export/sites/default/galerias/galeriaDescargas/agenda21/municipios/Torredonjimeno/06._Aguas_superficiales.pdf.
- **España.** LEY 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 20 de julio de 2007, núm. 143, p. 4-48 [consultado 19 febrero 2018].
- **España.** Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Boletín Oficial del estado, 11 de diciembre de 2013, núm. 296, p. 98.151-98.227 [consultado 19 febrero 2018].

ANEJO 3. ESTUDIO BÁSICO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO 3. ESTUDIO BÁSICO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. INTRODUCCIÓN	181
2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE	182
3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS	184
3.1. Medidas de carácter general	184
3.2. Medidas a adoptar para la prevención de residuos de construcción y demolición (RCD)	185
4. OPERACIONES DE ELIMINACIÓN	188
4.1. Eliminación de RCD	188
4.1. Depósito de RCD en vertederos	189
5. ALMACENAMIENTO	191
6. PRESCRIPCIONES.....	193
7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN	196
8. OTRAS OPERACIONES	198

1. INTRODUCCIÓN

Se expone este estudio básico de Gestión de Residuos de Construcción en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción que establece, en su artículo 4, entre las obligaciones del productor de residuos de construcción la de incluir en proyecto de ejecución un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción que refleje cómo se llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción que se vayan a producir en la obra.

En base a este Estudio, el poseedor de residuos redactará un plan que será aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad y pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Este documento tiene el siguiente objetivo:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002m por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Relación de medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación de separación establecida en el artículo 5 del citado Real Decreto 105/2008.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y en su caso otras operaciones de gestión de los residuos de construcción de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.
- Si procede, un inventario de los residuos peligrosos que se generarán. Sin embargo en el presente proyecto no es necesario, por la inexistencia de residuos peligrosos.

- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y en su caso otras operaciones de gestión de los residuos de construcción dentro de la obra.

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se han tenido presente las siguientes normativas:

- Artículo 45 de la Constitución Española artículo 45 de la Constitución Española.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Orden MAM 304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y las listas europeas de residuos.

Al presente Proyecto le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, según el art. 3.1., por producirse residuos de demolición como: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genera en la obra de construcción o demolición, y que generalmente, no es peligroso, no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.

En la obra no se generan los siguientes residuos:

- a. Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

- b. Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c. Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A los residuos que se generen en obras de construcción o demolición y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les han sido de aplicación el R. D. 105/2008 en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación.

El presente Estudio Básico de la Gestión de Residuos, se redacta por la imposición dada en el art. 4.1 a) del R. D. 105/2008, sobre las "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", que deberá incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

En el presente punto se justificarán las medidas tendentes a la prevención en la generación de residuos de construcción y demolición.

Los RCD Correspondiente a la familia de "Tierras y Pétreos de la Excavación", no se producen dado que no se realizan excavaciones para vaciados. Si que aparecerán cuando se proceda a la demolición y extracción de las cimentaciones y soleras mezcladas con el hormigón de las mismas. Estos residuos por ser de buena calidad se procederá a su valorización en obra para poder ser utilizados posteriormente en las obras de urbanización. De hecho el Real Decreto 105/2008, establece que en aquellas obras que las administraciones públicas aparezcan como promotores, se establece que estas deberán fomentar las medidas para la prevención de residuos de construcción y demolición y la utilización de áridos y otros productos procedentes de su valorización

3.1. Medidas de carácter general

Como medida general, se deberán minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan, así como los residuos que se originan en la obra. Se deberá prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Evitando un exceso de materias primas, además de encarecer la obra, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes durante la ejecución.

Será necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

Los útiles de trabajo se deben limpiar inmediatamente después de su uso para prolongar su vida útil.

Para prevenir la generación de residuos se deberá prever la instalación de un punto de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor.

3.2. Medidas a adoptar para la prevención de residuos de construcción y demolición (RCD)

Los diferentes materiales son:

❖ Hormigón:

- Programar correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio de fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta que afecta a la generación de residuos y a las emisiones derivadas del transporte.
- Aprovechar los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en la mejora de los accesos, zonas de tráfico, etc.).

❖ Escombros minerales:

- Se clasificarán y reciclarán los escombros según la legislación vigente.

❖ Ferralla y chatarra:

- Centralizar, siempre que sea posible y exista suficiente espacio en la obra, el montaje de los elementos armados.
- Almacenar correctamente los materiales para protegerlos de la intemperie y evitar la corrosión en el caso de los metales.
- Aprovechar los materiales y los recortes de material y favorecer el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.
- Optimizar el corte de chapas para reducir al mínimo los recortes.

❖ Madera:

- Realizar los cortes de madera con precisión para aprovechar el mayor número de veces posible, respetando siempre las exigencias de calidad.
- Almacenar correctamente los materiales para protegerlos de la intemperie y evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Aprovechar los materiales y los recortes y favorecer el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.

- Se acopian separadamente y se reciclan, reutilizan o llevan a vertedero autorizado.
- Los acopios de madera están protegidos de golpes o daños.

❖ **Plástico y papel:**

- Comprar evitando envoltorios innecesarios.
- Comprar materiales al por mayor con envases de un tamaño que permita reducir la producción de residuos de envoltorios.
- Dar preferencia a aquellos proveedores que envasan sus productos con sistemas de embalaje que tienden a minimizar los residuos.
- Dar preferencia a los proveedores que elaboran los envases de sus productos con materiales reciclados, biodegradables, o que puedan ser retornados para su reutilización.

❖ **Albañilería:**

- Realizar los trabajos de corte con precisión para favorecer el uso de ambas partes de la pieza.
- Disponer de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillo, bloques de cemento, baldosas, etc.

❖ **Aceites:**

- Se establece una sistemática para almacenamiento y recogida por Gestor Autorizado (GA).
- Se recogen en envases sólidos y resistentes, sin defectos estructurales ni fugas.
- Se depositan en bidones, que se trasladan cerrados desde el taller hasta el almacén.
- Se almacenan en cisterna de 3.000 l reconocible y con letrero etiquetado.

- Se almacenan evitando mezclas con agua, con residuos oleaginosos, o con policlorofenilos, u otros RP.
- Se avisa al GA cuando la cisterna está $\frac{3}{4}$ llena, o a los cinco meses de almacenamiento.
- Se evitan vertidos en cauces o en alcantarillado.
- Se evitan depósitos en el suelo.
- Se evitan tratamientos que afecten a la atmósfera.
- Se inscriben en la Hoja de control interno de RP.
- Se reduce la cantidad generada reduciendo la frecuencia de cambio de aceite.
- Se reduce la cantidad generada manteniendo las máquinas en buen estado.
- Se reduce la cantidad generada usando las máquinas en su rango de mayor eficiencia.

❖ **Productos líquidos:**

- Almacenar estos productos en lugar específico preparado para tal fin.
- Tapar los productos líquidos una vez finalizado su uso para evitar evaporación y vertidos por vuelcos accidentales.
- Usar detergentes biodegradables, sin fosfatos ni cloro.
- Reducir el uso de disolventes.
- Calcular la cantidad de pintura necesaria para evitar sobrantes.
- Vaciar los recipientes de pintura antes de gestionarlos. Almacenar la pintura sobrante y, siempre que sea posible, reutilizarla.

4. OPERACIONES DE ELIMINACIÓN

4.1. Eliminación de RCD

Se deberá fomentar la clasificación de los residuos que se producen, de manera que sea más fácil su valorización y gestión por el gestor de residuos. La recogida selectiva de los residuos debe ir encaminada tanto a facilitar la valorización de los residuos, como a mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios motivados debido a la alta heterogeneidad de los residuos o por contener materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Con el fin de realizar una gestión de eficaz de los residuos se deberán conocer las mejores posibilidades para su gestión. Se tratará, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, se definirá un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

Se deberá planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización. Se deberá identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

Se deberá disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos, que se deberá presentar a la dirección de la obra previa al inicio de la obra.

- Recuperación o regeneración de disolventes.
- Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no utilizan disolventes.
- Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos.
- Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
- Regeneración de ácidos y bases.
- Acumulación de residuos para su tratamiento.
- Potenciar el reciclado de los sacos de papel y de plástico evitando que entren en contacto con otros materiales, clasificándolos convenientemente y consultando a los proveedores si ofrecen algún tipo de gestión específica.

4.1. Depósito de RCD en vertederos

Los residuos que se vayan a depositar en un vertedero, independientemente de su clase, deberán cumplir con los criterios de admisión que se desarrollen reglamentariamente.

Los vertederos de residuos peligrosos podrán acoger solamente aquellos residuos peligrosos que cumplan con los requisitos que se fijarán reglamentariamente de conformidad con el anexo II de la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, del Consejo de la Unión Europea.

Los vertederos de residuos no peligrosos podrán acoger:

- Los Residuos urbanos o municipales.
- Los Residuos no peligrosos de cualquier otro origen que cumplan los criterios de admisión de residuos en vertederos para residuos no peligrosos que se establecerán reglamentariamente de conformidad con el anexo II de la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, del Consejo de la Unión Europea.
- Los Residuos no reactivos peligrosos, estables (por ejemplo solidificados o vitrificados), cuyo comportamiento de lixiviación sea equivalente al de los residuos no peligrosos mencionados en el apartado anterior y que cumplan con los pertinentes criterios de admisión que se establezcan al efecto. Dichos residuos peligrosos no se depositarán en compartimentos destinados a residuos no peligrosos biodegradables.

Los vertederos de residuos inertes sólo podrán acoger residuos inertes. No se admitirán en los vertederos:

- Residuos líquidos.
- Residuos que, en condiciones de vertido, sean explosivos o corrosivos, oxidantes, fácilmente inflamables o inflamables con arreglo a las definiciones de la tabla 5 del anexo 1 del Real Decreto 952/1997, de 20 de junio.
- Residuos de hospitales u otros residuos clínicos procedentes de establecimientos médicos o veterinarios y que sean infecciosos con arreglo a la definición de la tabla 5 del Real Decreto 1997, de 20 de junio, y residuos de la categoría 14 de la parte A de la tabla 3 del anexo 1 del citado Real Decreto 952/1997, de 20 de junio.
- Neumáticos usados enteros, a partir de dos años desde la entrada en vigor de esta ley, con exclusión de los neumáticos utilizados como material de ingeniería y neumáticos usados reducidos a tiras, a partir de

cinco años después de la mencionada fecha, con exclusión en ambos casos de los neumáticos de bicicleta y de los neumáticos cuyo diámetro sea superior a 1.400 milímetros.

- Cualquier otro tipo de residuo que no cumpla los criterios de admisión que se establezcan de conformidad con la normativa comunitaria.

Queda prohibida la dilución o mezcla de residuos únicamente para cumplir los criterios de admisión de los residuos, ni antes ni durante las operaciones de vertido.

Además de lo previsto en este Estudio Básico de Gestión de Residuos, las operaciones y actividades en las que los trabajadores estén expuestos o sean susceptibles de estar expuestos a fibras de amianto o de materiales que lo contengan se regirán, en lo que se refiere a prevención de riesgos laborales, por el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

5. ALMACENAMIENTO

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc.) que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado. El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales de volumen inferior a 1 m³ o bien en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 cm. a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar la siguiente información del titular: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor o envase y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.

- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.
- Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.
- Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

6. PRESCRIPCIONES

En este apartado se van a estudiar las prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de construcción y demolición.

En todo caso se deberán de cumplir las prescripciones técnicas, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción.

- El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a un metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales.
- Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- El depósito temporal para RC valorizables (maderas, plásticos, chatarra,...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- En los contenedores, sacos industriales u otros elementos de contención, deberá figurar los datos del titular del contenedor, a través de adhesivos, placas, etc...
- Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante.
- El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma.
- Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.
- En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RC.
- Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

- En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación.
- Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados.
- La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RC, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera,...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente.
- Se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes.
- Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RC deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- Para aquellos RC (tierras, pétreos,...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.
- La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente (Ley10/1998,Real Decreto833/88,R.D.952/1997 y Orden MAM/304/2002), la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales.
- Así mismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.
- Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexoll. Lista de Residuos. Punto170605*(6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos.
- En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la

contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art.7., así como la legislación laboral de aplicación.

- Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombros”.
- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
- Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros.
- Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN

❖ Reutilización

- No se prevé operación de reutilización alguna.
- Reutilización de tierras procedentes de la excavación.
- Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización.
- Reutilización de materiales cerámicos.
- Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...
- Reutilización de materiales metálicos.

❖ Valoración

- No se prevé operación alguna de valoración en obra.
- Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía.
- Recuperación o regeneración de disolventes.
- Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes.
- Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos.
- Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
- Regeneración de ácidos y bases.
- Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
- Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE

❖ Eliminación

- No se prevé operación de eliminación alguna.
- Depósito en el vertedero *Malgueña De Tratamiento De Residuos SI*, situado en Málaga de residuos inerte.
- Depósito en el vertedero *Malgueña De Tratamiento De Residuos SI*, situado en Málaga de residuos no peligrosos.
- Depósito en el vertedero *Limasa, servicios de limpieza integral de Málaga III, S.A.*, situado en Málaga de residuos peligrosos.

8. OTRAS OPERACIONES

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

No se admitirá la gestión en ningún vertedero los residuos que pueden ser objeto de valorización tales como vidrio, papel-cartón, envases, residuos de construcción demolición, madera, etc.

El poseedor de los residuos, deberá sufragar los costes de gestión, y entregar al Promotor, los certificados y demás documentación acreditativa. Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD. Al contratar la gestión de los RCD, hay que asegurarse que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, planta de reciclaje de plásticos, madera, etc.) tiene la autorización del Gobierno vasco y la inscripción en el registro correspondiente.

Asimismo se realizará un estricto control documental: los transportistas y gestores de RCD deberán aportar justificantes impresos de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCD (tierras, pétreos, etc.) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental de que ha

sido así y deberá estar autorizado de manera previa por el órgano ambiental correspondiente, siempre de acuerdo a la legislación vigente, o deberá pasar por un gestor.

La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se generen en obra será conforme a la legislación nacional vigente y a los requisitos de las ordenanzas locales. Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra. Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.

Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares, siempre y cuando se dispongan de las autorizaciones pertinentes. El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

ANEJO 4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO 4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DE ESTUDIO.....	202
2. DEBERES Y OBLIGACIONES.....	203
3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	205
4. SERVICIOS Y VESTUARIOS.....	207
5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE LA OBRA.....	208
5.1. Riesgos detectables más comunes.....	208
5.2. Medidas preventivas tipo.....	208
5.3. Normas o medidas de protección tipo.....	213
6. USO DE MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA.....	214
6.1. Normas o medidas preventivas tipo.....	214
6.2. Riesgos más comunes.....	214
6.3. Prendas de protección individual recomendables.....	215
6.4. Protecciones colectivas.....	215
7. TRABAJOS DE ARQUEOLOGÍA.....	216
7.1. Descripción de materiales y tipologías constructivas adoptados.....	216
7.2. Riesgos generales más frecuentes.....	217
7.3. Normas básicas de seguridad y salud.....	218
7.4. Medios de protección colectivas.....	220
7.5. Equipos de protección individual.....	221
7.6. Descripción de las distintas fases de ejecución de los trabajos de arqueología en relación con la seguridad y salud.....	225
8. INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS.....	230
9. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	231
9.1. Objeto de este estudio.....	231
9.2. Medidas preventivas y de protección.....	231
9.3. Criterios de utilización de los medios de seguridad.....	231
9.4. Sistemas de reparación, mantenimiento y conservación.....	232

1. OBJETO DE ESTUDIO

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en las disposiciones posteriores, R.D. 39/1997 de 17 de Enero, Reglamento de los servicios de Prevención, R.D. 485/1997 de 14 de Abril, Disposiciones Mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, R.D. 486/1997 de 14 de Abril, Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, y en el R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción; se establece la necesidad de la redacción del Estudio de Seguridad y Salud, en el cual se analiza el proceso constructivo de la obra concreta y específica que corresponda, las secuencias de trabajo y sus riesgos inherentes; posteriormente analizaremos cuales de estos riesgos se pueden eliminar, cuales no se pueden eliminar pero si se pueden adoptar medidas preventivas y protecciones técnicas adecuadas, tendentes a reducir e incluso anular dichos riesgos. Este Estudio de Seguridad y Salud, establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidente, enfermedades profesionales, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar social de los trabajadores durante la ejecución de la obra de túnel proyectado para la ampliación de una línea de metro.

2. DEBERES Y OBLIGACIONES

Según los Arts. 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

1. Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.
2. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley. La empresa desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.
3. El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
4. Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.
5. El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

Equipos de trabajo y medios de protección

1. La empresa adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:
 - a) La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
 - b) Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación serán realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.
2. La empresa deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

De acuerdo con los Arts. 15 y 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que:

1. La empresa aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:
 - a) Evitar los riesgos.
 - b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
 - c) Combatir los riesgos en su origen.
 - d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
 - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
 - h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
 - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
2. La empresa tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.
3. La empresa adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su

adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas; las cuales solo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea substancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Evaluación de los riesgos

1. La acción preventiva en la empresa se planificará por la empresa a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido.

Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, la empresa realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

2. Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, se realizarán aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores. Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el equipo técnico, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.
3. Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

4. SERVICIOS Y VESTUARIOS

Se adaptarán en la entrada del túnel. El interior estará distribuido en dos estancias principales: Aseos y vestuarios, todos ellos con acceso independiente desde el exterior y con comunicación interna con puertas de paso.

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, determinaremos la superficie y elementos necesarios para estas instalaciones. Los servicios y vestuarios contarán con los siguientes elementos sanitarios:

- Un inodoro
- Un lavabo
- Un espejo

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

La superficie de estos servicios será de 26,25 m² según se especifica en el plano correspondiente, con lo que se cumplen las Vigentes Ordenanzas.

Deberá disponerse de agua caliente en lavabo.

En el vestuario se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.

5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE LA OBRA

5.1. Riesgos detectables más comunes

- ❖ Heridas punzantes en manos
- ❖ Caídas al mismo nivel
- ❖ Electrocución; contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:
 - Trabajos con tensión
 - Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que esta efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección
 - Usar equipos inadecuados o deteriorados
 - Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular

5.2. Medidas preventivas tipo

- A. Sistema de protección contra contactos indirectos. Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- B. Normas de prevención tipo para los cables:
 - ❖ El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
 - ❖ Todos los conductores utilizados serán aislados de Tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
 - ❖ La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

- ❖ En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- ❖ El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablonos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm.; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curva.
- ❖ Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:
 - a. Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
 - b. Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
 - c. Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- ❖ La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja, se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2m., para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.
- ❖ El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- ❖ Las mangueras de "alargadera":
 - a. Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
 - b. Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua.

C. Normas de prevención tipo para los interruptores

- ❖ Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- ❖ Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- ❖ Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
- ❖ Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables

D. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos

- ❖ Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.
- ❖ Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- ❖ Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- ❖ Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
- ❖ Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien, a "pies derechos" firmes.
- ❖ Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado.
- ❖ Los cuadros eléctricos de esta obra, estarán dotados de enclavamiento eléctrico de apertura

E. Normas de prevención tipo para las tomas de energía

- ❖ Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin Tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- ❖ Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos)
- ❖ La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los planos como necesarios: Su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen, llegue a la carga máxima admisible.
- ❖ Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de

alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramientas de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.

- ❖ Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- ❖ Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- ❖ Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA.- Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.
- ❖ El alumbrado portátil se alimentara a 24 v. mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos

F. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra

- ❖ La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MI.BT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.
- ❖ Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- ❖ Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- ❖ El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- ❖ La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
- ❖ Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será esta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
- ❖ El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 95 mm² de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.

- ❖ La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- ❖ Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta Tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.
- ❖ Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- ❖ Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- ❖ La conductividad del terreno se aumentara vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.

G. Normas de prevención tipo para la instalación de alumbrado.

- ❖ Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas Tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua.
- ❖ El alumbrado de la obra, cumplirá las especificaciones establecidas en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y General de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ❖ La iluminación de los tajos será mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.
- ❖ La energía eléctrica que deba suministrarse a las lamparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados, (o húmedos), se servirá através de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.

- ❖ La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
 - ❖ La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
 - ❖ Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros
- H. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra.
- ❖ El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carné profesional correspondiente.
 - ❖ Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarara "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rotulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
 - ❖ La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
 - ❖ Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectara la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: " NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
 - ❖ La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.

5.3. Normas o medidas de protección tipo

- ❖ Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- ❖ Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).
- ❖ Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia.

- ❖ Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. (como norma general), del borde de la excavación, carretera y asimilables.
- ❖ El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal, (nunca junto a escaleras de mano).
- ❖ Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad del triángulo, (o de llave) en servicio.
- ❖ No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a cada caso, según se especifica en planos.

6. USO DE MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

6.1. Normas o medidas preventivas tipo

Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido por las trompas, para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.

- ❖ La iluminación de los tajos de fontanería será de un mínimo de 100 lux medidos a una altura sobre el nivel del pavimento, en torno a los 2 m.
- ❖ La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante "mecanismos estancos de seguridad" con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- ❖ Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- ❖ Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- ❖ Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura en evitación de incendios.

6.2. Riesgos más comunes

- ❖ Caídas al mismo nivel
- ❖ Cortes en las manos por objetos y herramientas.

- ❖ Atrapamientos entre piezas pesadas.
- ❖ Los inherentes al uso de la soldadura autógena.
- ❖ Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.
- ❖ Quemaduras.
- ❖ Sobreesfuerzos.
- ❖ Otros.

6.3. Prendas de protección individual recomendables

- ❖ Casco de polietileno para los desplazamientos por la obra.
- ❖ Guantes de cuero.
- ❖ Botas de seguridad.
- ❖ Ropa de trabajo

6.4. Protecciones colectivas

- ❖ Las máquinas eléctricas con toma de tierra

6.3. Prendas de protección individual recomendables

- ❖ Casco de polietileno para los desplazamientos por la obra.
- ❖ Guantes de cuero.
- ❖ Botas de seguridad.
- ❖ Ropa de trabajo

7. TRABAJOS DE ARQUEOLOGÍA

7.1. Descripción de materiales y tipologías constructivas adoptados

I. Oficios

- ❖ Técnico arqueólogo
- ❖ Peón sin especializar

II. Proceso constructivos

- ❖ Vaciado de tierras
- ❖ Zanjas y pozos
- ❖ De más de 1,50 m. de profundidad
- ❖ Carga de tierras y transportes

III. Maquinaria

- ❖ Maquinaria auxiliar
- ❖ Máquinas herramientas eléctricas en general
- ❖ Maquinaria para transporte
- ❖ Maquinaria para el movimiento de tierras

IV. Medios auxiliares

- ❖ Herramientas de albañilería (paletas, paletines, llanas, plumadas)
- ❖ Herramientas manuales (palas, martillos, mazos, tenazas, uñas palanca)
- ❖ Escaleras de mano
- ❖ Contenedor de escombros
- ❖ Carretón o carretilla de mano (chino)

7.2. Riesgos generales más frecuentes

A continuación enumeramos una serie de riesgos, ninguno de ellos evitable, que suelen suceder durante todo el proceso constructivo; se pondrá especial atención tanto sobre éstos como sobre los que aparecen en cada una de las fases, sin que cada una de las relaciones puedan entenderse como limitativas.

- ❖ Los riesgos causa de terceros por entrar en la obra sin permiso, en particular en las horas en las que los trabajadores no están produciendo.
- ❖ Los riesgos ocasionados por trabajar en condiciones climáticas desfavorables, tales como lluvias, altas o bajas temperaturas, etc.
- ❖ Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a montar (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).
- ❖ Contactos directos e indirectos con la energía eléctrica, principalmente por anular las tomas de tierra de la maquinaria eléctrica o por conexiones peligrosas (empalmes directos con cable desnudo, empalmes con cinta aislante simple, cables lacerados o rotos).
- ❖ Los derivados de los trabajos en ambientes pulverulentos, principalmente afecciones de las vías respiratorias (neumoconiosis), partículas en ojos y oídos.
- ❖ Ruido ambiental y puntual.
- ❖ Explosiones e incendios.
- ❖ Caídas del personal a distinto nivel, en particular por encontrarse con huecos horizontales.
- ❖ Caídas del personal al mismo nivel, torceduras de pies y/o piernas, tropezones con caída y detención, por encontrar suelos húmedos o mojados, desorden de obra, pisadas sobre objetos o por falta de iluminación; otra causa importante es por vértigo natural (lipotimias, mareos).

- ❖ Sobre-esfuerzos y distensiones por trabajar en posturas incómodas o forzadas durante largo tiempo o por continuo traslado de material.
- ❖ Proyección violenta de partículas y/u objetos.
- ❖ Golpes, erosiones y cortes por manejo de objetos diversos, incluso herramientas (material cerámico, punteros; por golpe de mangueras rotas con violencia, es decir, reventones desemboquillados bajo presión; por pisadas sobre objetos puntiagudos o con aristas vivas).

7.3. Normas básicas de seguridad y salud

De la misma forma que algunos riesgos aparecen en todas las fases de la obra, se pueden enunciar normas que deben cumplirse en todo momento y por cada una de las personas que intervienen en el proceso constructivo:

- ❖ En relación con terceros:
- ❖ Vallado de la obra y vigilancia permanente de que los elementos limitadores de acceso público a la obra permanezcan cerrados.
- ❖ Señalización:
 - En los accesos, indicando zona de obra, limitaciones de velocidad, etc.
 - Independientemente, señales de **"PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA"**.
 - Carteles informativos dentro de la obra.
 - Señales normalizadas de seguridad en distintos puntos de la misma:
 - De prohibición
 - De obligación
 - De advertencia

Y en cualquier caso:

- **"USO OBLIGATORIO DEL CASCO"**

En general:

- ❖ Todas las personas cumplirán con sus obligaciones particulares.
- ❖ Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas.
- ❖ Orden y limpieza de todos los tajos, sin apilar material en las zonas de tránsito, sino en las zonas delimitadas de forma clara, retirando aquellos elementos que impidan el paso; tampoco acumular en la parte intermedia de vanos, sino junto a muros y pilares y, si ello no fuera posible, se apuntalarán adecuadamente los forjados cargados; en cualquier caso, vigilancia del acopio seguro de cargas.
- ❖ Mantenimiento de los accesos desde el principio del recorrido, delimitando la zona de trabajo, señalizando especialmente las zonas en las que exista cualquier tipo de riesgo.
- ❖ En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra.
- ❖ Uso obligatorio de los equipos de protección individual.
- ❖ Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se emplearán bolsas porta- herramientas.
- ❖ Mantenimiento adecuado de todos los medios de protección colectiva.
- ❖ Se utilizarán los medios auxiliares adecuados para los trabajos (escaleras, andamios etc.), de modo que se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de materiales o asimilables, para evitar accidentes por trabajos sobre andamios inseguros.
- ❖ Las escaleras a utilizar serán de tipo tijera, dotadas de zapatas antideslizantes y de cadenilla limitadora de apertura.
- ❖ Utilización de maquinaria que cumpla con la normativa vigente.
- ❖ Mantenimiento adecuado de toda la maquinaria, desde el punto de vista mecánico.
- ❖ Todos los trabajos serán realizados por personal especializado, en particular la utilización, reparación y mantenimiento de toda la maquinaria, es decir, antes de la utilización de un máquina herramienta, el operario deberá estar provisto del documento expreso de autorización de manejo de esa determinada máquina.

- ❖ Se prohíbe expresamente la anulación de toma de tierra de las máquinas-herramienta; se instalará en cada una de ellas una "pegatina" en tal sentido, si no están dotadas de doble aislamiento.
- ❖ Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- ❖ Disposición de un cuadro eléctrico de obra, con las protecciones indicadas por la normativa vigente, así como un correcto mantenimiento del mismo y vigilancia continua del funcionamiento de las protecciones contra el riesgo eléctrico.
- ❖ Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura entorno a los 2,00 m.
- ❖ La iluminación mediante portátiles se hará mediante portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios y seguros para la iluminación.
- ❖ Nunca se utilizarán como toma de tierra o neutro las canalizaciones de otras instalaciones.
- ❖ Se delimitará la zona, señalizándola, evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- ❖ A las zonas de trabajo se accederá siempre de forma segura, prohibiéndose expresamente los "puentes de un tablón".
- ❖ Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos con barandillas reglamentarias, para la prevención de accidentes, no utilizándose en ningún caso cuerdas o cadenas con banderolas ni otro tipo de señalización, aunque sí se pueden emplear para delimitar zonas de trabajo.
- ❖ La empresa constructora acreditará ante la D.F., mediante certificado médico, que los operarios son aptos para el trabajo a desarrollar.

7.4. Medios de protección colectivas

Se utilizan de una forma prioritaria, con el fin de cuidar la seguridad de cualquier persona que permanezca en la obra, así como para causar el menor número de molestias posibles al operario.

- A. En cualquier caso siempre contaremos con:
- Extintores.
 - Protección contra el riesgo eléctrico.

- Teléfono

B. Incluimos en este grupo las señales:

- De prohibición.
- De obligación.
- De advertencia.
- Salvamento o socorro.

7.5. Equipos de protección individual

En ningún caso sustituirán a ninguno de los elementos utilizados como medio de protección colectiva.

Y siempre se debe utilizar:

- Casco homologado de protección.
- Mono de trabajo, algodón 100x100, con mangas y piernas perfectamente ajustadas.

I. Protección de la cabeza

Estos equipos son:

- Cascos homologados de protección contra choques e impactos.
- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc.).
- Cascos homologados de minería con protección auditiva y batería.

II. Protección de la cara

Estos equipos son:

- Yelmo soldador.
- Pantallas faciales.

III. Protección de los oídos

Cuando el nivel de ruido sobrepasa los 80 decibelios, que establece la Ordenanza como límite, se utilizarán elementos de protección auditiva.

Estos equipos son:

- Protectores auditivos tipo "tapones".
- Protectores auditivos desechables o reutilizables.

- Protectores auditivos tipo "orejeras", con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.
- Cascos antirruido.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección para la industria.
- Protectores auditivos dependientes del nivel.
- Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación.

IV. Protección de la vista

Los medios de protección ocular solicitados se determinarán en función del riesgo específico a que vayan a ser sometidos.

Señalaremos, entre otros, los siguientes peligros:

- Choque o impacto de partículas o cuerpos sólidos.
- La acción de polvos y humos.
- La proyección o salpicaduras de líquidos.
- Radiaciones peligrosas y deslumbramientos.

Estos equipos son:

- Gafas de montura "universal".
- Gafas de montura "integral" (uni o binocular).
- Gafas de montura "cazoletas".

V. Protección del aparato respiratorio

En general, en estos trabajos contamos con buena ventilación y no suelen utilizarse sustancias nocivas, de modo que lo único a combatir será el polvo.

Para ello se procederá a regar los tajos, así como a que el personal utilice adaptadores faciales, tipo mascarillas, dotados con filtros mecánicos con capacidad mínima de retención del 95%.

En el caso de los trabajos de albañilería, solados, chapados y alicatados y carpintería de madera, por el polvo producido en el corte de los materiales también debemos extremar las precauciones, en primer lugar, humedecer las piezas.

Estos equipos son:

- Filtro mecánico para partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radioactivas).
- Filtro químico para mascarilla contra gases y vapores.
- Filtro mixto.
- Equipos aislantes de aire libre.
- Equipos aislantes con suministro de aire.
- Equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura.
- Equipos respiratorios con máscara amovible para soldadura.

- Mascarilla contra las partículas, con filtro mecánico recambiable.
- Mascarilla de papel filtrante contra el polvo.
- Equipo de submarinismo.

VI. Protección de las extremidades inferiores

El calzado a utilizar será el normal.

Cuando se trabaja en tierras húmedas y en puestas en obra y extendido de hormigón, se emplearán botas de goma vulcanizadas de media caña, tipo pocero, con suela antideslizante.

Para los trabajos en que exista posibilidad de perforación se utilizará bota con plantilla especial anticlavos.

En los casos de trabajos con corrientes eléctricas botas aislantes de electricidad.

Equipos principales:

- Calzado de seguridad.
- Calzado de protección.
- Calzado de trabajo.
- Calzado y cubre calzado de protección contra el calor.
- Calzado y cubre calzado de protección contra el frío.
- Calzado frente a la electricidad.
- Calzado de protección contra las motosierras.
- Protectores amovibles del empeine.
- Polainas.
- Suelas amovibles (antitérmicas, antiperforación o antitranspiración).
- Rodilleras.
- Bota de goma o material plástico sintético- impermeables.
- Botas de loneta reforzada y serraje con suela contra los deslizamientos de goma o PVC.

VII. Protección de las extremidades superiores

En este tipo de trabajo la parte de la extremidad más expuesta a sufrir deterioro son las manos.

Por ello contra las lesiones que puede producir el cemento se utilizan guantes de goma o neopreno.

Para las contusiones o arañazos que se ocasionan en descargas y movimientos de materiales, se emplearán guantes de cuero o manoplas específicas al trabajo a ejecutar.

Para los trabajos con electricidad, además de las recomendaciones de carácter general, los operarios dispondrán de guantes aislantes de la electricidad.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes contra las agresiones químicas.
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.
- Guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Guantes de cuero flor y loneta.
- Guantes de goma o de material plástico sintético.
- Guantes de loneta de algodón impermeabilizados con material plástico sintético.
- Manguitos de cuero flor.
- Manguitos impermeables.
- Manoplas de cuero flor.
- Muñequeras contra las vibraciones.
- Dediles reforzados con cota de malla para trabajos con herramientas manuales.

VIII. *Protección del tronco*

- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, proyecciones de metales en fusión).
- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones químicas.
- Chalecos termógenos.
- Chalecos salvavidas.
- Mandiles de protección contra los rayos X.
- Faja contra las vibraciones.
- Faja de protección contra los sobre-esfuerzos.
- Mandiles impermeables de material plástico sintético.

IX. *Protección total del cuerpo*

- Ropa de protección.
- Ropa de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes).
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.
- Ropa de protección contra las proyecciones de metales en fusión y las radiaciones infrarrojas.
- Ropa de protección contra fuentes de calor intenso o estrés térmico.
- Ropa de protección contra bajas temperaturas.
- Ropa de protección contra contaminación radiactiva.
- Ropa antipolvo.

- Ropa antigás.
- Ropa de trabajo; monos o buzos de algodón.
- Traje impermeable a base de chaqueta y pantalón de material plástico.
- Guantes de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).
- Chalecos reflectantes.
- Accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).

X. Protecciones varias

- Equipo de iluminación autónoma.

XI. Cinturones

En todos los trabajos de altura con peligro de caída al no poder utilizar protecciones colectivas, es obligatorio el uso del cinturón de seguridad.

Llevarán cuerda de amarre o cuerda salvavidas de fibra natural o artificial, tipo nylon y similar, con mosquetón de enganche, siendo su longitud tal que no permita una caída a un plano inferior superior a 1,50 m. de distancia.

- Equipos de protección contra las caídas en altura.
- Cinturón de seguridad de suspensión.
- Cinturones de seguridad contra las caídas.
- Cinturones de seguridad de sujeción.
- Deslizadores paracaídas para cinturones de seguridad.
- Dispositivos anticaídas con amortiguador.
- Arnese.
- Cinturones portaherramientas.

7.6. Descripción de las distintas fases de ejecución de los trabajos de arqueología en relación con la seguridad y salud

I. Excavaciones

a.- Riesgos más frecuentes

- Problemas de circulación debidos a fases iniciales de preparación del terreno.
- Problemas de circulación interna, especialmente por la presencia de barro debido a mal estado de las pistas de acceso o circulación.

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel (terrenos sueltos y/o embarrados, terrenos angostos).
- Atrapamientos por los medios de elevación y/o transporte.
- Dermatitis por contacto con el terreno.
- Deslizamientos y/o desprendimientos de tierras o rocas por:
- Filtraciones de agua.
- Afloramiento del nivel freático.
- Hundimiento del terreno por fallo del mismo sobre ignoradas cuevas existentes.
- Vibraciones cercanas (paso próximo de vehículos, líneas férreas, uso de martillos rompedores, etc.).

b.- Normas básicas generales de seguridad y salud

- En caso de presencia de agua en la obra, en particular por aparición del nivel freático, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras; se evitarán en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- Se acotará el entorno dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras; quedará prohibido permanecer en el mismo espacio.
- Se cumplirán las normas de actuación de la maquinaria utilizada durante la realización de los trabajos relativos a su propia seguridad.
- Utilización de un señalista de maniobras.

c.- Medios de protección colectiva

- Caminos de circulación peatonal mediante tablones o palastros.
- Utilización de detectores de redes y servicios enterrados.
- Anclajes y cuerdas deslizadoras de seguridad.
- Cuerdas de guía segura de cargas.

d.- Equipos de protección individual

- Dediles reforzados con cota de malla.
- Trajes impermeables.
- Mascarillas antipolvo.
- Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo.
- Protectores auditivos.
- Manoplas de goma y cuero.
- Gafas de protección.
- Muñequeras y fajas contra vibraciones y sobreesfuerzos.
- Guantes de goma fina, cuero, o caucho natural.

- Botas de loneta reforzada y serraje con suela contra los deslizamientos de goma o PVC.
- Botas impermeables.
- Cinturón de seguridad por parte del conductor de la máquina.
- Chaleco reflectante.

II. Carga y transporte de tierras

a.- Riesgos específicos más frecuentes

- En particular siniestros de vehículos por exceso de carga en camiones y/o palas cargadoras.

b.- Normas básicas de seguridad y salud específicas

- La salida o entrada de camiones o máquinas de la obra será avisada a los usuarios de la vía pública por una persona distinta del conductor.
- Distribución correcta de las cargas en los medios de transporte, así como la prohibición de sobrecargas.
- Vigilancia permanente del llenado de las cajas de los camiones.

c.- Medios de protección colectiva específicos

- Utilización de lonas de cubrición de tierras en camiones.

d.- Medios de protección colectiva

- Protección y señalización de las zanjas y pozos (barandillas y redes de delimitación del borde).
- Pasarelas.
- Viseras interiores en el pozo.
- Barandillas perimetrales en el acceso.
- Entablado contra los deslizamientos en rededor del torno o maquinillo de extracción.
- Cuerda fiadora de posición del frente, para localización de posibles accidentados.
- Portátiles contra las deflagraciones.
- Lámpara de minero (detector de gases).
- Detector medidor tubular de gases Dragüer.
- Protector del disco de la sierra circular.
- Balizamiento de líneas eléctricas con teodolito.
- Tapas de tablonos de madera para los pozos y zanjas no tapados.

e.- Equipos de protección individual

- En caso de trabajo junto a líneas eléctricas, toldos aislantes de la electricidad.
- Dediles reforzados con cota de malla para trabajos con herramientas manuales.
- Trajes impermeables.
- Casco homologado con equipo de iluminación autónoma.
- Mascarillas antipolvo.
- Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo.
- Protectores auditivos.
- Manoplas de goma y cuero.
- Gafas de protección.
- Muñequeras y fajas contra vibraciones y sobreesfuerzos.
- Guantes de goma fina, cuero, o caucho natural.
- Mandiles de cuero.
- Manguitos y polainas de cuero.
- Botas de loneta reforzada y serraje con suela contra los deslizamientos de goma o PVC.
- Botas de goma.
- Cinturón de seguridad clases A, B y C.
- Equipo de iluminación autónoma.
- Equipo de respiración autónoma.

III. Sondeo con movimiento de tierra

a.- Riesgos específicos más frecuentes

- Problemas de circulación interna (barros debido al mal estado de las pistas de acceso o circulación).
- Problemas de circulación debidos a fases iniciales de preparación del tajo.
- Hundimiento del terreno por fallo del mismo sobre ignoradas cuevas existentes.
- Deslizamientos y desprendimientos de tierras y/o rocas por:
- Interferencias con conducciones enterradas (gas, electricidad, agua).
- Por filtraciones.
- Dermatitis por contacto con el terreno.
- Ataque de roedores o de otras criaturas asilvestradas en el interior del alcantarillado.

b.- Normas básicas de seguridad y salud específicas

- Vigilancia de que no se sobrecargue el borde de la excavación.

- Siempre que exista peligro de derrumbamiento se procederá a entibar.
- No se utilizarán los codales para entrar y salir de la zanja.
- Coordinación con el resto de los oficios que intervienen en la obra.

c.- Medios de protección colectiva específicos

- Protección y señalización de las zanjas y pozos (barandillas y redes de delimitación del borde).
- Pasarelas.
- Barandillas perimetrales en el acceso.
- Tapas de tablonés de madera para los pozos y zanjas no tapados.

d.- Equipos de protección individual específicos

- En caso de trabajo junto a líneas eléctricas, toldos aislantes de la electricidad.
- Dediles reforzados con cota de malla para trabajos con herramientas manuales.
- Trajes impermeables.
- Casco homologado con equipo de iluminación autónoma
- Mascarillas antipolvo.
- Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo.
- Protectores auditivos.
- Manoplas de goma y cuero.
- Gafas de protección.
- Muñequeras y fajas contra vibraciones y sobreesfuerzos.
- Guantes de goma fina, cuero, o caucho natural.
- Mandiles de cuero.
- Manguitos y polainas de cuero.
- Botas de loneta reforzada y serraje con suela contra los deslizamientos de goma o PVC.
- Botas de goma.
- Cinturón de seguridad clases A, B y C.
- Equipo de iluminación autónoma.
- Equipo de respiración autónoma.

8. INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS

Son las causas que propician la aparición de un incendio en un túnel en construcción.

A) Riesgos detectados más comunes.

Las causas que propician la aparición de un incendio en el túnel en construcción no son distintas de las que lo generan en otro lugar: Existencia de una fuente de ignición (hogueras, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos etc.) junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante, pinturas y barnices etc.) puesto que el comburente (oxígeno) está presente en todas partes.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

- Se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados a lo largo de la ejecución de la obra, situando este acopio a la salida del túnel.
- Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos; de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos. Existirá la adecuada señalización, indicando los lugares de prohibición de fumar (acopio de líquidos combustibles), situación de extintor, camino de evacuación etc.

C) Medidas técnicas de protección.

Los medios de extinción serán los siguientes: Extintores portátiles, instalando dos de polvo polivalente de 6 Kg.

- Así mismo, consideramos que deben tenerse en cuenta otros medios de extinción, tales como el agua, la arena, herramientas de uso común (palas, rastrillos picos, etc.).
- Todas estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los Bomberos, los cuales en todos los casos serán avisados inmediatamente.

9. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

9.1. Objeto de este estudio

Se recogen aquí las condiciones y exigencias que se han tenido en cuenta para la elección de las soluciones constructivas adoptadas para posibilitar en condiciones de seguridad la ejecución de los correspondientes cuidados, manutenciones, repasos y reparaciones que el proceso de explotación que la construcción conlleva.

9.2. Medidas preventivas y de protección

Al igual que los apartados anteriores de la presente memoria, las citadas medidas se refieren a las consideradas específicamente para posibilitar en las debidas condiciones de seguridad los trabajos de mantenimiento, reparación, etc., por lo que en consecuencia le es igualmente aplicable lo reseñado en el apartado anterior.

Si bien cabe hacer especial hincapié en que las labores de mantenimiento y conservación que precise la normal explotación de la construcción, deberán de adoptar las medidas de seguridad propias de estos trabajos y que el diseño del túnel en cualquier caso permite y posibilita, que en general serán realizados a cielo abierto o y sobre estructuras o soportes provisionales, que en cualquier caso deberán realizar empresas o técnicos especializados y en su caso con Dirección Técnica competente.

9.3. Criterios de utilización de los medios de seguridad

Lógicamente la utilización de los medios de seguridad del túnel responderá a las necesidades de cada situación, durante los trabajos de mantenimiento o reparación.

En consecuencia no cabe el dar más criterio de utilización que la racional y cuidadosa aplicación de las distintas medidas de seguridad que las Ordenanzas de Seguridad e Higiene vigentes prevén para cada situación y que, como se ha expuesto, en cualquier caso las soluciones constructivas generales permiten y posibilitan.

Es en todos los casos los responsables de la revisión y mantenimiento de forma periódica, o eventual por alguna urgencia, deberá encargar a un TÉCNICO COMPETENTE la actuación en cada caso.

Este Técnico Competente deberá tener un completo y expreso conocimiento del túnel, y de todo lo que en este Estudio se menciona, a fin de proceder en consecuencia en el momento de la reparación, entretenimiento, conservación y mantenimiento de cualquiera de sus elementos.

9.4. Sistemas de reparación, mantenimiento y conservación

Con la finalidad de no caer en el defecto de un desarrollo, que aún siendo extenso, nunca sería definitivo, podemos afirmar de forma genérica que, en los trabajos de mantenimiento y conservación de las instalaciones, se presentan, por lo menos, los siguientes problemas relacionados con la seguridad:

- Caídas al mismo o distinto nivel
- Caídas por incidencia de agentes atmosféricos
- Intoxicaciones
- Electrocuciiones
- Atrapamientos y cortaduras
- Quemaduras por incendio y/o explosión

Esta problemática, se ve incrementada, en base al factor de confianza que subcientemente resulta inherente al personal que realiza los trabajos ya que dispone, en general, de un alto grado de preparación específica y hace de forma repetitiva las tareas encomendadas y así se llega a alcanzar una actitud pasiva e incluso hostil frente a las medidas de seguridad necesarias.

En otro orden de cosas, es cierto también, que algunas instalaciones tiene partes ocultas o no accesibles a una inspección previa; por ello, sería deseable que el instalador tuviera acceso a los planos y esquemas de la instalación primitiva, donde pudieran estar reflejadas las posibles modificaciones realizadas durante la ejecución de la obra; este dato, suprimiría la posibilidad de generación de errores y evitaría o al menos disminuiría el número de situaciones peligrosas innecesarias.

Las mínimas medidas de seguridad que entendemos hay que contemplar en estos trabajos, son las siguientes:

- Se cuidará de que todas las zonas de trabajo estén convenientemente iluminadas de forma natural o artificial, evitando deslumbramientos y fuertes contrastes entre la luz y sombra; es evidente, que una buena iluminación incide positivamente en las condiciones de trabajo de los operarios, y además colabora a que se alcance un mayor nivel de calidad en el trabajo terminado.

- Cuando se tenga que actuar sobre una instalación en funcionamiento, sea del tipo que fuere; se dejará la misma sin servicio y convenientemente señalizada indicando la presencia de “PERSONAL TRABAJANDO”.
- Con relación al apartado anterior; durante el tiempo que duren los trabajos en una determinada instalación, se tratará de paliar en lo posible la falta de servicio de la misma, con algún sistema alternativo que resulte viable; esto reviste especial importancia en las instalaciones de protección.
- Se mantendrá la idea de que en estos trabajos es preciso utilizar las mismas Protecciones individuales y/o colectivas que se usan durante la ejecución del edificio.
- Para que la protección individual sea eficaz, deberá darse la circunstancia de que el trabajador respete en todo momento las instrucciones de uso; indique cualquier defecto apreciable en la misma y sobre todo, que tenga voluntad propia de protegerse.
- La persona responsable de la seguridad de los trabajos debe realizar el correcto mantenimiento de los equipos; comunicando al portador las instrucciones de uso y por último, debe comprobar su empleo efectivo.
- La protección colectiva estará situada en el ámbito de trabajo, de forma correcta y perfectamente conservada.

NOTA: Adquiere especial importancia en estos trabajos la protección de huecos, incluso pequeños.

Todos los trabajos efectuados en instalaciones, se harán acordes con la normativa legal que en materia de prevención afecte a las mismas.

Desde el punto de vista de la seguridad, la puesta en práctica de un plan de mantenimiento periódico de las instalaciones, facilita considerablemente la prevención de accidentes, ya que se realizan de forma perfectamente organizada las actuaciones necesarias para garantizar el funcionamiento de las mismas, conservando ya definidas de forma permanente las condiciones mínimas de seguridad.

ANEJO 5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

ANEJO 5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

1. DISPOSICIONES GENERALES	240
1.1. Naturaleza y objeto del pliego general	240
1.2. Documentación del contrato de obra.....	240
2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS	241
2.1. Delimitación general de funciones técnicas	241
2.1.1. <i>Ámbito de aplicación</i>	241
2.1.2. <i>El proyectista</i>	243
2.1.3. <i>El constructor</i>	243
2.1.4. <i>El director de obra</i>	245
2.1.5. <i>El director de la ejecución de la obra</i>	246
2.1.6. <i>El coordinador de seguridad y salud</i>	247
2.1.7. <i>Las entidades y los laboratorios de control de calidad</i>	248
2.2. Obligaciones y derechos generales de la empresa constructora o contratista	248
2.2.1. <i>Verificación de los documentos del proyecto</i>	248
2.2.2. <i>Plan de seguridad y salud</i>	249
2.2.3. <i>Oficina en la obra</i>	249
2.2.4. <i>Oficina en la obra</i>	249
2.2.5. <i>Jefe de obra</i>	250
2.2.6. <i>Presencia del constructor en la obra</i>	250
2.2.7. <i>Trabajos no estipulados expresamente</i>	250
2.2.8. <i>Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto</i>	251
2.2.9. <i>Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa</i>	251
2.2.10. <i>Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero</i> ...	251
2.2.11. <i>Faltas del personal</i>	251
2.2.12. <i>Subcontratas</i>	252
2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen	252
2.4. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares	253
2.4.1. <i>Caminos y accesos</i>	253
2.4.2. <i>Replanteo</i>	254
2.4.3. <i>Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos</i>	254
2.4.4. <i>Orden de los trabajos</i>	254

2.4.5.- Facilidades para otros contratistas.....	254
2.4.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	255
2.4.7. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	255
2.4.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	255
2.4.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	255
2.4.10. Documentación de obras ocultas	256
2.4.11. Trabajos defectuosos	256
2.4.12. Vicios ocultos	256
2.4.13. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia	257
2.4.14. Presentación de muestras	257
2.4.15.- Materiales no utilizables.....	257
2.4.16. Materiales y aparatos defectuosos.....	257
2.4.17.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	258
2.4.18. Limpieza de obras	258
2.4.19. Obras sin prescripciones	258
2.5. Recepción del túnel.....	259
2.5.1. Proyecto de liquidación	259
2.5.2. Recepción de las obras.....	259
2.5.3. Periodo de garantía: responsabilidad del contratista.....	259
2.5.4. Liquidación	260
3. DESCRIPCION DE LAS OBRAS	261
3.1. Documentación a entregar al contratista	261
3.1.1. Documentos contractuales	261
3.1.2. Documentos que definen las obras y orden de prelación	262
3.1.3. Cumplimiento de las ordenanzas y normativa vigentes	262
3.2. Planos.....	262
3.2.1. Planos complementarios y de nuevas obras	263
3.2.2. Interpretación de los planos.....	263
3.2.3. Confrontación de planos y medidas	263
3.2.4. Planos complementarios de detalle.....	263
3.2.5. Archivo de documentos que definen las obras.....	264
3.3 Contradicciones, omisiones o errores en la documentación	264
3.4. Definición de las obras.....	265
3.4.1. Descripción general de la solución	265

3.4.2. Drenaje.....	265
3.4.3. Túnel.....	265
3.4.4. Señalización, balizamiento y barreras de seguridad	266
3.4.5. Cerramientos.....	266
3.4.6. Recuperación Ambiental y Revegetación.....	266
4. INICIACION DE LAS OBRAS	267
4.1. Plazo de ejecución de las obras.....	267
4.2. Programa de trabajos.....	267
4.3. Orden de iniciación de las obras	268
4.4. Consideraciones previas a la ejecución de las obras	268
4.4.1. Examen de las propiedades afectadas por las obras.....	268
4.4.2. Servicios públicos afectados	269
4.4.3. Vallado de terrenos y accesos provisionales a propiedades.	269
5. DESARROLLO Y CONTROL DE LA OBRA.....	270
5.1. Replanteo.....	270
5.1.1. Elementos que se entregaran al contratista.....	270
5.1.2. Plan de replanteo	270
5.1.3. Replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales	271
5.1.4. Replanteo y nivelación de los restantes ejes y obras de fábrica.	271
5.1.5. Comprobación del replanteo.....	271
5.1.6. Responsabilidad del replanteo	271
5.2. Equipos y maquinaria.....	272
5.3. Instalaciones, medios y obras auxiliares	272
5.3.1. Proyecto de instalaciones y obras auxiliares	272
5.3.2. Ubicación y ejecución	273
5.3.3. Retirada de instalaciones y obras auxiliares.....	274
5.4. Garantía y control de calidad de las obras	274
5.4.1. Definición	274
5.4.2. Programa de garantía de calidad del contratista.....	275
5.4.3. Planes de control de calidad y programas de puntos de inspección	277
5.4.4. Abono de los costos del sistema de garantía de calidad	278
5.4.5. Nivel de control de calidad.....	279
5.4.6. Inspección y control de calidad por parte de la dirección de obra.	279
5.5. Materiales.....	279

5.6. Extracción de tierra vegetal.....	280
5.7. Acopios, acondicionamientos de terrenos y préstamos	281
5.8. Acceso a las obras	283
5.8.1. Construcción de caminos de acceso.....	283
5.8.2. Conservación y uso.....	284
5.8.3. Ocupación temporal de terrenos para caminos de acceso	284
5.9. Seguridad y salud laboral.....	285
5.10. Control de ruido y vibraciones	285
5.10.1 Compresores móviles y herramientas neumáticas	286
5.11. Emergencias	286
5.12. Modificaciones de obra.....	287
5.13. Conservación de las obras ejecutadas durante el plazo de garantía	287
5.14. Limpieza final de las obras.....	288
6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.....	289
6.1. Permisos y licencias.....	289
6.2. Seguros	289
6.3. Reclamación de terceros.....	289
7. MEDICION Y ABONO	290
7.1. Abono de las obras.....	290
7.1.1. Certificaciones.....	290
7.1.2. Precios de aplicación	291
7.1.3. Partidas alzadas	292
7.1.4. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos	293
7.1.5. Unidades de obra incompletas	293
7.1.6. Excesos de obra	294
7.1.7. Abono de materiales acopiados	294
7.1.8. Revisión de precios	295
7.2. Precios contradictorios.....	295
7.3. Trabajos por administración.....	295
7.4. Gastos por cuenta del contratista	297
8. OFICINA DE OBRA	297
8.1. Oficina de la administración en obra	297
9. DESVIOS Y SEÑALIZACION	298
9.1. Desvíos provisionales	298

9.1.1. Definición	298
9.1.2. Normas generales	298
9.2. Señalización y balizamiento de las obras	299
9.3. Consideraciones especiales sobre cruces de cauces de ríos o arroyos, calles, ferrocarriles y otros servicios	300
9.4. Carteles y anuncios	301
10. PROTECCION DEL ENTORNO.....	302
10.1. Preparación del terreno	302
10.2. Hallazgos históricos. Protección del patrimonio cultural	302
10.3. Protección de la calidad del aire	303
10.4. Protección de la calidad de las aguas y de los márgenes de la red de drenaje	304
10.4.1. Protección de la calidad del entorno hidrológico, de la fauna ligada al agua y de los márgenes de la red de drenaje.....	304
10.5. Gestión de residuos	308
10.5.1. Tratamiento de aceites usados.....	309
10.5.2. Puntos limpios.....	310
10.6. Prevención de daños y restauración en superficies contiguas a la obra.....	310
10.7. Medidas preventivas y correctoras de ruido y vibraciones	311
11. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	313
12. NORMAS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD	313
12.1. Introducción	313
12.2. De carácter general.....	313
12.3. En la carga del material arrancado.....	314

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Naturaleza y objeto del pliego general

El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto.

Ambos, como parte del proyecto constructivo tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero de Caminos Canales y Puertos, Ingeniero Civil y/o Ingeniero Técnico de Obras Públicas y a los laboratorios y entidades de Control de Calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.2. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. El Pliego de Condiciones particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formaran parte el Estudio de Seguridad y Salud y el Proyecto de Control de Calidad de la Construcción.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las graficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

2.1. Delimitación general de funciones técnicas

2.1.1.Ámbito de aplicación

Ámbito de aplicación El presente Pliego de Prescripciones Técnicas, será de aplicación a la construcción, control, dirección e inspección de las obras correspondientes al PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN TÚNEL PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA LÍNEA DE METRO EN MÁLAGA.

En la ejecución de las unidades de obra descritas en este Pliego se cumplirá lo especificado en la siguiente documentación:

- Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.
- Planos.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG-3/75.
- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU).
 - Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
 - Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
 - Requisitos mínimos de seguridad en los túneles del Estado (RD 635/2006).
 - Manual de explotación de los túneles de la RCE (OC 33/2013)
 - Metodología de inspección de túneles (OC 27/2008)
 - Metodología de análisis de riesgo en túneles de la Red de Carreteras del Estado (Resolución 30/05/2012)
 - Instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de túneles (NS 2/2006)
 - Adaptación al Real Decreto 635/2006, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles del Estado (NS 3/2206)
 - Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial, según Orden de 14 de mayo de 1.990.
 - El Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la “Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)”

- Recomendaciones para el Proyecto de intersecciones del Ministerio de Fomento.
- Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de Septiembre, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de Octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de Junio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto-Ley 6/2001, de 8 de Mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Real Decreto-Ley 1/2008, de 11 de Enero, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. (Entra en vigor en Diciembre de 2014)
- Real Decreto 1098/2001, de 12 octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de Seguridad y Salud (2002).

En caso de discrepancia entre lo especificado en dicha documentación, salvo manifestación expresa en contrario en el presente Proyecto, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva, o en su defecto la relacionada en primer lugar en la lista previa.

Cuando en alguna disposición se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

2.1.2. El proyectista

Son obligaciones del proyectista:

- a. Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero de Minas o Ingeniero Civil según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b. Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c. Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

2.1.3. La empresa constructora

Son obligaciones de la empresa constructora:

- a. Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b. Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c. Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d. Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e. Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f. Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.

- g. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h. Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i. Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j. Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- k. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación
- l. Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, estos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- m. Facilitar al Ingeniero con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- n. Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- o. Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- p. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- q. Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- r. Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- s. Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción.

2.1.4. El director de obra

Corresponde al Director de Obra:

- a. Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b. Verificar el replanteo y las adecuaciones de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.
- c. Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d. Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e. Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f. Coordinar, junto al proyectista, el programa de desarrollo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción de la normativa correspondiente y a las especificaciones del Proyecto.
- g. Comprobar, junto al proyectista, los resultados de los análisis e informes realizados por Laboratorios y/o Entidades de Control de Calidad.
- h. Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- i. Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j. Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k. Asesorar al Promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.

- l. Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor.
- m. A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de construcción, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del túnel y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

2.1.5. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero de Minas o Ingeniero Civil la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo proyectado. Siendo sus funciones específicas:

- a. Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b. Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c. Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d. Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- e. Redactar, cuando se le requiera, el Proyecto de Control de Calidad de la construcción, desarrollando lo especificado en el Proyecto de Ejecución.
- f. Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del proyectista y del constructor.
- g. Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de Seguridad y Salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- h. Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el Plan de Control, así como efectuar las demás comprobaciones que

resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.

- i. De los resultados informara puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptara las medidas que corresponda dando cuenta al proyectista.
- j. Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- k. Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- l. Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- m. Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- n. Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- o. Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

2.1.6. El coordinador de seguridad y salud

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgo Laborales durante la ejecución de la obra.
- c. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

- d. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e. Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

2.1.7. Las entidades y los laboratorios de control de calidad

Las entidades de control de calidad prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- a. Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b. Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.2. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitara las aclaraciones pertinentes.

2.2.2. Plan de seguridad y salud

El constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y salud, presentara el Plan de Seguridad y salud de la obra a la aprobación del técnico de la dirección facultativa.

2.2.3. Oficina en la obra

El constructor tendrá a su disposición el Proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos por la Dirección facultativa.

2.2.4. Oficina en la obra

El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el constructor.

Dispondrá además el constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

2.2.5. Jefe de obra

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de Obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

2.2.6. Presencia del constructor en la obra

El Jefe de Obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.2.7. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones Particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más de un 10%.

2.2.8. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

El constructor podrá requerir del Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicaran precisamente por escrito al constructor, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las ordenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del Técnico como del Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

2.2.9. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.2.10. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero

El constructor no podrá recusar a los Técnicos, personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de estos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.2.11. Faltas del personal

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

2.2.12. Subcontratas

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la obra ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la Ley se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

La empresa constructora responderá directamente de los daños materiales causados en el túnel por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriba el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado el mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la construcción, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

2.4. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

2.4.1. Caminos y accesos

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de esta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

2.4.2. Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

2.4.3. Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquellos señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al Ingeniero o Ingeniero Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.4.4. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.4.5.- Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.4.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

2.4.7. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, este no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminirlas en los plazos prefijados, se le otorgara una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.4.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.4.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutaran con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero o Ingeniero Técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

2.4.10. Documentación de obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del túnel, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Ingeniero Técnico; y, el tercero, al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se consideraran documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.4.11. Trabajos defectuosos

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizara todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del túnel, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero o Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteara la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

2.4.12. Vicios ocultos

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenara efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

2.4.13. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.4.14. Presentación de muestras

A petición del Ingeniero, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.4.15.- Materiales no utilizables

El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

2.4.16. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero a instancias del Técnico, dará orden al

constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.4.17.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.4.18. Limpieza de obras

Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

2.4.19. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.5. Recepción del túnel

2.5.1. Proyecto de liquidación

El Contratista entregará a la Dirección de Obra para su aprobación todos los croquis y planos de obra realmente construida y que supongan modificaciones respecto al Proyecto o permitan y hayan servido para establecer las ediciones de las certificaciones.

Con toda esta documentación debidamente aprobada, o los planos y mediciones contradictorios de la Dirección de Obra en su caso, se constituirá el Proyecto de Liquidación, en base al cual se realizará la liquidación de las obras en una certificación única final según lo indicado en el apartado sobre certificaciones.

2.5.2. Recepción de las obras

Al término de la ejecución de las obras objeto de este pliego se comprobará que las obras se hallan terminadas con arreglo a las condiciones prescritas, en cuyo caso se llevará a cabo la recepción según lo establecido en la Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas, Capítulo III, Sección 1ª, Art. 147. Recepción y plazo de garantía, y de acuerdo con lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (Cap. VI. sección 1ª) y en el Reglamento General de Contratación del Estado (Cap. VI Sección 2ª), en todo cuanto no se opongan a lo establecido en la Ley.

En el acta de recepción se hará constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra deben ser subsanadas por el Contratista, estipulándose un plazo para subsanarlas. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiere efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

2.5.3. Periodo de garantía: responsabilidad del contratista

El plazo de garantía a contar desde la recepción de las obras, será el establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, durante el cual el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquéllas cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causas de fuerza mayor. Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción de las obras

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción de las obras.

El período de garantía para las actuaciones relacionadas con las siembras y plantaciones, descritas en el Proyecto de Revegetación, será el establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Durante ese período de garantía se establecerá un mantenimiento y conservación de las plantas, siembras, y obras relacionadas, tal y como se especifica en el Pliego de Prescripciones Particulares del Proyecto de Revegetación.

El mantenimiento comprende todos aquellos trabajos que son necesarios realizar de forma periódica, diaria o estacional, sobre las zonas plantadas para permitir su evolución y desarrollo tal y como habían sido diseñadas en el proyecto y así alcanzar las características funcionales y botánicas que las definen y diferencian, así como para obtener aumentos en el valor ornamental para el que han sido a menudo plantadas.

Para el mantenimiento y conservación se establece en el Proyecto de Revegetación una partida de mantenimiento y conservación de plantaciones a lo largo del período de garantía. La Dirección de Obra, realizará cuantas inspecciones juzgue oportunas para ordenar el buen mantenimiento de las plantas, siembras y construcciones.

En lo que se refiere a la responsabilidad del Contratista corresponde a la Dirección de Obra juzgar la verdadera causa de los deterioros o deficiencias, decidiendo a quién corresponde afrontar los costos de las reparaciones.

Si la obra se arruina con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, responderá éste de los daños y perjuicios durante el término de quince años a contar desde la recepción. Transcurrido este plazo sin que se haya manifestado ningún daño o perjuicio, quedará totalmente extinguida la responsabilidad del contratista.

2.5.4. Liquidación

Dentro del plazo máximo de seis meses a contar desde la fecha del acta de recepción deberá acordarse y ser notificada al contratista la liquidación correspondiente y abonársele el saldo resultante, en su caso.

3. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

3.1. Documentación a entregar al contratista

Los documentos, tanto del proyecto como otros complementarios que la Dirección de Obra entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o meramente informativo, según se detalla en el presente Artículo.

3.1.1. Documentos contractuales

Será de aplicación lo dispuesto en los artículos 82, 128 y 129 del Reglamento General de Contratación del Estado y en la cláusula 7 del pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras (Contratos del Estado).

Será documento contractual el programa de trabajo cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 128 del Reglamento General de Contratación o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Será documento contractual la Declaración de Impacto Ambiental, siendo ésta el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente, en el que, de conformidad con el artículo 4 del R.D.L. 1302/1986, se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada, y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Tendrán un carácter meramente informativo los estudios específicos realizados para obtener la identificación y valoración de los impactos ambientales. No así las Medidas Correctoras y Plan de Vigilancia recogidos en el proyecto de Construcción.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del proyecto, se hará constar así en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se registrarán los incidentes de contratación con los otros documentos contractuales. No obstante lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el artículo 82 del Reglamento General de Contratación del Estado.

Tanto la información geotécnica del proyecto como los datos sobre procedencia de materiales, a menos que tal procedencia se exija en el correspondiente artículo del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son informativos y en consecuencia,

deben aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

3.1.2. Documentos que definen las obras y orden de prelación

Las obras quedan definidas por los Planos, los Pliegos de Prescripciones, los Cuadros de Precios y la normativa incluida en el apartado 3 del artículo 001 del presente Pliego.

No es propósito sin embargo, de Planos y Pliegos de Prescripciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que puede requerir la ejecución de las obras, ni será responsabilidad de la Administración, del Proyectista o del Director de Obra la ausencia de tales detalles, que deberán ser ejecutados, en cualquier caso, por el Contratista, de acuerdo con la normativa vigente y siguiendo criterios ampliamente aceptados en la realización de obras similares.

En todo caso, y salvo que el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares especifique otra cosa, serán documentos contractuales del Proyecto el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los Planos y los Cuadros de Precios.

3.1.3. Cumplimiento de las ordenanzas y normativa vigentes

El Contratista está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que, por cualquier concepto, durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

3.2. Planos

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos del Proyecto utilizado para su adjudicación y con las instrucciones y planos complementarios de ejecución que, con detalle suficiente para la descripción de las obras, entregará la Propiedad al Contratista.

3.2.1. Planos complementarios y de nuevas obras

El Contratista deberá solicitar por escrito dirigido a la Dirección de Obra, los planos complementarios de ejecución necesarios para definir las obras que hayan de realizarse con treinta (30) días de antelación a la fecha prevista de acuerdo con el programa de trabajos o cuando sea necesario. Obras nuevas no estarán en el programa. Los planos solicitados en estas condiciones serán entregados al Contratista en un plazo no superior a quince (15) días.

3.2.2. Interpretación de los planos

Cualquier duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada por escrito al Director de Obra, el cual antes de quince (15) días dará explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los Planos.

3.2.3. Confrontación de planos y medidas

El Contratista deberá confrontar inmediatamente después de recibidos todos los Planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier anomalía o contradicción. Las cotas de los Planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.

El Contratista deberá confrontar los diferentes Planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

3.2.4. Planos complementarios de detalle

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras. Estos planos serán presentados a la Dirección de Obra con quince (15) días laborables de anticipación para su aprobación y/o comentarios.

3.2.5. Archivo de documentos que definen las obras

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa del Pliego de Prescripciones y de la normativa legal reflejada en el mismo, un juego completo de los Planos del Proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista y aceptados por la Dirección de Obra y de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Mensualmente y como fruto de este archivo actualizado el Contratista está obligado a presentar una colección de los planos "As Built" o planos de obra realmente ejecutada, debidamente contrastada con los datos obtenidos conjuntamente con la Dirección de la Obra, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

Los datos reflejados en los planos "As Built" deberán ser chequeados y aprobados por el responsable de Garantía de Calidad del Contratista.

El Contratista estará obligado a presentar mensualmente un informe técnico, a los Servicios Técnicos de la Dirección de Obra de la Diputación Foral, en relación a las actuaciones y posibles incidencias con repercusión ambiental que se hayan producido. Así mismo se señalará el grado de ejecución de las medidas correctoras y la efectividad de dichas medidas. En caso de ser los resultados negativos, se estudiarán y presentará una propuesta de nuevas medidas correctoras.

La Propiedad facilitará planos originales para la realización de este trabajo.

3.3 Contradicciones, omisiones o errores en la documentación

Lo mencionado en los Pliegos de Prescripciones Técnicas General y Particular y omitido en los planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese contenido en todos estos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y los Pliegos de Prescripciones prevalecerá lo prescrito en éstos últimos.

Las omisiones en Planos y Pliegos o las descripciones erróneas de detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en los Planos y Pliegos o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados.

Para la ejecución de los detalles mencionados, el Contratista preparará unos croquis que dispondrá al Director de la Obra para su aprobación y posterior ejecución y abono.

En todo caso las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Libro de Órdenes.

3.4. Definición de las obras

3.4.1. Descripción general de la solución

Se propone una línea de metro en Málaga que une la zona del paseo marítimo con el barrio de El Polvorín. Concretamente, el túnel se localizaría bajo las calles Brasil y Portugal, uniendo la línea de metro 2 que pasa bajo la avenida Juan Sebastián el Cano con el Polvorín teniendo como objetivo de descongestionar el tráfico de la ciudad y facilitar la movilidad de personas a través de ella. Esta zona no está conectada adecuadamente a nivel de transporte público por lo que se podría resolver gratamente mediante la resolución de una conexión de Metro.

La nueva línea 3 partiría de la zona de la Malagueta dando servicio al distrito Este de la ciudad.

3.4.2. Drenaje

En los túneles, se ha de diseñar asimismo un sistema separativo de drenaje y evacuación de vertidos sobre la calzada. Este sistema recogerá por una parte el agua de infiltración del macizo, y por otra, los vertidos sobre la calzada (limpieza del túnel, extinción de incendios...), pero nunca mezclando el caudal de ambas procedencias.

3.4.3. Túnel

En el tramo objeto de proyecto se sitúa el túnel de Málaga. Se trata de un túnel, de un carril, con una longitud total de 520 m.

3.4.4. Señalización, balizamiento y barreras de seguridad

Se proyecta la señalización horizontal, vertical, barreras de seguridad y elementos de balizamiento.

3.4.5. Cerramientos

Se dispondrá una valla metálica en todo el perímetro de la obra a ejecutar, con el objeto de evitar el acceso incontrolado al tronco de la carretera de personas, vehículos, animales, etc. (lo que puede suponer situaciones de riesgo tanto para los posibles individuos que han accedido de forma incontrolada como para la propia integridad de la obra y la infraestructura).

Se trata de una valla metálica electrosoldada de simple torsión, con los correspondientes postes de tensión, anclados al terreno mediante dados de hormigón.

3.4.6. Recuperación Ambiental y Revegetación

Se plantean las medidas correctoras del impacto ambiental, se elabora el proyecto de revegetación y se plantea el Plan de Vigilancia ambiental a desarrollar por el contratista de las obras.

4. INICIACION DE LAS OBRAS

4.1. Plazo de ejecución de las obras

Las obras a que se refiere el presente Pliego de Prescripciones Técnicas deberán quedar terminadas en el plazo que se señala en las condiciones de la licitación para la ejecución por contrata, o en el plazo que el Contratista hubiese ofrecido con ocasión de dicha licitación y fuese aceptado por el contrato subsiguiente. Lo anteriormente indicado es asimismo aplicable para los plazos parciales si así se hubieran hecho constar.

Todo plazo comprometido comienza al principio del día siguiente al de la firma del acta o del hecho que sirva de punto de partida a dicho plazo. Cuando se fija en días, éstos serán naturales y el último se computará como entero.

Cuando el plazo se fije en meses, se contará de fecha a fecha salvo que se especifique de qué mes del calendario se trata. Si no existe la fecha correspondiente en la que se finaliza, éste terminará el último día de ese mes.

4.2. Programa de trabajos

El Contratista está obligado a presentar un programa de trabajos de acuerdo con lo que se indique respecto al plazo y forma en los Pliegos de Licitación, o en su defecto en el anexo del plan de obra de la petición de oferta.

Antes del inicio de las obras, con el objetivo de no afectar a más superficie de la necesaria, el contratista presentará para su aprobación a la Dirección de Obra previo informe de la Asesoría Ambiental, un Plan de Trabajos, con planos de detalle, que comprenda la ubicación temporal de los acopios de tierras de excavación y tierra vegetal, caminos de acceso, parques de maquinaria, instalaciones y materiales, áreas destinadas a limpieza de vehículos, sistemas de depuración de excavación de túneles o cualquier otro tipo de estructuras. Este plan de obra incluirá en su caso las correspondientes medidas adicionales protectoras y correctoras y plan de vigilancia, incluyendo las medidas de recuperación ambiental de todas las áreas auxiliares.

Este programa deberá estar ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta las interferencias con instalaciones y conducciones existentes, los plazos de llegada a la obra de materiales y medios auxiliares, y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables según cálculos probabilísticos de posibilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

Una vez aprobado por la Dirección de Obra, servirá de base en su caso, para la aplicación de los artículos ciento treinta y siete (137) a ciento cuarenta y uno (141), ambos inclusive, del Reglamento General de Contratación del Estado, de 25 de Noviembre de 1.975.

La Dirección de Obra y el Contratista revisarán conjuntamente, y con una frecuencia mínima mensual, la progresión real de los trabajos contratados y los programas parciales a realizar en el período siguiente, sin que estas revisiones eximan al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en la adjudicación.

La maquinaria y medios auxiliares de toda clase que figuren en el programa de trabajo lo serán a efectos indicativos, pero el Contratista está obligado a mantener en obra y en servicio cuantos sean precisos para el cumplimiento de los objetivos intermedios y finales, o para la corrección oportuna de los desajustes que pudieran producirse respecto a las previsiones, todo ello en orden al exacto cumplimiento del plazo total y de los parciales contratados para la realización de las obras.

Las demoras que en la corrección de los defectos que pudiera tener el programa de trabajo propuesto por el Contratista, se produjeran respecto al plazo legal para su ejecución, no serán tenidas en cuenta como aumento del concedido para realizar las obras, por lo que el Contratista queda obligado siempre a hacer sus previsiones y el consiguiente empleo de medios de manera que no se altere el cumplimiento de aquél.

4.3. Orden de iniciación de las obras

La fecha de iniciación de las obras será aquella que conste en la notificación de adjudicación y respecto de ella se contarán tanto los plazos parciales como el total de ejecución de los trabajos.

El Contratista iniciará las obras tan pronto como reciba la orden del Director de Obra y comenzará los trabajos en los puntos que se señalen, para lo cual será preceptivo que se haya firmado el acta de comprobación de replanteo y se haya aprobado el programa de trabajo por el Director de Obra.

4.4. Consideraciones previas a la ejecución de las obras

4.4.1. Examen de las propiedades afectadas por las obras

Es obligación del Contratista la recopilación de información apropiada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si pueden ser afectadas por las mismas, o causa de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra de acuerdo con los propietarios establecerá el método de recopilación de la información sobre el estado de las propiedades y las necesidades de empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista presentará al Director de Obra un informe debidamente documentado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos.

4.4.2. Servicios públicos afectados

La situación de los servicios y propiedades que se indican en los Planos ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía sobre la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios y propiedades que no hayan podido ser detectados.

El Contratista consultará a los afectados antes del comienzo de los trabajos sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños.

El Contratista tomará medidas para el desvío o retirada de servicios que puedan exigir su propia conveniencia o el método constructivo. En este caso requerirá previamente la aprobación del afectado y del Director de Obra.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto el Contratista lo notificará inmediatamente por escrito al Director de Obra.

El programa de trabajo aprobado y en vigor suministra al Director de Obra la información necesaria para organizar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto en el momento adecuado para la realización de las obras.

4.4.3. Vallado de terrenos y accesos provisionales a propiedades.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos procederá a su vallado si así estuviera previsto en el Proyecto o lo exigiese la Dirección de Obra. El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que se terminen las obras en la zona afectada.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados y proveerá un acceso alternativo.

El Contratista ejecutará los accesos provisionales que determine el Director de Obra a las propiedades adyacentes cuyo acceso sea afectado por los trabajos o vallados provisionales.

Los vallados y accesos provisionales y las reposiciones necesarias no serán objeto de abono independiente, y, por tanto, son por cuenta del Contratista.

5. DESARROLLO Y CONTROL DE LA OBRA

5.1. Replanteo

Como acto inicial de los trabajos, la Dirección de Obra y el Contratista comprobarán e inventariarán las bases de replanteo que han servido de soporte para la realización del Proyecto. Solamente se considerarán como inicialmente válidas aquellas marcadas sobre monumentos permanentes que no muestren señales de alteración.

5.1.1. Elementos que se entregaran al contratista

Mediante un acta de reconocimiento, el Contratista dará por recibidas las bases de replanteo que se hayan encontrado en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de este momento será responsabilidad del Contratista la conservación y mantenimiento de las bases, debidamente referenciadas y su reposición con los correspondientes levantamientos complementarios.

5.1.2. Plan de replanteo

El Contratista, en base a la información del Proyecto, e hitos de replanteo conservados, elaborará un plan de replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

Este programa será entregado a la Dirección de Obra para su aprobación e inspección y comprobación de los trabajos de replanteo.

5.1.3. Replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales.

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obra como válidas para la ejecución de los trabajos.

Asimismo ejecutará los trabajos de nivelación necesarios para asignar la correspondiente cota de elevación a los puntos característicos.

La ubicación de los puntos característicos se realizará de forma que pueda conservarse dentro de lo posible en situación segura durante el desarrollo de los trabajos.

5.1.4. Replanteo y nivelación de los restantes ejes y obras de fábrica.

El Contratista situará y construirá los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle de los restantes ejes y obras de fábrica.

La situación y cota quedará debidamente referenciada respecto a las bases principales de replanteo.

5.1.5. Comprobación del replanteo

La Dirección de Obra comprobará el replanteo realizado por el Contratista incluyendo como mínimo el eje principal de los diversos tramos de obra y de las obras de fábrica así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

El Contratista transcribirá y el Director de Obra autorizará con su firma el texto del Acta de Comprobación del Replanteo y el Libro de Órdenes.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al acta.

5.1.6. Responsabilidad del replanteo

Será responsabilidad del Contratista la realización de los trabajos incluidos en el plan de replanteo, así como todos los trabajos de topografía precisos para la ejecución de las obras, conservación y reposición de hitos, excluyéndose los trabajos de comprobación realizados por la Dirección de Obra.

Los trabajos, responsabilidad del Contratista, anteriormente mencionados, serán a su costa y por lo tanto se considerarán repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

5.2. Equipos y maquinaria

Los equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de todas las unidades de obra deberán ser justificados previamente por el Contratista, de acuerdo con el volumen de obra a realizar y con el programa de trabajos de las obras, y presentando a la Dirección de Obra para su aprobación.

Dicha aprobación de la Dirección de Obra se referirá exclusivamente a la comprobación de que el equipo mencionado cumple con las condiciones ofertadas por el Contratista y no eximirá en absoluto a éste de ser el único responsable de la calidad y del plazo de ejecución de las obras.

El equipo habrá de mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias y exclusivamente dedicadas a las obras del contrato, no pudiendo ser retirado sin autorización escrita de la Dirección de Obra, previa justificación de que se han terminado las unidades de obra para cuya ejecución se había previsto.

Al objeto de minimizar los impactos sonoros y las emisiones a la atmósfera, deberá realizarse en todo momento un correcto mantenimiento de la maquinaria y de los vehículos participantes, controlando el cumplimiento de la normativa vigente en esta materia, incluyendo las disposiciones sobre el ruido de los Ayuntamientos correspondientes, al objeto de lograr las condiciones de sosiego establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental.

5.3. Instalaciones, medios y obras auxiliares

5.3.1. Proyecto de instalaciones y obras auxiliares

El Contratista queda obligado a proyectar y construir por su cuenta todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, instalaciones sanitarias y demás de tipo provisional.

Será asimismo de cuenta del Contratista el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, las cuales deberán quedar realizadas de acuerdo con los reglamentos vigentes y las normas de la Compañía Suministradora.

Los proyectos de las obras e instalaciones auxiliares deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

5.3.2. Ubicación y ejecución

La ubicación de esta obra, cotas e incluso el aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija, estarán supeditadas a la aprobación de la Dirección de Obra.

Será de aplicación asimismo lo indicado en el apartado sobre ocupación temporal de terrenos.

El Contratista está obligado a presentar un plano de localización exacta y los planos de detalle necesarios de las instalaciones de obra, tales como, parqués de maquinaria, almacenes de materiales, aceites y combustibles, ubicación temporal de los acopios de tierras de excavación y tierra vegetal, caminos de acceso, áreas destinadas a limpieza de vehículos (hormigoneras, cambios de aceite...), zonas de acopios de residuos (puntos limpios), sistemas de depuración de lodos de excavación de túneles o cualquier otro tipo de estructuras, teniendo en cuenta la protección y no afección a los valores naturales del área utilizando la información aportada en el Estudio de Impacto Ambiental. En todo caso se evitará su instalación en zonas cercanas a cauces o corrientes de agua (nunca a menos de 5 metros del cauce).

Dichas zonas deberán ser acondicionadas por el Contratista con objeto de minimizar los impactos ambientales derivados de las distintas actividades que se pretendan desarrollar.

Siempre que sea posible, se optimizará la propia explanación de los distintos viales para su utilización como caminos de obra interior, que permitan el tránsito de la maquinaria de obra y el transporte adecuado de los sobrantes desde los puntos de generación hasta los puntos de depósito, tratando de evitar la apertura de pistas o accesos provisionales adyacentes no contemplados por el proyecto. Asimismo, se utilizarán las zonas logísticas como lugar de acopio de materiales, respetando en cualquier caso las áreas ambientalmente sensibles identificadas por el Estudio de Impacto Ambiental. Estas áreas deberán, en cualquier caso, ser aisladas hidráulicamente del terreno mediante impermeabilización, disposición de drenajes perimetrales y arquetas de recogida de aceites y grasas. La ubicación de puntos limpios para la recogida de residuos peligrosos de la obra deberá disponerse sobre cubeto retentor de fugas.

Este plano deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Tanto la delimitación como las características de estas áreas de instalación del contratista deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra, previo informe de la Asesoría Ambiental.

5.3.3. Retirada de instalaciones y obras auxiliares

El Contratista al finalizar las obras o con antelación en la medida en que ello sea posible, retirará por su cuenta todas las edificaciones, obras e instalaciones auxiliares y/o provisionales.

Una vez retiradas, procederá a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas, dejando éstos, en todo caso, limpios y libres de escombros.

El Contratista procederá al tratamiento adecuado de las superficies compactadas por las instalaciones y obras auxiliares y a su posterior restauración de acuerdo con las condiciones técnicas y materiales descritos en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Revegetación.

5.4. Garantía y control de calidad de las obras

5.4.1. Definición

Se entenderá por garantía de calidad el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proveer la confianza adecuada de que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyen de acuerdo con el contrato, códigos, normas y especificaciones de diseño.

La garantía de calidad incluye el control de calidad, el cual comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad está de acuerdo con los requisitos predeterminados. El control de calidad de una obra comprende los aspectos siguientes:

- Calidad de materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

5.4.2. Programa de garantía de calidad del contratista

Una vez adjudicada la oferta y un mes antes de la fecha programada para el inicio de los trabajos, el Contratista enviará a la Dirección de Obra un Programa de Garantía de Calidad.

La Dirección de Obra evaluará el programa y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

El programa de garantía de calidad comprenderá como mínimo la descripción de los siguientes conceptos:

5.4.2.1 Organización

Se incluirá en este apartado un organigrama funcional y nominal específico para el contrato.

El organigrama incluirá la organización específica de garantía de calidad acorde con las necesidades y exigencias de la obra. Los medios, ya sean propios o ajenos, estarán adecuadamente homologados.

El responsable de garantía de calidad del Contratista tendrá una dedicación exclusiva a su función.

5.4.2.2 Procedimientos, instrucciones y planos

Todas las actividades relacionadas con la construcción, inspección y ensayo, deben ejecutarse de acuerdo con instrucciones de trabajo, procedimientos, planos u otros documentos análogos que desarrollen detalladamente lo especificado en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

El programa contendrá una relación de tales procedimientos, instrucciones y planos que, posteriormente serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos.

5.4.2.3 Control de materiales y servicios comprados

El Contratista realizará una evaluación y selección previa de proveedores que deberá quedar documentada y será sometida a la aprobación de la Dirección de Obra.

La documentación a presentar para cada equipo o material propuesto será como mínimo la siguiente:

- Plano de equipo
- Plano de detalle
- Documentación complementaria suficiente para que el Director de la Obra pueda tener la información precisa para determinar la aceptación o rechazo del equipo.

- Materiales que componen cada elemento del equipo.
- Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
- Procedimiento de construcción.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuales de ellas deben realizarse en banco y cuales en obra.

Asimismo, realizará la inspección de recepción en la que se compruebe que el material está de acuerdo con los requisitos del Proyecto, emitiendo el correspondiente informe de inspección.

5.4.2.4 Manejo, almacenamiento y transporte

El programa de garantía de calidad a desarrollar por el Contratista deberá tener en cuenta los procedimientos e instrucciones propias para el cumplimiento de los requisitos relativos al transporte, manejo y almacenamiento de los materiales y componentes utilizados en la obra.

5.4.2.5 Procesos especiales

Los procesos especiales tales como soldaduras, ensayos, pruebas etc., serán realizados y controlados por personal cualificado del Contratista, utilizando procedimientos homologados de acuerdo con los códigos, normas y especificaciones aplicables.

El programa definirá los medios para asegurar y documentar tales requisitos.

5.4.2.6 Inspección de obra por parte del Contratista

El Contratista es responsable de realizar los controles, ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el presente Pliego.

El programa deberá definir la sistemática a desarrollar por el Contratista para cumplir este apartado.

5.4.2.7 Gestión de la documentación

Se asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la obra, de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades incluidos en el programa de garantía de calidad.

El Contratista definirá los medios para asegurarse que toda la documentación relativa a la calidad de la construcción es archivada y controlada hasta su entrega a la Dirección de Obra.

Planes de control de calidad y programas de puntos de inspección

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un plan de control de calidad por cada actividad o fase de obra con un mes de antelación a la fecha programada de inicio de la actividad o fase.

La Dirección de Obra evaluará el plan de control de calidad y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

Las actividades o fases de obra para las que se presentará plan de control de calidad, serán entre otras, las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materiales.
- Recepción y almacenamiento de equipos.
- Control de soldaduras
- Control geométrico de explanaciones.
- Rellenos y compactaciones.
- Pilotes, micropilotes, pantallas de hormigón.
- Obras de fábrica
- Fabricación y transporte de hormigón. Colocación en obra y curado.
- Ejecución y nascencia de las hidrosiembras.
- Ejecución y enraizamiento de plantaciones.
- Etc.

5.4.3. Planes de control de calidad y programas de puntos de inspección

El plan de control de calidad incluirá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos cuando sean aplicables:

- Descripción y objeto del plan.
- Códigos y normas aplicables.
- Materiales a utilizar.
- Planos de construcción.

- Procedimientos de construcción.
- Procedimientos de inspección, ensayo y pruebas.
- Proveedores y subcontratistas.
- Embalaje, transporte y almacenamiento.
- Marcado e identificación.

Documentación a generar referente a la construcción, inspección, ensayos y pruebas.

Adjunto al plan de control de calidad se incluirá un programa de puntos de inspección, documento que consistirá en un listado secuencial de todas las operaciones de construcción, inspección, ensayos y pruebas a realizar durante toda la actividad o fase de obra.

Para cada operación se indicará, siempre que sea posible, la referencia de los Planos y procedimientos a utilizar, así como la participación de las organizaciones del Contratista en los controles a realizar. Se dejará un espacio en blanco para que la Dirección de Obra pueda marcar sus propios puntos de inspección.

Una vez finalizada la actividad o fase de obra, existirá una evidencia (mediante protocolos o firmas en el programa de puntos de inspección) de que se han realizado todas las inspecciones, pruebas y ensayos programados por las distintas organizaciones implicadas.

5.4.4. Abono de los costos del sistema de garantía de calidad

Con carácter general, la Dirección ordenará y supervisará todos los ensayos necesarios para garantizar la calidad de ejecución de las unidades de obra, siendo todos los gastos ocasionados por cuenta de la Administración.

El control de calidad de los materiales en origen será de cuenta del Contratista, y su alcance será el necesario para garantizar la calidad de los materiales exigidos en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en la normativa general que sea de aplicación al presente Proyecto.

5.4.5. Nivel de control de calidad

En los artículos correspondientes del presente Pliego o en los Planos, se especifican el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la calidad de los trabajos. Se entiende que el número fijado de ensayos es mínimo y que en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquél que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de la calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el Proyecto.

5.4.6. Inspección y control de calidad por parte de la dirección de obra.

La Dirección de Obra, por su cuenta, podrá mantener un equipo de inspección y control de calidad de las obras y realizar ensayos de homologación y contradictorios.

La Dirección de Obra, para la realización de dichas tareas con programas y procedimientos propios, tendrá acceso en cualquier momento a todos los tajos de la obra, fuentes de suministro, fábricas y procesos de producción, laboratorios y archivos de control de calidad del Contratista o subcontratista del mismo.

El Contratista suministrará a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados, y dará facilidades necesarias para ello.

El coste de la ejecución de estos ensayos contradictorios será por cuenta de la Administración si como consecuencia de los mismos el suministro, material o unidad de obra cumple las exigencias de calidad.

Los ensayos serán por cuenta del Contratista en los siguientes casos:

Si como consecuencia de los ensayos el suministro, material o unidad de obra es rechazado.

Si se trata de ensayos adicionales propuestos por el Contratista sobre suministros, materiales o unidades de obra que hayan sido previamente rechazados en los ensayos efectuados por la Dirección de Obra.

5.5. Materiales

Todos los materiales han de ser adecuados al fin a que se destinen y habiéndose tenido en cuenta en las bases de precios y formación de presupuestos, se entiende que serán de la mejor calidad en su clase de entre los existentes en el mercado.

Por ello, y aunque por sus características particulares o menor importancia relativa no hayan merecido ser objeto de definición más explícita, su utilización quedará condicionada a la aprobación del Ingeniero Director, quien podrá determinar las pruebas o ensayos de recepción que están adecuados al efecto.

En todo caso los materiales serán de igual o mejor calidad que la que pudiera deducirse de su procedencia, valoración o características, citadas en algún documento del Proyecto, se sujetarán a normas oficiales o criterios de buena fabricación del ramo, y el Ingeniero Director podrá exigir su suministro por firma que ofrezca las adecuadas garantías.

Las cifras que para pesos o volúmenes de materiales figuran en las unidades compuestas del cuadro de precios N°2, servirán sólo para el conocimiento del coste de estos materiales acopiados a pie de obra, pero por ningún concepto tendrán valor a efectos de definir las proporciones de las mezclas ni el volumen necesario en acopios para conseguir la unidad de éste, compactada en obra.

5.6. Extracción de tierra vegetal

Antes de la excavación, se retirará toda la tierra vegetal necesaria para el Proyecto de Revegetación, previa separación de los árboles, plantas, tocones, maleza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente que pueda alterar la calidad y conservación de esta tierra.

Dados los reducidos espesores de suelo presentes a lo largo de la obra, deberá prestarse especial cuidado en esta parte de los trabajos, siempre bajo la asistencia del equipo ambiental. Este acopio de tierra vegetal deberá realizarse asimismo, para los caminos de acceso a vertederos (previas excavaciones de preparación de sus taludes).

Esta tierra se encuentra en los horizontes superficiales del suelo. Se deberán extraer tan solo aquellos horizontes explorados por las raíces descartándose las capas próximas a la roca excesivamente arcillosas.

Deberá evitarse la compactación por paso de maquinaria de la superficie a decapar.

La tierra se deberá retirar asimismo previamente a cualquier excavación de zanjas, pozos, apertura de pistas, etc.

No se operará con la tierra vegetal en caso de días lluviosos o en los que la tierra esté excesivamente apelmazada.

En caso de que se considere necesario deberán retirarse separadamente las distintas capas del terreno diferenciables fácilmente por su distinto color, abundancia de raíces, textura, etc. Tierras de distinta calidad deberán manejarse separadamente para conservar las cualidades de aquellas tierras mejores.

Estos espesores están supeditadas a lo que establezca en su momento la Dirección de Obra según las observaciones de calidad de tierras realizadas in situ.

El Contratista podrá buscar otros depósitos/acopios temporales si lo estima procedente, siempre que se sitúen dentro de la zona de expropiación y no afecten al entorno, bajo su única responsabilidad y con la aprobación de la Dirección de Obra. Una vez retirados los acopios, la superficie afectada será tratada adecuadamente de acuerdo con las condiciones técnicas y materiales descritos en este Pliego y las del Pliego de Prescripciones del Proyecto de Revegetación.

No se proyecta la apertura de cantera para la obtención de préstamos.

Se define acopio de tierra vegetal como el apilado de la tierra vegetal en la cantidad necesaria para su posterior empleo en siembras y plantaciones.

El acopio se llevará a cabo en los lugares elegidos y de acuerdo con la Dirección de Obra, de forma que no interfieran el normal desarrollo de las obras y respetando el entorno y conforme a las instrucciones descritas en la unidad de obra correspondiente. Será aplicado lo indicado en el apartado de ubicación temporal de materiales.

La mejora de la tierra vegetal acopiada está recogida en el Pliego del Proyecto de Revegetación.

Todos los residuos vegetales procedentes de talas, podas o desbroces deberán reutilizarse, siempre que sea posible y previo cribado de los mismos, como abono de la tierra vegetal a extender en las labores de revegetación. Si no fuera posible su reutilización, deberá retirarse y gestionarse adecuadamente, dando cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 11.2 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos y, en su caso, se depositarán en vertederos debidamente autorizados por el órgano competente de la C.A.P.V.

En los acopios, la tierra vegetal se mantendrá exenta de piedras y otros objetos extraños. Se realizarán acopios de altura inferior a 1,5 metros realizando riegos de mantenimiento y efectuando una siembra de gramíneas y leguminosas si dichos acopios no son utilizados en un período superior a seis meses.

El Contratista podrá utilizar en las obras los materiales que obtenga de la excavación siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego. Estará obligado a eliminar a su costa los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante la excavación, y transportarlos a los acondicionamientos de terreno previamente señalados.

5.7. Acopios, acondicionamientos de terrenos y préstamos

La Administración pondrá a disposición terrenos e indicará las operaciones mínimas para el inicio y explotación del acondicionamiento de terreno. No obstante el

Contratista podrá buscar otros acondicionamientos de terreno si lo estimara procedente, bajo su única responsabilidad y se hará cargo de los gastos por canon de depósito.

Se elaborará un Plan de depósito de Sobrantes de obligado cumplimiento por el Contratista adjudicatario de las obras.

En el Plan de depósito de Sobrantes se señalará las características propias de los acondicionamientos de terrenos, tales como: la forma de los depósitos, su localización, volumen, etc.

No se afectará más superficie que la inicialmente prevista para los acondicionamientos de terreno. Los árboles que quedan contiguos al relleno y cuya persistencia se decida por el Proyecto de Revegetación y la Dirección de Obra, deben ser protegidos evitando la compactación sobre la zona de su base correspondiente al vuelo de la copa.

En el Proyecto de Revegetación se proyectará la restauración de los espacios afectados y su integración paisajística, de acuerdo con las pautas señaladas en las medidas correctoras.

Los sobrantes a depositar estarán constituidos exclusivamente por materiales inertes procedentes de la obra.

El desarrollo y la ejecución del Plan de Sobrantes deberá ser supervisado por la Dirección de Obra, que podrá establecer modificaciones del mismo, siempre que no sean de carácter sustancial.

En el caso de darse variaciones sustanciales del Proyecto de Sobrantes, acopios, etc., durante la ejecución de las obras, el Contratista queda obligado a presentar a la Dirección de Obra un Estudio de Impacto Ambiental cuya metodología y contenido se ajuste a lo establecido en el R.D. 1131/1988.

La búsqueda de préstamos y su abono a los propietarios será por cuenta y cargo del Contratista, así como las operaciones necesarias para su inicio y explotación, que quedarán bajo la aprobación y supervisión de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá determinar que los materiales procedentes de la excavación sean depositados y extendidos en terrenos de su propiedad, comprendidos en un radio máximo de diez kilómetros medidos desde el lugar de excavación sin que sea motivo de revisión del precio contratado.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para captar o rehusar los lugares de extracción y depósito propuestos por el Contratista. Este plazo se contará a partir del momento en que el Contratista notifique los acondicionamientos de terreno, préstamos y/o canteras que se propone utilizar y que por su cuenta y riesgo, realizadas calicatas suficientemente profundas, haya entregado las muestras solicitadas por el Director de Obra para apreciar la calidad de los materiales propuestos.

La aceptación por parte del Director de Obra de los lugares de extracción y depósito no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales como al volumen explotable del yacimiento y a la obtención de las correspondientes licencias y permisos.

El Contratista viene obligado a eliminar a su costa los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezca durante los trabajos de explotación de la cantera, gravera o depósito previamente autorizado.

Si durante el curso de la explotación los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultaran insuficientes, por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista, a su cargo, deberá procurarse otro lugar de extracción siguiendo las normas dadas en párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar en las obras los materiales que obtenga de la excavación siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego.

La Dirección de Obra podrá proporcionar a los concursantes o Contratistas cualquier dato o estudio previo que conozca con motivo de la redacción del Proyecto, pero siempre a título informativo y sin que ello anule o contradiga lo establecido en el primer párrafo de este apartado.

Las ubicaciones de las áreas para instalación de los acopios serán propuestas por el Contratista a la aprobación de la Dirección de Obra. Será aplicado asimismo lo indicado en el apartado sobre ocupación temporal de terrenos.

5.8. Acceso a las obras

5.8.1. Construcción de caminos de acceso

Las rampas y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El Contratista se atenderá, para la ejecución de dichos caminos, a lo recogido en los planos de proyecto, estando sometido todo cambio sobre ellos a la aprobación de la Dirección de Obra.

Siempre que sea posible, se optimizará la propia explanación de los distintos viales para su utilización como caminos de obra interior, que permitan el tránsito de la maquinaria de obra y el transporte adecuado de los sobrantes desde los puntos de generación hasta los puntos de depósito, tratando de evitar la apertura de pistas o accesos provisionales adyacentes no contemplados por el proyecto.

El Contratista procederá al tratamiento adecuado de las superficies compactadas y a su posterior restauración de acuerdo con las condiciones técnicas y materiales descritas en el Proyecto de Revegetación.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se vean afectados por la construcción de los caminos, accesos y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales, calles etc. y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Los caminos o accesos estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores necesarias para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

5.8.2. Conservación y uso

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación, que se hará en proporción al tráfico generado por cada Contratista. La Dirección de Obra, en caso de discrepancia, arbitrará el reparto de los citados gastos abonando o descontando las cantidades resultantes, si fuese necesario, de los pagos correspondientes a cada Contratista.

5.8.3. Ocupación temporal de terrenos para caminos de acceso

En el caso de que la construcción de los accesos afecten a terceros y supongan cualquier tipo de ocupación temporal no contemplada en el proyecto, el Contratista deberá haber llegado a un acuerdo previo con los afectados, siendo el importe de los gastos a su cuenta.

5.9. Seguridad y salud laboral

Se define como seguridad y salud laboral a las medidas y precauciones que el Contratista está obligado a realizar y adoptar durante la ejecución de las obras para prevención de riesgos, accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de higiene y bienestar de los trabajadores.

De acuerdo con el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre, en el presente Proyecto, el Contratista elaborará un plan de seguridad y salud ajustado a su forma y medios de trabajo.

La valoración de ese plan no excederá del presupuesto del proyecto de seguridad salud correspondiente a este Proyecto, entendiéndose de otro modo que cualquier exceso está comprendido en el porcentaje de costes indirectos que forman parte de los precios del Proyecto.

El abono del presupuesto correspondiente al proyecto de seguridad y salud se realizará de acuerdo con el correspondiente cuadro de precios que figura en el mismo, o en su caso en el plan de seguridad y salud laboral, aprobado por la Administración, y que se considera documento del contrato a dichos efectos.

5.10. Control de ruido y vibraciones

El Contratista adoptará las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones.

Las mediciones de nivel de ruido en las zonas urbanas permanecerán por debajo de los límites que se indican en este apartado.

Toda la maquinaria situada al aire libre se organizará de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

Al objeto de minimizar los impactos sonoros y las emisiones a la atmósfera, deberá realizarse en todo momento un correcto mantenimiento de la maquinaria y de los vehículos participantes, controlando el cumplimiento de la normativa vigente en esta materia, incluyendo las disposiciones sobre el ruido de los Ayuntamientos correspondientes, al objeto de lograr las condiciones de sosiego establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental.

En general el Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas Vigentes, sean de ámbito Nacional ("Reglamento de Seguridad y Salud") o de uso Municipal. En la duda se aplicará la más restrictiva.

5.10.1 Compresores móviles y herramientas neumáticas

En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá de los valores especificados en la siguiente tabla:

Caudal de aire (m ³ /min)	Máximo nivel dB	Máximo nivel en 7 m dB
hasta 10	100	75
1030	104	79
más de 30	106	81

Los compresores que produzcan niveles de sonido a 7 m superiores a 75d/B (A) no serán situados a menos de 8 m de viviendas o similares.

Los compresores que produzcan niveles sonoros a 7 m superiores a 70 d/B (A) no serán situados a menos de 4 m de viviendas o similares.

Los compresores móviles funcionarán y serán mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante para minimizar los ruidos.

Se evitará el funcionamiento innecesario de los compresores.

Las herramientas neumáticas se equiparán en lo posible con silenciadores.

5.11. Emergencias

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para efectuar trabajos urgentes, fuera de las horas de trabajo, necesarios en opinión del Director de Obra, para solucionar emergencias relacionadas con las obras del Contrato.

El Director de Obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y números de teléfono del personal del Contratista y responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.

5.12. Modificaciones de obra

Si durante la ejecución de los trabajos surgieran causas que motivaran modificaciones en la realización de los mismos con referencia a lo proyectado o en condiciones diferentes, el Contratista pondrá estos hechos en conocimientos de la Dirección de Obra para que autorice la modificación correspondiente.

En el plazo de veinte días desde la entrega por parte de la Dirección de Obra al Contratista de los documentos en los que se recojan las modificaciones del Proyecto elaboradas por dicha Dirección, o en su caso simultáneamente con la entrega a la Dirección de Obra por parte del Contratista de los planos o documentos en los que éste propone la modificación, el Contratista presentará la relación de precios que cubran los nuevos conceptos.

Para el abono de estas obras no previstas o modificadas se aplicará lo indicado en el apartado sobre precios contradictorios.

5.13. Conservación de las obras ejecutadas durante el plazo de garantía

El Contratista queda comprometido a conservar a su costa, hasta que sean recibidas, todas las obras que integren el Proyecto.

Asimismo queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares a partir de la fecha de recepción, por lo cual se le abonarán, previa justificación, los gastos correspondientes.

A estos efectos, no serán computables las obras que hayan sufrido deterioro por negligencia u otros motivos que le sean imputables al Contratista, o por cualquier causa que pueda considerarse como evitable.

Asimismo los accidentes o deterioros causados por terceros, con motivo de la explotación de la obra, será de obligación del Contratista su reposición y cobro al tercero responsable de la misma.

Con posterioridad a la ejecución del proyecto de revegetación, se realizará sobre el mismo un seguimiento y control a corto, medio y largo plazo, al menos durante el período de garantía y durante los tres años siguientes tras la entrega definitiva de la obra o finalización del período de garantía, con el fin de determinar su evolución, control de la erosión, recuperación paisajística y aplicación de un correcto mantenimiento de las áreas revegetadas, quedando a consideración del órgano gestor de la carretera GI – 638 la evaluación de las necesidades de conservación de las áreas revegetadas durante el resto de la vida útil del tramo de infraestructura.

5.14. Limpieza final de las obras

Una vez que las obras se hayan terminado, se llevará a cabo una rigurosa campaña de limpieza, debiendo quedar el área de influencia del proyecto totalmente limpia de restos de obras y restituyendo los servicios afectados. Todas las instalaciones depósitos y edificios construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

De análoga manera deberán tratarse los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas, acordes con el paisaje circundante.

Los residuos generados serán gestionados conforme a su caracterización y según normativa vigente. Como medida general, todos los residuos cuya valorización resulte técnica y económicamente viable deberán ser remitidos a valorizador de residuos debidamente autorizado.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

Las indicaciones técnicas de la Dirección de Obra, no serán objeto de abono como en el caso de los acondicionamientos de terreno cuya disposición sea facilitada por la Administración, debiendo cumplir, asimismo, con las obligaciones que indique la Dirección para el acondicionamiento final de éstas.

6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

6.1. Permisos y licencias

El Contratista deberá obtener a su costa, los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas definidas en el proyecto.

6.2. Seguros

El Contratista contratará un seguro "a todo riesgo" que cubra cualquier daño o indemnización que se pudiera producir como consecuencia de la realización de los trabajos.

6.3. Reclamación de terceros

Todas las reclamaciones por daños que reciba el Contratista serán notificadas por escrito y sin demora al Director de Obra.

Un intercambio de información similar se efectuará de las quejas recibidas por escrito.

El Contratista notificará al Director de Obra por escrito y sin demora cualquier accidente o daño que se produzca durante la ejecución de los trabajos.

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros y atenderá a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios afectados que sean aceptadas por el Director de Obra.

En el caso de que produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ellos al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

7. MEDICION Y ABONO

7.1. Abono de las obras

Salvo indicación en contrario de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación, las obras contratadas se pagarán como "Trabajos a precios unitarios" aplicando los precios unitarios a las unidades de obra resultantes.

Asimismo podrán liquidarse en su totalidad o en parte, por medio de partidas alzadas.

En todos los casos de liquidación por aplicación de precios unitarios, las cantidades a tener en cuenta se establecerán en base a las cubicaciones deducidas de las mediciones.

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados; constituyen comprobación de un cierto estado de hecho y se realizarán por la Dirección de Obra quien la presentará al Contratista, que podrá presenciirla.

El Contratista está obligado a pedir (a su debido tiempo) la presencia de la Dirección de Obra, para la toma contradictoria de mediciones en los trabajos, prestaciones y suministros que no fueran susceptibles de comprobaciones o de verificaciones ulteriores, a falta de lo cual, salvo pruebas contrarias que debe proporcionar a su costa, prevalecerán las decisiones de la Dirección de Obra con todas sus consecuencias.

7.1.1. Certificaciones

Salvo indicación en contrario de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación, todos los pagos se realizarán contra certificaciones mensuales de obras ejecutadas.

La Dirección de Obra redactará, a fin de cada mes, una relación valorada provisional de los trabajos ejecutados en el mes precedente y a origen para que sirva para redactar la certificación correspondiente, procediéndose según lo especificado en el pliego de Cláusulas Administrativas Generales para los contratos del Estado.

Se aplicarán los precios de contrato o bien los contradictorios que hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

Los precios de contrato son fijos y con la revisión si hubiere que marque el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

El abono del importe de una certificación se efectuará siempre a buena cuenta y pendiente de la certificación definitiva, con reducción del importe establecido como

garantía, y considerándose los abonos y deducciones complementarias que pudieran resultar de las cláusulas del Contrato de Adjudicación.

A la terminación total de los trabajos se establecerá una certificación general y definitiva.

El abono de la suma debida al Contratista, después del establecimiento y la aceptación de la certificación definitiva y deducidos los pagos parciales ya realizados, se efectuará, deduciéndose la retención de garantía y aquellas otras que resulten por aplicación de las cláusulas del Contrato de Adjudicación y/o Pliegos de Licitación.

Las certificaciones provisionales mensuales, y las certificaciones definitivas, se establecerán de manera que aparezca separadamente, acumulado desde el origen, el importe de los trabajos liquidados por administración y el importe global de los otros trabajos.

En todos los casos los pagos se efectuarán de la forma que se especifique en el Contrato de Adjudicación, Pliegos de Licitación y/o fórmula acordada en la adjudicación con el Contratista.

7.1.2. Precios de aplicación

Los precios unitarios, elementales y alzados de ejecución material a utilizar, serán los que resulten de la aplicación de la baja realizada por el Contratista en su oferta, a todos los precios correspondientes del proyecto, salvo en aquellas unidades especificadas explícitamente en los correspondientes artículos del capítulo "unidades de obra" de este Pliego, en las cuales se considere una rebaja al ser sustituido un material de préstamo, cantera o cualquier otra procedencia externa, por otro obtenido en los trabajos efectuados en la propia obra.

Todos los precios unitarios o alzados de "ejecución material" comprenden sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, comprendidos los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del contrato y especialmente por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Estos precios comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados y, en especial los siguientes:

1. Los gastos de mano de obra, de materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios, aún cuando no se hayan descrito expresamente en la justificación de precios unitarios.
2. Los gastos de planificación, coordinación y control de calidad.
3. Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción.
4. Los gastos de almacenaje, transporte y herramientas.

5. Los gastos de transporte, funcionamiento, conservación y reparación del equipo auxiliar de obra, así como los gastos de depreciación o amortización del mismo.
6. Los gastos de conservación de los caminos auxiliares de acceso de otras obras provisionales.
7. Los gastos de energía eléctrica para fuerza motriz y alumbrado, salvo indicación expresa en contrario.
8. Los seguros de toda clase.
9. Los gastos de financiación.
10. En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluidos además:
11. Los gastos generales y el beneficio industrial.
12. Los impuestos y tasas de toda clase.
13. Los precios cubren igualmente:
14. Los gastos no recuperables relativos al estudio y establecimiento de todas las instalaciones auxiliares, salvo indicación expresa de que se pagarán separadamente.
15. Los gastos no recuperables relativos al desmontaje y retirada de todas las instalaciones auxiliares, incluyendo el arreglo de los terrenos correspondientes, a excepción de que se indique expresamente que serán pagados separadamente.

Aquellas unidades que no se relacionan específicamente en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se abonarán completamente terminadas con arreglo a condiciones a los precios fijados en el cuadro Nº 1 que comprenden todos los gastos necesarios para su ejecución, entendiéndose que al decir completamente terminadas se incluyen materiales, medios auxiliares, pinturas, pruebas, puesta en servicio y todos cuantos elementos u operaciones se precisen para el uso de las unidades en cuestión.

Salvo los casos previstos en el presente Pliego, el Contratista no puede, bajo ningún pretexto, pedir la modificación de los precios de adjudicación.

7.1.3. Partidas alzadas

Son partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una obra, o de una de sus partes, en cualquiera de los siguientes supuestos:

Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (partida alzada de abono íntegro).

Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados existentes a mediciones reales cuya definición resulte imprecisa en la fase de proyecto, (Partida alzada a justificar).

En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas, mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real, siendo discrecional para la Dirección de Obra la disponibilidad uso total o parcial de las mismas, sin que el Contratista tenga derecho a reclamación por este concepto.

Las partidas alzadas tendrán el mismo tratamiento en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata) que el indicado para los precios unitarios y elementales.

7.1.4. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos

Como norma general no serán de abono los trabajos no contemplados en el Proyecto y realizados sin la autorización de la Dirección de Obra, así como aquellos defectuosos que deberán ser demolidos y repuestos en los niveles de calidad exigidos en el Proyecto.

No obstante si alguna unidad de obra que no se haya ejecutado exactamente con arreglo a las condiciones estipuladas en los Pliegos, y fuese sin embargo, admisible a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser recibida, pero el Contratista quedará obligado a conformarse sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja económica que se determine, salvo el caso en que el Contratista prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones dentro del plazo contractual establecido.

7.1.5. Unidades de obra incompletas

Cuando por rescisión u otra circunstancia fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del cuadro Nº 2 sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho cuadro, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio. Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono, cuando estén acopiadas la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizada en su totalidad las labores u operaciones que determinan la definición de la partida ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideran abonables fases con ejecución terminada, perdiendo el Contratista todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

7.1.6. Excesos de obra

Cualquier exceso de obra que no haya sido autorizado por escrito por el Director de Obra no será de abono.

El Director de Obra podrá decidir en este caso, que se realice la restitución necesaria para ajustar la obra a la definición del Proyecto, en cuyo caso serán de cuenta del Contratista todos los gastos que ello ocasione.

7.1.7. Abono de materiales acopiados

La Dirección de Obra se reserva la facultad de hacer al Contratista a petición de éste, abonos sobre el precio de ciertos materiales acopiados en la obra, adquiridos en plena propiedad y efectivamente pagados por el Contratista.

Los abonos serán calculados por aplicación de los precios elementales que figuran en los cuadros de precios.

Si los cuadros de precios no especifican los precios elementales necesarios, los abonos pueden ser calculados a base de las facturas presentadas por el Contratista.

Los materiales acopiados sobre los que se han realizado los abonos, no podrán ser retirados de la obra sin la autorización de la Dirección de Obra y sin el reembolso previo de los abonos.

Los abonos sobre acopios serán descontados de las certificaciones provisionales mensuales, en la medida que los materiales hayan sido empleados en la ejecución de la obra correspondiente.

Los abonos de materiales realizados no podrán ser invocados por el Contratista para atenuar su responsabilidad, relativa a la buena conservación hasta su utilización, del conjunto de los acopios en almacén. El Contratista es responsable en cualquier situación de los acopios constituidos en la obra para sus trabajos, cualquiera que sea su origen.

Los abonos adelantados en concepto de acopios no obligan a la Dirección de Obra en cuanto a aceptación de precios elementales para materiales, siendo únicamente representativos de cantidades a cuenta.

7.1.8. Revisión de precios

De acuerdo al artículo 104.3 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares fijará la fórmula o sistema de revisión aplicable.

7.2. Precios contradictorios

Si el desarrollo de la obra hiciera necesaria la ejecución de unidades, de las cuales no existieran precios en los cuadro de precios de este Proyecto, se formularán conjuntamente por la Dirección de Obra y el Contratista, los correspondientes precios unitarios.

Los precios auxiliares (materiales, maquinaria y mano de obra) y los rendimientos medios a utilizar en la formación de los nuevos precios, serán los que figuren en el cuadro de precios elementales y en la descomposición de precios del presente Proyecto, en lo que pueda serles de aplicación.

El precio de aplicación será fijado por la Administración, a la vista de la propuesta del Director de Obra y de las observaciones del Contratista.

A falta de mutuo acuerdo y de acuerdo al artículo 146.2 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas se continuará la ejecución de las unidades de obra y los precios de las mismas serán decididos por una comisión de arbitraje en procedimiento sumario, sin perjuicio de que la Administración pueda, en cualquier caso, contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado o ejecutarlas directamente.

7.3. Trabajos por administración

Cuando la Dirección de Obra considere que las circunstancias particulares de la unidad de obra hace imposible el establecimiento de nuevos precios, le corresponderá exclusivamente la decisión de abonar, de forma excepcional dichos trabajos en régimen de Administración. Para la ejecución de estos trabajos, la Dirección de Obra tratará de llegar a un acuerdo con el Contratista, pudiendo encomendar dichos trabajos a un tercero, si el citado acuerdo no se logra. Las liquidaciones se realizarán sólo por los siguientes conceptos:

- a) Empleo de mano de obra y materiales. El importe de "ejecución por contrata" a abonar por estos conceptos, viene dado por la fórmula siguiente:

$$I = (J + M) \times (1 + n) \quad (1)$$

en la que:

- **J** es el importe total de mano de obra, obtenido aplicando el total de horas trabajadas por el personal obrero de cada categoría, directamente empleado en estos trabajos, la tarifa media horaria correspondiente, según baremo establecido en el contrato, en el cuadro de precios elementales de "ejecución material", incluyendo jornales, cargas sociales, pluses de actividad y porcentaje de útiles y herramientas.
- **M** es el importe total correspondiente a materiales obtenido aplicando los precios elementales de "ejecución material" incluidos en el contrato a las cantidades utilizadas. En caso de no existir algún precio elemental para un material nuevo, se pedirán ofertas de dichos materiales de conformidad entre el Contratista y la Dirección de Obra a fin de definir el precio elemental a considerar en los abonos.
- **n** es el porcentaje de aumento, sobre los conceptos anteriores, que cubre los demás gastos, gastos generales y, beneficio para obtener el precio de "ejecución por contrata". Este porcentaje se definirá en el contrato en el cuadro de precios.

En ningún caso se abonarán trabajos en régimen de administración que no hayan sido aprobados previamente por escrito por la Dirección de Obra.

b) Empleo de maquinaria y equipo auxiliar

La mano de obra directa, el combustible y energía correspondientes al empleo de maquinaria o equipo auxiliar del Contratista para la ejecución de los trabajos o prestaciones de servicios pagados por administración, se abonará al Contratista por aplicación de la fórmula anterior.

Además se abonará al Contratista una remuneración según tarifa, en concepto de utilización de la maquinaria, incluyendo los gastos de conservación, reparaciones y recambios.

Se empleará una tarifa, según el tipo de maquinaria, expresadas en un tanto por mil del valor de la máquina por hora efectiva de utilización (o bien por día natural de utilización).

Cuando una maquinaria o equipo auxiliar se traslade a la obra única y exclusivamente para ejecutar un trabajo por administración, por decisión de común acuerdo, reflejado por escrito, entre la Dirección de Obra y el Contratista, se empleará también la fórmula anterior, pero se asegurará al Contratista una remuneración diaria mínima en concepto de inmovilización, expresada también en un tanto por mil del valor de la máquina, por día natural de inmovilización. En ningún otro caso podrá el Contratista reclamar indemnización alguna por este motivo.

Además en este caso, se abonará al Contratista el transporte de la maquinaria a obra, ida y vuelta, y los gastos de montaje y desmontaje, si los hubiera, según la fórmula indicada en el párrafo a).

Los importes obtenidos por todas las expresiones anteriores se mayorarán también en el mismo porcentaje n, anteriormente citado en el apartado a), que cubre los demás gastos, gastos generales y beneficios para obtener el precio de "ejecución por contrata".

El Contrato de Adjudicación y los Pliegos de Licitación podrán establecer los detalles complementarios que sean precisos.

7.4. Gastos por cuenta del contratista

De forma general son aquellos especificados como tales en los capítulos de este Pliego de Prescripciones Técnicas y que se entienden repercutidos por el Contratista en los diferentes precios unitarios, elementales y/o alzados, como se señala en el apartado segundo del presente Artículo.

8. OFICINA DE OBRA

8.1. Oficina de la administración en obra

Como complemento de la cláusula 7 del pliego de cláusulas Administrativas Generales, para la Contratación de Obras del Estado, Decreto 3954/1970 de 31 de Diciembre, se prescribe la obligación por parte del Contratista de poner a disposición del Ingeniero Director las dependencias suficientes (dentro del área de su oficina de obra) para las instalaciones que pueda necesitar para el control y vigilancia de las obras. Como mínimo suministrará una oficina en obra para uso exclusivo de los servicios técnicos de la Dirección de Obra. La superficie útil de las citadas oficinas será como mínimo de 50 m².

Estas instalaciones estarán construidas y equipadas con los servicios de agua, luz y teléfono de forma que estén disponibles para su ocupación y uso a los treinta días de la fecha de comienzo de los trabajos.

El Contratista suministrará calefacción, luz y limpieza hasta la terminación de los trabajos.

El teléfono de estas oficinas será totalmente independiente, de forma que asegure totalmente su privacidad.

El costo correspondiente será a cargo del Contratista y se entenderá repercutido en los correspondientes precios unitarios.

9. DESVIOS Y SEÑALIZACION

9.1. Desvíos provisionales

9.1.1. Definición

Se define como desvíos provisionales y señalización durante la ejecución de las obras, al conjunto de obras accesorias, medidas y precauciones que el Contratista está obligado a realizar y adoptar durante la ejecución de las obras para mantener la circulación en condiciones de seguridad.

Durante dicho período el Contratista tendrá en cuenta lo previsto en el capítulo II, Sección 1ª, Cláusula 23 del pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, Decreto 3854/1970, de 31 de Diciembre La Orden Ministerial de 14 de Marzo de 1.960, las aclaraciones complementarias que se recogen en la O.C. nº 6711.960 de la Dirección General de Carreteras, norma de carreteras 8.3IC sobre señalización de obras y demás disposiciones al respecto que pudiesen entrar en vigor antes de la terminación de las obras.

9.1.2. Normas generales

El Contratista estará obligado a establecer contacto, antes de dar comienzo a las obras, con el Ingeniero Director de las Obras, con el fin de recibir del mismo las instrucciones particulares referentes a las medidas de seguridad a adoptar así como las autorizaciones escritas que se consideren eventualmente necesarias y cualquier otra prescripción que se considere conveniente.

El Contratista informará anticipadamente al Ingeniero Director acerca de cualquier variación de los trabajos a lo largo de la carretera.

En el caso de que se observe falta de cumplimiento de las presentes normas, las obras quedarán interrumpidas hasta que el Contratista haya dado cumplimiento a las disposiciones recibidas.

En el caso de producirse incidentes o cualquier clase de hechos lesivos para los usuarios o sus bienes por efecto de falta de cumplimiento de las Normas de Seguridad, la responsabilidad de aquéllos recaerá sobre el Contratista, el cual asumirá las consecuencias de carácter legal.

Ninguna obra podrá realizarse en caso de niebla, de precipitaciones de nieve o condiciones que puedan, de alguna manera, limitar la visibilidad o las características de adherencia del piso.

En el caso de que aquellas condiciones negativas se produzcan una vez iniciadas las obras, éstas deberán ser suspendidas inmediatamente, con la separación

de todos y cada uno de los elementos utilizados en las mismas y de sus correspondientes señalizaciones.

La presente norma no se aplica a los trabajos que tiene carácter de necesidad absoluta en todos los casos de eliminación de situaciones de peligro para la circulación. Tal carácter deberá ser decidido en todo caso por el Ingeniero Director, a quien compete cualquier decisión al respecto.

El Director de Obra ratificará o rectificará el tipo de señal a emplear conforme a las normas vigentes en el momento de la construcción, siendo de cuenta y responsabilidad del Contratista el establecimiento, vigilancia y conservación de las señales que sean necesarias.

El Contratista señalará la existencia de zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y vallará toda zona peligrosa, debiendo establecer la vigilancia necesaria, en especial por la noche para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

El Contratista bajo su cuenta y responsabilidad, asegurará el mantenimiento del tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras.

Cuando la ausencia de personal de vigilancia o un acto de negligencia del mismo produzca un accidente o cualquier hecho lesivo para los usuarios o sus bienes, la responsabilidad recaerá sobre el Contratista, el cual asumirá todas las consecuencias de carácter legal.

A la terminación de las obras, el Contratista deberá dejar perfectamente limpio y despejado el tramo de calzada que se ocupó, sacando toda clase de materiales y de desperdicios de cualquier tipo que existieran allí por causa de la obra.

Si se precisase realizar posteriores operaciones de limpieza debido a la negligencia del Contratista, serán efectuadas por el personal de conservación, con cargo al Contratista.

En los casos no previstos en estas normas o bien en situaciones de excepción (trabajos de realización imprescindible en condiciones precarias de tráfico o de visibilidad), el Ingeniero Director podrá dictar al Contratista disposiciones especiales en sustitución o en derogación de las presentes normas.

9.2. Señalización y balizamiento de las obras

El Contratista colocará a su costa la señalización y balizamiento de las obras con la situación y características que indiquen las ordenanzas y autoridades competentes y el Proyecto de Seguridad. Asimismo cuidará de su conservación para que sirvan al uso al que fueron destinados, durante el período de ejecución de las obras.

Si alguna de las señales o balizas deben permanecer, incluso con posterioridad a la finalización de las obras, se ejecutará de forma definitiva en el primer momento en que sea posible.

Se cumplirán en cualquier caso los extremos que a continuación se relacionan, siempre y cuando no estén en contradicción con el proyecto de Seguridad:

- Las vallas de protección distarán no menos de 1 m del borde de la excavación o de la zanja cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.
- Cuando los vehículos circulen en sentido normal al borde de la excavación o al eje de la zanja, la zona acotada se ampliará a dos veces la profundidad de la excavación o zanja en este punto, siendo la anchura mínima 4 m y limitándose la velocidad en cualquier caso.
- El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,30 m se dispondrá a una distancia no menor de 2 m de borde.
- En las zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,30 m siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de retén en el exterior.
- La iluminación se efectuará mediante lámparas situadas cada 10 m.
- Las zanjas de profundidad mayor de 1,30 m estarán provistas de escaleras que rebasen 1 m la parte superior del corte.
- En zona urbana las zanjas estarán completamente circundadas por vallas.
- En zona rural las zanjas estarán acotadas vallando la zona de paso o en la que se presuma riesgo para peatones o vehículos.
- Las zonas de construcción de obras singulares, estarán completamente valladas.
- Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de los pozos de profundidad > 1,30 m con un tablero resistente, red o elemento equivalente.
- Como complemento a los cierres de zanja se colocarán todas las señales de tráfico incluidas en el código de circulación que sean necesarias.

9.3. Consideraciones especiales sobre cruces de cauces de ríos o arroyos, calles, ferrocarriles y otros servicios

Antes del comienzo de los trabajos que afecten al uso de carreteras, viales o vías ferroviarias, a cauces o a otros servicios, el Contratista propondrá el sistema constructivo que deberá ser aprobado por escrito por el Director de Obra y el Organismo responsable.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista seguirá las instrucciones previa notificación y aceptación del Director de Obra, hechas por el Organismo afectado.

Todas las instrucciones de otros Organismos deberán dirigirse al Director de Obra pero si estos Organismos se dirigiesen al Contratista para darle instrucciones, el Contratista las notificará al Director de Obra para su aprobación por escrito.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen las zonas de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles adyacentes. En todo caso eliminará rápidamente estos depósitos.

El Contratista mantendrá en funcionamiento los servicios afectados, tanto los que deba reponer como aquellos que deban ser repuestos por los Organismos competentes. En el caso de conducciones de abastecimiento y saneamiento, deberá mantener la circulación de aguas potables y residuales en los conductos existentes durante la ejecución de las obras que afecten a los mismos, efectuando en su caso los desvíos provisionales necesarios que, previa aprobación por la Dirección de Obra, se abonarán a los precios del cuadro N° 1 que le fueran aplicables. Los citados desvíos provisionales serán totalmente estancos.

El Contratista dispondrá del equipo de seguridad necesario para acceder con garantías a conducciones, arquetas y pozos de registro. El Contratista dispondrá de un equipo de detección de gas, el cual estará en todo momento, accesible al personal del Director de Obra. El equipo incluirá sistemas de detección del anhídrido sulfhídrico.

9.4. Carteles y anuncios

Podrán ponerse en las obras las inscripciones que acrediten su ejecución por el Contratista. A tales efectos, éste cumplirá las instrucciones que tenga establecidas la Propiedad y en su defecto las que dé el Director de Obra.

El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por la Propiedad para la ejecución de la misma, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

Por otra parte, el Contratista estará obligado a colocar dos carteles informativos de la obra a realizar, en los lugares indicados por la Dirección de Obra, de acuerdo a las siguientes características:

Dimensiones máximas 4.500 mm.x 3.150 mm. con una relación máxima entre dimensiones horizontal y vertical de 0,6.

Perfiles extrusionados de aluminio modulable (174 x 45 mm) esmaltados y rotulados en castellano y en euskera.

Soporte de doble IPN. 140 placas base y anclajes galvanizados.

El costo de los carteles y accesorios, así como la instalación y retirada de los mismos, será por cuenta del Contratista.

10. PROTECCION DEL ENTORNO

10.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno consiste en retirar de las zonas previstas para la ubicación de la obra, los árboles, plantas, tocones, maleza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, que estorben, que no sean compatibles con el Proyecto de Construcción o no sean árboles a proteger.

Las operaciones de desbrozado deberán ser efectuadas con las debidas precauciones de seguridad, a fin de evitar daños en las construcciones existentes, propiedades colindantes, vías o servicios públicos y accidentes de cualquier tipo. Cuando los árboles que se derriben puedan ocasionar daños a otros árboles que deban ser conservados o a construcciones colindantes, se trocearán, desde la copa al pie, o se procurará que caigan hacia el centro de la zona de limpieza.

En los desmontes, todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro se eliminarán hasta una profundidad de 50 cm por debajo de lo explanado.

Antes de efectuar el relleno, sobre un terreno natural, se procederá igualmente al desbroce del mismo, eliminándose los tocones y raíces, de forma que no quede ninguno dentro del cimientado de relleno ni a menos de 15 cm de profundidad bajo la superficie natural del terreno, eliminándose así mismo los que existan debajo de los terraplenes.

Los huecos dejados con motivo de la extracción de tocones y raíces se rellenarán con tierras del mismo suelo, haciéndose la compactación necesario para conseguir la del terreno existente.

Cuando existan pozos o agujeros en el terreno, su tratamiento será fijado por la Dirección de Obra según el caso.

Todos los residuos vegetales procedentes de talas, podas o desbroces deberán reutilizarse, siempre que sea posible y previo cribado de los mismos, como abono de la tierra vegetal a extender en las labores de revegetación. Si no fuera posible su reutilización, deberá retirarse y gestionarse adecuadamente, dando cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 11.2 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos y, en su caso, se depositarán en vertederos debidamente autorizados por el órgano competente de la C.A.P.V.

10.2. Hallazgos históricos. Protección del patrimonio cultural

Sin perjuicio del cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 7/1990, de 3 de julio, de Patrimonio Cultural Vasco, y de lo que, en su caso, establezcan los departamentos de Cultura de la Diputación Foral de Gipuzkoa y del Gobierno Vasco, se adoptará la siguiente medida protectora y correctora:

Con carácter general, los movimientos de tierras se realizarán bajo estricto control y supervisión arqueológica. Si en el transcurso de la obra se produjera algún hallazgo que suponga un indicio de carácter arqueológico, se suspenderán preventivamente los trabajos en la zona y se informará inmediatamente al Departamento de Cultura de la Diputación Foral que ostente la competencia en cada caso, que será quien indique las medidas a adoptar.

Es decir, cuando se produzcan hallazgos de restos históricos de cualquier tipo, tanto en áreas de servidumbre temporal como definitiva, incluyendo depósitos de sobrantes y sus accesos, deberán interrumpirse las obras y comunicarlo al Director de Obra, no debiendo reanudar la obra sin previa autorización, cumpliendo lo establecido en la normativa del Patrimonio Histórico Artístico.

La Dirección de la Obra o, en su caso, el Contratista y antes de comenzar las obras contactarán para avisar del comienzo de la actividad a la instancia administrativa responsable del Patrimonio (Dirección General de Cultura de la Diputación Foral de Gipuzkoa y Centro de Patrimonio Cultural Vasco del Gobierno Vasco) por si quisiera hacer prospecciones previas. Se estará a lo que ella disponga sobre protección concreta de los elementos patrimoniales que indique.

En su caso, el Contratista adoptará la serie de especiales precauciones establecidas para prevenir posibles afecciones a los elementos que puedan aparecer o que señalen finalmente los organismos responsables.

Las sanciones y actuaciones de restauración por daños no previstos ni evitados correrán a cargo del Contratista.

La Contrata tendrá siempre en cuenta los elementos cercanos de patrimonio cultural si se da el caso de tener que buscar otros emplazamientos para el vertido de sobrantes de excavación, para accesos de obra, para la ubicación de instalaciones auxiliares de cualquier tipo, etc. Se debe consultar, como se ha dicho, a las instancias administrativas responsables y se informará a la Dirección de Obra sobre los datos recabados.

10.3. Protección de la calidad del aire

Durante el tiempo que dure la obra se llevará a cabo un control estricto de las labores de limpieza al paso de vehículos, tanto en el entorno afectado por las obras como en las áreas de acceso a éstas. Se contará con los dispositivos que resulten necesarios al objeto de minimizar las emisiones de partículas en las áreas afectadas por la ejecución de las obras (sistemas para riego de pistas y superficies transitoriamente desnudas, plataformas de lavado de vehículos, pantallas protectoras, etc.).

En cualquier caso, a la salida de las zonas de obra se dispondrá de dispositivos para la limpieza de vehículos de obra, conectados a balsas de decantación, manteniéndose las carreteras limpias de barro y otros materiales.

Las características, localización precisa y dimensiones de dichos elementos deberán recogerse en la documentación que se integrará en el Programa de Trabajos que, con carácter previo al inicio de las obras, presentará el Contratista a la Dirección de Obra para su aprobación.

Se tratará de evitar el transporte de materiales de obra en condiciones meteorológicas adversas (lluvias o vientos fuertes). El transporte de los materiales de excavación se realizará en condiciones de humedad óptima, en vehículos dotados con dispositivos de cubrición de la carga, con objeto de evitar la dispersión de partículas a la atmósfera.

El agua que se utilice en el riego durante las obras, en la limpieza de las ruedas de los camiones o en minimización de polvo en las épocas de más sequía tendrá que cumplir como mínimo las características de calidad siguientes:

- El pH estará comprendido entre 6,5 y 8.
- El oxígeno disuelto será superior a 5 mg/l.
- El contenido en sales solubles debe ser inferior a 2 g/l.
- No debe contener bicarbonato ferroso, ácido sulfídrico, plomo, selenio, arsénico, cromatos ni cianuros.
- Situar por debajo de los valores establecidos en la Ley de Aguas en su tabla más restrictiva.
- Se podrán admitir para este uso todas las aguas que estén calificadas como potables.
- La calidad de las aguas para la plantación y el regadío vendrán definidas en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Revegetación.

10.4. Protección de la calidad de las aguas y de los márgenes de la red de drenaje

10.4.1. Protección de la calidad del entorno hidrológico, de la fauna ligada al agua y de los márgenes de la red de drenaje

Todas las riberas de los cursos de agua afectables son un ecosistema valioso, por lo que debe ser respetado al máximo en las cercanías de las zonas en obras, en las cortas, y en general, en todos los puntos de cruce.

Según el Art. 234, del R.D. 849/1986, de 11 de abril, queda prohibido con carácter general y sin perjuicio de lo dispuesto en el Art. 92 de la Ley de Aguas:

- Efectuar vertidos directos o indirectos que contaminen las aguas.
- Acumular residuos sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza y el lugar en que se depositen, que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas o de degradación de su entorno.

- Efectuar acciones sobre el medio físico o biológico al agua que constituyan o puedan constituir una degradación del mismo.
- El ejercicio de actividades dentro de los parámetros de protección fijados en los Planes Hidrológicos, cuando pudiera constituir un peligro de contaminación o degradación del dominio público hidráulico.
- Para lo no definido en este apartado se regulará de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, y su reglamento de desarrollo.
- El contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan, si se viera necesario, con los cuidados, precauciones, dispositivos de defensa de orillas de los cursos de agua, y dispositivos de protección de la calidad de su agua y mantenimiento de dispositivos y operaciones de restauración, a fin de conservar las actuales condiciones de flujo, calidad de aguas (biológicas y físico-químicas), morfología y granulometría de los materiales del cauce o fondo, etc. En el Plan figurarán detalladas las medidas de prevención y vigilancia frente a la llegada de productos del hormigonado, sólidos en suspensión, combustibles y lubricantes, etc.
- El Contratista consultará al organismo responsable de la calidad del agua y del plan de saneamiento de la Unidad Hidrogeológica del Deba para preguntar sobre la adecuación de las medidas correctoras a la situación reglamentaria en que se encuentre el río en el momento del inicio de las obras.
- Habrá controles periódicos de la composición de los efluentes resultantes de forma que no se sobrepasen los límites de contaminantes dispuestos en el Anejo al Título IV del R.D. 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, ni los dispuestos en las Ordenanzas de enganche a colector.
- Si fuera el caso, la evacuación de aguas residuales que se generen en la fase de obras se ajustará al Reglamento Regulador de Vertido y Depuración de aguas Residuales en el Sistema General de Saneamiento Comarcal, para lo cual deberá tramitarse la correspondiente autorización de vertido a colector. En caso de contemplarse el vertido directo a cauce público, el titular del vertido deberá obtener la correspondiente autorización.
- Como se ha dicho, queda prohibida la acumulación de cualquier tipo de material de las obras en las inmediaciones del río y arroyos que le llegan, sea con carácter temporal o permanente. Por tanto, las zonas de acopio, los caminos de acceso, el estacionamiento de maquinaria y vehículo y las tareas de relleno de combustible se situarán alejados de las orillas y donde las condiciones topográficas permitan reducir la pérdida de vegetación riparia y la probabilidad de erosión. No obstante, si ello fuera imprescindible, la Dirección de Obra hará de determinar previamente, bajo qué condiciones y por qué periodo de tiempo cabe realizar las acumulaciones, que habrán de ser, en todo caso, temporales.
- Los daños innecesarios o no previstos sobre la vegetación de ribera, riberas y cauces y no especificados en el Proyecto serán repuestos a cargo del Contratista.

- Los 5 metros de servidumbre se mantendrán en todo momento apto y libre al paso y no se realizará cierres, rellenos ni construcciones que sean definitivas o provisionales.
- El depósito del material de excavación y el almacenamiento de cualquier tipo de material o deshecho no ocupará, ni temporal ni permanentemente, ningún curso de agua superficial (lecho del río y márgenes) durante la construcción. Por tanto, las zonas de acopio, los caminos de acceso, el estacionamiento de maquinaria y vehículo y las tareas de relleno de combustible se situarán alejados de las orillas y donde las condiciones topográficas permitan reducir la pérdida de vegetación riparia y la probabilidad de erosión.
- De acuerdo con el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, cualquier actuación de encauzamiento, relleno etc, sobre los cauces existentes, no proyectada en el presente proyecto deberá contar con la preceptiva autorización del Servicio Territorial de Aguas de la Junta de Andalucía.
- El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan con los cuidados, precauciones, dispositivos, mantenimiento de la balsa de decantación, operaciones de restauración para el cauce y riberas de los cursos de agua alterados, a fin de conservar en los tramos no ocupados las actuales condiciones de flujo, calidad de aguas (biológicas y físico-químicas), morfológica, etc. En el Plan figuraran detalladas las medidas de prevención y vigilancia frente a la llegada de productos del hormigonado, sólidos en suspensión, combustibles y lubricantes, etc.
- De acuerdo con lo previsto en el proyecto, se dispondrán, en la salida de la embocadura del túnel, sistemas de depuración de las aguas, de forma que se recoja en ellas el agua procedente de la perforación antes de su vertido a cauce. La localización precisa y dimensiones de los sistemas de decantación deberán recogerse en el plan de obra. Los sedimentos decantados serán recogidos periódicamente y gestionados conforme a su naturaleza.
- Se dispondrán los medios necesarios para evitar derrames de tierra de acopios y material de relleno de terraplenes a los cauces cercanos. Para ello se instalarán los elementos precisos para neutralizar las citadas afecciones: balsas de decantación, zanjas drenantes, entramados vegetales, barreras de retención de sedimentos, geotextiles filtrantes...
- Asimismo, en caso de que durante la construcción de taludes de desmonte o terraplén se generen caudales adicionales de agua (interceptación de surgencias, lluvias torrenciales, etc.) se aplicarán medidas de retención de finos previas al vertido de aguas al entorno.
- Si fuera imprescindible el paso de maquinaria de obra por los cauces de ríos y arroyos, sobre todo en el caso de los accesos a las pilas de los viaductos, éste se restringirá a puntos de cruce y accesos señalizados y diseñados en el proyecto. Cualquier actuación diferente a la proyectada deberá contar con la preceptiva autorización de la Dirección de Aguas del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía antes de iniciar cualquier movimiento de tierra.

- El uso de herbicidas en las operaciones de mantenimiento del túnel debe restringirse al máximo, dándose preferencia a los procedimientos mecánicos. En caso de ser necesarios, deben utilizarse productos cuya persistencia en el medio sea mínima
- El Contratista consultará al organismo responsable de la calidad del agua y del plan de saneamiento de la cuenca en la que se encuentra el proyecto que nos ocupa para preguntar sobre la adecuación de las medidas correctoras a la situación reglamentaria en que se encuentre el río en el momento del inicio de las obras y se informará a la Dirección de Obra sobre los datos recabados.
- En el caso de que el Promotor o el Contratista sean advertidos acerca de la calidad del agua que pueda llegar desde las superficies en obras hasta los cauces, habrá un control de la composición de los efluentes resultantes de las instalaciones de forma que no se sobrepasen los límites de contaminantes dispuestos en el Anejo al Título IV del R.D. 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas y el Real Decreto 1315/92, por el que se modifica parcialmente el Reglamento anterior, ni los dispuestos en las Ordenanzas de enganche a colector.
- En su caso, para la evacuación de aguas residuales que se generen en la fase de obras, si se contempla el vertido directo a cauce público, el titular del vertido deberá obtener la correspondiente autorización.
- Como se ha dicho, queda prohibida la acumulación de cualquier tipo de material de las obras en las inmediaciones de ríos y arroyos, sea con carácter temporal o permanente. No obstante, si ello fuera imprescindible, la Dirección de Obra habrá de determinar previamente, bajo qué condiciones y por qué periodo de tiempo cabe realizar las acumulaciones, que habrán de ser, en todo caso, temporales.
- Los daños innecesarios o no previstos sobre la vegetación de ribera y no especificados en el Proyecto, ni en este Plan, serán repuestos a cargo del Contratista.
- Se cumplirán los plazos previstos para los trabajos cercanos a los cursos de agua, sin interrupciones que agraven la exportación de sólidos en suspensión y otros arrastres de material hacia los cauces.

10.5. Gestión de residuos

La gestión de los diferentes residuos generados durante las fases de obra y explotación se realizará de acuerdo con la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos y normativas específicas. Está prohibido, por tanto, su vertido directo o mezclado con otros materiales, debiendo acreditarse ante el órgano ambiental competente en la materia, por parte del contratista de las obras, el correcto destino de tales residuos.

Los residuos no peligrosos y los sobrantes de excavación, con destino a vertedero, se gestionarán de acuerdo con el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y con el Decreto 423/1994, de 2 de noviembre, sobre gestión de residuos inertes e inertizados. Se deberá proceder a la valorización de aquellos residuos que presenten las características adecuadas.

En el caso de ser necesarias nuevas ubicaciones para el vertido de los sobrantes de la obra, la gestión estará sujeta a la autorización por parte del órgano competente en la materia. En cualquier caso, el hecho habrá de ser comunicado al Departamento de Medio Ambiente y no podrán habilitarse estas nuevas zonas de vertido salvo justificación expresa y aprobación previa por parte de este Órgano Ambiental.

Con respecto a los residuos de demolición, restos de encofrados, restos de fibrocemento, etc., serán gestionados de acuerdo con lo previsto en la normativa que les resulte de aplicación.

Asimismo los lodos generados en las plantas depuradoras de las aguas de escorrentía de las zonas de excavación, deberán gestionarse conforme a la legislación en materia de residuos, realizando una caracterización previa para determinar el destino de los mismos. Igualmente se procederá con los lodos recogidos en las arquetas desarenadoras de los sistemas de drenaje de aguas sucias en fase de funcionamiento.

Para los aceites usados destinados a su abandono será de aplicación además el Decreto 259/1998, de 29 de septiembre, por el que se regula la gestión del aceite usado en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Asimismo, los alquitranes de desecho serán gestionados conforme a su caracterización.

Como medida general, todos los residuos cuya valorización resulte técnica y económicamente viable deberán ser remitidos a valorizador de residuos debidamente autorizado.

Con objeto de facilitar el cumplimiento de la normativa referida, deberán disponerse sistemas de gestión de los residuos generados en las diferentes labores, que serán conocidos y de obligado cumplimiento por parte de todo el personal de la obra, debiendo tener reflejo en el manual de buenas prácticas de la obra.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra, los documentos de control y seguimiento de cada residuo gestionado, que estará firmado por el productor y

receptor. El Contratista conservará durante un año copia del documento correspondiente a cada cesión. El gestor estará obligado a remitir al órgano competente copia de los documentos relativos a cada cesión, según lo establece la Orden.

10.5.1. Tratamiento de aceites usados

Los aceites usados tendrán la consideración de residuo tóxico y peligroso. De conformidad con lo dispuesto Decreto 259/1998, de 29 de septiembre, por el que se regula la gestión del aceite usado en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía, a los aceites usados cuyo poseedor destine al abandono, les será de aplicación lo dispuesto en el citado Decreto.

Se entiende por aceite usado, todos los aceites industriales con base mineral o sintética lubricantes que se hayan vuelto inadecuados para el uso que se les hubiere asignado inicialmente. En particular, se considerará aceite usado el aceite lubricante de automoción, el aceite industrial de cárter, el aceite hidráulico, de temple, térmico y marino.

La gestión es el conjunto de actividades encaminadas a dar a los aceites usados el destino final que garantice la protección de la salud humana, la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales. Comprende las operaciones de recogida, almacenamiento, pretratamiento y tratamiento.

El productor es la persona física o jurídica que como titular de la actividad genera o importa aceite usado. También se considera productor a la persona física que por sí o por mandato de otra persona física o jurídica genera aceite usado. El Contratista será responsable de todo el aceite usado generado.

El gestor es la persona física o jurídica autorizada para realizar cualquiera de las actividades de gestión de los aceites usados, sea o no productor de los mismos.

El Contratista está obligado a destinar el aceite usado a una gestión correcta, evitando trasladar la contaminación a los diferentes medios receptores.

Queda prohibido:

- Todo vertido de aceite usado en aguas superficiales, interiores, en aguas subterráneas, en cualquier zona de mar territorial y en los sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas residuales.
- Todo depósito o vertido de aceite usado con efectos nocivos sobre el suelo, así como todo vertido incontrolado de residuos derivados del tratamiento del aceite usado.
- Todo tratamiento de aceite usado que provoque una contaminación atmosférica superior al nivel establecido en la legislación sobre protección del ambiente atmosférico.

- El Contratista deberá cumplir las prohibiciones recogidas en el apartado anterior, por sí o mediante la entrega del citado aceite a un gestor autorizado.

Para el cumplimiento de lo dispuesto en el apartado anterior, el productor deberá:

- Almacenar los aceites usados en condiciones satisfactorias, evitando las mezclas con el agua o con otros residuos no oleaginosos.
- Disponer de instalaciones que permitan la conservación de los aceites usados hasta su recogida y gestión, y que sean accesibles a los vehículos encargados de efectuar la citada recogida.
- Entregar los aceites usados a personas autorizadas para la recogida, o realizar ellos, con la debida autorización, el transporte hasta el lugar de gestión autorizado.
- El Contratista presentará a la Dirección de Obra, el documento de control y seguimiento, que estará firmado por el productor y receptor. El Contratista conservará durante un año copia del documento correspondiente a cada cesión. El gestor estará obligado a remitir al órgano competente copia de los documentos relativos a cada cesión, según lo establece la Orden.

10.5.2. Puntos limpios

Deberán habilitarse, durante el periodo de obras, “puntos limpios” correctamente indicados. Se entiende por puntos limpios aquellas zonas de almacenamiento temporal de residuos, desechos, aguas sucias o similares.

Para los residuos en estado líquido se habilitarán recipientes estancos sobre solera impermeable para el almacenamiento provisional de los mismos hasta su evacuación, debiéndose proyectar esas áreas alejadas de zonas ambientalmente sensibles. En particular deberán evitarse los efluentes incontrolados procedentes del almacenamiento de combustibles y productos del mantenimiento de la maquinaria.

Los puntos limpios son diseñados acordes con el objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de materiales sobrantes y aguas residuales.

Deberán cumplir el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6, MIE-APQ-7.

10.6. Prevención de daños y restauración en superficies contiguas a la obra

El Contratista queda obligado a un estricto control y vigilancia durante las obras para no ampliar el impacto de la obra en sí por actuaciones auxiliares, afección a superficies contiguas: pistas auxiliares, depósitos temporales, vertidos indiscriminados, etc.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan, con planos de detalle, para su aprobación en el que se señalen:

- Delimitación exacta del área afectada.
- Ubicación temporal de los acopios de tierras de excavación y tierra vegetal,
- Caminos de acceso.
- Parques de maquinaria, instalaciones y materiales
- Áreas destinadas a limpieza de vehículos
- Sistemas de depuración de la excavación del túnel.
- Previsión de dispositivos de defensa según se ha especificado en los artículos anteriores sobre el arbolado, prados, riberas y cauces de ríos y arroyos, etc.
- Este plan de obra incluirá en su caso las correspondientes medidas adicionales protectoras y correctoras y plan de vigilancia, incluyendo las medidas de recuperación ambiental de todas las áreas auxiliares.
- Desocupado el lugar y corregidas las formas si fuera el caso, se extenderá la tierra y se repondrá la cubierta vegetal anterior o la que determine la Dirección de las Obras en vista de la nueva situación. Las técnicas y materiales a emplear son los que se han descrito para la restauración del entorno afectable por la construcción de la nueva infraestructura.
- Cualquier tipo de daño producido por inobservancia de las prescripciones del presente artículo debe ser corregido hasta satisfacción de la Dirección de la Obra, corriendo los gastos a cuenta del Contratista.
- Se mantendrá el mejor estado posible de limpieza durante las obras, especialmente en las inmediaciones de los entornos habitados.

10.7. Medidas preventivas y correctoras de ruido y vibraciones

Con el fin de evitar molestias innecesarias a la población residente próxima durante los periodos de descanso, se evitará la ejecución de operaciones con maquinaria ruidosa, carga o descarga, o cualquier otra acción que origine un nivel de ruidos elevado durante las horas normales de reposo, considerando éste el periodo comprendido entre las 10 de la noche y las 8 de la mañana (22 horas a 8 horas)

Si fuese necesaria la realización de actividades en este periodo, se deberá solicitar el permiso que corresponda a ayuntamiento, previo informe y aprobación de la Dirección Ambiental de Obra.

Se restringirá, en este mismo periodo, el uso de focos luminosos intensos que puedan causar molestias a la población (por ejemplo en las proximidades a viviendas).

En fase de obras se minimizarán los impactos sonoros sobre las viviendas, realizando un correcto mantenimiento de la maquinaria y vehículos participantes en las obras, controlando el cumplimiento de la normativa vigente en esta materia, incluyendo las disposiciones sobre el ruido del Ayuntamiento de Málaga, al objeto de lograr las condiciones de sosiego establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental.

Se respetará el descanso nocturno en los lugares habitados. Se cumplirán, en su caso, las Ordenanzas municipales.

En caso de ser necesarias voladuras para el arranque de materiales, éstas deberán ajustarse a la norma UNE 22-381-93 de modo que las vibraciones registradas en las edificaciones e instalaciones comprendidas en el ámbito del estudio de impacto ambiental no sobrepasen los límites previstos en la misma.

La presión de onda aérea no deberá superar los 128 dB (L), valor pico, en la fachada más expuesta de las viviendas.

11. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se realizará un estudio de impacto ambiental, en el caso de darse variaciones sustanciales de Proyecto, durante la ejecución de las obras, (pistas de acceso y trabajo, plan de sobrantes y otras modificaciones no previstas). El Contratista queda obligado a presentar a la Dirección de la Obra un Estudio de Impacto Ambiental cuya metodología y contenido se ajusten con lo dispuesto en el R.D. 1131/88, por el que aprueba el Reglamento para la ejecución del R.D.L. 1302/86 de Evaluación de Impacto Ambiental.

12. NORMAS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD

12.1. Introducción

Al hablar de túneles es obligado distinguir las normas y sistemas de seguridad que podríamos llamar de carácter general, dado que deben ser tenidas en cuenta en todos los ciclos del túnel y las de los diferentes ciclos de trabajo.

12.2. De carácter general

Ventilación suficiente teniendo en cuenta un mínimo de 40 litros por trabajador y segundo.

Esta ventilación se consigue con el empleo de turbinas soplantes o aspirantes.

Cuando la turbina es soplante, recoge el aire limpio del exterior, o cuando esto no es posible (caso de minería subterránea), de zonas de circulación de aire limpio, y lo inyecta a través de una tubería, que en este caso puede ser flexible, hasta las proximidades del frente de trabajo (25 ó 30 metros).

El aire así inyectado baña el frente de trabajo y efectúa el retorno por todo el túnel hasta llegar al exterior. Con este sistema la limpieza del frente de trabajo se hace más rápida y efectiva. Como contrapartida tiene el inconveniente de que por todo el túnel sale el aire viciado, por los gases y polvos.

Cuando la ventilación es aspirante, la tubería por la cual se efectúa la aspiración, debe estar situada lo más cerca posible del frente de trabajo, por que en este caso la aspiración queda localizada en un radio muy pequeño, a partir de la boca de entrada, con lo que el resto de la zona de trabajo limpia con mucha dificultad.

Cuando la longitud del túnel es importante, y no llega al frente de trabajo aire suficiente, se recurre a colocar otras turbinas en serie a una distancia prudencial. Con este sistema el frente de trabajo se limpia más fácilmente, pero el resto del túnel

queda contaminado por la corriente de retorno, que circula muy lentamente, debido a la gran diferencia de sección entre la tubería y el túnel.

Para subsanar este defecto, se coloca una turbina auxiliar, impelente, que recoge el aire limpio, más atrás de la boca de aspiración de la turbina principal y lo inyecta hasta el mismo frente.

La elección de uno u otro sistema estará condicionada principalmente, por la longitud del túnel, nosotros nos inclinamos por la ventilación soplante, ya que así, se consigue mantener todo el túnel bañado por aire limpio. En cualquiera de los casos, hay que mantener las cantidades de aire por segundo reseñadas, de manera que, si debido a las pérdidas de carga, como consecuencia de la longitud, no se logrará mantener estos mínimos, habría que recurrir a la colocación en serie de mayor número de turbinas.

Líneas de conducción de energía eléctrica perfectamente sujeta y aislada de tierra.

Toma a tierra, combinada con dispositivo de corte o aviso para las máquinas accionadas por energía eléctrica.

Cunetas de desagüe, de manera que el piso se mantenga en las mejores condiciones posibles.

Tuberías de abastecimiento de aire comprimido y agua debidamente sujetas.

Eliminación de vías de entrada de agua, o canalización a zonas que no sean de tránsito o trabajo.

12.3. En la carga del material arrancado

Se deberá vigilar la aparición entre el escombros de restos de explosivo, recogiendo para su posterior destrucción.

Las cajas de los camiones deberán ser de acero para soportar el impacto de la caída de escombros desde el cazo de la pala.

Los camiones dispondrán de una visera, a modo de voladizo sobre la cabina del conductor, que proteja ésta de posibles caídas del escombros.

Las palas empleadas para la carga del escombros, en los grandes túneles son del tipo de orugas. Se requiere que estén dotadas de cabina de acero, protegiendo el parabrisas con una parrilla, de varilla de acero que impida la penetración por ese lugar de fragmentos de roca.

En los túneles de pequeñas y medianas dimensiones, en que las palas normales y camiones no pueden entrar, se usan palas especiales.

Mientras dure la operación de la carga de escombros, se evitará el movimiento del personal por la zona de trabajo.

Los camiones y palas estarán dotados de dispositivos ópticos y acústicos, sincronizados con la marcha atrás, que sirvan de aviso para el momento en que realizan esa operación.

Se deberá controlar periódicamente la emisión de gases de los motores de las máquinas.

Se instalará suficiente iluminación, de acuerdo con el trabajo que se está desarrollando.

La descarga desde el cazo de la pala al camión, deberá realizarse desde la menor altura posible, para evitar que el fuerte golpe producido por los escombros contra la caja del camión pueda provocar la explosión de los restos de explosivo que puedan llevar estos escombros.

No se cargarán excesivamente los camiones para evitar que en el recorrido hasta el lugar de descargue, puedan caer trozos de roca que alcancen al personal, o dificulten la circulación por esa zona, de los vehículos.

ANEJO 6. LEGISLACIÓN

1. NORMAS E INSTRUCCIONES CONSIDERADAS

La normativa utilizada para la redacción de este proyecto, y se indica a continuación:

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Manual de explotación de los túneles de la RCE (OC 33/2013)
- Metodología de inspección de túneles (OC 27/2008)
- Metodología de análisis de riesgo en túneles de la Red de Carreteras del Estado (Resolución 30/05/2012)
- Instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de túneles (NS 2/2006)
- Adaptación al Real Decreto 635/2006, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado (NS 3/2206)
- Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial, según Orden de 14 de mayo de 1.990.
- Orden Circular 17/2003, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.
- El Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la “Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)”
- Ley de carreteras (Ley 37/2015) (NTC)
- Recomendaciones para el Proyecto de intersecciones del Ministerio de Fomento.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 octubre, por el que se aprueba el Reglamento
- General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

- Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de Seguridad y Salud en las obras de carreteras (2002).
- Ley 7/2007 de Gestión de la Calidad Ambiental (LGICA)
- Ley 5/2011 de Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana (EASU)
- Decreto 206/2006 de El Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA)
- Ley 7/2002 de la Ley de Ordenación Urbana de Andalucía (LOUA)

2. CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN

El presente Proyecto se refiere a una de las dos partes de una obra completa, en el sentido expresado en los artículos 125 y 127 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Decreto 1.098/2001, de 12 de Octubre. Una vez terminada la otra parte del proyecto, se podrá considerar como tal.

ANEJO 7. PROGRAMACIÓN DE LA OBRA

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se realiza un análisis de los tiempos de ejecución previstos para cada uno de los capítulos de las unidades de obra más importantes contempladas en el Proyecto Constructivo del túnel, incluyendo su duración y programación en el tiempo.

Para ello se han descompuesto los trabajos en un total de 10 y dentro de los mismos se han distinguido entre diversas actividades, según la siguiente descomposición:

1. Permisos e inicio de obra
2. Excavación
3. Emboquille
4. Ejecución de la contrabóveda
5. Drenaje
6. Sostenimiento
7. Revestimiento
8. Seguridad y salud
9. Gestión de residuos
10. Finalización de las obras

La estimación de cada una de las actividades se ha realizado con estimaciones medias de rendimiento en obras similares.

Como resultado de esta tramificación y en función de las hipótesis de maquinaria establecidas se ha establecido un plazo total para la ejecución de catorce meses (5 meses) y el personal previsto para la ejecución de la obra ha sido de 14 personas.

Esta tramificación se ha plasmado mediante un diagrama de Gantt con las duraciones previstas por cada concepto durante el plazo de ejecución de las obras del proyecto.

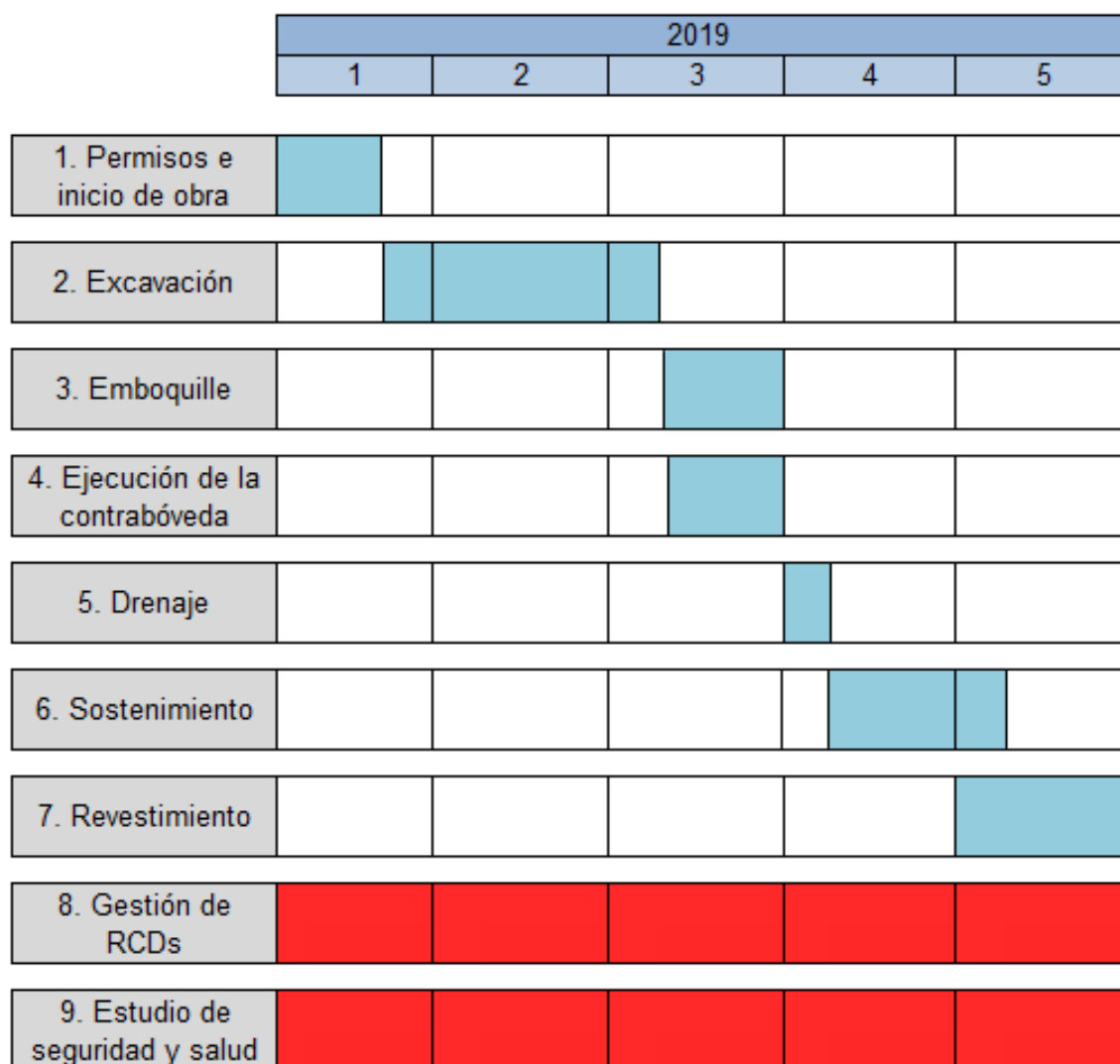
2. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

2.1. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto para las obras correspondientes a este proyecto de construcción es de cinco meses.

2.2. Diagrama de Gantt

De acuerdo con el plazo de ejecución de las obras propuesto en este anejo y con las actividades definidas para la obra, se propone a continuación un plan de obras materializado en un diagrama de barras tipo Gantt, que se adjunta a continuación.



ANEJO 9. PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO1 PREPARACIÓN Y EXCAVACIÓN DEL TERRENO

1. 1.	M2 DESPEJE Y DESBROCE								
	DESPEJE Y DESBROCE DE TODO TIPO DE TERRENO REALIZADO CON MEDIOS MECÁNICOS HASTA UNA PROFUNDIDAD MEDIA DE 20 CM.								
		265,00				265,00			
							265,00	0,56	148,40
1. 2.	M3 EXCAVACIÓN CON ROZADORA Y CAMIÓN BASCULANTE								
	EXCAVACIÓN DE TÚNEL POR MEDIOS MECÁNICOS, CON CARGA DIRECTA SOBRE CAMIÓN BASCULANTE DE LOS PRODUCTOS RESULTANTES DE LA EXCAVACIÓN Y CON P.P. DE MEDIOS AUXILIARES.								
		1,00	562,00	17,00	11,00	105.094,00			
							105.094,00	35,90	3.772.678,60

TOTAL CAPÍTULO1 PREAPARACIÓN Y EXCAVACIÓN DEL TERRENO....3.772.826,60

=====

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
CAPÍTULO2 EMBOQUILLE									
2. 1.	M BULÓN FY 500/550 D32 25T PLACA 150X25MM L>= 8M BULÓN ROCA BARRA ACERO FY=500.								
		500,00	4,00			1000,00			
							1000,00	27,28	27.280,00
2. 2.	M2 MALLAZO DE HORMIGÓN 150X150X6 MM TOTALMENTE COLOCADO MALLAZO DE ACERO CORRUGADO AEH-400N CON UNIÓN DE ALAMBRE RECOCIDO DE 1,3 MM, DE DIMENSIONES 150X150X6 MM, TOTALMENTE COLOCADO.								
		1,00				252,24			
							252,24	12,83	3.236,24
TOTAL CAPÍTULO2 EMBOQUILLE.									30.516,24

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
CAPÍTULO 3 SOSTENIMIENTO									
3.1.	M BULÓN FY 500/550 D32 25T PLACA 150X150MM L>= 8M BULÓN ROCA BARRA ACERO FY=500.	445,00	3,00			1.335,00	1.335,00	86,12	114.972,58
3.2.	M2 MALLAZO DE HORMIGÓN 150X150X6 MM TOTALMENTE COLOCADO MALLAZO DE ACERO CORRUGADO AEH-400N CON UNIÓN DE ALAMBRE RECOCIDO DE 1,3 MM, DE DIMENSIONES 150X150X6 MM, TOTALMENTE COLOCADO.	1,00	562,00	15,08		8.474,96	8.474,96	40,50	343.268,85
3.3.	M3 HORMIGÓN PROYECTADO HORMIGÓN PROYECTADO, HM-30/SPBF/25 EN VISERAS DE PROTECCIÓN, INCLUSO SUMINISTRO, DOSIFICACIÓN, MEZCLA Y PARTE PROPORCIONAL DE RECHAZO.	1,00	562,00	16,51	0,12	1.113,35	8.474,96	246,12	2.085.886,54
3.4.	KG ACERO TH-21 KG/M EN CERCHAS KG ACERO TH-21 KG/M EN CERCHAS, CORTADO Y COLOCADO. INCLUSO P.P. DE DESPUNTES Y SOLAPES	374,67	34,57			12.952,34	12.952,34	64,95	841.254,83
TOTAL CAPÍTULO3 SOSTENIMIENTO.								3.385.382,83	

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO 4 REVESTIMIENTO

M2 ECONFRADO Y DESENCOFRAD

- 4.1. ENCOFRADO PARA HORMIGÓN VISTO, Y POSTERIOR
DESENCOFRADO EN TÚNEL, CON ACABADO VISTO, INCLUSO
P.P. DE APEOS, ARRIOSTRAMIENTO, DISTANCIADORES,
DESLIZAMIENTO DE ENCOFRADO Y MEDIOS AUXILIARES
COMPLETAMENTE EJECUTADO.

1,00 562,00 14,22 7.991,64

7.991,64 25,97 207.543,67

M3 HORMIGÓN EN MASA PUESTO EN OBRA

- 4.2. HORMIGÓN EN MASA TIPO, HM-30/P/IIa.

1,00 562,00 13,89 0,30 2.341,85

2.341,85 112,44 263.318,06

M2 IMPERMEABILIZACIÓN TÚNEL CON BENTONITA

- 4.3. M2. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOCOMPUESTO DE
BENTONITA DE SODIO NATURAL VOLTEX DS FORMADO POR
GEOTEXTIL TEJIDO (100 G/M2) GEOTEXTIL NO TEJIDO (200
G/M2), BENTONITA (MINIMO 5KG/M2) UNIDOS MEDIANTE
PROCESO DE AGUJADO Y LÁMINA DE POLIETILENO
ADHERIDA A UNA DE SUS CARAS PARA TÚNELES, CON P.P.
DE BENTONITA GRANULAR (1KG/M) PARA RECEBOS Y
ELEMENTOS PASANTES Y CON P.P. DE CINTA ADHESIVA TIPO
SEALTAPE PARA SELLADO DE SOLAPES.

1,00 562,00 14,22 7.991,64

7.991,64 33,17 265.082,70

TOTAL CAPÍTULO 4 REVESTIMIENTO. 735.944,43

=====

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO 5 RED DE SANEAMIENTO

5.1. M TUBERÍA PVC TEJA SN-4 S/SOLERA 110
M. TUBERÍA DE PVC PARA SANEAMIENTO ENTERRADO SN-4 DE 110 MM DE DIÁMETRO COLOR TEJA, COLOCADA SOBRE SOLERA DE HORMIGÓN HM-20 N/MM2, Y CALMA DE ARENA, CON UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2%, I/P.P. DE PIEZAS ESPECIALES SEGÚN UNE EN1329 Y CTE/DB-HS5.

1,00	562,00	562,00							
							562,00	19,88	11.172,56

5.2. UD ARQUETA POLIPROPILENO 40x40 CM
UD. ARQUETA DE DRENAJE DE HORMIGÓN ARMADO DE DIMENSIONES INTERIORES 40x40x40 CM.

40,00		40,00							
							40,00	48,63	1.945,20

TOTAL CAPÍTULO 5 RED DE SANEAMIENTO. 13.117,76
=====

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO 6 VENTILACIÓN

VENTILADOR ZITRON MODELO JZ 12-30/4

6. 1.	VENTILADOR ZITRON MODELO JZ 12-30/4 CON UN EMPUJE NOMINAL DE 1885N, CAUDAL DE 42,9 M3/S Y UNA POTENCIA INSTALADA DE 55 KW INCLUSO ELEMENTOS DE SUJECCIÓN AL TÚNEL, EMBALAJE Y TRANSPORTE INSTALADO.	1,00				1,00		1,00	10.986,85	10.986,85
-------	---	------	--	--	--	------	--	------	-----------	-----------

TOTAL CAPÍTULO 6 VENTILACIÓN. 10.986,85
=====

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
CAPÍTULO 7 VARIOS									
7.1.	ESTUDIO GEOTÉCNICO								
		1,00				6.000,00		6.000,00	6.000,00
7.2.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL								
		1,00				55.000,00		55.000,00	55.000,00
7.3.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS								
		1,00				28.000,00		28.000,00	28.000,00
7.4.	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD								
		1,00				220.000,00		220.000,00	220.000,00
7.5.	ENSAYOS								
		1,00				3.000,00		3.000,00	3.000,00
TOTAL CAPÍTULO 7 VARIOS.								312.000,00	

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Código	Capítulo	Total €	
1	PREPARACIÓN Y EXCAVACIÓN DEL TERRENO.....	3.772.826,60	45,67%
2	EMBOQUILLE.....	30.516,24	0,37%
3	SOSTENIMIENTO.....	3.385.382,83	40,98%
4	REVESTIMIENTO.....	735.944,43	8,91%
5	RED DE SANEAMIENTO.....	13.117,76	0,16%
6	VENTILACIÓN.....	10.986,85	0,13%
7	VARIOS.....	312.000,00	3,78%
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.		8.261.060,09	
13 % Gastos Generales.		1.073.937,812	
6 % Beneficio Industrial.		495.663,61	
Suma.		9.830.661,51	
21 % I.V.A. de Contrata.		2.064.438,92	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.		11.895.100,40	

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de

ONCE MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL CIENTO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS

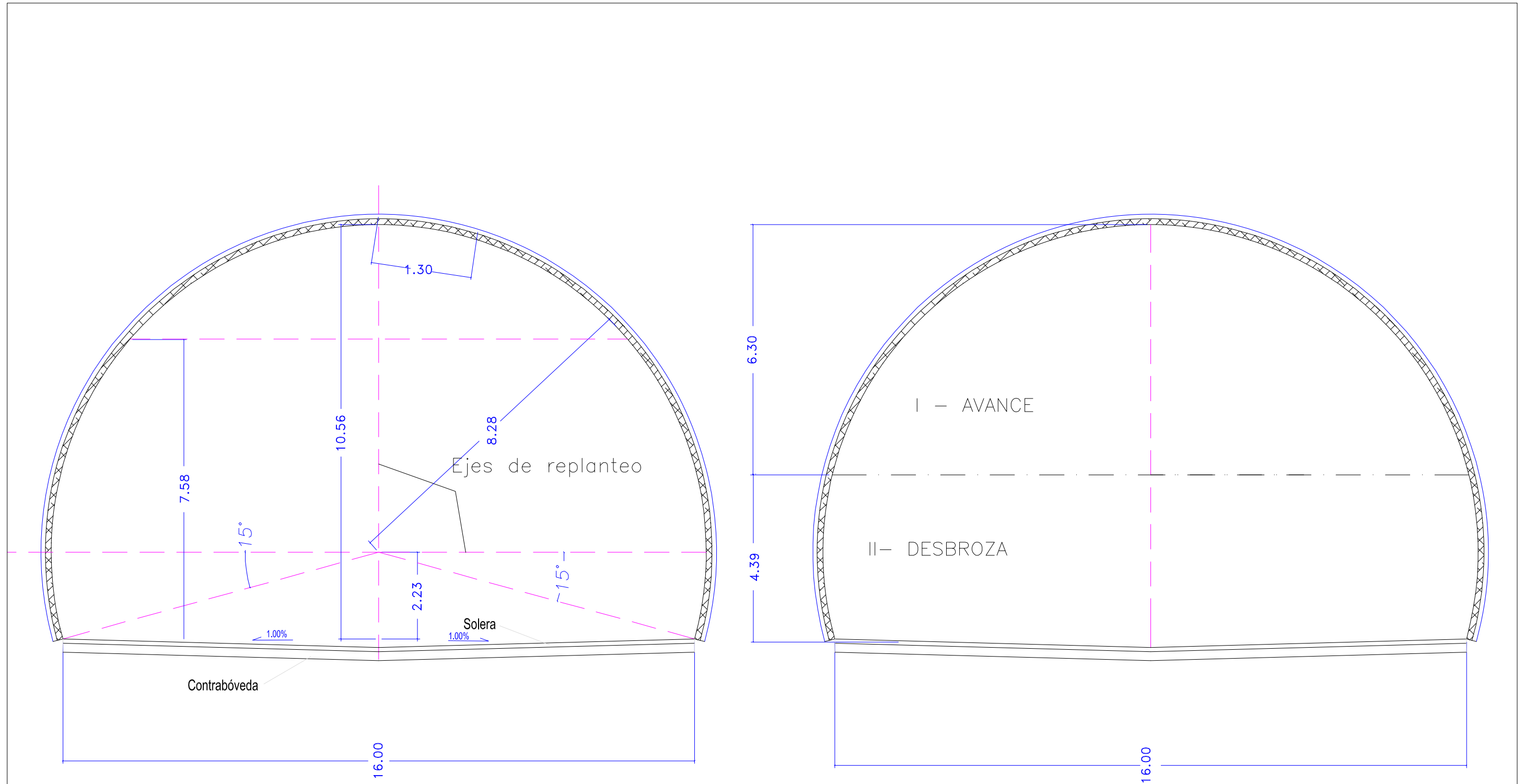
=====

12 de Septiembre de 2018

ANEJO 9. PLANOS



	FECHA	NOMBRES	GRUPO	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	23/10/2018	María		
COMPROB.		Medina		
		Torres		
ESCALA:	Túnel de una línea de metro en Málaga EMPLAZAMIENTO			Nº PLANO 1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR::

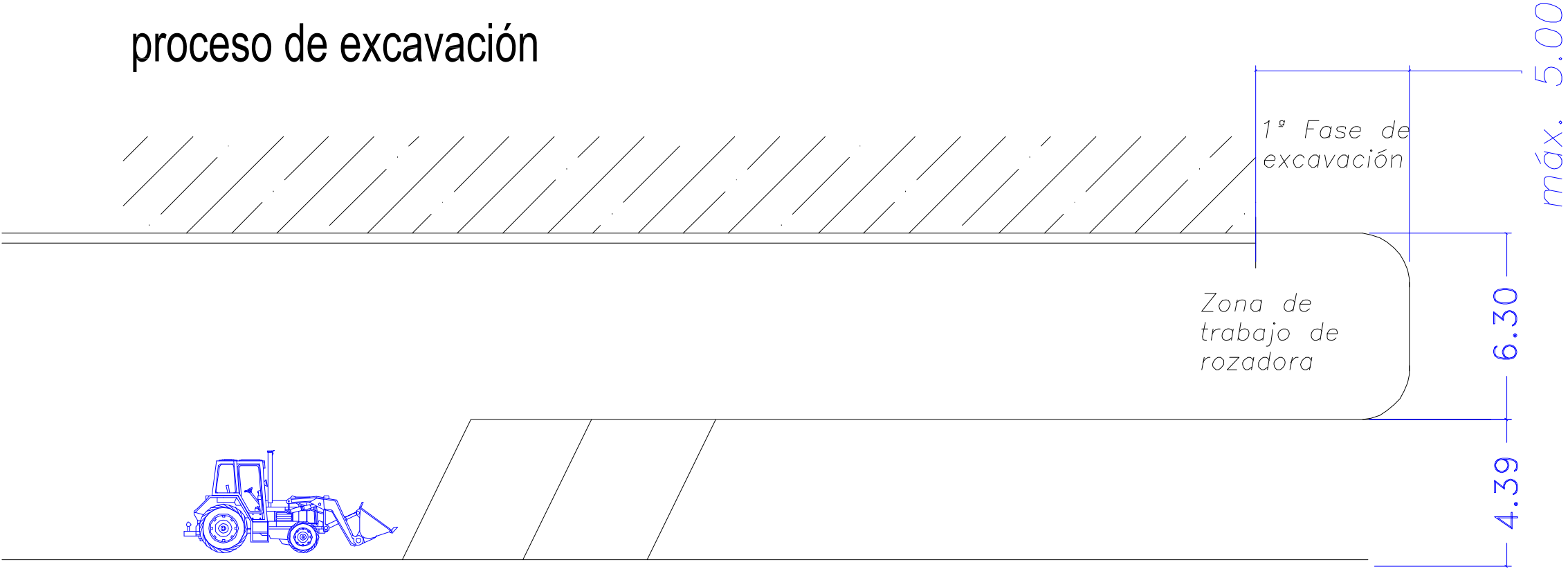


SECCIÓN TIPO GÁLIBOS Y PLATAFORMA

FASES DE EXCAVACIÓN

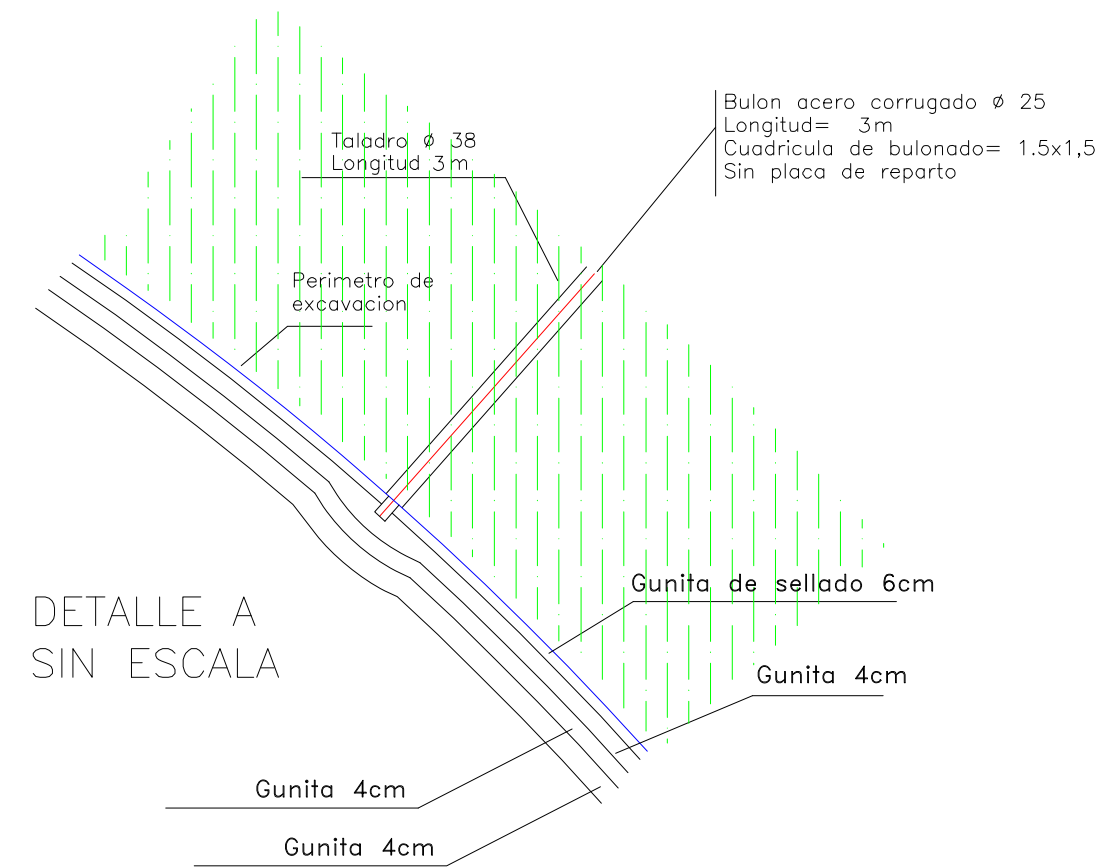
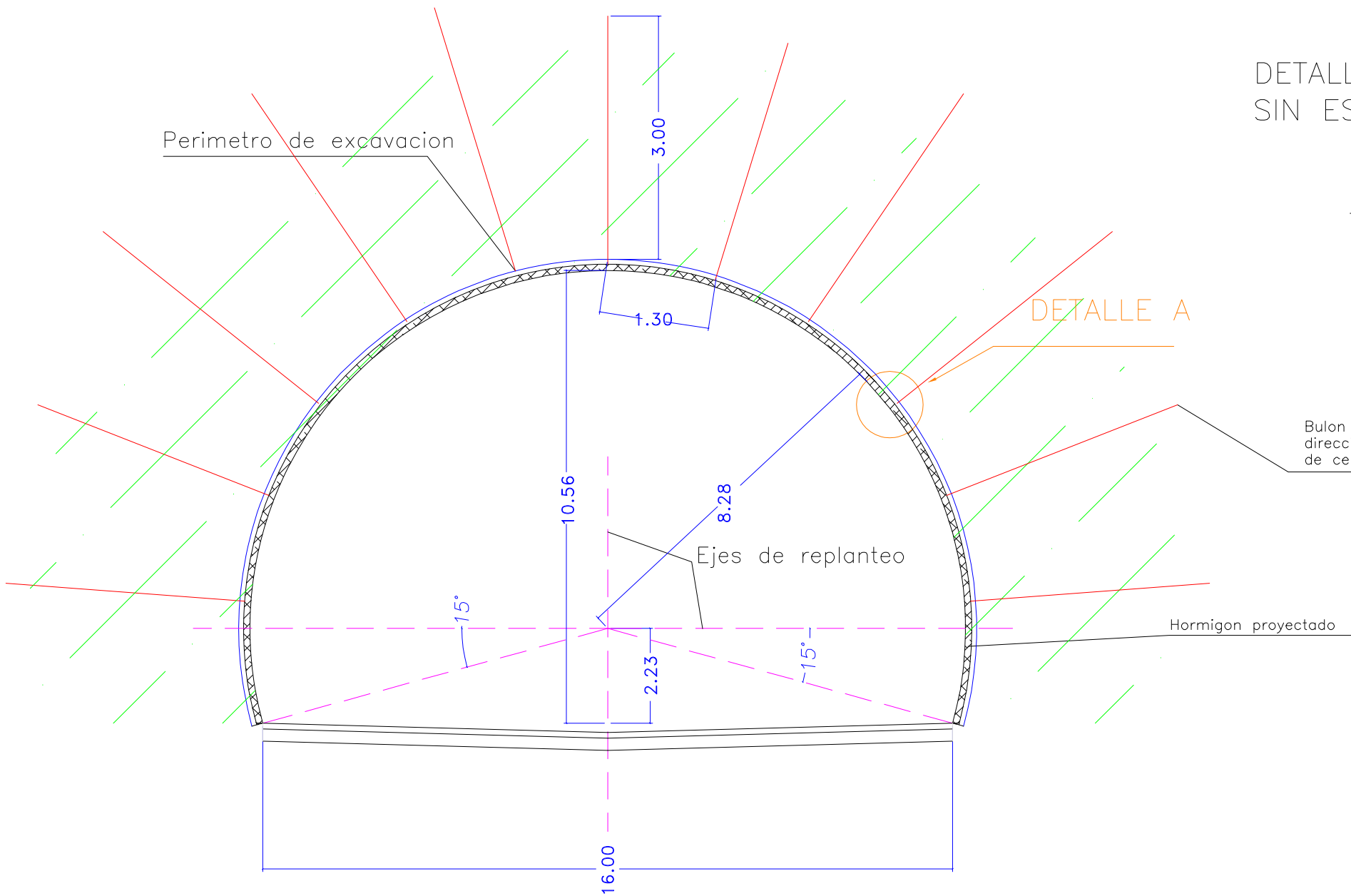
	FECHA	NOMBRES	GRUPO	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	23/10/2018	María		
COMPROB.		Medina		
		Torres		
ESCALA:	Túnel de una línea de metro en Málaga SECCIÓN TRANSVERSAL			Nº PLANO 2
1:100				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR::

Sección longitudinal del tunel y
proceso de excavación

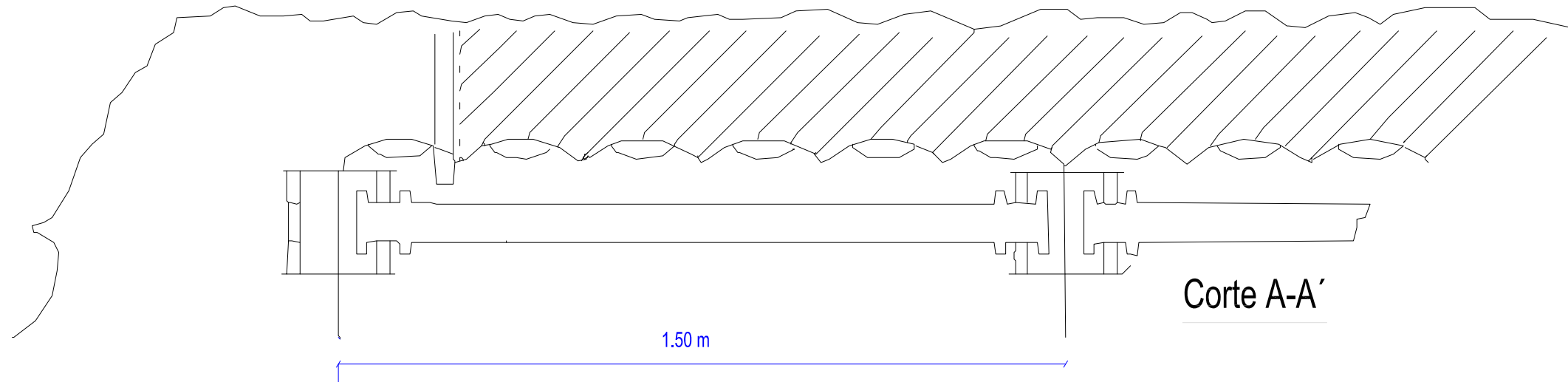
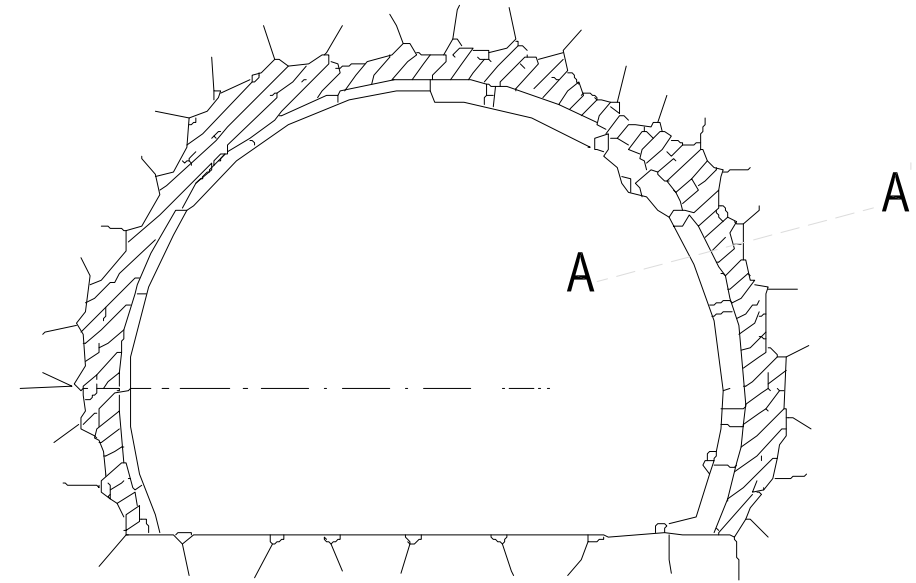
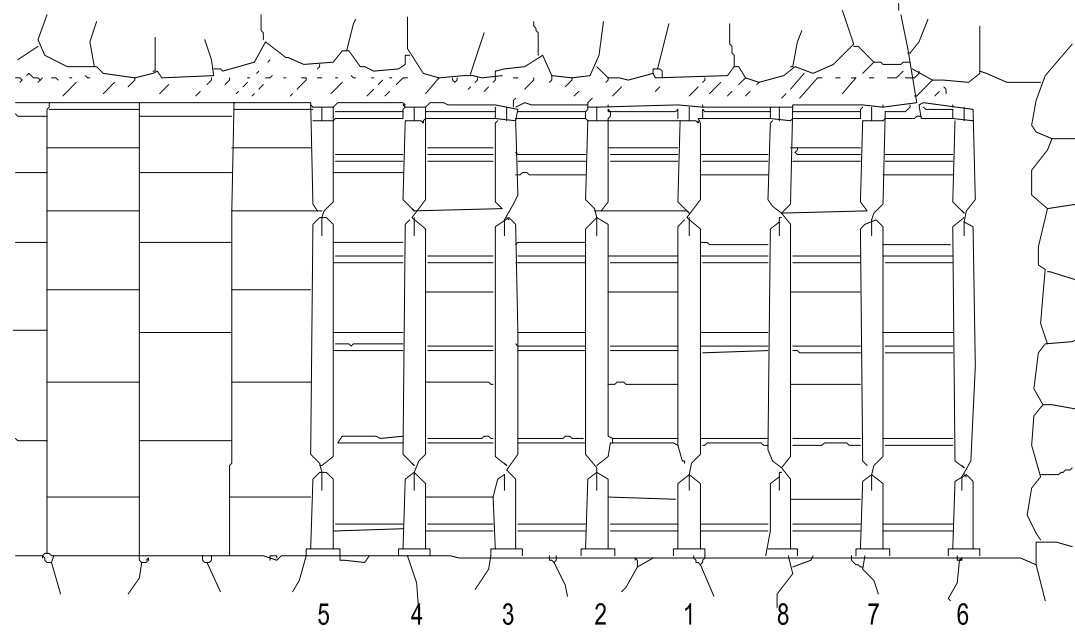


Pendiente de 0,11% con el terreno

	FECHA	NOMBRES	GRUPO	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	23/10/2018	Marta			
COMPROB.		Medina			
		Torres			
ESCALA:	Túnel de una línea de metro en Málaga SECCIÓN LONGITUDINAL Y PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN				Nº PLANO 3
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR::



	FECHA	NOMBRES	GRUPO	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	23/10/2018	María		
COMPROB.		Medina		
		Torres		
ESCALA: 1:100	Túnel de una línea de metro en Málaga SOSTENIMIENTO			N° PLANO 4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR::



	FECHA	NOMBRES	GRUPO	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	23/10/2018	Maria		
COMPROB.		Medina		
		Torres		
ESCALA:	Túnel de una línea de metro en Málaga			Nº PLANO 5
	DETALLE CERCHAS			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR::