

CONFIDENCIAL



ARCHIVO ELECTRÓNICO Nº 2:
CRITERIOS CUALITATIVOS CUYA CUANTIFICACIÓN DEPENDE
DE UN JUICIO DE VALOR

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIA
L

CONFIDENCIAL

TÍTULO:

OBRAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DECONSTRUCCIÓN DE
PLATAFORMA DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD
ANTEQUERAGRANADA. TRAMO: VARIANTE DE LOJA. A-92.

Nº EXPEDIENTE:

3.24/20830.0150

LICITADOR:

CONF. CONFIDENCIAL CONF. CONF.
CONFIDENCIAL **CONFIDENCIAL** CONF.
CONFIDENCIAL

ÍNDICE GENERAL

A.- MEMORIA Y PROGRAMA DE TRABAJOS

A.I- MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

A.1.- CONCEPCIÓN GLOBAL DE LA OBRA

A.1.1.- CONOCIMIENTO DEL PROYECTO Y DEL ENTORNO

A.1.1.1. VIDEO AÉREO CON DRON

A.1.1.2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

A.1.1.3. ANÁLISIS GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

A.1.1.4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DRENAJE

A.1.1.5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

A.1.1.6. ESTUDIO DE VIBRACIONES POR VOLADURAS EN TÚNEL

A.1.1.7. HUELLA HÍDRICA Y DE CARBONO

A.1.1.8. INFOGRAFÍAS

A.1.2.- PLANO DE CONCEPCIÓN GLOBAL

A.2.- MEDIOS PERSONALES Y MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO.

A.2.1.- RELACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS PROPUESTOS

A.2.1.1. OBRAS SUBTERRÁNEAS

A.2.1.2. RESTO DE ACTIVIDADES

A.2.2.- PERSONAL TÉCNICO PROPUESTO. ORGANIGRAMA

A.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES IMPORTANTES O COMPLEJAS Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

A.3.1.- Movimiento de Tierras

A.3.2.- Drenaje

A.3.3.- Estructuras

A.3.3.1. Viaducto sobre el arroyo del Juncar:

A.3.3.2. PS-301.7:

A.3.4.- Túneles

A.3.4.1. Proceso constructivo: Túneles en Mina

A.3.5.- Instalaciones Ferroviarias de la Plataforma

A.3.6.- Actuaciones Preventivas y Correctoras

A.3.7.- Reposición de Servidumbres y Servicios Afectados

A.3.8.- Seguridad y Salud

A.4.- ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES SIMPLES QUE FORMAN PARTE DE CADA ACTIVIDAD

A.5.- RELACIÓN DE FUENTES DE SUMINISTROS DE MATERIALES

A.6.- ANÁLISIS DE NECESIDADES DE ACOPIO DE MATERIALES E INSTALACIONES AUXILIARES

A.6.1.- PLANTA DE HORMIGÓN. PLANTA DE MACHAQUEO Y CLASIFICACIÓN DE ÁRIDOS.

A.6.2.- INSTALACIONES NECESARIAS EN TÚNELES

A.6.2.1. Instalaciones de ventilación

A.6.2.2. Instalaciones de suministro de agua

A.6.2.3. Instalaciones de drenaje y depuración

A.6.2.4. Instalaciones eléctricas

A.7.- ESTUDIO DE MEDIOS DE TRANSPORTE Y PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES

A.7.1.- Huella de carbono

A.8.- ANÁLISIS DE CONDICIONANTES EXTERNOS Y CLIMATOLÓGICOS

A.8.1.- CONDICIONANTES ADMINISTRATIVOS

A.8.2.- CONDICIONANTES TÉCNICOS

A.8.2.1. Aspectos medioambientales y restricciones temporales:

A.8.2.2. Aspectos constructivos a considerar:

A.8.2.3. Hidrogeología y protección de acuíferos:

A.8.2.4. Empresas y organismos afectados

A.8.3.- CONDICIONANTES CLIMATOLÓGICOS

A.9.- DESVÍOS PROVISIONALES Y REPOSICIONES DE SERVICIOS

A.10.- ZONAS PREVISTAS PARA PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

A.11.- SUBCONTRATACIÓN

A.II - PROGRAMA DE TRABAJOS

A.12.- PROCESO CONSTRUCTIVO

A.13.- PLAZO DE EJECUCIÓN

A.14.- LISTA DE ACTIVIDADES REPRESENTATIVA PARA ANALIZAR EL DESARROLLO DE LAS OBRAS.

JUSTIFICACIÓN DE RENDIMIENTOS ADOPTADOS Y DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES: DIAGRAMA DE GANTT

A.15.- RED DE PRECEDENCIAS, DURACIÓN DE CADA ACTIVIDAD, COMIENZO Y FINAL DE LAS MISMAS Y HOLGURAS: DIAGRAMA PERT

A.16.- DIAGRAMA ESPACIOS TIEMPO. INVERSIÓN MENSUAL PREVISTA.

- A.17.- *INFOGRAFÍAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO*
A.18.- *PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN DEL CDE DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS*

- A.18.1.- CODIFICACIÓN DE PROYECTOS DE ACC
- A.18.2.- CODIFICACIÓN DE ARCHIVOS
- A.18.3.- ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN
 - A.18.3.1. ESTADOS
 - A.18.3.2. CARPETAS
- A.18.4.- FLUJOS DE INFORMACIÓN
 - A.18.4.1. DE TRABAJO A COMPARTIDO
 - A.18.4.2. DE COMPARTIDO A PUBLICADO
 - A.18.4.3. INFORMES DE TRANSMISIÓN

B.- CALIDAD

- B.1.- *ORGANIZACIÓN DEDICADA AL CONTROL DE CALIDAD*
B.2.- *ASPECTOS CONCRETOS DE LAS UNIDADES A CONTROLAR Y NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE.*

- B.2.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS
 - B.2.1.1. RELLENOS
 - B.2.1.2. RELLENOS: PEDRAPLEN
 - B.2.1.3. CUÑA DE TRANSICIÓN
 - B.2.1.4. ESCOLLERA
 - B.2.1.5. SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU CON CEMENTO
- B.2.2.- CAPAS DE FORMA
 - B.2.2.1. CAPA DE FORMA
- B.2.3.- CAPAS DE ASIENTO FERROVIARIAS
 - B.2.3.1. SUBBALASTO
- B.2.4.- PROTECCIÓN DE TALUDES
 - B.2.4.1. BULONES
 - B.2.4.2. MALLA ELECTROSOLDADA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN
 - B.2.4.3. HORMIGÓN PROYECTADO (GUNITA)
- B.2.5.- TÚNELES
 - B.2.5.1. BULONES
 - B.2.5.2. HORMIGÓN PROYECTADO (GUNITA)
 - B.2.5.3. CONTENIDO DE FIBRAS
 - B.2.5.4. MORTERO O LECHADAS DE INYECCIÓN
- B.2.6.- HORMIGONES EN MASA Y ARMADO Y SUS COMPONENTES
 - B.2.6.1. HORMIGÓN ARMADO Y EN MASA
 - B.2.6.2. HORMIGÓN PREFABRICADO
 - B.2.6.3. BARRAS DE ACERO PARA ARMAR
 - B.2.6.4. MALLA ELECTROSOLDADA
 - B.2.6.5. ACERO ESTRUCTURAL
 - B.2.6.6. PILOTES
 - B.2.6.7. MICROPILOTES
- B.2.7.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN FF.CC.
 - B.2.7.1. CANALETA PREFABRICADA
- B.2.8.- PROTECCIONES ACÚSTICAS
 - B.2.8.1. PANTALLAS ACÚSTICAS
- B.2.9.- FIRMES Y PAVIMENTOS
 - B.2.9.1. ZAHORRA
 - B.2.9.2. HORMIGÓN BITUMINOSO TIPO AC (eq D-S-G)
 - B.2.9.3. LIGANTES BITUMINOSOS
 - B.2.9.4. BETUNES ASFÁLTICOS
 - B.2.9.5. EMULSIONES BITUMINOSAS
 - B.2.9.6. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES
- B.2.10.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
 - B.2.10.1. PINTURA PARA MARCAS VIALES
 - B.2.10.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL
 - B.2.10.3. BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES METÁLICOS
- B.2.11.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
 - B.2.11.1. LÁMINAS IMPERMEABILIZANTES DE PVC
 - B.2.11.2. GEOTEXTIL
 - B.2.11.3. GEOCOMPUESTO DRENANTE
 - B.2.11.4. APOYO ELASTOMÉRICO
 - B.2.11.5. BARANDILLA
 - B.2.11.6. CERRAMIENTO
- B.2.12.- CONDUCCIONES DE AGUA

- B.2.12.1. TUBOS DE PLÁSTICO
- B.2.12.2. TUBOS DE FUNDICIÓN
- B.2.12.3. TUBOS DE HORMIGÓN
- B.2.13.- REDES DE SERVICIOS
 - B.2.13.1. ELECTRICIDAD. BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO
 - B.2.13.2. TELECOMUNICACIONES
- B.2.14.- JARDINERÍA
 - B.2.14.1. TIERRA VEGETAL
 - B.2.14.2. SIEMBRA DE CESPED CON SEMILLA
- B.3.- *CRITERIOS DE MUESTREO Y DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO DE MATERIALES*
- C.- PROGRAMA DE ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES**
 - C.1.- *SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL*
 - C.2.- *IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES POTENCIALES DE GENERAR IMPACTO AMBIENTAL*
 - C.3.- *MEDIDAS DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL PROPUESTAS*
 - C.4.- *MEJORAS MEDIOAMBIENTALES PROPUESTAS RESPECTO AL PROYECTO*
 - C.5.- *RECICLABILIDAD DE LOS MATERIALES*
 - C.6.- *PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL*
 - C.6.1.- REPLANTEO
 - C.6.2.- UBICACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE PRÉSTAMOS Y VERTEDERO
 - C.6.3.- LOCALIZACIÓN Y CONTROL ZONAS INSTALACIONES Y PARQUE MAQUINARIA
 - C.6.4.- CONTROL DE ACCESOS TEMPORALES
 - C.6.5.- CONTROL DE MOVIMIENTOS DE MAQUINARIA
 - C.6.6.- DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES Y ZONA DE OBRAS
 - C.6.7.- SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
 - C.6.8.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES
- D.- MEMORIA DE SEGURIDAD Y SALUD**
 - D.1.- *ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LA OBRA*
 - D.1.1.- Organigrama preventivo
 - D.1.1.1. Recursos preventivos
 - D.1.1.2. Funciones recurso preventivo
 - D.1.1.3. Coordinación con subcontratistas y trabajadores autónomos
 - D.2.- *SISTEMAS DE PARTICIPACIÓN DEL PERSONAL DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS*
 - D.3.- *PROCESOS DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN A DESARROLLAR*
 - D.1.1.4. Procesos de formación
 - D.1.1.5. Procesos de información
 - D.1.1.6. Vigilancia de salud de los trabajadores
 - D.4.- *ANÁLISIS DE POSIBLES SITUACIONES DE EMERGENCIA*
 - D.5.- *REVISIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD*
 - D.1.2.- Análisis y revisión del estudio de seguridad y salud
 - D.1.2.1. Adaptación del ESS a las exigencias del R.D. 1627/97
 - D.1.2.2. Adaptación de la memoria al proceso constructivo
 - D.1.2.3. Instalaciones provisionales previstas para la obra
 - D.1.2.4. MEDIOS AUXILIARES
 - D.1.2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES
 - D.1.2.6. SITUACIONES DE EMERGENCIA
 - D.1.2.7. ADAPTACIÓN DE LOS PLANOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO
 - D.1.3.- Propuesta de mejoras
 - D.6.- *SISTEMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS*
- E.- TECNOLOGÍA I+D+I**
- F.- PROPUESTA DE METODOLOGÍA BIM**
- G.- ANÁLISIS DE RIESGOS**
- H.- DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA**
 - H.1.- *DOCUMENTACIÓN GRÁFICA*
 - H.1.1.- PLANOS Y ESQUEMAS
 - H.1.1.1. IMPLANTACIÓN
 - H.1.1.2. ACCESOS
 - H.1.1.3. PLANTAS DE PRODUCCIÓN Y VERTEDEROS
 - H.1.1.4. CONDICIONANTES
 - H.1.1.5. SOLUCIONES AL TRÁFICO
 - H.1.1.6. PLANOS LLAVE TÚNELES
 - H.1.1.7. ESQUEMA AUTOCIMBRA
 - H.1.2.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO
 - H.1.4.- INFOGRAFÍAS 3D

- H.2.- CERTIFICADOS
- H.3.- CURRICULUMS
- H.4.- CARTAS DE COMPROMISO
- H.5.- ESTUDIOS TÉCNICOS PREPARADOS POR LA UTE
 - H.5.1.- ESTUDIO DE VIBRACIONES POR VOLADURAS EN TÚNEL.
 - H.5.2.- ANÁLISIS GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
 - H.5.3.- ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DRENAJE
 - H.5.4.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL
 - H.5.5.- HUELLA HÍDRICA Y DE CARBONO

A.- MEMORIA Y PROGRAMA DE TRABAJOS

A.I - MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

CONFIDENCIAL | CONF. | onstruativ S.A. – CONF. | CONFIDENCIAL | visi – CONF. | CONF. CONFIDENCIAL

erado re ade

fertado para el Concurso “**OBRAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DECONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD ANTEQUERA GRANADA. TRAMO: VARIANTE DE LOJA. A-92.**”

A.1.- CONCEPCIÓN GLOBAL DE LA OBRA

En este apartado pretendemos realizar un breve resumen de la Memoria Constructiva y del Programa de Trabajos ofertado, cuyo planteamiento se ha apoyado en los siguientes los aspectos fundamentales:

✓ LA DISPONIBILIDAD DE LOS MEDIOS NECESARIOS DURANTE TODA LA OBRA

En todo momento, la UTE garantizará la disponibilidad de medios necesarios para la ejecución de la obra, especialmente para el Viaducto del Manzanil, adquiriendo la autocimbra necesaria para la ejecución de las obras, para la que ya se ha firmado compravent DONU en fase de licitación; como para los túneles, a través de Obras CONFIDENCIAL (en adelante, CONF. empresa especializada en este tipo de obras que aportará su vasta exp disposición ios materiales y personales. Asimismo, la UTE ha previsto la instalación in situ de una planta de hormigón, así como de una planta móvil de machaqueo y clasificación de áridos, con el objetivo de reaprovechar las calizas y garantizar en todo momento la continuidad en el suministro a los tajos de túneles y estructuras.

✓ LA “ENVOLVENTE” DEL CONTRATO

- **Aspectos medioambientales:** La UTE se compromete a garantizar una gestión ambiental responsable en todas las fases del proyecto, prestando especial atención a la protección de los acuíferos y áreas de especial protección. Para ello, se pondrá a disposición un equipo específico que velará por la vigilancia ambiental de la obra, encargándose de su gestión y de la coordinación de las actuaciones con las autoridades medioambientales.

ORGANIGRAMA

- **Afección al tejido empresarial del Polígono:** Uno de los principales retos técnicos será la ejecución de las pilas del viaducto en la zona del Polígono Industrial Manzanil sin afectar a su actividad. Para solventar esta situación, se implementarán desvíos de tráfico e itinerarios alternativos, como se verá más adelante. Asimismo, la UTE garantizará en todo momento los accesos a las empresas afectadas, como lo son la Embotelladora y la Cooperativa Agrícola. Se establecerá una coordinación directa con las empresas afectadas para planificar las actuaciones y se dispondrá de un equipo específico para la gestión y supervisión del tráfico.



✓ LAS GESTIONES ADMINISTRATIVAS Y LA COORDINACIÓN CON LAS EMPRESAS Y ORGANISMOS AFECTADOS

La UTE incorporará al Equipo de Obra un Coordinador General para gestionar las relaciones con el Ayuntamiento de Loja, las empresas del Polígono Industrial, la autoridad competente en materia de Minas (fundamental para la aprobación del proyecto de voladuras y gestión de explosivos) y la Demarcación de Carreteras (por la afección en la A-42), entre otros. El Coordinador actuará como interlocutor único ante cada una de las administraciones y agentes afectados. De este perfil, colgarán equipos de trabajo específicos para gestionar cada una de las afecciones: servicios urbanos, desvíos de tráfico, etc.

ORGANIGRAMA

A.1.1.- CONOCIMIENTO DEL PROYECTO Y DEL ENTORNO

Con el fin de analizar de la manera más exhaustiva posible el proyecto, la UTE ha contratado a importantes ingenierías especializadas la realización de diversos estudios técnicos que han sido fundamentales para la elaboración de la presente oferta y que se describen a continuación:

A.1.1.1. VIDEO AÉREO CON DRON

En primer lugar, se ha llevado a cabo un **vuelo con dron** para el **reconocimiento del entorno**, garantizando que ningún detalle relevante quede fuera de consideración. Para visualizarlo, se puede escanear el código QR de la imagen o [pinchar aquí](#).



A.1.1.2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

La UTE ha realizado un estudio de campo exhaustivo recorriendo toda la traza de la obra también por vía terrestre. En el Apartado [H.1.1.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO](#) de la Doc. Complementaria se han recopilado las observaciones realizadas in situ.

A.1.1.3. ANÁLISIS GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

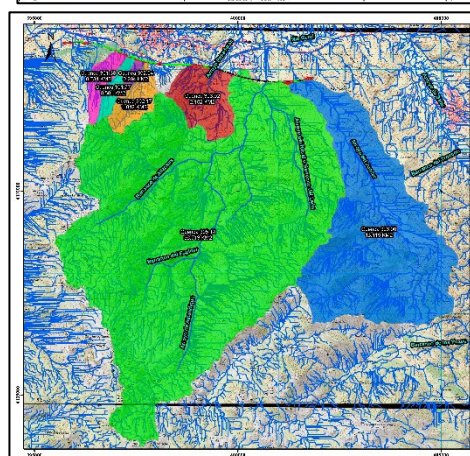
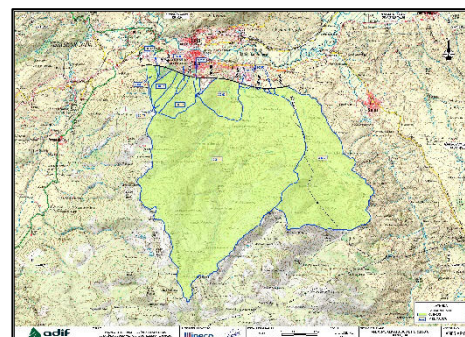
[Insertar resumen](#)

A.1.1.4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DRENAJE

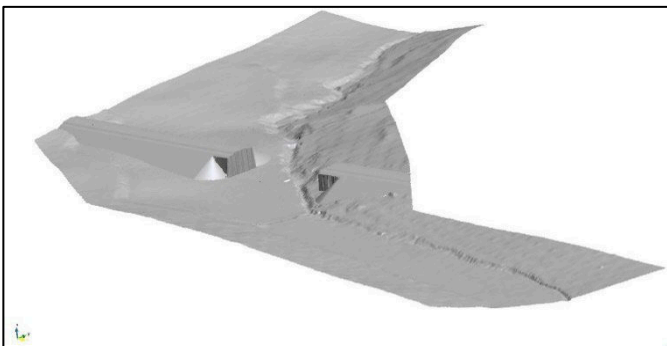
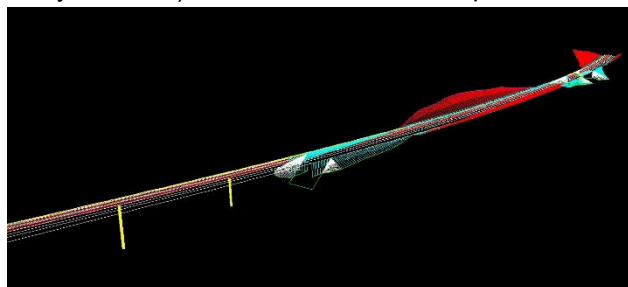
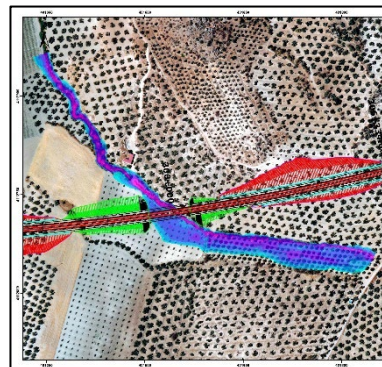
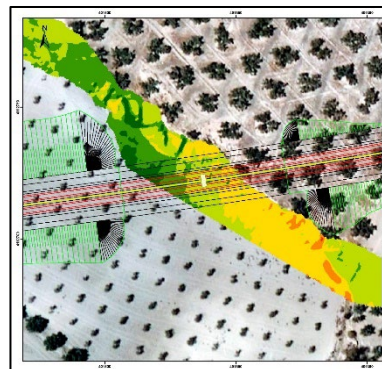
La UTE ha llevado a cabo una revisión completa en materia hidrológica e hidráulica del proyecto. Se han estudiado y propuesto asimismo posibles optimizaciones al proyecto vigente. Todo ello se incluye de forma detallada en el Informe Técnico (en adelante «informe») que se adjunta en el apartado [H.5.3.- ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DRENAJE](#) de la Documentación Complementaria de la presente oferta y que puede consultarse asimismo mediante el código QR que se muestra.

En el apartado 4.2 del citado informe se incluye la **REVISIÓN HIDROLÓGICA** del proyecto. El proyecto selecciona cinco estaciones para el estudio de frecuencias (5562E-ILLORA (MOLINO REY), 5562O-PINOS FUENTESANTA, 5576A-ALAMA DE GRANADA (AYUNTAMIENTO), 5582A-LOJA y 6097E-ARCHIDONA). En el apartado 3.2.2 del Anejo n.º 5, *Climatología e Hidrología*, del proyecto se aplican unos criterios de validación para cada una de las series. La serie de la estación de LOJA queda descartada al presentar únicamente 10 valores válidos no consecutivos. Las cuatro estaciones restantes son válidas para acometer el estudio de frecuencias. **La elección de las estaciones y los criterios de validación aplicados en el proyecto son adecuados.** No se ha realizado en proyecto ningún análisis de la estacionariedad de las series. Se trata de series con registros desde los años 70, de modo que **es probable que presenten cierto sesgo** por condiciones climáticas. Podría haberse realizado asimismo un análisis de consistencia de cada una de las estaciones, verificando que las condiciones de medida de los datos no han variado a lo largo del tiempo. Se ha revisado el estudio de frecuencias incluido en el *Apéndice n.º 3 del Anejo n.º 5 del proyecto*, pudiendo concluir que **el análisis de frecuencias es correcto.** El proyecto obtiene la precipitación máxima areal aplicando la metodología de los polígonos de Thiessen. Se recomienda emplear el método geoestadístico de Kriging, si bien **se considera aceptable el empleo de la metodología de los polígonos de Thiessen** al tratarse de un procedimiento de amplio uso y aceptación en estudios hidrológicos. A la vista de los polígonos de Thiessen delimitados a partir de las estaciones seleccionadas, resulta que **la única estación pluviométrica representativa de las cuencas de estudio** se corresponde con la **estación de LOJA – 5582A**. El resto de estaciones no mantienen —bajo el criterio de los polígonos de Thiessen— influencia hidrológica alguna en las cuencas de estudio. Teniendo en cuenta el mencionado descarte de la serie de la estación de LOJA, **el estudio de frecuencias deja de ser relevante en el análisis de las lluvias** de diseño, puesto que el establecimiento de la precipitación máxima diaria para la citada estación (que es la hidrológicamente representativa de las cuencas de estudio) se corresponde con la aplicación de la metodología desarrollada en la publicación «Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular». En el documento «Resumen ejecutivo sobre la consideración del cambio climático en los planos de gestión del riesgo de inundación de 2º ciclo (2022-2027) en las cuencas intercomunitarias» (CEDEX, 2021), se concluye que el impacto del cambio climático en la región de estudio se enmarca en zonas de riesgo con «incremento probable poco significativo». En el apartado 4.2.3 del informe se ha revisado la **delimitación y obtención de los parámetros físicos de las cuencas vertientes** realizada en el proyecto. El corredor ferroviario atraviesa tres cauces públicos de cierta relevancia: arroyo Pasaderas, arroyo Alcaudique y arroyo Juncar. Existen **ciertas diferencias entre las áreas de las cuencas delimitadas** en el informe y en el proyecto. Las áreas del informe para las cuencas 301.77 y 302.17 resultan inferiores a las de proyecto. Estas discrepancias se deben con seguridad a que **el modelo digital del terreno empleado en la delimitación del Informe Técnico** (MDT02 [año 2020], con datos en retícula de 2x2 m), **mantiene una precisión muy superior a la cartografía 1:25.000 empleada en proyecto.** Se adopta la delimitación y obtención de los parámetros físicos (área y pendiente) de las cuencas vertientes realizada en el proyecto, quedando del lado de la seguridad. Los tiempos de concentración calculados en el proyecto han sido obtenidos conforme a la normativa vigente. Los umbrales iniciales justificados en el proyecto se consideran correctamente estimados, al igual que los coeficientes de escorrentía. Los caudales obtenidos son correctos. El equipo redactor del informe ha descargado las capas de inundación en formato ráster para la zona de estudio para los periodos de retorno de 100 y 500 años del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), así como la Zona de Flujo Preferente (ZFP) y el Dominio Público Hidráulico Cartográfico. La información anterior está actualizada con fecha de julio de 2022 y diciembre de 2023 y ofrece una información precisa de la inundación del arroyo Alcaudique en la zona de actuación.

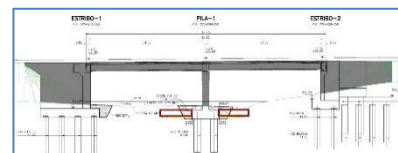
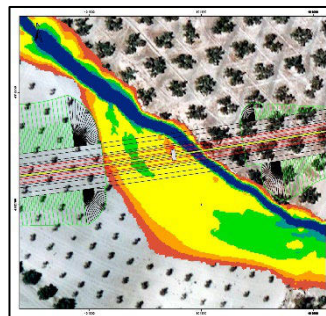
CONFIDENCIAL
L



En los apartados 4.3, 4.4 y 4.5 del mencionado informe se incluye la **REVISIÓN DEL DRENAJE** del proyecto (drenaje transversal, estudio del drenaje de los cauces principales y drenaje longitudinal, respectivamente). El equipo redactor del informe **ha mecanizado el trazado completo de la Línea de Alta Velocidad en el programa de obras lineales ISTRAM** (plantas, alzados y secciones tipo). Conocida la geometría y la secuencia de terraplenes y desmontes del corredor ferroviario se ha podido analizar con todo nivel de detalle la red de drenaje proyectada. El periodo de retorno adoptado para la revisión del drenaje es de 500 años. En el apartado 4.3.6 del informe se revisan los cálculos hidráulicos de las obras de drenaje proyectadas. **De la revisión se concluye que cinco de las obras del drenaje transversal incumplen los límites prescritos en el artículo 4.4.4 de la norma 5.2-IC, por el cual el calado máximo a considerar a la entrada de las ODT debe mantenerse por debajo de 1,20 veces la altura libre del conducto.** Esta comprobación no se incluye en la tabla que se adjunta en el apartado 3.4.3.2 del proyecto. De las cinco obras indicadas, **la obra OD-302.31.1 no dispone de capacidad en régimen normal.** Se han identificado **deficiencias en la disposición de los canales y las bajantes escalonadas**, y una notable **falta de congruencia en el traslado de las condiciones de implantación al programa de cálculo hidráulico de colectores empleado por el proyecto (HY-8)**. Los números de Manning aplicados en los cálculos hidráulicos realizados por medio del HY-8 varían —sin justificación alguna— entre 0,015 y 0,018, llegando a proponer, incluso, un valor de 0,012 para el colector de hormigón Ø800 de la obra 302.31.1. La revisión de secciones hidráulicas de las obras OD 300.31.1, OD 300.31.2, OD 301.37.1 y la OD 302.31.1 se incluye al final del apartado 4.3.6 del informe. Además de las actuaciones necesarias para el control de la sobreelevación, resulta esencial **plantear unos muros de contención del flujo en los canales rápidos proyectados entre las obras de drenaje, evitando que los esvajes entre las obras dirijan la corriente contra los espaldones de las vías de servicio y de la propia LAV**. Asimismo, se propone **reemplazar las bajantes escalonadas proyectadas a la salida de las obras OD 301.37, OD 301.77, OD 302.04 por canales, protegiendo el cauce natural con una arqueta de rotura de carga o manto de escollera**. Las **elevadas velocidades** iniciales (velocidades de entrada al primer cuenco de la bajante) y los **fuertes quiebros** que presentan en planta los elementos disipadores, no permiten garantizar un comportamiento hidráulico admisible de los mismos. Para la **obra OD 302.17** se propone **mantener la bajante escalonada proyectada, planteando una arqueta de rotura de carga a la salida de la obra de drenaje**. Las actuaciones de protección planteadas en el proyecto a la salida de las obras de drenaje (losa entre aletas y rastrillos) son adecuadas. En el apartado 4.4 del informe se revisa el drenaje de los cauces principales. Para ello se incluyen en el informe simulaciones hidráulicas bidimensionales para cada uno de los cauces principales. Se emplea para ello el modelo IBER en su versión 3.3.1. En el apartado 4.4.2 del informe se incluye el diagnóstico hidráulico de la simulación bidimensional del arroyo Pasaderas. Puede comprobarse cómo **las pilas del viaducto Manzanil quedan desahetadas por la zona inundable correspondiente al periodo de retorno de 500 años**. En el apartado 4.4.3 del informe se incluye el diagnóstico hidráulico de la simulación bidimensional del arroyo Alcaudique. Queda justificado que las pilas del viaducto del Manzanil quedan emplazadas fuera de la zona inundable correspondiente al periodo de retorno de 500 años, tal y como y como reflejaban las capas de inundación del SNCZI (ARPSI ES050_APSFR_GE006-01_T500). Para el caso del arroyo del Juncar se han elaborado los modelos en IBER para el estado actual (terreno natural) y futuro (terreno modificado por la infraestructura proyectada; ver captura adjunta del modelo modificado), y para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Para un ancho de banda con respecto al eje del cauce de 30 metros las sobreelevaciones se mantienen por debajo del umbral de los 0,30 m prescritos por el Real Decreto 9/2008 y que se corresponden con el límite adoptado en el proyecto, cumpliéndose, de este modo con la condición que establece la norma 5.2-IC en su apartado 4.3.1 de que los estribos del viaducto queden fuera de la Vía de Intenso Desagüe (VID). Se cumple, asimismo, con las condiciones de sobreelevación máxima de 50 cm para el caudal de proyecto (T=500 años) que prescribe la norma 5.2-IC, y de 30 cm para el periodo de retorno de 100 años (por emplazamiento de la pila en la VID). **Los estribos del viaducto proyectado y sus**



rellenos quedan ubicados fuera de la zona de Dominio Público Hidráulico (T=10 años) con un margen de más de 5 metros, con la salvedad del cono de derrame sureste, que afecta parcialmente la franja de servidumbre. **Esta pequeña afección puede subsanarse prolongando unos 5,00 metros la aleta vuelta del estribo 2.** En el apartado 4.4.5 del informe se estima la erosión general y local de las cimentaciones del viaducto del Juncar, y se justifican las protecciones necesarias. Los valores máximos de erosión general estimados en el informe (1,58 m) dejan al descubierto 44 cm el encepado de la pila. **Sería conveniente revisar la cota de implantación de los encepados. La erosión máxima total (suma de la erosión local provocada por el fuste de la pila y la que motiva el propio encepado) es de 5,96 m según la metodología del HEC-18, valor muy superior a los 2,00 metros estimados en el proyecto (apartado 3.5.2.2 del Anejo n.º 8).** **Se propone un ancho de manto de 6,00 metros en torno al encepado y con un espesor 1,50 m. El manto se ejecutará en dos capas de 75 cm con tamaño mínimo D50 de 50 cm (175 kg).** En el apartado 4.5 se revisa el drenaje longitudinal. Los criterios hidrológicos adoptados por el proyecto para el diseño de la red de drenaje longitudinal se ajustan a la normativa vigente y quedan enmarcados del lado de la seguridad. Los criterios de diseño adoptados en el proyecto para las cunetas de desmonte y de guarda son adecuados y se ajustan a la normativa vigente. Se han revisado los cálculos hidráulicos incluidos en el Apéndice n.º 8 y 9 del Anejo n.º 8 del proyecto y se puede concluir que los **cálculos hidráulicos de las cunetas de desmonte y de guarda son correctos, con la salvedad del diseño en alzado del cunetón C-302.5, que no es admisible**, al presentar una cota roja muy reducida en su talud izquierdo en su sección de aguas arriba. **Se propone ejecutar una mota en la margen izquierda del cunetón de 1,00 m de altura hasta el p.k. 40, garantizando de este modo la recepción íntegra del caudal sin desbordamientos.** De la revisión hidráulica de los colectores del drenaje longitudinal incluida en el apartado 4.5.4 del informe, resulta que **nueve de los colectores presentan sobreelevaciones por encima del límite establecido por la norma 5.2-IC, y de estos nueve, dos ellos presentan falta de capacidad en régimen uniforme. Se incrementan sus secciones para garantizar el cumplimiento normativo.** Las bajantes escalonadas están correctamente dimensionadas y los cálculos hidráulicos de las canaletas que se incluyen en las tablas del Apéndice n.º 7 del Anejo n.º 8 del proyecto son correctos. De la revisión del perfil longitudinal del proyecto se concluye que, bajo los criterios expuestos de la Orden Circular 17/2003, debe implantarse un dren de transición (Ø200) desmonte-relleno en el p.k. 303+500.



En el apartado 5 del informe se justifican las **OPTIMIZACIONES** del proyecto. En el apartado 5.1 del informe se incluye una propuesta de optimización para la sección hidráulica de tres obras de drenaje transversal (OD 300.31, OD 301.37 y OD 302.17), habiéndose garantizado que permanece incólume la funcionalidad hidráulica de todas ellas.

En los Apéndices n.º 3 y n.º 4 del informe se incluyen las tablas de revisión y optimización, respectivamente.

A.1.1.5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En el presente apartado se recogen las conclusiones de los análisis realizados por **Engineer vi** (en adelante **Pontem**) como **asesor estructural de la UTE** **CONF.** **GRUPO CONF. Y CONF.** sobre las estructuras definidas en el Proyecto y cuyo informe c puede c s nte el código **QR** adjunto. Las estructuras del tramo se resumen en la siguiente tabla, donde se remarcan en negrita las que son objeto de estudio en el presente informe.

CONFIDENCIA
L

	ESTRUCTURAS	PEM	% PEM
3.1	Viaducto el manzanil	70.287.704,97 €	54,35%
3.2	Viaducto sobre el arroyo el Juncar	3.150.416,97 €	2,44%
3.3	Paso superior P. S 301.7	843.797,58 €	0,65%
3.4	Muros	30.586,61 €	0,02%
3.5	Otros	154.887,98 €	0,12%
		74.467.394,11 €	57,58%

Como se puede observar, el Viaducto del Manzanil corresponde a más de la mitad del PEM del proyecto.

■ Normativa

Cabe destacar que, en este proyecto y a petición expresa del ADIF, para los viaductos ferroviarios se han tomado las acciones y las combinaciones más desfavorables entre IAPF -07 y los Eurocódigos. En general se comprueba la aplicación correcta de esta premisa.

Materiales

■ Materiales

La definición de materiales es correcta, aunque no parece justificarse el ambiente XA3 en los hormigones de las cimentaciones de E-1, P-1, P-2 y P-3 del Viaducto del Manzanil por otro aspecto que no sea uniformidad. Por otro lado, la consistencia del hormigón de pilotes y estribos habrá de cambiarse a líquida para dar cumplimiento al Código Estructural.

Se hace notar que todo el diseño de durabilidad está basado en el empleo de cementos Tipo I, cuya producción está actualmente inmersa en una reducción en aras de cementos con menor huella de CO₂.

Existen diferencias entre el acero pasivo empleado en los viaductos y en el paso superior, aunque de poca trascendencia práctica.

▪ Acciones

Las acciones consideradas se consideran adecuadas y conforme a la normativa vigente, respetando el mencionado criterio de considerar las más demandantes entre la reglamentación nacional y la europea.

Hay algunas pequeñas diferencias de criterio entre las tres estructuras, que no tendrán especial trascendencia.

No obstante, cabe señalar que el valor de la acción sísmica adoptado en los anejos de sismicidad y de estructuras difiere. Dada la relevancia del efecto sísmico en la dirección longitudinal y la estrategia sísmica elegida, sería deseable la unificación y validación de los criterios, como también podría ser interesante un estudio de peligrosidad sísmica ajustado al sitio en aras de calibrar esta acción correctamente

▪ Geotecnia

Se ha comprobado que los valores de cálculo de los parámetros geotécnicos definidos en el Anejo de Geotecnia se corresponden con los usados en el Anejo de Estructuras.

▪ Viaducto del Manzanil

En general, el diseño del Viaducto es completo y correcto, aunque por la particularidad que presenta desde el punto de vista de su estrategia sísmica y su proceso constructivo, así como la interacción entre ambos, hay algunos aspectos que merecen atención y requerirán un estudio específico durante la fase de ejecución:

- En un viaducto tan largo como este, y siendo de hormigón pretensado con una gran masa, la estrategia sísmica longitudinal puede ser dimensionante para muchos elementos, mientras que la transversal es menos acusada.

En dirección transversal se opta por una transmisión de las fuerzas a las pilas mediante topes transversales constituidos por "tetones" de hormigón armado descolgados del tablero y apoyos deslizantes de neopreno zunchado. Si bien es una estrategia habitual, el reemplazo de los apoyos una vez alcanzada su vida útil se plantea problemático dado que hay un espacio de 21 cm entre el tetón y la pila, en el que se debe acceder para desconectar los apoyos atornillados, retirarlos e introducir los nuevos, sin que quede solucionado cómo retirar la carga de los mismos para permitir tal operación. Existen alternativas por encima del nivel de la pila que permiten la inspección y sustitución de los elementos, que se están empleando en otras líneas de alta velocidad en zonas sísmicas.

En la dirección longitudinal se dispone un sistema de disipación de energía constituido por una combinación de amortiguadores de tipo viscoso en los estribos vinculándolos al tablero junto con péndulos de fricción en las pilas 17 a 21. En el resto de las pilas y en los estribos se disponen apoyos deslizantes de tipo rótula esférica. Se trata de una estrategia sísmica que no es habitual pero tampoco completamente novedosa, ya que se encuentra al menos una referencia previa en los viaductos de Almocázar, Barranco Hondo, La Gloria y Los Giles, en el Tramo Los Gallardos-Sorbas de la línea Murcia-Almería. Se considera que esta estrategia puede ser competitiva frente a otras soluciones como la clásica de disponer un punto duro en el centro del tablero, conformado por una pila en delta, como puede ser por ejemplo el Viaducto sobre el Río Guadalquivir y la A-92 en la línea de Málaga o el Viaducto de Archidona. Como único punto reseñable se tiene el hecho de que la inclusión de los apoyos pendulares introduce algunos condicionantes a la estrategia constructiva como se verá en el punto siguiente.

- La ejecución del tablero se proyecta por el procedimiento de fases sucesivas con autocimbra. El procedimiento consiste en construir vanos sucesivos, hormigonando de una vez del orden de 4/5 del vano y una ménsula de 1/5 sobre el vano siguiente. Para soportar peso del encofrado y del hormigón fresco se emplean cimbras metálicas longitudinales que apoyan en las propias pilas mediante ménsulas especiales. En cada fase se aplica el pretensado correspondiente, de manera que se pueda avanzar la cimbra al vano siguiente.

El proyecto considera lo que se denomina una cimbra superior, esto es, aquella cuya estructura resistente se sitúa por encima de la rasante del tablero, colgando el encofrado de la misma. Si bien estas cimbras tienen algunas ventajas en viaductos de poca altura, es difícil que una de estas máquinas pueda encajarse en el espacio disponible en la cabeza de pilas sin una modificación de las mismas, ya que el hueco usualmente empleado para el apoyo de la máquina está reservado al tetón de bloqueo lateral. Existen formas pero que implicarían un cambio en el proceso de ejecución global y afectarían al programa de obras. La alternativa es el empleo de una cimbra inferior, que requiere de algunas modificaciones en las pilas para permitir disponer los dispositivos de apoyo provisional, y que habitualmente suelen recomendar pilas de canto constante, al menos en el sentido transversal, que permitan un izado de los mismos de manera completamente vertical a la pila.

Por otro lado, y con independencia de la autocimbra final empleada, el proyecto ha considerado que la misma se cuelga de la estructura a una distancia muy cercana a la pila (1,25 m). La práctica habitual es que este cuelgue se realice a 1,25 m del frente del voladizo, para compatibilizar deformaciones de cimbra y voladizo. Este hecho podría requerir alguna modificación en el pretensado, aunque como es habitual un recálculo una vez se define el proceso constructivo final, no es un problema de mucho calado.

El proceso constructivo propuesto para la construcción del viaducto con autocimbra parece viable, pero presenta algunos desafíos. Uno de los problemas principales es la necesidad de bloquear el tablero

provisionalmente, ya que, al no tener un punto fijo en los estribos, se requiere una solución temporal con puntales metálicos para garantizar la estabilidad. Además, en viaductos largos como este (1737 m), las deformaciones térmicas y reológicas, que pueden ser significativas, no han sido completamente consideradas en el plan. Esto podría generar movimientos considerables durante la construcción, afectando el ajuste de los encofrados y al endurecimiento del hormigón. También hay que prestar atención a los apoyos, que no parecen diseñados para acomodar los movimientos térmicos y reológicos durante la obra. Para mitigar estos problemas, se sugieren bloqueos provisionales en distintas pilas para repartir las deformaciones y minimizar su impacto. Finalmente, la variabilidad de los vanos introducirá algo de tiempo adicional a la construcción debido a las reconfiguraciones necesarias en la autocimbra, que implicarán paradas adicionales.

- No se ha considerado la interacción terreno-estructura en el modelo de cálculo. En el sentido transversal a la estructura, en el que no está aislada, esto puede tener implicaciones ya que las posibles diferencias de rigidez entre las diferentes cimentaciones pueden cambiar el reparto de reacciones, especialmente en las pilas más cortas. Según la EN 1998-2 es deseable considerar esta interacción, especialmente cuando se realiza un cálculo no lineal en el dominio del tiempo, como es el caso.
- Únicamente se han verificado las tensiones en el hormigón con la resistencia característica del mismo. No obstante, el tesado se realiza cuando el hormigón alcanza $35 \text{ MPa} < f_{ck}$, es por ello que debería verificarse también que se cumplen los límites en el momento de la transferencia, ya que podrían ser determinantes en el diseño.
- El apoyo de la P2 puede ser problemático desde un punto de vista de la ejecución. Según el proyecto, se sitúa en el fondo de un antiguo frente de cantera, actualmente restaurado. El espesor máximo de relleno estimado es de unos 28 m. Para el apoyo de la cimentación de esta pila se proyecta la retirada total del relleno hasta la cota 514 y la construcción de una zapata superficial. Aunque la cubicación de las tierras y su retirada se ha previsto, la determinación de volúmenes se ha realizado en base a ensayos geofísicos, por lo que estas mediciones, y especialmente el punto de aparición de la roca sana, podría variar en magnitudes no despreciables. La roca encontrada podría además estar fracturada fruto del proceso extractivo de la cantera.

A efectos de cálculo, el geotécnico indica, y así se recoge en los planos, el posterior relleno de la excavación hasta la cota de la restauración original. No se ha podido encontrar en el proyecto ninguna consideración sobre los empujes de este relleno sobre la pila P-2 y la interacción cinemática-inercial en la situación sísmica. Esta pila, y en menor medida la P-3, deberían ser objeto de un estudio de detalle durante la ejecución.

Las contenciones provisionales parecen algo ajustadas al tamaño de las cimentaciones como para permitir encofrados recuperables e interfieren con ellos en algunos puntos. Podría ser necesario algún ajuste menor en las mismas.

▪ **Viaducto del Juncar**

Más allá de las discrepancias entre la definición de la acción sísmica presentes entre los anejos de Efectos Sísmicos y el Anejo de Estructuras, no se encuentran aspectos relevantes en el diseño o definición del viaducto.

El aspecto más reseñable es la falta de consideración de las comprobaciones de deslizamiento y vuelco para pilas y estribos, así como también la comprobación de estabilidad global de ladera.

Mencionar de nuevo, como ocurre en el Viaducto del Manzanil, que las verificaciones tensionales del hormigón se realizan con f_{ck} , cuando el tesado se realiza cuando el hormigón alcanza $35 \text{ MPa} < f_{ck}$, es por ello que debería verificarse también que se cumplen los límites en el momento de la transferencia, ya que podrían ser determinantes en el diseño.

▪ **Paso superior P.S. 301.7**

No se han encontrado deficiencias graves en la definición o el diseño de la estructura más allá de algún aspecto secundario que podría requerir definición adicional. Sólo se hace notar que El proyecto establece tesar la losa del tablero cuando el hormigón alcanza 32 MPa de resistencia, pero se debería hacer al 60% de este valor (19,2 MPa) para evitar daños estructurales. Se recomienda ajustar la resistencia mínima del hormigón en el tesado.

A.1.1.6. ESTUDIO DE VIBRACIONES POR VOLADURAS EN TÚNEL

La UTE también ha elaborado un estudio de vibraciones, incluido en el apartado [H.5.- ESTUDIO DE VIBRACIONES POR VOLADURAS EN TÚNEL](#). De la **Documentación Complementaria** a la presente memoria.

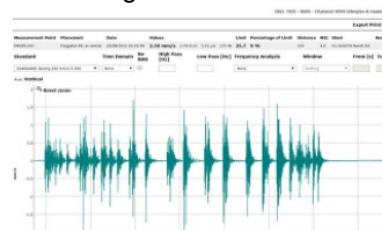
Por lo que respecta a las viviendas y edificaciones, la zona más limitante es la estación de servicio ubicada a 275 m de la boca este del Túnel de los Abades. La carga operante máxima de 758,7 kg está muy por encima de la carga considerada en los diseños de las voladuras por lo que se deduce que se podrán realizar las voladuras con seguridad para las edificaciones.

En cuanto a la autovía A-92 ubicada a tan sólo 35 metros del portal este del Túnel de las Monjas, se procederá a ejecutar voladuras con pases cortos de 1,5 metro en avance y 2 metros en destroza mientras el túnel no diste más de 50 metros de la autovía.

Antes del inicio de la obra se harán pruebas de validación de la ley de transmisión.

Además, previamente al comienzo del trabajo de voladuras se instalarán sismógrafos en distintas edificaciones y estructuras a proteger con el fin de llevar un registro continuo y actualizado de los niveles de vibraciones que se van produciendo. Los equipos de medición correspondientes registrarán las tres componentes de la vibración según las especificaciones técnicas mínimas indicadas en la UNE 22-381-93.

Estos sismógrafos harán un registro de las ondas terrestres y aéreas y automáticamente mandaran una señal de alarma si los valores vibración se acercan al valor umbral señalado. A continuación, se muestra un ejemplo de informe de vibraciones generado con los datos registrados por los sismógrafos.



A.1.1.7. HUELLA HÍDRICA Y DE CARBONO

<https://CONF.sharepoint.com/sites/PUBLICO/Documentos%20compartidos/Forms/AllItems.aspx?ga=1&i2FPUBLICO%2FDocumentos%20compartidos%2F241003%5F24%2D280%5FUTE%20ADIF%20LOJA%20A%2D92%20%40%2FINFORMES%2FHUELLAS%5FSOLGLOB&viewid=eb630664%2D5a6c%2D4682%2Da1f7%2Dc29d5e1e689d>

CONF.

A.1.1.8. INFOGRAFÍAS

Por último, se ha elaborado una serie de infografías a través de modelado 3D del proceso constructivo del Viaducto Manzanil y del Túnel de las Monjas.

A.1.2.- PLANO DE CONCEPCIÓN GLOBAL

CONCEPCIÓN GLOBAL DE LA OBRA

PLANO GENERAL DE LA OBRA

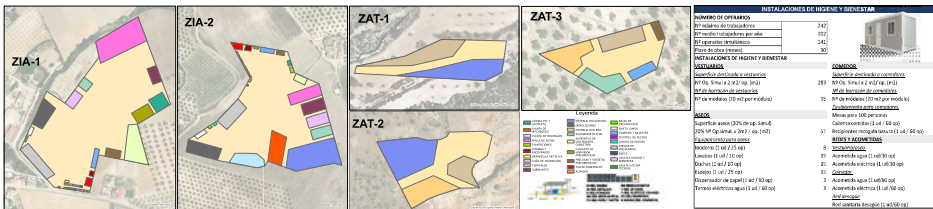
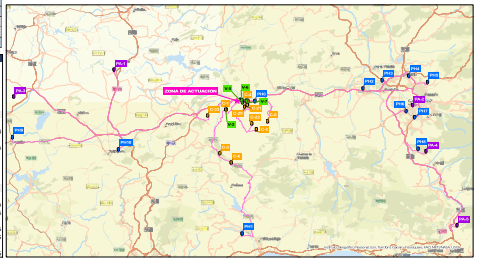
CONFIDENCIAL



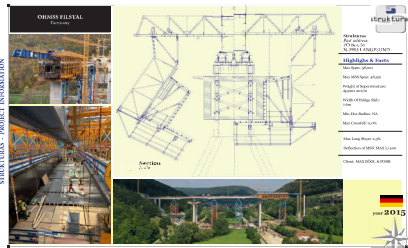
ORGANIZACIÓN DE LA ZONA DE INSTALACIONES AUXILIARES (ZIA) Y ZONAS DE ACOPIO (ZA)

[illegible]

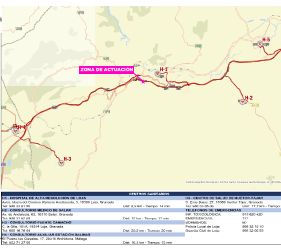
PLANTAS DE SUMINISTRO Y GESTORES AUTORIZADOS PRÓXIMOS A LA OBRA



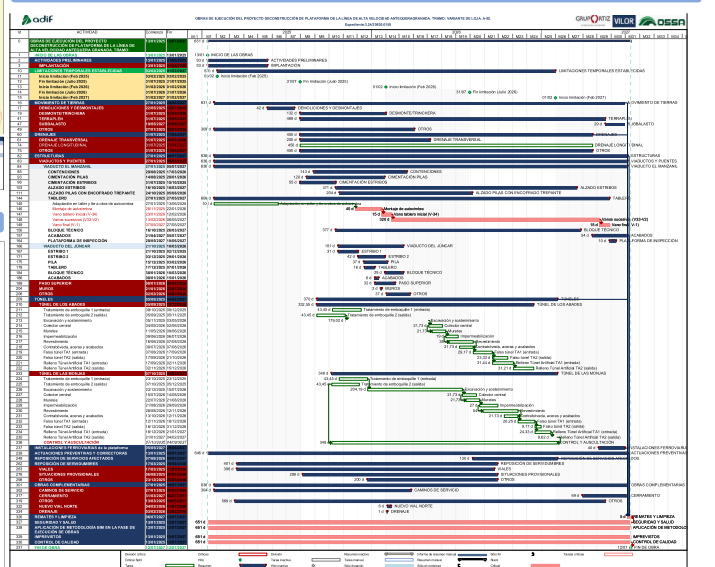
AUTOCIMBRA



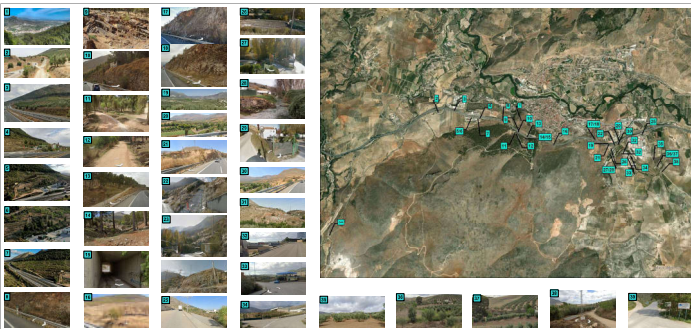
CENTROS SANITARIOS CERCANOS



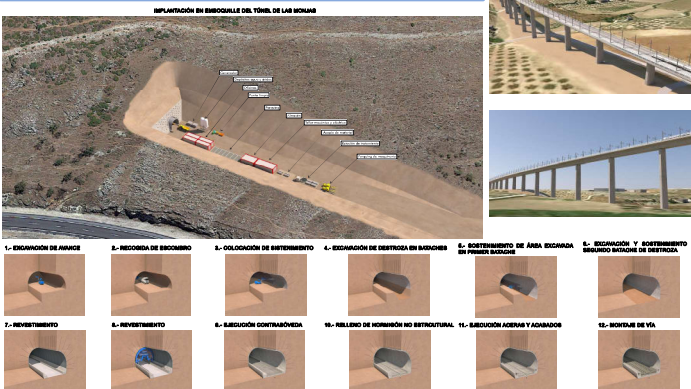
GANTT RESUMEN



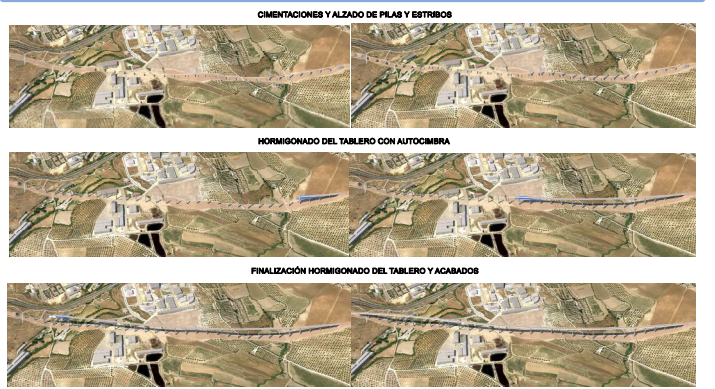
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



PROCESO CONSTRUCTIVO TÚNEL DE LAS MONJAS



PROCESO CONSTRUCTIVO DEL VIADUCTO DEL MANZANIL



A.2.- MEDIOS PERSONALES Y MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO.

A.2.1.- RELACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS PROPUESTOS

A.2.1.1. OBRAS SUBTERRÁNEAS

A continuación, se muestran los medios personales y materiales necesarios para ejecutar los trabajos en los túneles, por equipo y relevo:

EQUIPOS Y RENDIMIENTOS						
EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO						
Equipo	Fabricante	Modelo	Potencia	Capacidad	ud/frente	Nº Equipos
Excavación carga y transporte						
Jumbo de perforación de 2 brazos	Epiroc	XE3C	140 kW	2 m/min	1	2
Retropala	Caterpillar	428F	70 kW	1 m³	1	2
Retroexcavadora	Caterpillar	M318D	124 kW	100 m³/h	1	2
Minidumper	Thwaites	Alldrive 6 Toneladas Frontal	70 kW	2,3 m³	2	2
Robot de gunitado	Putzmeister	SPM 4210 PC Wetkret	60 kW	30 m³/h	1	2
Carretilla elevadora	Manitou	MRT-X-1440	134 CV	-	1	2
Camión 20 ton.	Mercedes	Actros			2	2
Grupo electrógeno	Cymasa	MTLE P810-I				
Ventilador	Zitron	ZNV 1-14-45/4				
Puesto	Categoría profesional		ud/relevo	Nº Turnos	Nº Equipos	Total
Personal de supervisión y control						
Jefe/a de Relevo	Ingeniero/a		1	4	2	8
Capataz	Capataz		1	4	2	8
Topógrafo/a	Técnico/a		1	4	2	8
Aux. topografía	Peón		1	4	2	8
Sostenimiento						
Jumbista	Oficial sostenimiento		1	4	2	8
Gunitador/a	Oficial sostenimiento		1	4	2	8
Ayudante	Oficial sostenimiento		2	4	2	16
Excavación carga y transporte						
Palista	Oficial		1	4	2	8
Retrista	Oficial		1	4	2	8
Conductor/a	Oficial		3	4	2	24
Mantenimiento e instalaciones auxiliares						
Mecánico/a	Oficial electromecánico/a		1	4	2	8
Eléctrico/a	Oficial electromecánico/a		1	4	2	8

Total personal Excavación y Sostenimiento 120

EQUIPOS Y RENDIMIENTOS						120
REVESTIMIENTO						
Equipo	ud	Fabricante	Modelo	Potencia	Capacidad	
Carro de encofrado 12 m para galerías	2	Por definir	-	-	12 m	
Encofrados para galerías 12 m	2	Por definir	-	-	12 m	
Vibradores de agua	8	-	-	-	-	
Camión hormigonera	4	Pegaso	-	250 CV	-	
Minidumper	2	Ausa	D300RHG	40 CV	3.000 kg	
Camión bomba de hormigón	2	Putzmeister	M24	270 CV	112 m³/h	
Puesto	Categoría profesional	Uds/relevo	Nº Turnos	Nº Equipos	Total	
Personal de supervisión y control						
Encargado/a	Capataz	1	1	2	2	
Oficial Encofrado	Oficial	10	1	2	20	
Ayudantes	Peón	8	1	2	16	

Total personal Revestimiento 38

EQUIPOS Y RENDIMIENTOS						
IMPERMEABILIZACIÓN						
Equipo	ud	Fabricante	Modelo	Potencia	Capacidad	
Retroexcavadora mixta	2	Caterpillar	Cat-438E	93 CV	-	
Carretón motorizado	2	Por definir	-	45 CV	-	
Soldadores termoelectricos	8	-	-	-	-	
Taladro eléctrico	4	Hilti	-	-	-	
Regla vibrante	2	Wacker				
Camión hormigonera	4	Pgaso-Challenger	2331	310 CV	6 m³	
Grupo electrógeno	2	Itisa	ITP-40	40 KVA		
Camión pluma	2	Pegaso Hiabb	2326-26 K	190 CV		
Vibradores, pequeño material y herramientas	S/NEC	Varios	VARIOS			
Puesto	Categoría profesional		ud/relevo	Nº Turnos	Nº Equipos	Total
Personal de supervisión y control						
Encargado/a		Capataz	1	1	2	2
Oficial		Oficial	10	1	2	20
Ayudantes		Peón	8	1	2	16

Total personal Impermeabilización 38

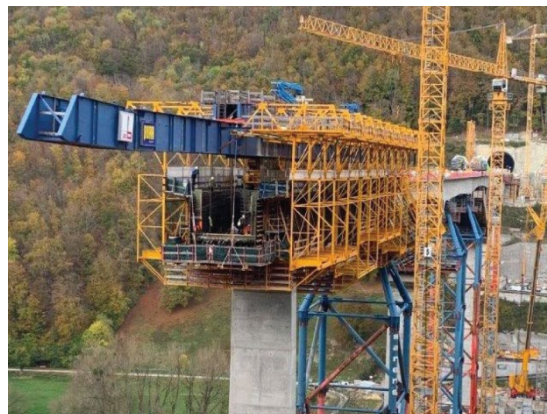
A.2.1.2. RESTO DE ACTIVIDADES

Viaducto Manzanil - CIBRA DE AVANCE AUTOPORTANTE

Se describe a continuación los diferentes elementos que conforman el equipo de encofrado para hormigonar un tramo completo de hasta 65m de tablero.

- 3 juegos de ménsulas de apoyo en pilas, con sus barras dywidag de arriostrado, husillos de contraste y tensores de maniobra.
- 2 carriles incorporados sobre cada juego de ménsulas, con anclajes de fijación y travesaños de apoyo para asentar los cilindros de maniobra que se encargarán de realizar los ripados transversales.
- Boggies dobles para permitir la traslación longitudinal y transversal (ripados) de las estructuras de encofrado.
- Estructuras principales, vigas de celosía triangulares, con una longitud aproximada de 145m cada una, dotadas de su correspondiente tornillería de unión.
- Vigas transversales para apoyo del fondo del encofrado y a su vez nexo de unión de las estructuras principales, en el número y dimensionamiento adecuados para cubrir hasta los 65,00m posibles de encofrado, con sus correspondientes bulones y tensores de unión.

- Travesaños para el cuelgue posterior de esos 65,00m de encofrado.
- 1 juego de paneles de encofrado para la sección transversal exterior que como comentamos anteriormente permitirá un modulo de tablero de hasta 65,00m de longitud máxima, incluso tornillería de unión y provistos de husillos de regulación en altura.
- Cilindros de doble efecto para ripados de la estructura después del desmoldeo.
- Un juego de 2 cabrestantes hidráulicos de fricción, poleas de doble reenvío y cable de traslación para el avance de las estructuras que conforman los lanzadores y, alternativamente, el pórtico auxiliar.
- Cilindros de simple efecto, para apoyo y desmoldeo del lanzador en fase de hormigonado, con una tuerca de bloqueo de seguridad incorporada, situados en las ménsulas y el cuelgue posterior.
- 6 centrales hidráulicas accionadas por motor eléctrico, para situar 2 de ellas en el pórtico; otras dos, una sobre cada línea de carriles; y 2 en el cuelgue posterior, para alimentar los cilindros y los motores de los mencionados cabrestantes.
- Barras diwidag de suspensión del lanzador en fase de hormigonado.
- Paneles encofrantes para conformar el encofrado interior, provistos de cilindros hidráulicos de maniobra.
- 1 grupo electrógeno para alimentación eléctrica a los motores de las centrales hidráulicas.
- Cabrestantes o mecanismos para el avance del encofrado interior.
- Contrastes, cajetines, tape frontal, pasarelas, barandillas, etc..
- Aceites y grasas
- Apoyos y soportes auxiliares para fases de montaje y de hormigonado.



En la Doc. Complementaria se ha incluido un esquema de una autocimbra superior similar a la que se utilizará en la obra. Se encuentra en el apartado [H.1.2.7 ESQUEMA AUTOCIMBRA.](#)

Rendimientos esperados:

Se estima que una vez alcanzada la curva inicial de aprendizaje se puede alcanzar un rendimiento equivalente a la ejecución de un tablero en un periodo comprendido entre 1,5 y 2 semanas, dependiendo de las condiciones de curado, y del tiempo de colocación de las armaduras.

La composición de equipos para el resto de actividades se muestra en la tabla de la página siguiente.

a.1.2.1. Medios materiales

OBRAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DECONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD ANTEQUERA GRANADA. TRAMO: VARIANTE DE LOJA. A-92

Personal	Maquinaria	Rend. Teorico / Equipo
TRABAJOS PREVIOS		
Montaje de instalaciones auxiliares		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 4 Peones - Maquinistas y conductores	1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K 1 Grua móvil 40t 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA JM 40 K - 1 Grupo autónomo soldadura GESAN DS 170 L 1 Carretilla elevadora AUSA CHV 20-2000	Varios
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES		
Demoliciones		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 8 Peones - Maquinistas y conductores	2 Retroexcavadora con martillo rompedor CATERPILLAR 438 D 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 2 Martillo manual picador neumático 2 Motovolquete AUSA 150 DG PLUS 2 Equipo de corte oxiacetileno 1 Equipo de máquina con corte de sierra de diamante 2 Sierra de disco de diamante 2 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 - Camión basculante 1 Plataforma elevadora - Herramientas auxiliares	50 - 100 m3/día
Desbroce y excavación a tierra vegetal		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 2 Peones - Maquinistas y conductores	1 Bulldozer Cat D-8 1 Pala cargadora CAT 966 1 Retroexcavadora CAT 320 - Camión basculante - Herramientas auxiliares	Desbroce 2.500 m2/día Exc. Tierra vegetal 1.200 m3/día
Excavación		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 2 Peones - Maquinistas y conductores	1 Pala cargadora CAT 966 1 Retroexcavadora CAT 320 1 Retroexcavadora bajo galibo - Camión basculante - Herramientas auxiliares	2000 m3/día
Formación de Terraplén		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 4 Peones - Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora CAT 320 1 Motoniveladora CATERPILLAR 14 g 1 Rodillo vibratorio autopropulsado LEBRERO VTA-100 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K - Camión basculante - Herramientas auxiliares	1800 m3/día
Formación de pedraplén y material filtrante		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 4 Peones - Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora CAT 320 1 Rodillo vibratorio autopropulsado LEBRERO VTA-100 - Camión basculante - Herramientas auxiliares	1800 m3/día
Capa de forma y subbalasto		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 4 Peones - Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora CAT 320 1 Motoniveladora CATERPILLAR 14 g 1 Rodillo vibratorio autopropulsado LEBRERO VTA-100 1 Compactador liso vibrante 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K - Camión basculante - Herramientas auxiliares	640 m3/día 480m3/día
DRENAJE		
Drenaje longitudinal		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 6 Peones 5 Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora mixta JCB 1 Pisón vibrante 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA J 88 K 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H 1 Camión basculante 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 2 Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	Dren: 75 m/día Cunetas: 60 m/día
ODT. Colocación tubo		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 4 Peones 4 Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora CAT 320 1 Pisón vibrante 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA J 88 K 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H 1 Camión basculante 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 - Encofrados 1 Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	2 m/día
ODT. Marcos in situ		
1 Capataz 4 Oficial 1ª 10 Peones - Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora CAT 320 1 Retroexcavadora mixta JCB 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Motovolquete AUSA 150 DG PLUS 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Rodillo vibrante manual tandem WACKER 800 KG 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA J 88 K 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 1 Equipo de ferralla 1 Equipo de soldadura 1 Equipo de corte oxiacetileno - Encofrados y cimbra 1 Grúa móvil de 300 tn 2 Camión hormigonera - Camión basculante - Herramientas auxiliares	1,5 m/día
ESTRUCTURAS		
Micropilotes y pilotes		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 6 Peones - Maquinistas y conductores 1 Piloto de vía	1 Micropilotadora 1 Pilotadora perforadora a rotación 1 Retroexcavadora CATERPILLAR 438 D 1 Grua móvil 40 t 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA J 88 K 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 1 Equipo de ferralla 1 Equipo de soldadura 1 Equipo de lodos 1 Entubación recuperable - Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	Micropilotes 120 m/día; Pilotes 50 m/día
Zapatas y encepados		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 3 Peones - Maquinistas y conductores 1 Piloto de vía	1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 - Encofrado - Camión hormigonera 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA JM 40 K 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H 1 Equipo de ferralla - Herramientas auxiliares	250 m3/día

Personal	Maquinaria	Rend. Teorico / Equipo
Pilas		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 4 Peones - Maquinistas y conductores	1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 - Encofrado trepante 1 Camión hormigonera 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Grua móvil 40t 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA JM 40 K 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H 1 Equipo de ferralla - Herramientas auxiliares	10 ml/semana
Tablero de losa de hormigon in situ, ejecutado con autocimbra		
1 Encargado 8 Oficial 1ª Especialistas 6 Peones 1 Práctico de topógrafo 2 Ayudantes 2 Peones especializados	1 Grua móvil 40t 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA JM 40 K 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H 1 Equipo de ferralla 1 Manipulador telescópico 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 - Autocimbra - Encofrado - Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	1 vano cada 1,5-2 semanas
Tablero de vigas prefabricadas		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 8 Peones - Maquinistas y conductores	1 Grua móvil 300 t 1 Grua móvil 100 t 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA JM 40 K 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H 1 Equipo de ferralla 1 Manipulador telescópico 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 - Encofrado - Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	Vigas prefabricada: 32 m/día Prelosa: 100 m2/día Ejecución losa: 150 m3/día
Muros de hormigón armado		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 8 Peones - Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora CAT 320 1 Rodillo vibrante manual tandem WACKER 800 KG 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA J 88 K 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 1 Equipo de ferralla 1 Equipo de corte oxiacetileno 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H - Encofrados - Camión basculante - Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	15 m3/día
TUNELES		
Excavación y sostenimiento		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 6 Peones - Maquinistas y conductores	1 Equipo de perforación frontal 1 Robot de hormigón proyectado 2 Manipulador telescópico 1 Pala Cargadora 1 Retroexcavadora 24 ton. 2 Camión 20 ton. 1 Grupo electrógeno 1 Ventilador - Herramientas auxiliares	2,12 m/d
Revestimiento túnel		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 6 Peones - Maquinistas y conductores	1 Bomba de hormigón 1 Manipulador telescópico 2 Grupo electrógeno 1 Mini retroexcavadora 3,5 ton. 1 Camión pluma - Herramientas auxiliares	10 m/d
INSTALACIONES DE FERROVIARIAS		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 6 Peones 3 Maquinistas y conductores	1 Cargadora s/ruedas con retro trasera CATERPILLAR 438 D 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Compresor c/martillo picador Atlas Copco 1 Compactador liso vibrante 1 Rodillo vibrante manual tandem WACKER 800 KG 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA JM 40 K 1 Hormigonera móvil 1 Camión hormigonera 1 Zanjadora 2 Motovolquete AUSA 150 DG PLUS	150 m/día
REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES (CARRETERAS Y CAMINOS)		
Suelo adecuado y Zahorra artificial		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 4 Peones - Maquinistas y conductores	1 Retroexcavadora CAT 320 1 Motoniveladora CATERPILLAR 14 g 1 Rodillo vibratorio autopropulsado LEBRERO VTA-100 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K 4 Camión basculante - Herramientas auxiliares	800 m3/día
Mezclas bituminosas		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 6 Peones - Maquinistas y conductores	1 Extendidora-Terminadora sobre orugas DYNAPAC-HOES 1 Compactador vibrante TANDEM DYNAPAC CC-501 1 Compactador de neumáticos DYNAPAC CC-501 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K 1 Camión c/cisterna Betún 1 Barredora - Camión basculante	1.000 t/día
Señalización y balizamiento		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 6 Peones 3 Maquinistas y conductores	1 Maquina pintura modelo H-33 1 Carro de señalización 1 Barredora autopropulsada 1 Retroexcavadora CATERPILLAR 438 D 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Hincadora de perfiles metálicos 1 Camión hormigonera - Medios auxiliares señalización	Varios

Personal	Maquinaria	Rend. Teorico / Equipo
SERVICIOS AFECTADOS		
Reposición de servicios afectados. Redes enterradas		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 6 Peones 5 Maquinistas y conductores	1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Retroexcavadora CATERPILLAR 438 D 2 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Pisón vibrante 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 - 2 Vibradores de hormigón IVECO MP 380 E34H 2 Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	Varios
OBRAS COMPLEMENTARIAS		
Ceramiento		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 4 Peones 4 Maquinistas y conductores	1 Cargadora s/ruedas con retro trasera CATERPILLAR 438 D 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Rodillo vibrante manual tandem WACKER 800 KG 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K 1 Camión hormigonera 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA JM 40 K 1 Equipo de soldadura - Herramientas auxiliares	100 m/día
Dispositivos de protección acústica		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 4 Peones - Maquinistas y conductores	1 Pilotadora perforadora a rotación 1 Retroexcavadora CATERPILLAR 438 D 1 Grúa móvil 20 t 1 Bomba de hormigón PUTZMEISTER BSA-1408 E 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Grupo electrógeno SDMO MONTANA J 88 K 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 1 Equipo de ferralla 1 Entubación recuperable - Camión hormigonera - Herramientas auxiliares	100 m2/día
INTEGRACIÓN AMBIENTAL		
Extendido de tierra vegetal		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 2 Peones 4 Maquinistas y conductores	1 Cargadora s/ruedas con retro trasera CATERPILLAR 438 D 1 Tractor sobre neumáticos 1 Motoniveladora CATERPILLAR 14 g 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K	1250 m3/día
Hidrosiembras		
1 Capataz 1 Oficial 1ª 2 Peones 3 Maquinistas y conductores	1 Hidrosembradora 1 Tractor sobre neumáticos 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K	4000 m2/día
Plantaciones		
1 Capataz 2 Oficial 1ª 6 Peones 3 Maquinistas y conductores	1 Cargadora s/ruedas con retro trasera CATERPILLAR 438 D 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Camión c/cisterna IVECO ML 150 E18K - Herramientas auxiliares	200 ud/día
LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE OBRA		
1 Capataz 3 Oficial 1ª 6 Peones - Maquinistas y conductores	1 Cargadora s/ruedas con retro trasera CATERPILLAR 438 D 1 Grupo electrógeno c/luce iluminación ATLAS COPCO QAX 20 1 Camión c/caja fija y grúa IVECO 50C13 1 Compresor ATLAS COPCO XAS 60 1 Martillo manual picador neumático 1 Motovolquete AUSA 150 DG PLUS 1 Barredora - Herramientas auxiliares	Varios

CONFIDENCIAL

A.2.2.- PERSONAL TÉCNICO PROPUESTO. ORGANIGRAMA

Insertar organigrama

A.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES IMPORTANTES O COMPLEJAS Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

A continuación se describen las principales actividades que requieren una especial atención durante la planificación y ejecución del proyecto:

A.3.1.- Movimiento de Tierras

El movimiento de tierras es una de las primeras actividades a desarrollar y consiste en una serie de operaciones que permiten preparar la superficie para la construcción de la plataforma ferroviaria. Estas operaciones incluyen:

- **Despeje y Desbroce:** Consiste en la eliminación de vegetación y otros obstáculos superficiales. Este trabajo se realiza con maquinaria pesada para garantizar un área limpia y accesible para las siguientes fases.
- **Excavación en Desmante y Saneamiento:** Este proceso implica la excavación de la capa superficial del suelo para dejar la superficie al nivel necesario. Las áreas excavadas se transportan a vertederos designados.
- **Rellenos y Terraplenes:** En las áreas donde el nivel del terreno es inferior al necesario, se realizan rellenos mediante la compactación de capas de material hasta alcanzar la cota establecida para la plataforma ferroviaria.
- **Capa de Forma y Subbalasto:** Estas capas constituyen la base de la plataforma ferroviaria y proporcionan soporte adicional para el balasto y las vías. Su instalación incluye la compactación de materiales seleccionados que mejoran la capacidad portante de la plataforma.

A.3.2.- Drenaje

El drenaje es esencial para evitar problemas derivados de la acumulación de agua que podrían comprometer la estabilidad de la plataforma. Este sistema está compuesto por:

- **Drenaje Transversal:** Consiste en la instalación de tuberías y estructuras que permiten la evacuación del agua a través de la plataforma, evitando su acumulación en la vía férrea.
- **Drenaje Longitudinal:** A lo largo de la plataforma, se instalan cunetas y canaletas que recogen y desvían el agua hacia puntos de descarga controlados. Este sistema asegura que el agua no interfiera con la integridad de la vía.
- **Cunetas revestidas:** Excavación y hormigonado de la base y hastiales.
- **Bajantes:** Preparación del área de apoyo, hormigonado y colocación de elementos prefabricados.
- **Coletores de hormigón, arquetas, caz lateral en viaductos y pasacunetas.**

Debido a las características hidrológicas del terreno, se ha diseñado un drenaje separativo a lo largo del tramo hasta el punto kilométrico 303+680, donde inicia el viaducto de El Manzanil. Este sistema permitirá separar el drenaje de la plataforma del drenaje lateral y transversal, conduciendo el agua a separadores de hidrocarburos para su tratamiento antes de su vertido al terreno natural, asegurando una dilución suficiente que evite daños al acuífero.

La plataforma ha sido separada del resto del sistema de drenaje mediante una canaleta situada tanto en desmante como en terraplén, encargada de recoger la escorrentía superficial. Esta canaleta, ubicada en ambos lados de la plataforma con dimensiones de 0,50 m de base y 0,45 m de altura, está diseñada para drenar mediante mechinales de 80 mm de diámetro cada 0,50 metros. Además, bajo el subbalasto se ha proyectado una capa impermeabilizante compuesta por un geocompuesto impermeabilizante y un geocompuesto drenante que evitará la saturación del subbalasto, conduciendo el agua hacia los mechinales.

El geocompuesto impermeabilizante estará formado por dos capas de geotextil no tejido y una geomembrana intermedia de polietileno de alta densidad, unidas mediante termosoldadura. El geocompuesto drenante, por su parte, consistirá en una doble capa de geotextil con un núcleo drenante intermedio.

A.3.3.- Estructuras

El proyecto contempla la construcción de tres estructuras principales, cuyas características se detallan a continuación: **Viaducto del Manzanil:**

- ✓ **Tipología:** Viaducto de gran envergadura
- ✓ **Configuración:** Tablero con sección cajón
- ✓ **Vanos:** 42,00 m + 8x49,50 m + 3x55,00 m + 20x54,40 m + 46,00 m
- ✓ **Localización:** P.K. 303+705,5 a P.K. 305+441,5
- ✓ **Longitud total:** 1.737,00 metros

Dada la limitación de extensión en la presente oferta, se explica a continuación en mayor detalle el proceso constructivo que seguirá la UTE para la ejecución del Viaducto del Manzanil y las consideraciones más importantes a tener en cuenta:

Proceso constructivo

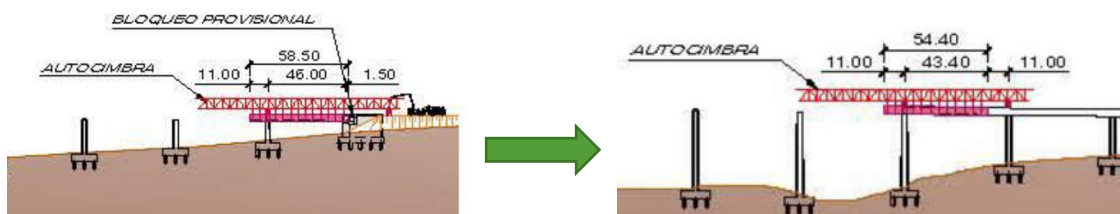
El proceso constructivo de este viaducto comienza con la realización de la infraestructura (cimentaciones) y la subestructura (pilas y estribos). Las pilas, dada su altura, se ejecutarán con 4 juegos de encofrados autotrepantes.

Se requiere de una semana y media para finalizar cada pila. En la fase de remate de coronación de las pilas, que incluye el cerramiento superior y las orejetas laterales, se alojarán posteriormente los apoyos.

El tablero se ejecuta mediante el método de vanos sucesivos con autocimbra. La realización de cada fase consta de las siguientes operaciones:

- Colocación de la autocimbra y encofrados.
- Disposición de las armaduras pasivas, vainas, anclajes y accesorios de pretensado.
- Hormigonado de losa, enfilado de los tendones de pretensado y tesado de los mismos.
- Desencofrado y avance de la autocimbra.

La construcción comienza en el estribo 2. En la primera fase se construye el primer vano y un quinto del siguiente. A continuación se avanza la autocimbra, apoyándose en la estructura ya construida y en unos anillos metálicos colocados en las cabezas de los fustes. En las fases sucesivas se ejecutan cuatro quintos de un vano y un quinto del siguiente. Se tendrá que ir reconfigurando la autocimbra para adaptarla a las longitudes de los vanos.



El proyecto establece que, para regularizar la transmisión de fuerzas longitudinales, el tablero del viaducto dispondrá de amortiguadores viscosos en los extremos, correspondientes a las zonas de los estribos 1 y 2. Estos amortiguadores permitirán la dilatación libre del tablero hacia los estribos, partiendo del punto de deformación nulo situado en el eje de la Pila 19, que se define como punto fijo. Asimismo, en los estribos se instalarán dispositivos de dilatación de vía. La necesidad de colocar estos dispositivos motiva que ambos estribos se configuren como cajones cerrados, con un forjado superior que actuará como losa de transición entre el punto rígido del tablero y el punto flexible en el terraplén de salida.

Estructura antisísmica y topes de fricción

En las pilas 17 a 21, se ha previsto la instalación de topes laterales de fricción tipo péndulo para resistir los esfuerzos laterales y sísmicos. Estos topes estarán ubicados en los paramentos verticales de las orejetas laterales interiores, en la coronación de las pilas. Los topes de fricción se conectarán a elementos similares situados en recrecidos de hormigón armado que se construirán en la parte inferior del cajón del tablero. La instalación de estos elementos incrementará el tiempo de ejecución en la pila 17, debido a la necesidad de modificar el encofrado inferior, lo que añadirá una semana al rendimiento de la cimbra. Además, una vez superada la pila 21, se requerirá un día adicional para restituir el perfil inferior del cajón del tablero.

Apoyos y comportamiento estructural post-sismo

El resto de las pilas dispondrá de apoyos deslizantes horizontales, formados por rótulas esféricas de neopreno zunchado. Estos apoyos se colocarán entre la coronación de las orejetas laterales de cada pila y la parte inferior de las alas del tablero. En caso de un sismo, los topes de fricción tipo péndulo serán los encargados de recentrar el tablero, recuperando su alineación en un período de varias horas tras el evento.

ASPECTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR

Es fundamental seguir las indicaciones del proyectista (INECO). En este sentido, se sugiere adoptar su criterio en cuanto a la implementación de un bloqueo provisional en el estribo 2. Este bloqueo deberá retirarse una vez se haya establecido el punto fijo en la pila 19, permitiendo que las fuerzas horizontales de dilatación sean gestionadas por los amortiguadores viscosos instalados en el estribo 2. Asimismo, durante la ejecución del tablero del viaducto, se deberá considerar la posibilidad de movimientos de dilatación y contracción derivados del gradiente térmico, lo que requerirá una correcta adaptación del encofrado y una flexibilidad adecuada en los apoyos sobre las pilas.

Finalmente, el control del cabeceo en el tramo de avance puede realizarse mediante la contraflecha en el tesado del cajón, tal como se ha hecho en tramos de voladizos sucesivos.

A.3.3.1. Viaducto sobre el arroyo del Juncar:

Se utilizarán vigas pretensadas para conformar el tablero, y se llevará a cabo en fases que incluyen el replanteo de cimentaciones, la ejecución de los pilotes y los encepados, y el montaje final del tablero.

- ✓ **Tipología:** Viaducto de menor escala
- ✓ **Configuración:** Tablero con sección de vigas artesas
- ✓ **Vanos:** 31,50 m + 31,50 m
- ✓ **Localización:** P.K. 305+963,350 a P.K. 306+026,350
- ✓ **Longitud total:** 63,00 metros

A.3.3.2. PS-301.7:

El proceso de construcción se realizará mediante cimbra porticada, comenzando por la excavación y ejecución de las cimentaciones, seguido del armado y hormigonado de pilas y estribos.

- ✓ **Tipología:** Paso superior
- ✓ **Configuración:** Tablero con vigas artesas
- ✓ **Vanos:** 15,30 m + 20,40 m + 15,30 m

- ✓ Localización: P.K. 301+715
- ✓ Longitud total: 51,00 metros

A.3.4.- Túneles

En el trazado de la obra se contemplan dos estructuras subterráneas de relevancia: el Túnel de Los Abades y el Túnel de Las Monjas. Ambas infraestructuras presentan características singulares que merecen una descripción detallada.

El Túnel de Los Abades, ubicado en las proximidades de una estación de servicio homónima, se extiende a lo largo de 615,11 metros. Su configuración comprende un tramo central en mina de 380,00 metros, flanqueado por dos secciones de túnel artificial: una de 131,80 metros en el extremo inicial y otra de 103,31 metros en la zona de salida.

Por su parte, el Túnel de Las Monjas, que discurre bajo la elevación que le da nombre, alcanza una longitud total de 693,07 metros. Su diseño incorpora un segmento central en mina de 540,00 metros, complementado por dos tramos de túnel artificial: uno de 117,23 metros en la entrada y otro de 35,84 metros en la salida.

Para la construcción del tramo en mina de ambos túneles, se ha optado por la aplicación del Nuevo Método Austriaco, una técnica de excavación subterránea ampliamente reconocida por su versatilidad y eficacia.

La secuencia constructiva para estas infraestructuras subterráneas se articula en las siguientes fases principales:

- Acondicionamiento de los emboquilles
- Excavación y sostenimiento del avance
- Excavación y sostenimiento de la destroza
- Construcción de los muretes de apoyo para el carro de revestimiento
- Implementación del sistema de impermeabilización
- Ejecución del revestimiento definitivo
- Construcción de la contrabóveda, instalación del sistema de drenaje, ejecución de aceras y trabajos de acabado
- Realización de los falsos túneles
- Implementación de sistemas de auscultación, aplicación de tratamientos especiales y desarrollo de investigaciones geotécnicas complementarias en las zonas de emboquille

A.3.4.1. Proceso constructivo: Túneles en Mina

El **proceso constructivo** considerado para la ejecución de las obras subterráneas es el Nuevo Método Austriaco (NATM), en el que el terreno coopera a su propio sostenimiento, permitiendo su deformación hasta un punto de equilibrio en el que el sostenimiento aplicado controla dicha deformación, anclando éste al propio terreno. Los procesos constructivos descritos a continuación corresponden a las actividades necesarias para realizar la excavación y sostenimiento de los túneles.

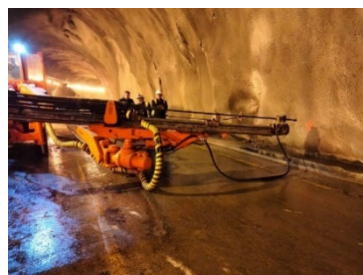
Excavación mecánica con ayuda de explosivo

Se realizarán **perforaciones longitudinales** a lo largo del perímetro con un **jumbo de perforación de dos brazos**, modelo Axera D07 de la casa Sandvik o similar, con el fin de garantizar la máxima calidad y resultado del recorte del frente. Este jumbo estará dotado de dos brazos con martillos de perforación hidráulicos con deslizadera telescópica.

En las secciones donde esté previsto el **uso de explosivos**, este jumbo servirá para **perforar los barrenos** donde vayan colocados. La voladura se realizará con barrenos muy próximos, con explosivo de poca carga, se utilizará explosivo gelatinoso tipo goma exclusivamente para su iniciación y cordón detonante. La colocación en los barrenos se realizará mediante un sistema de carga neumática del explosivo. Una vez realizada la voladura se procederá a ventilar la zona para que la atmósfera sea de una calidad adecuada como para poder acceder a ella y trabajar en buenas condiciones.

Para el saneo en túneles, se utilizará una excavadora hidráulica anteriormente mencionada. Una vez finalizada la excavación, se procederá a la carga y transporte del material. Por último, se **excavará la destroza** y se colocará el **sostenimiento**.

Aplicación del sostenimiento:



Para la colocación de **bulones, cerchas, mallazo** y las labores auxiliares se usarán **plataformas elevadoras** de tijera tipo Maniscopic de la casa Manitou o similar. La perforación para los bulones se utilizará el mismo jumbo que para la perforación de los barrenos.

El proceso de **gunitado**, de todas las capas, será **por vía húmeda**, con el objeto de mantener de forma continuada la regularidad en la calidad resistente del hormigón proyectado y conseguir, además, un mayor rendimiento de colocación. Se realizará mediante un robot de proyección Meyco Potenza o similar, dotado de un brazo hidráulico. Todas las capas requeridas, tanto de sostenimiento como el revestimiento mediante hormigón proyectado se efectuarán con máquinas similares.



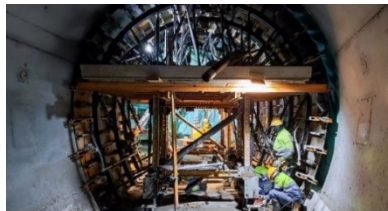
Impermeabilización y revestimiento:

Durante la explotación de los túneles, para protegerlos de la acción de las aguas subterráneas y para evitar los goteos, se dispone de un sistema de impermeabilización y drenaje que consiste en la colocación de una impermeabilización completa, de hastial a hastial, formada por una primera capa de geotextil de alto gramaje (500 g/m²) en contacto con el sostenimiento que sirve como protección frente a daños mecánicos y una segunda capa de lámina de PVC o polietileno de alta densidad de 2 mm de espesor.

La colocación se lleva a cabo mediante un carretón y andamiaje capaz de acceder a todos los puntos del perímetro del túnel para proceder a la fijación mediante "spit" a la superficie gunitada y a la soldadura termoelectrónica de las diversas láminas.



Las aguas de infiltración se evacúan en drenes desde los hastiales hasta el emboquille del túnel, donde se procederá a su depuración antes de restituirla a la escorrentía superficial.



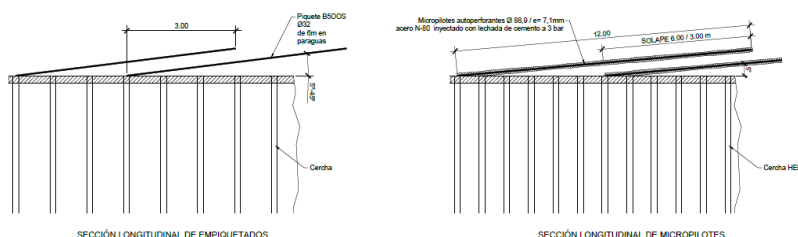
Una vez completada la excavación y sostenimiento y la impermeabilización, se ejecutará el revestimiento definitivo de los túneles y los falsos túneles mediante carros de encofrado. El carro está formado por los elementos que forman la estructura portante del encofrado siendo su función la de transporte, movimientos y sustentación de los paneles durante las operaciones de traslado, abatimiento, elevación y hormigonado. Está formado por dos pórticos y los elementos necesarios para su arriostramiento.

El revestimiento de los túneles se realizará mediante dos carros de encofrado de 12 metros. El revestimiento consta de, al menos, 30 cm de espesor mínimo de HM-30 con fibras de polipropileno con una dosificación de 2 kg/m³.

Tratamientos especiales:

Cuando se detecten **huecos o cavidades** próximas a la excavación, se procederá a la proyección con hormigón sobreacelerado bajo la protección de cerchas metálicas. Se construirá un tape apoyado en las cerchas y se rellenará el hueco con hormigón bombeado HM-20 para sellar la sobreexcavación con un encofrado perdido de chapa Bernold.

En caso de producirse **sobreexcavaciones sistemáticas o inestabilidades**, se tratará de reducir la longitud de pase y si esta medida no fuera suficiente, se aplicarán enfilajes en bóveda. Se podrá ejecutar una corona de bulones inclinados hacia el frente de manera que sostenga los bloques inestables hasta que sea posible ejecutar el sostenimiento completo, o mediante la ejecución de un paraguas ligero en zonas donde la fracturación sea excesiva.



Si en un plazo razonable y con unas deformaciones asumibles, no se consigue la estabilización del túnel se emplearán contrabóvedas provisionales de hormigón de 30 cm de espesor.

OTRAS PUNTOS CLAVE EN EJECUCIÓN DE TÚNELES

Sistema de barrido semi-húmedo en los equipos de perforación frontal para túneles.

Para la excavación de los túneles se dispondrá de equipos de perforación con sistema de barrido semi-húmedo (water mist) que reducirá hasta en un 85% las necesidades de agua de proceso. Las principales ventajas de este sistema son la disminución de la potencial afección ambiental al reducir la cantidad consumida de agua, así como la simplificación del sistema de bombeo y depuración de agua de proceso gracias a la disminución de caudales a tratar.

Sistema MWD (Measure While Drilling) en los equipos de perforación frontal.

El sistema Measurement While Drilling (MWD) consiste en el monitoreo durante la perforación de manera automatizada de los parámetros de perforación (como tasa de penetración y presión). Los datos proporcionan información objetiva y consistente de las condiciones del macizo rocoso. Esta información ayudará a prever el comportamiento geotécnico de la roca y permitirá ajustar la excavación y sostenimiento a las condiciones reales del macizo rocoso.

Sistema de predicción sísmico en túneles en terrenos con karst

Tanto el túnel de los Abades como el de las Monjas atravesarán terrenos caracterizados por la presencia de calizas, con cierto riesgo de zonas problemáticas con huecos kársticos. Ante la necesidad de disponer de información por delante del frente, en el terreno a atravesar, se aplicará con éxito la técnica geofísica de Tomografía Sísmica de (). Este método se basa en estudiar las ondas reflejadas por el terreno después de ser excitado por un tren de ondas. Los valores captados por los sensores son sometidos a un cálculo informático que genera una imagen tridimensional de los terrenos a excavar hasta 300 m. por delante del frente de ensayo.

CONFIDENCIAL

A.3.5.- Instalaciones Ferroviarias de la Plataforma

Se instalarán las canalizaciones necesarias para el cableado y los sistemas eléctricos a lo largo de la plataforma. Estas instalaciones incluyen:

- **Canaletas Prefabricadas:** Se dispondrán paralelas a las vías para alojar cables de señalización y otros servicios.
- **Canalizaciones Transversales:** Se instalarán cruces cada 450 metros a lo largo del trazado para asegurar la conectividad entre los diferentes sistemas ferroviarios.

A.3.6.- Actuaciones Preventivas y Correctoras

En este apartado se incluyen actividades como:

- **Jalonamiento y Cerramiento Temporal:** Se realizará un cerramiento de seguridad en toda la zona de obra.
- **Seguimiento Arqueológico:** Se llevará a cabo una supervisión arqueológica durante las fases de movimiento de tierras.
- **Gestión de Residuos:** Los residuos generados serán gestionados de acuerdo con la normativa vigente, minimizando el impacto ambiental.

A.3.7.- Reposición de Servidumbres y Servicios Afectados

Las servidumbres afectadas, como caminos y servicios de abastecimiento de agua, serán repuestas o modificadas para garantizar la continuidad de su funcionamiento durante y después de las obras.

A.3.8.- Seguridad y Salud

Todas las actividades del proyecto estarán sujetas a estrictas medidas de seguridad y salud, incluyendo la vigilancia continua para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente y minimizar los riesgos laborales.

A.4.- ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES SIMPLES QUE FORMAN PARTE DE CADA ACTIVIDAD

✓ **Actividad: Explanación**

La explanación consiste en la preparación del terreno para la ejecución de las obras, incluyendo actividades específicas como tala, desbroce, excavación y nivelación del terreno. A continuación, se detallan las operaciones simples asociadas a esta actividad:

- **Tala y trasplante de árboles:** Involucra la eliminación o reubicación de árboles que interfieren con el trazado de la obra. Se distinguen dos fases: tala para eliminación definitiva y trasplante para especies protegidas o

de valor ecológico. En el trasplante, se requiere maquinaria pesada para extraer el árbol con su cepellón y trasladarlo a una ubicación segura.

- **Despeje, desbroce, demoliciones y tala de árboles:** Esta operación tiene como objetivo la eliminación de vegetación superficial, arbustos y estructuras existentes que puedan obstruir la ejecución de los trabajos. Implica el uso de equipos de corte y maquinaria pesada para retirar material vegetal y escombros de las zonas afectadas.
- **Excavación de tierra vegetal:** La excavación de la capa superior de tierra fértil (tierra vegetal) es crucial para su reutilización posterior en taludes o áreas verdes. Este proceso se realiza utilizando excavadoras y cargadoras, para luego trasladar la tierra a zonas de acopio o vertedero.
- **Excavación en desmante:** Consiste en la retirada de materiales del terreno natural mediante maquinaria pesada como excavadoras y bulldozers, en áreas donde el perfil del terreno debe reducirse. El material extraído se clasifica en función de su reutilización, ya sea para rellenos o para disposición en vertederos.
- **Rellenos para la Línea de Alta Velocidad (L.A.V.) y reposiciones:** Esta operación comprende la colocación de materiales seleccionados para nivelar el terreno y construir la plataforma sobre la que se instalarán las vías ferroviarias. Los rellenos se realizan por capas, compactando cada una para garantizar la estabilidad de la infraestructura.
- **Formación de acopios:** Implica la organización y disposición del material excavado o de relleno en las ZAT habilitadas para proceder a su clasificación.
- **Formación de vertederos:** Se refiere a la disposición final de materiales no reutilizables en zonas habilitadas. La operación incluye la preparación del vertedero, control de residuos y procedimientos de compactación para minimizar su impacto ambiental.
- **Capa de forma y subbalasto:** La capa de forma es la base sobre la que se coloca el subbalasto, material granular que proporciona estabilidad a la vía ferroviaria. Esta operación consiste en extender, nivelar y compactar dichas capas para asegurar una plataforma uniforme.

✓ **Actividad: Drenaje**

El drenaje tiene como finalidad la evacuación y control de aguas superficiales y subterráneas en el entorno de la obra.

- **Drenaje transversal:** Incluye la instalación de sistemas de drenaje que permiten el cruce de aguas de un lado a otro de la infraestructura, evitando su acumulación. Las operaciones incluyen la excavación de zanjas, colocación de tubos y conductos, y relleno de material sobre ellos.
- **Drenaje longitudinal:** Abarca la instalación de cunetas y canaletas a lo largo del trazado de la obra para la recolección y evacuación de agua de lluvia y escorrentías. El proceso incluye la excavación, formación de cunetas y su posterior revestimiento con hormigón u otros materiales.

✓ **Actividad: Estructuras**

Esta actividad cubre la construcción de grandes infraestructuras como viaductos y puentes.

- **Viaducto del Manzanil:** Su ejecución comprende la ejecución de pilares, estribos y la colocación del tablero que soportará las cargas del tráfico ferroviario. Se incluye la instalación de amortiguadores viscosos y dispositivos de dilatación.
- **Viaducto sobre el arroyo del Juncar:** Similar al Viaducto del Manzanil, pero con adaptaciones para las características hidráulicas del arroyo. Se considera la protección de las márgenes y la impermeabilización de la estructura.
- **PS-301.7:** Es una estructura menor, cuya ejecución implica el montaje de un paso superior o inferior para cruces viales o de servicios. Incluye excavaciones, hormigonado de estribos y colocación de vigas.

✓ **Actividad: Túnel de los Abades**

La construcción de túneles es una operación compleja que implica varias fases.

- **Emboquilles:** Se refiere a la preparación y refuerzo de la entrada y salida del túnel, donde se concentra gran parte de las tensiones estructurales. Incluye la excavación y sostenimiento inicial.
- **Excavación y sostenimiento:** La excavación del túnel se realiza con maquinaria específica (como tuneladoras o métodos convencionales). Se refuerzan las paredes con anclajes, hormigón proyectado y cerchas para garantizar la estabilidad del túnel durante su construcción.
- **Colector central:** Es la instalación de un sistema de drenaje central en el túnel para la evacuación de agua subterránea. Incluye la excavación de zanjas y la colocación de tuberías.
- **Muretes:** Construcción de pequeños muros de contención o separadores dentro del túnel.
- **Impermeabilización:** Consiste en la colocación de materiales impermeables en el túnel para evitar filtraciones de agua. Incluye la instalación de geomembranas y otros compuestos.
- **Revestimiento:** El revestimiento final del túnel consiste en el hormigonado de las paredes para proporcionar una superficie acabada y reforzada.
- **Contrabóveda, aceras y acabados:** Implica la construcción de la contrabóveda (suelo del túnel), aceras para el mantenimiento y los acabados finales, como barandillas y señales.
- **Falsos túneles y relleno:** Los falsos túneles son estructuras superficiales que simulan túneles en áreas abiertas. Incluyen excavaciones, construcción de paredes y techos, y relleno de tierra sobre la estructura.

✓ **Actividad: Túnel de las Monjas**

El proceso de construcción de este túnel es similar al del Túnel de los Abades, con las mismas fases de emboquilles, excavación, sostenimiento, drenaje, impermeabilización, revestimiento, y acabados.

✓ **Actividad: Instalaciones ferroviarias de la plataforma**

La construcción de la infraestructura ferroviaria incluye la colocación de las vías, balasto, subbalasto y sistemas de electrificación y señalización. Es una actividad crítica para la operatividad de la Línea de Alta Velocidad.

Actividad: Actuaciones preventivas y correctoras

Estas operaciones aseguran la minimización de los impactos ambientales y sociales de la obra.

- **Jalonamiento y cerramiento temporal:** Se refiere a la delimitación de las zonas de trabajo para garantizar la seguridad y evitar la intrusión.
- **Seguimiento arqueológico:** Supervisión arqueológica para detectar y preservar hallazgos de valor histórico durante la excavación.
- **Reextendido de tierra vegetal en taludes:** Implica la reposición de la tierra vegetal previamente retirada para restaurar las áreas afectadas.
- **Gestión de residuos:** Se asegura la correcta clasificación y disposición de los residuos generados durante la construcción.

✓ **Actividad: Reposición de servidumbres**

Incluye las operaciones necesarias para garantizar el acceso y continuidad de las propiedades afectadas por la obra.

- **Variantes de caminos y caminos de enlace:** Se crean caminos alternativos o de acceso a fincas afectadas por la obra.
- **Abastecimiento, saneamiento y riego:** Incluye la reposición de tuberías y sistemas afectados por la construcción.

✓ **Actividad: Reposición de servicios afectados**

Los servicios públicos como electricidad y telecomunicaciones deben ser reinstalados en áreas afectadas.

- **Líneas eléctricas, telefónicas e iluminación:** Reposición de cables eléctricos, telefónicos y sistemas de iluminación.

Actividad: Obras complementarias

Estas actividades aseguran la funcionalidad y seguridad de la infraestructura.

- **Cerramiento, caminos de servicio e instalaciones ferroviarias:** Implica la construcción de accesos y cerramientos para la protección de la infraestructura.
- **Señalización y balizamiento:** Instalación de señales y sistemas de balizamiento para la seguridad vial y ferroviaria.

✓ **Actividad: Seguridad y salud**

Incluye todas las medidas para garantizar la seguridad de los trabajadores y minimizar riesgos durante la construcción.

A.5.- RELACIÓN DE FUENTES DE SUMINISTROS DE MATERIALES

Para la ejecución de las obras que nos ocupan se precisarán diferentes materiales, los cuales **llegarán a la obra con los correspondientes certificados de calidad y otras pruebas previas, procediéndose a lo largo de su utilización a controlar su calidad mediante los ensayos, pruebas y normativa vigente.**

NOMBRE PROVEEDOR	MATERIAL A SUMINISTRAR
ACERSA	FERRALLA
BIOTANK	DECANTADOR DE LODOS
BLUX	AMORT. VISCOSOS
BORTUBO	TUB. HORMIGÓN
TALLERES CORONILLA	ACERO LAMINADO
EL EJIDILLO	INT. AMBIENTAL
FABRICELA	ACERO PRETENSADO
GIS IBÉRICA	CÉLULAS DE PRESIÓN
HORM. AXARQUIA	HORMIGÓN
KINGSPAN	PANELES ACÚSTICOS
MACCAFERRI	BARRERA PROTECCIÓN-
MAT. FUNDICIÓN S.A.	TUB. FUNDICIÓN
PACADAR	PREF. HORMIGÓN
RELESA	TRAMEX
SANIPLAST	TUB. PVC
TEXDELTA	GEOCELDAS
TRANSGOAL	BULONES
WELL LINK	APOYOS ESFÉRICOS
PERI	CARRO DE ENCOFRADO TÚNEL

TREICO	ESTACIÓN DEPURADORA AGUAS TÚNEL
HARD & WEAR	PARAGUAS DE MICROPILOTES
ONIX	MATERIAL DE SOSTENIMIENTO TÚNEL
TEDESA	MATERIAL DE SOSTENIMIENTO TÚNEL
TRANSGOAL	MATERIAL DE SOSTENIMIENTO TÚNEL

Las cartas de compromiso se encuentran en la Doc. Complementaria, en el apartado [H.4.- CARTAS DE COMPROMISO](#).

A.6.- ANÁLISIS DE NECESIDADES DE ACOPIO DE MATERIALES E INSTALACIONES AUXILIARES

Antes del inicio de los trabajos, hay que asegurarse que se dispone de los materiales necesarios para satisfacer las necesidades de materiales de acuerdo a los rendimientos estimados y poder dar cumplimiento al plan de trabajos. La UTE asegurará un acopio suficiente para afrontar los trabajos ininterrumpidos durante 1 mes sin necesidad de depender del suministrador. En función de estos supuestos, se prevé que el suministro de los materiales necesarios se realizará con dos semanas de antelación al montaje de estos, es decir, serán acopiados en el parque con diez días hábiles (dos semanas) de antelación a su puesta en obra. De esta manera se absorberán las posibles desviaciones en el suministro de material, de manera que no repercuta en el ritmo de la obra.

En la siguiente tabla, se resume las superficies totales calculadas para cada tipo de acopio:

MATERIAL	CANT.	REND		PROD. A ALM.		SUP / UD	SUP TOTAL (m2)
		DÍA					
DEMOLICIONES (m2)	1.310,92	2500	1	sem =	12.500	0,300	3.750
DEMOLICIONES (m3)	4.218,55	1000	1	sem =	5.000	0,300	1.500
RESTO MAT. RELLENO PROCEDENTE DE CANTERA	18.004,51	2000	1	sem =	10.000	0,300	3.000
EXC. RELLENO (m3)	601.558,81	2000	6	sem =	60.000	0,300	18.000
CUÑA DE TRANSICIÓN (m3)	7.525,34	2000	1	sem =	10.000	0,300	3.000
TERRAPLEN (m3)	45.790,90	2000	1	sem =	10.000	0,300	3.000
SUBBLASTO (m3)	14.014,00	2000	1	sem =	10.000	0,300	3.000
EXC A VERTEDERO (m3)	729.568,37	2000	1	sem =	10.000	0,300	3.000
ACERO CORRUGADO (kg)	13.512.594,19	14000	4	sem =	280.000	0,005	1.400
ACERO LAMINADO (kg)	288.029,62	10000	1	sem =	50.000	0,010	500
PLACA DE ANCLAJE PANTALLA ACUSTICA DE ACERO (ud)	1.190,00	50	1	sem =	250	0,126	32
ZAHORRA ARTIFICIAL (m3)	25.574,16	2000	1	sem =	10.000	0,30	3.000
GEOTEXTIL (m2)	41.337,96	500	1	sem =	2.500	0,02	40
BAJANTE PREFABRICADA (m)	362,44	500	1	sem =	2.500	0,60	1.500
TUBO HORMIGÓN ARMADO DN= 400 mm	1.451,80	200	1	sem =	1.000	0,04	40
TUBO HORMIGÓN ARMADO DN= 600 mm	1.936,01	200	1	sem =	1.000	0,06	60
TUBO HORMIGÓN ARMADO DN= 800 mm	93,50	150	1	sem =	750	0,08	60
TUBO LISO PVC DN=315 mm (m)	2.616,36	400	1	sem =	2.000	0,03	63
TUBO DRENAJE PVC DN=160 mm (m)	1.901,84	500	1	sem =	2.500	0,02	40
MALLA ACERO CORRUGADO (m2)	65.628,78	300	1	sem =	1.500	5,00	7.500
LÁMINA PVC 2 mm (m2)	23.036,80	500	1	sem =	2.500	0,02	40
LÁMINA DRENANTE (m2)	13.177,09	500	1	sem =	2.500	0,02	40
VIGA PREFABRICADA PRETENSADA (m)	128,60	80	1	sem =	400	0,60	240
PRELOSA PREFABRICADA (m2)	869,34	400	1	sem =	2.000	0,30	600
GEOCELAS (m2)	15.682,30	350	1	sem =	1.750	0,40	700
TALA DE ARBOL / PLANTACIONES	129.666,00	150	1	sem =	750	0,35	263
GEOCOMPUESTO IMPERMEABILIZANTE (m2)	28.392,98	500	1	sem =	2.500	0,03	75
GEOCOMPUESTO DRENANTE (m2)	34.781,41	500	1	sem =	2.500	0,03	75
ACERO ESPECIAL PARA PRETENSAR (kg)	853234,303	900	1	sem =	4.500	0,005	23
CERCA HEB-180 (m)	5516,6	250	1	sem =	1.250	0,180	225
CERCHA TH-29 (m)	6382,4	350	1	sem =	1.750	0,029	51
CANALETA HORMIGÓN PREFABARICADA (m)	21.878,61	500	1	sem =	2.500	0,250	625
BARANDILLA METÁLICA GALVANIZADA (m)	4.551,30	350	1	sem =	1.750	0,012	21
BARRERA DE SEGURIDAD SIMPLE (m)	4.593,96	300	1	sem =	1.500	1,500	2.250
PRETIL (m)	155,49	80	1	sem =	400	1,500	600
TUBO HORMIGÓN ARMADO DN=2000 mm (m)	10	10	1	sem =	50	0,200	10
CIMBRA CUAJADA (m3)	8190,234	50	1	sem =	250	1,200	300
ENCOFRADO PLANO EN PARAMENTO OCULTO (m2)	46291,798	20	1	sem =	100	2,200	220
TOTAL (m2):							58.621

El resultado final del área necesaria de acopios es de 58.621 m², a este valor se le aplica un coeficiente de simultaneidad de 0,25 dando un área final de acopios de 14.655,25 m² de acopios. Este coeficiente utilizado se consigue gracias al conocimiento y experiencia de la UTE a la hora de necesitar materiales en las diferentes actividades de la obra.

En el [PLANO DE IMPLANTACIÓN](#), se ha realizado un desglose por Zonas de Acopio (ZA) y Zonas de Instalaciones Auxiliares (ZIA), indicando las superficies a utilizar para cada acopio en cada caso y representándolas gráficamente.

También se ha realizado el cálculo de las instalaciones de higiene y bienestar, para lo que se remite al lector al apartado [D.1.2.3 Instalaciones provisionales previstas para la obra](#).

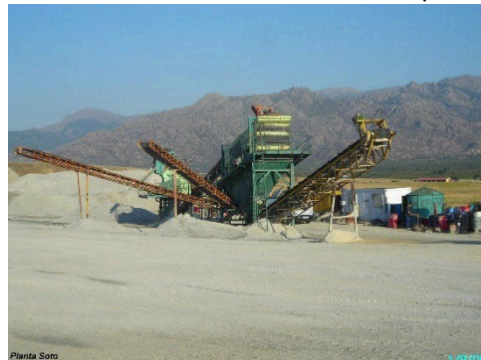
A.6.1.- PLANTA DE HORMIGÓN. PLANTA DE MACHAQUEO Y CLASIFICACIÓN DE ÁRIDOS.

Como se ha comentado anteriormente, la UTE prevé la instalación de una planta para hormigones y hormigones proyectados, que reaproveche las calizas y garantice la continuidad de suministro a los tajos de Túneles y estructuras, así como una planta móvil de machaqueo y clasificación de los distintos áridos a emplear, como posiblemente de otros materiales seleccionados como escolleras, encachados, zahorras artificiales, materiales seleccionados para cuñas, filtros en zanjas y drenajes, etc.

La planta móvil de machaqueo se emplazará inicialmente en **desmante de entrada de T-2** (excavación de este túnel en sentido creciente de los PPKK) y se irá trasladando posteriormente a calarse el túnel a la zona del desmante de Salida del T-1 (zona de antigua cantera a rellenar).

Asimismo, la planta de Hormigones a instalar en **Zona de Instalaciones ZIA 2**; sería del tipo ELBA 2000 con amasadora vertical de 2m³ y una producción estimada de entre 70 y 90m³/hora (el tiempo de una amasada estaría entre los 30" y 40"). Esto puede aportar un máximo promedio de 700 a 800m³ por jornada/relevo de 10h descontando los tiempos muertos, mantenimientos y reparaciones; lo que se estima suficiente para atender y garantizar la continuidad en el consumo de los más de 156.000m³ de hormigones y gunitas a emplear en estas obras a lo largo de unos 24 de los 30 meses del plazo. El consumo medio previsto de 6.500m³/mes y de 325m³ día con puntas de simultaneidades cercanas a los 1000m³/diarios.

No obstante, cuando por planificación de obra sea necesario, para atender los suministros de los primeros meses, hasta su montaje, y durante los picos de Gran consumo de hormigones (como ocurre con alguna de las grandes zapatas de zapatas del Viaducto sobre el Arroyo Manzanil), su producción se complementará con el apoyo de plantas externas.



A.6.2.- INSTALACIONES NECESARIAS EN TÚNELES

En cuanto a la ejecución de túneles se hace necesaria la instalación de una serie de elementos que se describen a continuación:

A.6.2.1. [Instalaciones de ventilación](#)

La **calidad del aire** en el frente de trabajo es un factor esencial para la seguridad y salud del personal que trabaja en los túneles.

El caudal del aire a suministrar viene determinado principalmente por la necesidad de evacuación de los gases procedentes de los motores de combustión interna, manteniendo los niveles de gases nocivos por debajo de los límites admisibles.

Para calcular el volumen de aire a aportar por los ventiladores se tendrá en cuenta las potencias de los motores diésel utilizados y el número de personas en el frente.

A continuación, calcularemos las instalaciones de ventilación de las distintas galerías a excavar. Cada túnel cuenta con una longitud diferente y con necesidades de equipos distintas por lo que los cálculos de ventilación se han de realizar de forma individualizada.



Bases generales de cálculo.

Las necesidades de caudales de aire en los frentes de trabajo vienen dadas por los siguientes valores:

- Caudal por CV de motores de gas-oil $q = 2,5 \text{ m}^3/\text{CV y min.}$
- Caudal para el personal en el frente $q = 3 \text{ m}^3/\text{Persona y min.}$
- Longitud máxima a ventilar en cada caso

Necesidades de aire fresco.

La punta máxima de utilización de potencia se produce cuando se realiza la carga de camiones mediante pala sobre ruedas y el transporte del material excavado durante desescombro de los frentes.

La composición del equipo de desescombro considerado tanto para el Túnel de los Abades como para el Túnel de las Monjas es el mismo, estando compuesto por 1 pala y 2 camiones. Atendiendo a esta composición de equipos, la necesidad de aire fresco en los frentes de trabajo es la siguiente:

q Pala	= 250 CV x 2,5 m ³ /CV y min. x 1,00 =	625 m ³ /min.
q Camiones	= 2 x 260 CV x 2,5 m ³ /CV y min. x 0,60 =	910 m ³ /min.
q Personal	= 12 hombres x 3 m ³ /hombre =	36 m ³ /min.
TOTAL		1.571 m³/min.

O lo que es lo mismo 26,18 m³/s.

Partiendo de estas necesidades de aire fresco, se procede a calcular las necesidades de ventilación en cada caso concreto en función de su longitud, ya que el caudal que debe suministrar el ventilador real ha de ser considerando una pérdida de 1,5% cada 100 m.

- Túnel de los Abades (L = 380 m) $Q_v = \frac{Q_f}{\left(1 - \left(\frac{1,5}{100} \times \frac{L}{100}\right)\right)} = \frac{26,18}{\left(1 - \left(\frac{1,5}{100} \times \frac{380}{100}\right)\right)} = 27,77 \text{ m}^3/\text{s}$
- Túnel de las Monjas (L = 540 m) $Q_v = \frac{Q_f}{\left(1 - \left(\frac{1,5}{100} \times \frac{L}{100}\right)\right)} = \frac{26,18}{\left(1 - \left(\frac{1,5}{100} \times \frac{540}{100}\right)\right)} = 28,49 \text{ m}^3/\text{s}$

Cálculo del diámetro del tubo.

Para el rango de caudal a suministrar, los diámetros (D) de las tuberías vienen determinados por:

$$D = 0,29 \sqrt{Q_v}$$

- Túnel de los Abades $D = 0,29 \sqrt{27,77} = 1,53 \text{ m.}$
- Túnel de las Monjas $D = 0,29 \sqrt{28,49} = 1,55 \text{ m.}$

Aplicando la formula a los caudales anteriores, obtenemos que el rango del diámetro de tubería para los frentes de avance de los túneles es del orden de 1,550 mm.

Se instalarán en los frentes tuberías con diámetro de 1.500 mm de forma que se cumplan los requerimientos exigidos.

Velocidad del aire en la tubería.

La velocidad del aire en la tubería viene dada por:

- Túnel de los Abades $V = \frac{Q}{S_{\text{tubería}}} = \frac{27,77 \text{ m}^3/\text{s}}{1,77 \text{ m}^2} = 15,71 \text{ m/s}$
- Túnel de las Monjas $V = \frac{Q}{S_{\text{tubería}}} = \frac{28,49 \text{ m}^3/\text{s}}{1,77 \text{ m}^2} = 16,12 \text{ m/s}$

Cálculo de la resistencia.

- Túnel de los Abades:

Presión dinámica = $(10,91^2 \times 1,2) / (2 \times 9,81)$	=	15,10 mm.c.a.
Resistencia por rozamiento = $0,09 \times 380 \text{ m.}$	=	34,20 mm.c.a.
Factor de seguridad 30%	=	14,79 mm.c.a.
TOTAL		64,09 mm.c.a.

- Túnel de las Monjas:

Presión dinámica = $(11,21^2 \times 1,2) / (2 \times 9,81)$	=	15,90 mm.c.a.
Resistencia por rozamiento = $0,09 \times 540 \text{ m.}$	=	48,60 mm.c.a.
Factor de seguridad 30%	=	19,35 mm.c.a.
TOTAL		83,85 mm.c.a.

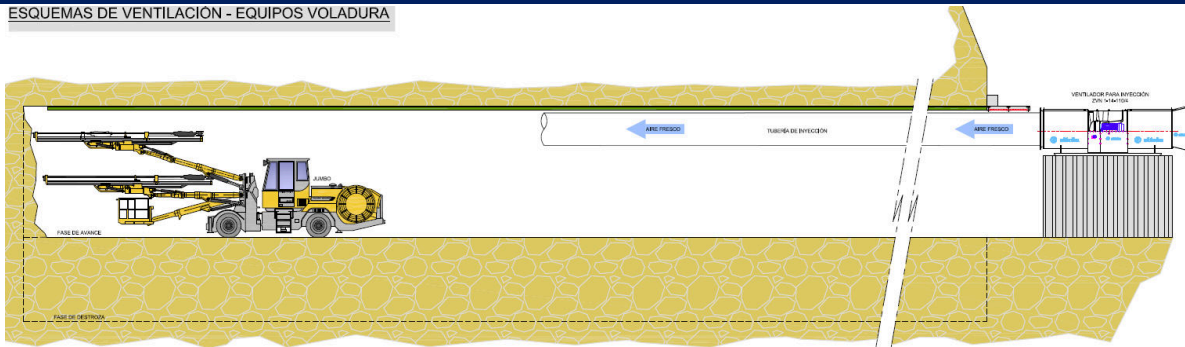
Características de los ventiladores :

En base al cálculo mostrado, el punto de funcionamiento de los ventiladores se muestra en la siguiente tabla:

TÚNEL	CAUDAL (m ³ /s)	PRESIÓN (mm.c.a.)	Modelo propuesto
Túnel de los Abades	27,77	64,09	ZVN 1-14-45/4 (45 kW)
Túnel de las Monjas	28,49	83,85	ZVN 1-14-45/4 (45 kW)

En cada una de las bocas de los túneles se instalará un ventilador con las características calculadas.

En la figura insertada a continuación se muestra el sistema de ventilación a emplear para las excavaciones con voladura:



A.6.2.2. Instalaciones de suministro de agua

Para cada boca de ataque se montará una red general de suministro de agua, conectada a un grupo de presión que atenderá las demandas de las obras subterráneas y servicios auxiliares.

A continuación, se muestran las necesidades de agua diarias estimadas para la ejecución de los túneles. Cabe destacar que se dispondrán jumbos de perforación hidráulicos con sistema de barrido semi-húmedo que permiten realizar las operaciones de perforación con consumos de agua reducidos (hasta un 85% sobre consumo estándar):

EXTERIOR

- Vestuarios 100 l/día x 25 hombres	2,5 m³/día
- Taller de tajo	5,0 m³/día
- Varios	10,0 m³/día
TOTAL	17,5 m³/día

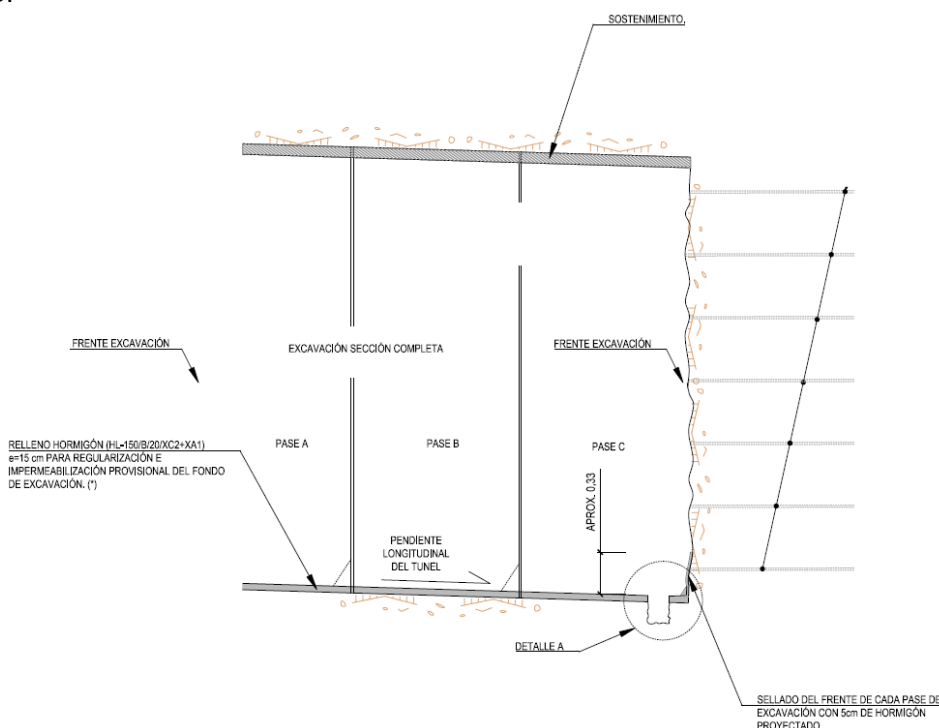
INTERIOR

- 1 Jumbo Hidráulico de 3 brazos x 0,45 m³/h x 8 h	10,8 m³/día
- Limpiezas y Varios	30,0 m³/día
TOTAL	40,8 m³/día

Se montarán depósitos de regulación en las bocas de ataque de los túneles con la capacidad suficiente para asegurar el suministro de agua a los frentes de trabajo.

A.6.2.3. Instalaciones de drenaje y depuración

La ejecución de los túneles se realizará en sentido descendente, por lo que tanto el agua de proceso como el de infiltración tenderá a acumularse en los frentes de trabajo y habrá que disponer de un sistema de bombeo para extraer los caudales al exterior. Por ello se seguirá las indicaciones establecidas en proyecto disponiendo, tanto en avance como en destroza, de una losa de impermeabilización realizada con hormigón HL-150 y aplicando un sellado de hormigón proyectado en la parte inferior de los frentes de trabajo tal y como se observa en la siguiente figura. Además, se realizará también en el frente un casetón estanco de plástico que recogerá el agua y donde se dispondrá el primer bombeo.



Cálculo de caudales.

El volumen de agua a evacuar por el sistema de bombeo procederá del proceso de excavación de los túneles y del agua de infiltración proveniente del terreno. Para reducir en la medida de lo posible el agua de proceso se utilizarán jumbos de perforación con sistema de barrido semi-húmedo que suponen una reducción de hasta 85% con respecto a los equipos de perforación con sistema de barrido habitual.

En cuanto al agua de infiltración procedente del terreno, se ha tomado como valor de referencia el parámetro de caudal de infiltración unitario definido para cada túnel el Anejo N°6 Geotecnia del proyecto.

Agua del proceso constructivo			
Equipos	lt/seg		
Jumbo 3 brazos (semi-húmedo)	0,38		
Otros equipos	0,50		
Agua de infiltración (Anejo n06 Geotecnia, página 245)			
Túnel	l/s/m	Longitud	l/seg
Túnel de los Abades	0,02397	380,00	9,11
Túnel de las Monjas	0,02400	540,00	12,96

Caudales considerados	
Caudal Túnel de los Abades	9,99
Caudal Túnel de las Monjas	13,84

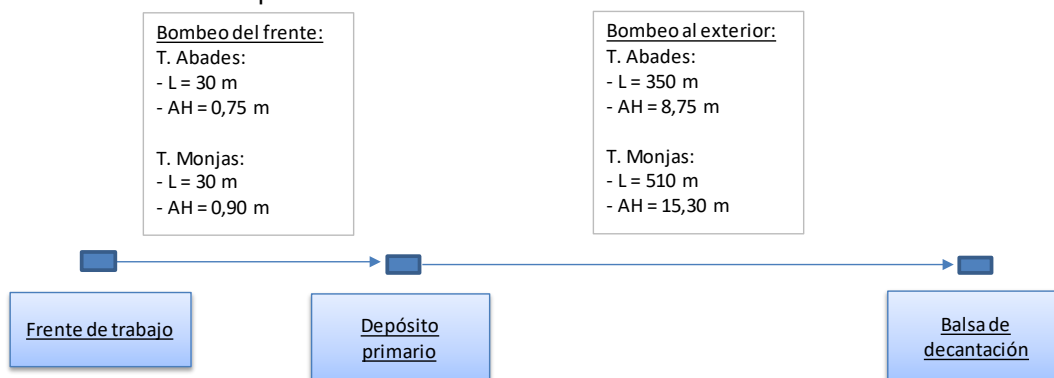
Alturas de bombeo.

Otro factor importante que considerar en el diseño del sistema de bombeo es el desnivel entre el punto de toma del agua y el de descarga. Para su estimación se ha tenido en cuenta la pendiente longitudinal de cada túnel.

Se distinguen dos tramos de bombeo:

- Un primer tramo desde el frente de trabajo hasta un depósito primario ubicado a aproximadamente 30 m del frente de trabajo.
- Un segundo tramo que transcurre desde el depósito primario hasta la balsa de decantación ubicada en el portal del túnel.

En la siguiente imagen se representan esquemáticamente los tramos indicados, con las longitudes y desniveles máximos obtenidos para cada túnel:



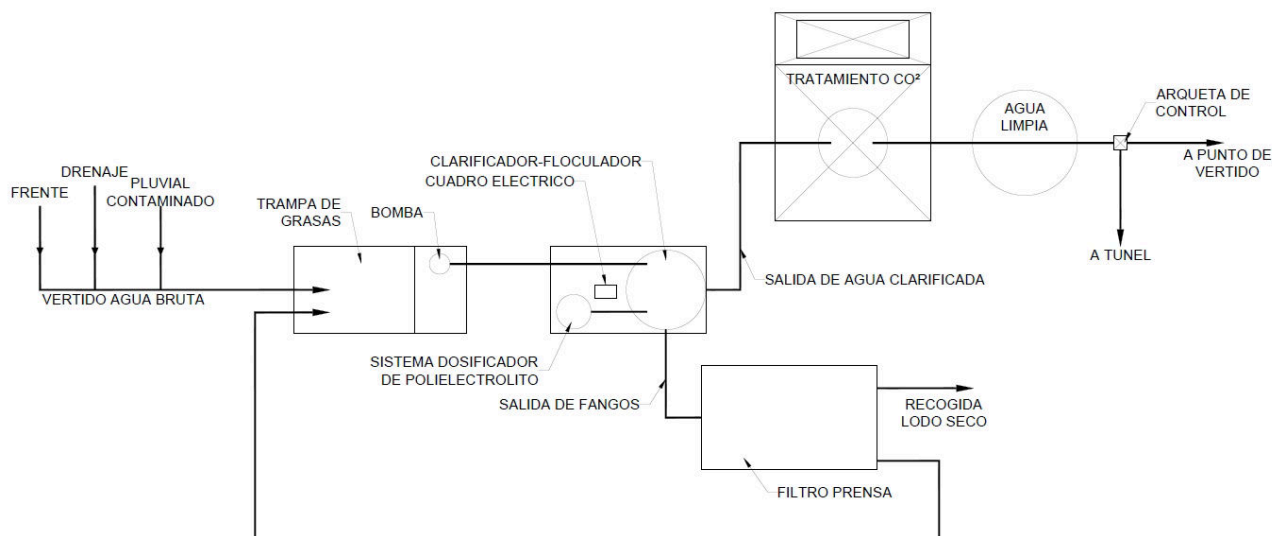
Instalaciones de bombeo.

Teniendo en cuenta los caudales y las alturas de bombeo obtenidas para cada túnel, en la siguiente tabla se muestran las características principales de las instalaciones de bombeo a disponer en cada túnel, con el modelo de bomba propuesto en cada caso:

Túnel	Tramo	Tubería		Bomba	
		Tipo	Diámetro (mm)	Potencia (kW)	Modelo
Abades	B. del frente	PN100 PE16	140	1,5	Flygt 2066
	B. al exterior	PN100 PE16	140	8,0	Flygt 2121
Monjas	B. del frente	PN100 PE16	140	3,7	Flygt 2075
	B. al exterior	PN100 PE16	140	20,0	Flygt 2151

Depuración de agua.

Se dispondrá de una planta de tratamiento de aguas del proceso de tunelación. Esta se encargará de obtener de los vertidos del proceso de ejecución de los túneles una fase líquida adecuada para la reutilización o el vertido a los cauces y una fase sólida deshidratada para su **retirada a vertedero**. Su esquema de funcionamiento es el siguiente:



- A la llegada de las aguas a la zona de tratamiento, estas entran en una balsa de agua bruta que contiene una trampa de grasa para evitar el paso de hidrocarburos al resto de la instalación de depuración.
- Posteriormente pasan por dos decantadoras donde se mezclan con el floculante para producir la decantación de los lodos más finos.
- El agua sobrenadante de las decantadoras, ya clarificada, pasa al tanque regulador de pH.
- Los fangos decantados, pasarán por el filtro prensa para su deshidratación. El agua filtrada será introducida en el depósito de regulación de pH.
- Una vez regulado el pH, el agua se pasará a unas balsas de agua limpia desde donde una parte será reutilizada en el frente de excavación y otra parte se verterá. El agua tratada podrá ser utilizada en el frente de excavación o en el riego de caminos.

La deshidratación de los lodos se realizará mediante filtro prensa. Con ello se consigue reducir el contenido de humedad del lodo y su volumen, disminuyendo las afecciones ambientales asociadas al transporte (al reducir el volumen) y mejora el manejo y las condiciones de transporte de los lodos. Se realizarán analíticas de los lodos para valorar su posible reutilización en rellenos localizados y/o en acondicionamiento de fincas agrícolas.

El agua de la ejecución del túnel, previamente tratada en la planta de tratamiento, será analizada y en función de los resultados se podrá reutilizar en:

- En la ejecución del túnel (trabajos de perforación)
- En la fabricación de hormigón proyectado
- Riego de caminos/accesos
- Ejecución de movimiento de tierras (terraplén)

A.6.2.4. Instalaciones eléctricas

Los principales elementos que constituyen estas redes son:

- Grupos electrógenos
- Centros de transformación.
- Cuadros eléctricos generales de distribución
- Líneas de distribución en baja y media tensión.
- Cuadros de distribución en el frente de trabajo a punto de consumo.
- Panel eléctrico de cada máquina.



El estudio de las Instalaciones Eléctricas se ha hecho de acuerdo con las necesidades de los distintos centros de consumo.

Para determinar la máxima demanda, se efectúa una estimación de la potencia instalada en cada tajo y de ésta se deduce el consumo máximo esperable, de acuerdo con la simultaneidad de trabajo y nivel de demanda en cada máquina o grupo de máquinas.

Con este resultado se dimensiona la potencia que se demandará a los centros de transformación.

A continuación, estudiaremos las necesidades de energía para cada frente de Ataque.

Túnel de los Abades.

Se requerirá un grupo electrógeno de 600 kVA para suministrar las instalaciones previstas en el exterior y el interior del túnel según se detalla a continuación:

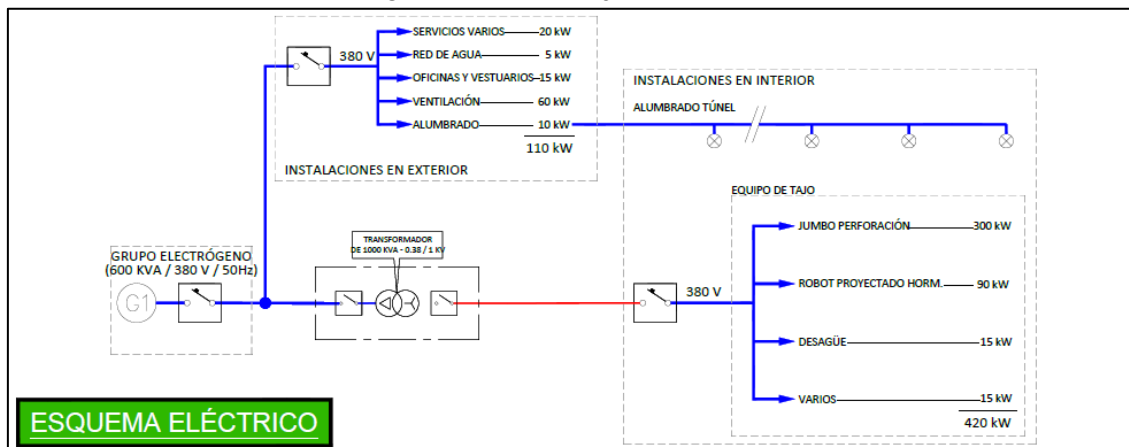
Instalaciones en el exterior:

- Oficinas y vestuarios 15 kVA

• Ventilación	60 kVA
• Red de Agua	5 kVA
• Servicios	20 kVA
• Alumbrado	10 kVA
TOTAL	110 kVA

Instalaciones en el interior:

• Jumbo 3 brazos	300 kVA
• Robot proyección de. Horm.	90 kVA
• Desagüe	15 kVA
• Varios	15 kVA
TOTAL	420 kVA



Túnel de las Monjas.

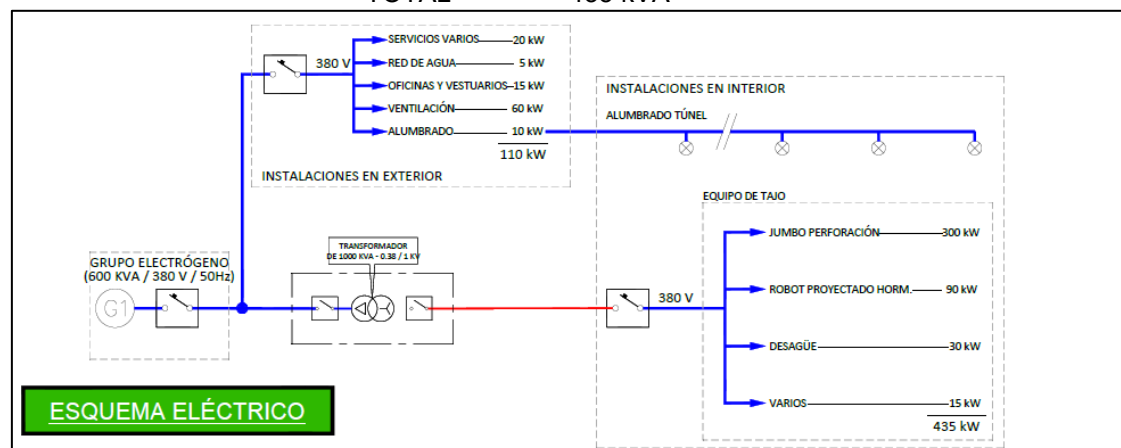
Se requerirá un grupo electrógeno de 600 kVA para suministrar las instalaciones previstas en el exterior y el interior del túnel según se detalla a continuación:

Instalaciones en el exterior:

• Oficinas y vestuarios	15 kVA
• Ventilación	60 kVA
• Red de Agua	5 kVA
• Servicios	20 kVA
• Alumbrado	10 kVA
TOTAL	110 kVA

Instalaciones en el interior:

• Jumbo 3 brazos	300 kVA
• Robot proyección de. Horm.	90 kVA
• Desagüe	30 kVA
• Varios	15 kVA
TOTAL	435 kVA



La tensión suministrada por los grupos es de 380 V, a partir de los 400 m. iníciales se instalará centros de transformación elevador en el exterior para suministrar a 1 kV y dentro del túnel se instala otro centro transformador reductor desde 1kV a 380 V.

A.7.- ESTUDIO DE MEDIOS DE TRANSPORTE Y PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES

En la siguiente tabla se muestran los tiempos previstos desde las principales plantas de producción de materiales propuestas para la ejecución de las obras.

CÓDIGO	VERTEDERO	LOCALIZACIÓN	DIST./TIEMPO
VERTEDEROS			
V-4	BARRANCO DEL COFÍN I	X: 397.180, Y: 4.113.660	1,2 km / 3 min
V-5	BARRANCO DEL COFÍN II	X: 397.520, Y: 4.113.530	1,5 km / 4 min
V-6	BARRANCO DE LAS MONJAS	X: 397.700, Y: 4.112.900	3,0 km / 8 min
V-7	PARCELA COLINDANTE A-92	X: 398.750, Y: 4.113.380	3,0 km / 7 min
V-2	VENTA DEL RAYO	X: 393.150, Y: 4.110.800	10,1 km / 22 min
PLANTAS DE HORMIGÓN			
PH0	PLANTA DE HORMIGONADO UTE	ZIA 2	3 km aprox. C.G.
PH1	HORMIGONES AXARQUIA	A-7202, 29300 Archidona, Málaga	31,9 km / 27 min
PH2	BOMBEO MARTÍN, S.L.	Polígono Industrial La Rosa, 14, 18330 Chauchina, Granada	37,9 km / 25 min
PH3	HORMIGONES DE LA ROSA, S.L.	Pol. Ind. la Fuente, CALLE MALAGA, S/N, 18340, Granada	47,5 km / 31 min
PH4	HORMIGENIL	C. Baza, 350, 18220 Albolote, Granada	54,4 km / 34 min
PH5	HORMIGONES HITAMARIN	Hormigones Hitamarin, Cam. de Alfacar, 18213 Jun, Granada	59,1 km / 49 min
PH6	HORPAVAL	Cam. Río Dilar, 18110 Gabia Grande, Granada	58,4 km / 41 min
PH7	HORMIGONES NEVADA	37°06'48.3"N 3°37'33.2"W	63,1 km / 44 min
PH8	HORMIVALLE, S.L.	Carretera Bailén-Motril Kilómetro 151, 18640 Padul, Granada	69,4 km / 45 min
PH9	HORMIALIA	C. San Jose, 29320 Campillos, Málaga	69,2 km / 47 min
PH10	HORMIGONES ACEDO, S.L.	Avenida Romeral, 9 B (Pol Ind Antequera), 29200 Antequera, Málaga	41,1 km / 32 min
GRAVERAS Y CANTERAS			
C-1	ÁRIDOS HERMANOS GUERRERO, S.L.	37°08'02.3"N 4°12'06.3"W	12 km / 22 min
C-2	TINO EMPRESARIAL E INDUSTRIAL, S.L.U.	37°04'50.3"N 4°06'38.2"W	27 km / 22 min
C-3	ADEPESA	37°00'53.2"N 4°13'24.2"W	25 km / 22 min
C-4	LOS ANICETOS, S.L.	37°09'31.4"N 4°08'11.7"W	18 km / 22 min
C-5	LOS ANICETOS, S.L.	37°06'07.9"N 4°04'36.3"W	11 km / 22 min
C-6	ADEPESA	36°59'23.4"N 4°11'13.7"W	28 km / 22 min
C-7	TORREMAR, S.L. / ÁRIDOS Y EXCAVACIONES DAPERSA, S.L.	37°08'51.3"N 4°08'17.9"W	8 km / 22 min
C-8	CONFIDENCIAL / TORREMAR	37°05'49.0"N 4°07'26.2"W	15 km / 22 min
C-9	CONFIDENCIAL / TORREMAR	37°08'30.9"N 4°08'48.0"W	8 km / 22 min
C-10	OFITAS DEL PÁRAMO, S.A.	37°07'04.4"N 4°15'39.1"W	20,3 km / 21 min
PLANTAS DE M.B.C			
PA-1	ACEDO HNOS	Carr. Córdoba - Málaga, 14915 El Tejar, Córdoba	59,8 km / 39 min
PA-2	ASFALTOS CARROSAN	C. Habana, 91, 18194 Churriana de la Vega, Granada	59,2 km / 41 min
PA-3	MAYGAR	Ctra s/n, 29328 Sierra de Yeguas, Málaga	74, 8 km / 50 min
PA-4	FIRPASA	18640 Padul, Granada	71,6 km / 48 min
PA-5	EIFFAGE CONSTRUCCIÓN	Ctra. de la Gorgoracha, A-4133, km 5, 3, 18670, Granada	105 km / 1h 7 min

En la Doc. Complementaria puede consultarse el plano de localización de las plantas así como sus recorridos hasta el centro de gravedad de la obra, concretamente en el apartado [H.1.2.3. PLANTAS DE PRODUCCIÓN Y VERTEDEROS](#).

Asimismo, se ha realizado una estimación del número de camiones necesarios para transportar los materiales:

PLANTA DE HORMIGONADO UTE			
Producción calculada según la programación establecida:			800 m³/día (Pt)
Distancia media de transporte:			3 km
Tipo de Transporte:			Camiones cuba de 9 m³/día (Ca)
Ciclo Estimado			
Carga:			5,0 min.
Transporte ida:	50 km/h	(26 km/(90km/h))x60	3,6 min.
Tiempo entrada a zona de obras:			5,0 min.
Descarga:			3,0 min.
Transporte vuelta:	50 km/h	(26 km/(90km/h))x60	3,6 min.
Pérdidas (maniobras, etc.)			5,0 min.
Tiempo de 1 ciclo (Tc)			25,2 min.
Producción 1 camión (Pc)			(Ca*60min)/Tc
Número de camiones estimado			21,43 m³/hora
[(Ptm³/día)/(8horas/jornada)]/Pc m³/hora camión=			6 Uds
PLANTAS HORMIGÓN EXTERNAS MÁS CERCANAS			
Producción calculada según la programación establecida:			800 m³/día
Distancia media de transporte:			40 km
Tipo de Transporte:			Camiones cuba de 9 m³/día

Ciclo Estimado			
Carga:			5,0 min.
Transporte ida:	50 km/h	(26 km/(90km/h))x60	48,0 min.
Tiempo entrada a zona de obras:			5,0 min.
Descarga:			3,0 min.
Transporte vuelta:	50 km/h	(26 km/(90km/h))x60	48,0 min.
Pérdidas (maniobras, etc.)			5,0 min.
		Tiempo de 1 ciclo	114,0 min.
Producción 1 camión		(Ca*60min)/Tc	4,74 m³/hora
Número de camiones estimado	[(Pt ^{m³} /día)/(8horas/jornada)]/Pc m³/hora camión=		22 Uds

RELLENOS CON MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA DESDE LAS Z.A.T.			
Producción calculada según la programación establecida:			4000 m³/día
Distancia media de transporte:			5 km
Tipo de Transporte:			Camiones bañera de 16 m³/día
Ciclo Estimado			
Carga:			5,0 min.
Transporte ida:	50 km/h	(20,2 km/(60km/h))x60	6,0 min.
Tiempo entrada a zona de obras:			5,0 min.
Descarga:			3,0 min.
Transporte vuelta:	50 km/h	(20,2 km/(60km/h))x60	6,0 min.
Pérdidas (maniobras, etc.)			5,0 min.
		Tiempo de 1 ciclo	30,0 min.
Producción 1 camión		(Ca*60min)/Tc	32,00 m³/hora
Número de camiones estimado	[(Pt^{m³}/día)/(8horas/jornada)]/Pc m³/hora camión=		16 Uds
CANTERAS EXTERNAS MÁS CERCANAS			
Producción calculada según la programación establecida:			2000 m³/día
Distancia media de transporte:			20 km
Tipo de Transporte:			Camiones bañera de 16 m³/día
Ciclo Estimado			
Carga:			5,0 min.
Transporte ida:	50 km/h	(20,2 km/(60km/h))x60	24,0 min.
Tiempo entrada a zona de obras:			5,0 min.
Descarga:			3,0 min.
Transporte vuelta:	50 km/h	(20,2 km/(60km/h))x60	24,0 min.
Pérdidas (maniobras, etc.)			5,0 min.
		Tiempo de 1 ciclo	66,0 min.
Producción 1 camión		(Ca*60min)/Tc	14,55 m³/hora
Número de camiones estimado	[(Pt^{m³}/día)/(8horas/jornada)]/Pc m³/hora camión=		17 Uds
DESMONTES CON TTE. A VERTEDEROS O A PLANTA DE CLASIFICACIÓN DE LA UTE			
Producción calculada según la programación establecida:			4000 m³/día
Distancia media de transporte:			4 km
Tipo de Transporte:			Camiones bañera de 16 m³/día
Ciclo Estimado			
Carga:			5,0 min.
Transporte ida:	50 km/h	(20,2 km/(60km/h))x60	4,8 min.
Tiempo entrada a zona de obras:			5,0 min.
Descarga:			3,0 min.
Transporte vuelta:	50 km/h	(20,2 km/(60km/h))x60	4,8 min.
Pérdidas (maniobras, etc.)			5,0 min.
		Tiempo de 1 ciclo	27,6 min.
Producción 1 camión		(Ca*60min)/Tc	34,78 m³/hora
Número de camiones estimado	[(Pt^{m³}/día)/(8horas/jornada)]/Pc m³/hora camión=		14 Uds

Así, los trabajos donde se espera un mayor trasiego de camiones serán los relativos al movimiento de tierras y los hormigonados tanto de los túneles como de los viaductos, por lo que se estima necesario el empleo de **7 camiones hormigonera**, aunque sean necesarios 6, como se observa en la anterior tabla, con objeto de **disponer de un camión en espera para no cortar el flujo de hormigonado durante los trabajos**. En este sentido, cabe destacar que la **UTE dispone de compromisos con otras plantas de hormigón externas** como HORMIGONES AXARQUIA para **garantizar el suministro de hormigón a las obras en caso de averías en la planta de la UTE**, cuyas plantas de producción se encuentran a menos de 32 km de las obras.

A.7.1.- Huella de carbono

Tal y como se ha indicado al inicio de la presente memoria, la **UTE ha realizado el cálculo de la huella de carbono prevista** para la obra, que asciende a **xxxxxxxxx Kg de CO2 eq (xxxx t de CO2 eq)**. Y como **objetivo de reducción de las emisiones** de gases de efecto invernadero **se propone la reducción de emisiones de CO2 eq en un 10%, lo que equivaldría a emitir un máximo de xxxxxxxx Kg de CO2 eq (xxxxxxxxx t de CO2 eq)**.

La principal medida a adoptar para lograr este objetivo será la **contratación para la obra de suministro eléctrico a través de una compañía con certificado de origen sostenible de la electricidad**, que garantiza que

dicha electricidad no ha producido gases de efecto invernadero durante su producción, y minimizar el uso de grupos electrógenos en la obra cuando sea posible.

Lógicamente **se realizará el seguimiento de la huella de carbono** de la obra según las directrices de la norma internacional **Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)**, del **Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD)**.

El informe completo del cálculo realizado se encuentra en el apartado [H.5.5.- HUELLA HÍDRICA Y DE CARBONO](#) de la Doc. Complementaria.

A.8.- ANÁLISIS DE CONDICIONANTES EXTERNOS Y CLIMATOLÓGICOS

A.8.1.- CONDICIONANTES ADMINISTRATIVOS

Referidos a todos aquellos aspectos dependientes del cumplimiento del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, y toda la tramitación a llevar a cabo previamente al inicio de las obras de manera que éstas se desarrollen dentro de los límites legales. Pueden destacarse entre otros lo siguientes:

1. El **plazo** máximo de ejecución de la obra, se fija en TREINTA (30) meses, lo cual coincide con los plazos que figuran en el apartado IV.1 del Cuadro de Características del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que rigen el presente concurso.
2. **Anualidades:** ADIF distribuye el presupuesto de ejecución por contrata de las obras en anualidades consecutivas (2024 – 2027). Sin embargo, dados los plazos administrativos y la fecha límite de presentación de ofertas para la presente licitación, no será posible comenzar las obras en el año 2024.
3. La **fecha de comienzo** de la programación de la ejecución de la obra se establece el 2 de FEBRERO de 2025. No obstante, esta fecha podrá variar en función de cuando se firme el contrato, y lo que disponga al respecto la Administración. La fecha prevista atiende también a las posibles restricciones temporales establecidas en la DIA.

A.8.2.- CONDICIONANTES TÉCNICOS

La ejecución de las obras está sujeta a diversos condicionantes técnicos que la UTE ha considerado minuciosamente en la planificación y diseño del proyecto. Estos condicionantes se derivan tanto de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) como de las características específicas del entorno y del proyecto:

A.8.2.1. Aspectos medioambientales y restricciones temporales:

Se establece en la DIA restricciones temporales para las voladuras en los emboquilles de túneles, los primeros metros de excavación y la apertura del ancho de ocupación que implique tala o poda de arbolado, o afecte a áreas con estrato arbustivo desarrollado o sotos de ribera, no se realizarán entre febrero y julio, ambos inclusive. Esta medida tiene como objetivo proteger la época de cría de rapaces, aves forestales y riparias. Este período podrá modificarse previa autorización del organismo competente en biodiversidad de la Junta de Andalucía, atendiendo a las variaciones anuales en los ciclos biológicos de las especies protegidas. Se evitarán trabajos nocturnos en zonas donde la prospección faunística haya sido positiva, para prevenir el abandono de crías. Las obras más ruidosas (demoliciones, uso de maquinaria pesada) se efectuarán preferiblemente fuera de las horas de mayor actividad biológica de las aves: primeras horas de la mañana y últimas de la tarde. Esta restricción se aplicará durante toda la duración de las obras en la zona catalogada como monte público y Red Natura 2000.

La UTE llevará a cabo durante las dos primeras semanas de obra una Prospección Faunística por personal cualificado, abarcando toda la superficie afectada por el trazado y elementos auxiliares (instalaciones auxiliares, caminos de acceso, vertederos y préstamos). El objetivo principal será localizar la presencia de posibles madrigueras, camadas de mamíferos, nidadas de aves, dormideros, posaderos, zonas de alimento, y puestas de anfibios y reptiles. Se prestará especial atención a la identificación de las especies de fauna indicadas en el apéndice 6 del proyecto, aunque el muestreo se realizará para todos los grupos faunísticos. En caso de encontrar evidencias de nidificación o lugares de refugio para alguna especie amenazada, se contactará con el organismo competente en biodiversidad de la Junta de Andalucía y se seguirán sus indicaciones. Se emitirá un documento con los resultados de la prospección y las medidas preventivas adoptadas.

A.8.2.2. Aspectos constructivos a considerar:

La UTE propone iniciar las excavaciones desde los extremos opuestos de los túneles T-1 y T-2, específicamente desde la boca de salida del T-1 y la boca de entrada del T-2. Esta decisión se fundamenta en diversas ventajas logísticas y operativas. En primer lugar, estas ubicaciones presentan una menor proximidad a edificaciones habitadas, lo cual reduce significativamente los riesgos asociados a las molestias y posibles daños estructurales. Asimismo, la cantidad de servicios afectados en estas zonas es considerablemente menor.

Cabe destacar que, en el caso particular del T-2, la ausencia de restos arqueológicos en las inmediaciones supone una ventaja adicional, evitando posibles retrasos y complicaciones derivados de hallazgos patrimoniales.

La cercanía a canteras susceptibles de ser restauradas y a potenciales vertederos constituye otro factor favorable, facilitando la gestión de materiales extraídos y residuos generados durante la excavación. Además, la existencia previa de accesos en estas zonas optimiza la logística de entrada y salida de maquinaria y personal.

En cuanto a las medidas de control y mitigación, se ha realizado en fase de licitación un estudio pormenorizado de vibraciones para determinar las cargas máximas por microrretardo admisibles en cada zona, como se comentó anteriormente. Complementariamente, se implementará un plan de monitorización de vibraciones en las edificaciones más próximas a las zonas de voladura. Se establecerá un protocolo de comunicación con propietarios

y ocupantes de las edificaciones cercanas, con el fin de mantenerles informados sobre los trabajos de voladura y atender posibles incidencias de manera eficaz y oportuna.

Desde el punto de vista técnico, se valorará el uso de técnicas de precorte y recorte para minimizar la afección al macizo rocoso circundante y reducir las vibraciones generadas. En aquellas zonas consideradas especialmente sensibles, se evaluará la viabilidad de emplear métodos de excavación mecánica como alternativa a las voladuras convencionales.

Zona	Detalle	Distancia	Dirección de Voladuras	Metodología
Túnel 1 (T-1)				
Boca de entrada	Distancia mínima a zonas habitadas	70 m (Hotel Los Abades, área de servicio y gasolinera)	Este (hacia la propia traza)	Iniciar con voladura confinada en zona de emboquille, posteriormente volcar frentes hacia el frente de excavación.
Boca de salida	Distancia a instalaciones industriales	260 m (naves industriales al norte de la A-92)		
Zona intermedia entre T-1 y T-2				
	Pequeños desmontes a media ladera (PS. 301.7)	50 m (posiblemente habitadas)		
Túnel 2 (T-2)				
Boca de entrada	Distancia a edificaciones rurales	100 m (casas rurales aisladas)	Oeste (hacia la propia traza)	
Boca de salida	Distancia a edificaciones al Norte	330 m	Este (zona E-1 del Viaducto)	Realizar un primer banco confinado en zona de emboquille y luego volcar las aperturas hacia el Oeste.
	Distancia a instalaciones industriales	400 m (fábrica Parque La Presa S.A., embotelladora)		

A.8.2.3. Hidrogeología y protección de acuíferos:

El proyecto considera que todo el tramo que discurre en calizas es susceptible de tener, bajo el mismo, un acuífero confinado e incluso red kárstica. Asimismo, se han proyectado diversas medidas de protección al acuífero durante la fase de trabajos y entre otros motivos es la causa de que la ZIA 1 esté tan alejada de la zona de obras en ese primer tramo de calizas. En el anejo Medioambiental se refuerzan las medidas a adoptar durante la construcción, hablando incluso de la necesidad de minimizar el consumo de agua en las labores de construcción para evitar los vertidos. Se establecen limitaciones en el lavado de cubas con impermeabilización y retirada de productos procedentes del lavado, etc. También se indica que durante la excavación de desmontes y túneles se deberá hormigonar las zonas de rasantes y fondo de excavaciones para evitar filtraciones, etc. El cruce (del viaducto) con el Arroyo Pasaderas (también denominado Manzanil) se produce unos metros aguas debajo del Parque de la Presa, zona de manantiales del acuífero kárstico de Sierra Gorda, situado en una falla del borde del macizo calizo. La surgencia más importante se sitúa próxima al estribo izquierdo de la presa, construida para retener y regular el caudal de las numerosas surgencias del entorno cuya función era repartir el agua en distintas acequias para riegos y también utilizada como fuerza motriz en un antiguo aserradero de mármoles. El caudal medio del manantial se cifra en más de 100 l/s. La UTE ha observado que hay mas surgencias en toda esta zona, donde se ha hecho el ayuntamiento de Lorca tiene una captación y 2 depósitos al margen izquierdo de la traza cercanos a la salida del T-2). Por otra parte, entre esta zona de surgencia y el cuerpo central del acuífero de Sierra Gorda se interpone un recubrimiento de materiales terciarios que constituye un área de cultivo agrícola (olivar principalmente). El excedente de riego y la infiltración de lluvia a través de estos materiales aportarían carga química adicional al agua circulante por el acuífero jurásico subyacente en proporción desconocida. No se encuentran indicios reseñables de elementos contaminantes en sus aguas, salvo únicamente en la primera campaña de muestreo de concentraciones traza de Hidrocarburos totales del petróleo en varias de la muestras analizadas, aunque siempre por debajo de 20 µg/L. Igualmente, la UTE realizará controles periódicos de la calidad de las aguas subterráneas para detectar posibles contaminaciones durante la fase de construcción. Se establecerá un programa de seguimiento de la calidad de las aguas en los manantiales y surgencias próximos a la obra.

A.8.2.4. Empresas y organismos afectados

La UTE garantizará en todo momento el acceso a las empresas afectadas, entre ellas, la Embotelladora y la Cooperativa Agrícola. La ejecución de las pilas del viaducto en la zona del Polígono Industrial Manzanil debe llevarse

a cabo sin interrumpir la actividad empresarial de la zona. Para mitigar esta afección, se implementarán desvíos de tráfico e itinerarios alternativos, tal como se explicará en el apartado siguiente.

Se establecerá una coordinación directa con las empresas para planificar las intervenciones y asegurar una adecuada gestión del tráfico. Para ello, se dispondrá de un equipo especializado en supervisar y gestionar la circulación en la zona afectada. Además, la UTE integrará en el Equipo de Obra un Coordinador General, encargado de gestionar las relaciones con el Ayuntamiento de Loja, las empresas del Polígono Industrial, la autoridad competente en materia de Minas —esencial para la aprobación del proyecto de voladuras y la gestión de explosivos—, así como con la Demarcación de Carreteras, debido a la afección en la A-42.

El Coordinador General será el interlocutor único ante las administraciones y agentes afectados, y contará con equipos de trabajo específicos para gestionar cada una de las incidencias: servicios urbanos, desvíos de tráfico, entre otros.

A.8.3.- CONDICIONANTES CLIMATOLÓGICOS

El clima en la comarca de La Plana de Utiel-Requena es de tipo mediterráneo continental, caracterizado por unos notables contrastes térmicos y de precipitación. de veranos cálidos por el día, con temperaturas superiores a 30 °C, incluso en algunas ocasiones de hasta 40, pero con temperaturas nocturnas que nunca superan los 18 °C, y con inviernos rigurosos, en los que en diversos días se baja de -10 °C, nevando parte de ellos. La precipitación anual media está comprendida entre los 400-500 mm, si bien estos valores son variables de un año a otro. La mayoría de la precipitación estival se concentra en tormentas veraniegas de gran intensidad, que llegan a descargar en forma de granizo, en la que, en diversas ocasiones, puede llegar a llover de forma torrencial. Para la determinación de los días útiles de trabajo en las distintas actividades de obra, se establecen unos coeficientes de reducción a aplicar al número de días laborables, empleándose generalmente el método descrito en la publicación "Datos Climáticos para Carreteras" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. No obstante, la UTE conoce muy bien la climatología existente y las condiciones poco adversas de trabajo así que se estima un coeficiente medio de reducción climatológica de **0,93** en base a experiencias recientes y en consonancia con la Guía. Además del factor climatológico, se aplicarán otros dos coeficientes reductores:

→ **Un coeficiente de aprendizaje (CD):** Corresponde a los retardos que se producen en cada actividad para alcanzar el máximo rendimiento diario. Debido a las dificultades surgidas en la realización de los trabajos, los imprevistos en la ejecución, la implantación de desvíos de tráfico etc., el tiempo necesario para completar la actividad aumenta, repercutiendo en el resto de trabajos y, por tanto, disminuyendo el rendimiento total de la obra. Para tener en cuenta este criterio, se adopta un coeficiente de minoración de **0,92**.

→ **Un coeficiente de minoración del rendimiento teórico de las máquinas (CM):** El rendimiento teórico de las máquinas se ve afectado por las condiciones poco favorables como son las condiciones meteorológicas, el lugar de trabajo, etc., lo que acaba afectando al funcionamiento de las máquinas, disminuyendo su rendimiento. Para tener en cuenta la minoración del rendimiento de las máquinas se considera un coeficiente (CM) de valor **0,98**.

En función de estos coeficientes, se calcula el **coeficiente reductor (CR)**, como el producto de los anteriores coeficientes, resultando un coeficiente medio de **0,83**.

A.9.- DESVÍOS PROVISIONALES Y REPOSICIONES DE SERVICIOS

En relación con la ejecución de las obras del **Viaducto del Manzanil**, el proyecto prevé un conjunto de desvíos y reposiciones de servicios para minimizar las afecciones a las empresas del **Polígono Industrial El Manzanil II**, en especial a la **Cooperativa San Isidro** y a la **planta embotelladora**, ubicadas en las inmediaciones del trazado. Durante las fases de construcción, se implementarán desvíos temporales y se procederá a la reposición de servicios afectados para garantizar la continuidad de las operaciones en las instalaciones industriales afectadas.

→ **Pila P-12: Desvíos de tráfico y vial alternativo**

La ejecución de la **Pila P-12** afecta directamente al acceso principal de la **Cooperativa San Isidro**, pudiendo interferir con el tráfico diario de vehículos pesados que circulan por la zona. El proyecto contempla la construcción de un **vial alternativo** al norte de las instalaciones de la cooperativa, lo que permitirá desviar el tráfico pesado por un acceso situado más al oeste, mientras se ejecuta la cimentación de la pila. Este desvío temporal facilitará la construcción de la **Pila P-12**, eliminando la necesidad de modificar los viales circundantes y **asegurando un flujo constante** de vehículos hacia la cooperativa sin interferir con las obras.

→ **Pila P-8: Afección temporal al viario y medidas de mitigación**

Durante la ejecución de la **Pila P-8**, también se prevé una **afección temporal** al vial que conecta el **Polígono Manzanil II** con la autovía **A-92**. La ejecución de la pila impactará tanto en el acerado como en el vial, debido a las excavaciones necesarias para su cimentación. Para garantizar la continuidad del tráfico y minimizar el impacto, se propone la construcción de una **pantalla de micropilotes** en las proximidades de la zona afectada. Este sistema permitirá reducir la ocupación temporal del vial, permitiendo el paso de vehículos y minimizando las interrupciones al tránsito. El tráfico peatonal también se verá afectado temporalmente, y se procederá al **balizamiento** y **señalización** de las áreas de obra para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios del vial.

Durante la ejecución de las obras en los viales del polígono se estudiarán itinerarios provisionales para minimizar las afecciones a las principales empresas y asegurar la circulación de vehículos pesados y el acceso

continuo a dichas instalaciones. En cuanto a la reposición de servicios, las actuaciones más relevantes son las siguientes:

- La reposición de la acequia que se ve afectada por el terraplén del vial alternativo perteneciente a la Comunidad de Regantes El Manzanil, por la instalación de un tubo de Ø 2.000 mm.
- El sistema de **saneamiento público** será repuesto conforme a lo acordado con **GEMALSA**, organismo responsable del servicio, asegurando que todas las intervenciones se realicen de acuerdo a la normativa aplicable.
- Reubicación del alumbrado público y la reposición de báculos de iluminación afectados por el trazado.

Se adjunta en la Doc. Complementaria un plano con las [SOLUCIONES AL TRÁFICO](#) para la zona afectada por las pilas dentro del Polígono Industrial Manzanil.

A.10.- ZONAS PREVISTAS PARA PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

Tras el balance de tierras, Analizando el resumen de movimiento de tierras obtenido, se obtiene que del total excavado que asciende a 1.322.868,35 m³ serán aprovechables 978.610,25 m³, mientras que 344.258,10 m³ deberán ser trasladados a vertedero, valores obtenidos una vez aplicados sus correspondientes coeficientes de paso. Del mismo modo, se generan 54.417,74 m³ de tierra vegetal.

La cantidad final, pues, sobrante a destinar a vertedero, gestor o acopio temporal, se obtendrá, por un lado, del material no apto y desechado en un principio, y por otro lado del material apto sobrante, según se indica en la anterior tabla, ascendiendo el total a 729.568,37 m³.

La cantidad excedente de material APTO correspondiente a material procedente de la voladura o excavación en roca, tras su empleo en los diferentes rellenos de esta. Este material se acopiará en las Zonas de Acopio Temporal (ZAT). La cantidad destinada a estos acopios será de 385.310,27 m³.

En el [Plano PLANTAS DE PRODUCCIÓN Y VERTEDEROS](#), se ha representado gráficamente las rutas desde las plantas al centro de gravedad de la traza. En el [Plano H.1.2.1 IMPLANTACIÓN](#) se representan las zonas de acopio previstas.

A.11.- SUBCONTRATACIÓN

En el presente apartado se adjunta la lista de subcontratación que la empresa hará efectiva para la ejecución de las obras de en caso de resultar adjudicatarios:

NOMBRE SUBCONTRATISTA	ACTIVIDAD A SUBCONTRATAR
BOMBEOS MARTÍN	HORMIGÓN PROYECTADO
MADONU	AUTOCIMBRA
METALESA	BARANDILLA
MONTENEGRO	PILOTES
TERRATEST	PILOTES
HISISA	IMPERMEABILIZACIÓN TÚNEL

Las cartas de compromiso se encuentran en la Doc. Complementaria, en el apartado [H.4.- CARTAS DE COMPROMISO](#).

A.II - PROGRAMA DE TRABAJOS

A.12.- PROCESO CONSTRUCTIVO

El planteamiento constructivo que propone la UTE **se ajusta perfectamente al plazo MÁXIMO** de ejecución de la obra **de TREINTA (30) meses según lo expuesto en el PCAP**.

Derivado de nuestra programación mostramos las fechas de inicio y fin de los trabajos, así como la duración prevista:

FECHA INICIO	FECHA FIN	DURACIÓN
XXXXXX	XXXXXX	TREINTA (30) MESES

A continuación y, a modo de resumen, se explica el programa constructivo propuesto por la UTE para cada una de las fases, **respetando la estructura principal del Presupuesto del Proyecto Constructivo**

Durante las fases iniciales de las obras, se llevarán a cabo diversas actividades preparatorias que son fundamentales para asegurar el buen desarrollo del proyecto. Estas actividades preceden a la ejecución propiamente dicha y son necesarias para establecer las condiciones óptimas en las áreas de trabajo:

- **Habilitación de caminos hasta las zonas de instalación de auxiliares (ZIA) y las zonas de acopio temporal (ZAT)**

El acceso a las áreas de trabajo es esencial para garantizar el movimiento de maquinaria y el transporte de materiales. Se habilitarán los caminos temporales que conectan las ZIAs y ZATs en primer lugar para poder adecuarlas.

- **Implantación de las instalaciones y replanteo general de la obra**

Una vez preparada la superficie, se procederá a la **implantación de las instalaciones necesarias anteriormente descritas**. Asimismo, se instalarán **casetas de obra** para albergar las áreas de descanso y

bienestar de los trabajadores, además de zonas para el **acopio de materiales** que se utilizarán a lo largo del proyecto.

De manera simultánea a la implantación de las instalaciones, se llevará a cabo el **replanteo general de la obra**, una fase crítica en la que se marcarán los límites y las ubicaciones exactas de las diferentes estructuras y zonas de trabajo

Se procederá también al **jalonamiento de la obra**, delimitando las áreas de intervención y estableciendo rutas de circulación claras para el personal y la maquinaria. Además, se realizará una **prospección faunística** en las zonas donde se ejecutarán los trabajos durante las dos primeras semanas de la obra.

▪ **Preparación de los Viales**

Se prepararán los viales que permitirán el paso de la maquinaria entre las diferentes áreas de trabajo, como las ZIA, ZAT, vertederos y tajos.

▪ **Trabajos de Despeje, Desbroce y Tala de Árboles**

Una vez finalizado el periodo de restricciones temporales impuesto por la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), se procederá con el despeje y desbroce de vegetación, así como con la tala de árboles que interfieren con el trazado para dejar el terreno listo para las fases de excavación y cimentación.

Restricciones Temporales y Consideraciones Ambientales

De acuerdo con la DIA, entre los meses de febrero y julio (ambos incluidos), y a la espera de confirmación por parte de la Consejería de Medio Ambiente de Granada, no se podrán realizar las siguientes actividades:

Voladuras en los emboquilles y los primeros metros de los túneles.

Tala y desbroce de vegetación.

Trabajos que generen altos niveles de ruido y vibraciones, como demoliciones y voladuras.

Además, el horario de trabajo en zonas residenciales estará limitado de 08:00 a 20:00 horas durante todo el año, según lo estipulado en el punto 5o) de la DIA.

▪ **Excavaciones con voladuras**

Las excavaciones que requieren el uso de explosivos se llevarán a cabo principalmente en la primera mitad del trazado, especialmente en el paso por Sierra Gorda y en el emboquille del Túnel de Las Monjas, debido a su proximidad con la autovía A-92 (menos de 30 metros). Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones para el diseño de las voladuras:

- **Vibraciones transmitidas a través del terreno.**
- **Afección de la onda aérea generada.**
- **Posibles proyecciones de roca.**

Para garantizar la seguridad ciudadana, se deberá evacuar a todas las personas ajenas a la obra en un radio de 200 metros del punto de voladura, y se interrumpirá la circulación de vehículos y el acceso a cualquier tipo de vía en esa misma área. Previo a la detonación, se emitirán tres señales acústicas para advertir del disparo, y tras la voladura se emitirá otra señal para indicar que es seguro reanudar las actividades. Se procederá inmediatamente después a la reapertura del tráfico, una vez que se compruebe que no hay material procedente de la voladura en la calzada. Al igual que en los otros desmontes cercanos a la autovía A-92, se recomienda cubrir toda la superficie de las voladuras en esta zona con una malla geotextil de 100 gramos por metro cuadrado, junto con una malla geodinámica anclada al suelo, para asegurar que las proyecciones de material quedan contenidas.

▪ **Planificación de Excavaciones y Voladuras**

Cada actuación se llevará a cabo con un rendimiento ajustado para minimizar los tiempos de intervención en la calzada y garantizar la continuidad de las actividades de construcción. Para los desmontes y túneles mencionados, se prevé la ejecución de entre 5 y 15 voladuras, dependiendo del volumen de material a excavar y la proximidad de la autovía. Para la planificación de las voladuras, es esencial acotar las áreas de trabajo y estimar el volumen de material a excavar. Se tendrán en cuenta el número de voladuras, la cantidad de explosivos por cada voladura y el rendimiento en la retirada del material excavado. En el caso del Desmonte y Falso Túnel de Los Abades, se estima un volumen de 100.000 m³ de material, con un rendimiento de retirada de 800 m³/día. En caso de que existan estructuras cercanas a las zonas de detonación, se recomienda realizar informes técnicos previos para evaluar el estado de las mismas y registrar cualquier posible daño. Este proceso incluye la monitorización de grietas, fisuras o cualquier signo de deterioro que podría dar lugar a reclamaciones posteriores.

▪ **Desmonte y Excavación en Los Abades**

El desmonte en esta zona se desarrollará a media ladera, con taludes que alcanzan alturas de hasta 23 metros. El volumen de excavación requerido es considerable, y se prevé que la carga de explosivos en cada voladura será de 3.500 kg, generando aproximadamente 10.000 m³ de material para retirar. El plazo de ejecución de esta excavación está estimado en 6 meses.

▪ **Desmonte y Falso Túnel de Las Monjas**

El desmonte para el túnel de Las Monjas alcanza una altura máxima de **16 metros** y se extiende entre los PK **302+380** y **302+562**. Este desmonte es esencial para la entrada del túnel, y se utilizarán explosivos para llevar a cabo el proceso de excavación. Se estima un volumen total de **120.000 m³** de material a excavar. Como en otras

fases de la obra, las voladuras cerca de la autovía requerirán cortes temporales de tráfico, adoptándose medidas preventivas similares, como el uso de mallas geotextiles y geodinámicas.

▪ Túnel de Las Monjas

El túnel de Las Monjas tiene una longitud de **693,08 metros**, de los cuales **540 metros** corresponden al túnel en mina. La excavación se llevará a cabo mediante el **Nuevo Método Austriaco (NATM)**, que combina la excavación y el sostenimiento del terreno. La excavación se llevará a cabo en avance y destroza, y en las zonas donde las condiciones geotécnicas lo requieran, se ejecutará una tercera fase, la construcción de la contrabóveda. Se estima en **67.800 m³**, y la ejecución de esta fase requerirá aproximadamente **7 meses**. Dado que las voladuras se realizarán dentro del túnel, no se prevé la interrupción del tráfico en la autovía A-92.

▪ Falso túnel de las monjas y desmonte de salida

El falso túnel de salida se ejecutará entre los PK **303+220** y **303+470**, alcanzando alturas de **15 a 20 metros**. La excavación será temporal, ya que el área será rellenada tras la construcción del túnel artificial. Se estima en **95.000 m³**. La carga de explosivos será de **3.500 kg**, generando **10.000 m³** de material por cada voladura. Como en fases anteriores, se ejecutará una voladura cada **12-15 días**, con medidas de seguridad rigurosas para evitar desprendimientos en la autovía cercana.

Túnel de los Abades: En la mitad del túnel más próxima a la gasolinera y al hotel se ha contemplado voladuras únicamente de día, lo que penaliza ligeramente los rendimientos en ST-I y ST-II.

Túnel de las Monjas.: Se ha programado el túnel considerando pases cortos siempre que este diste menos de 50 metros en planta de la Autovía A-92, para limitar la carga instantánea de detonación y con ello las vibraciones en el talud de la autovía. Los pases considerados en este caso son de 1,5 m en avance y 2 en destroza.

▪ Viaducto del Manzanil

La construcción del **Viaducto del Manzanil** se proyecta mediante el uso del sistema de autocimbra, ejecutando el tablero en fases sucesivas. Este método consiste en la construcción de vanos sucesivos, hormigonando aproximadamente **4/5 del vano** y una ménsula de **1/5** del vano siguiente, de manera que se permite avanzar la cimbra progresivamente. Para soportar el peso del encofrado y del hormigón fresco, se emplean cimbras metálicas longitudinales, que se apoyan en las pilas mediante ménsulas especiales. Durante en la Fase de **55 metros** a su paso por el polígono del Manzanil II, se presentan afectaciones al viario y a las instalaciones de la **Cooperativa San Isidro**. Para mitigar estas afectaciones, se ejecutará en primer lugar la construcción de pantallas de micropilotes anclados al terreno para minimizar la ocupación del área durante la excavación de los encepados de las pilas. Además, para la ejecución de las pilas **P-11** y **P-12**, se habilitará un vial al norte de la cooperativa que facilitará el acceso y reducirá las alteraciones al viario principal de la cooperativa, permitiendo desviar el tráfico pesado a un acceso alternativo al oeste.

▪ Modificación del viario de la Avenida José Velasco

La **pila P-12** requerirá una ocupación parcial de la calzada en la **Avenida José Velasco**, lo que implica una modificación temporal del trazado del vial para mantener el ancho de la calzada y el acerado. Esto también implica la ocupación de parte de una parcela al norte de la avenida, pero no afectará de forma significativa el trazado de los viales circundantes.

▪ Ejecución de la Pila P-4 y afecciones a la Vía Pecuaria

La ejecución de la **pila P-4** genera una serie de afecciones a la **vía pecuaria "Vereda del Cerrillo de la Horca Playares y Fuente del Espino"** y a las infraestructuras industriales del **Parque La Presa**. Debido a las dimensiones del encepado, es necesario realizar pantallas de micropilotes para reducir la superficie de excavación y la ocupación en planta. Sin embargo, una ligera modificación del trazado de la vía pecuaria será indispensable, ya que la zapata de la pila interfiere en el vial. Se prevé la habilitación de un desvío provisional durante la fase de ejecución, manteniendo el tráfico a lo largo de la vereda y los viales de acceso a las instalaciones industriales.

El desvío se ejecutará en **cuatro fases**, permitiendo siempre el paso de vehículos pesados. Durante la ejecución de la reposición de la vía pecuaria, el espacio necesario para la construcción de la cimentación de la pila P-4 quedará disponible.

▪ Afecciones a las Infraestructuras del Parque La Presa

Además de las afecciones a la vía pecuaria, la ejecución de la cimentación de la **pila P-4** impacta temporalmente en las infraestructuras del **Parque La Presa**, principalmente en el área de aparcamiento de los trabajadores, que verá reducida su capacidad en un **37,5%** durante **un mes y medio**. Un vial provisional permitirá el acceso al aparcamiento durante la fase de ejecución. Una vez finalizados los trabajos, la pila quedará ubicada en el límite del cerramiento del aparcamiento, sin reducir la capacidad total del mismo. Asimismo, se afectará el **muro de cerramiento exterior** del Parque La Presa, debido tanto a la construcción de la pantalla de micropilotes como a la reposición de la vía pecuaria. La longitud afectada será de aproximadamente **50 metros**, y se procederá a la reposición del muro en la línea límite marcada por el deslinde legal de la vía pecuaria.

▪ Afección al Canal de Riego

La ejecución de la cimentación de la **pila P-4** también afecta a un tramo del canal de riego que discurre paralelo a la vía pecuaria y al aparcamiento de los trabajadores. Esta afección, de aproximadamente **9 metros** de longitud, es consecuencia directa de la instalación de la pantalla de micropilotes. Se ha previsto la reposición del

canal de riego existente mediante la prolongación de su trazado actual. Este nuevo tramo del canal discurrirá paralelo a la reposición de la vía pecuaria "Vereda del Cerrillo de la Horca Playares y Fuente del Espino" hasta un punto adecuado que permita su conexión con la infraestructura de riego actual, sin interferir con la cimentación de la pila P-4. La reposición del canal se llevará a cabo mediante el **procedimiento constructivo de hinca** o técnica similar, lo que permitirá la instalación de tuberías bajo la calzada de la vía pecuaria sin la necesidad de abrir zanjas. Esta técnica minimiza el impacto en el tráfico, especialmente el elevado tránsito de vehículos pesados que acceden a las instalaciones del **Parque La Presa**. El pozo necesario para realizar la hinca se ubicará fuera de la calzada actual, en una zona que posteriormente será utilizada para la reposición de la vía pecuaria. Dada esta planificación, la **primera actuación** en el área de Parque La Presa será la reposición del canal de riego, permitiendo posteriormente la reconstrucción de la vía pecuaria y la reposición de los servicios afectados. Los trabajos de reposición del canal se realizarán de manera **simultánea** con la ejecución de la vía pecuaria y la reposición de los servicios existentes en la zona, siempre asegurando que las infraestructuras afectadas queden completamente operativas antes de avanzar en la cimentación de la pila P-4. Esto garantizará que el tráfico y los servicios no se vean comprometidos durante las fases de construcción del viaducto.

▪ **Afecciones Generadas por la Pila P-8**

Asimismo, durante la ejecución de la **pila P-8**, se prevé una afección temporal a las instalaciones de **Parque La Presa** y su plan de ampliación. Esta pila, que se situará sobre suelo clasificado como área verde, afectará al acerado y al nuevo vial que canalizará el tráfico desde el polígono industrial Manzanil II hacia la autovía A-92.

Para minimizar el impacto en el vial, se ejecuta la instalación de una **pantalla de micropilotes** en las dos caras del encepado de la pila más cercanas al vial. Esto permitirá mantener el tráfico de vehículos pesados y ligeros sin interrupciones significativas. Aunque la afección al vial será temporal, con una duración estimada de **1 mes**, se dispondrán medidas de seguridad, como señalización y balizamiento, para asegurar el flujo continuo del tráfico.

Además, el tránsito peatonal por la acera se interrumpirá de forma temporal y algunas plazas de aparcamiento cercanas a la zona de obra se verán afectadas, reduciendo su disponibilidad. No obstante, una vez finalizados los trabajos de cimentación, el **fuste de la pila** quedará integrado en la zona verde y apartado del vial y la acera, recuperándose el uso completo del vial y el área de aparcamiento. Tras la ejecución de la pila P-8, se procederá a la reposición de los servicios existentes que hayan sido afectados, como **saneamiento, alumbrado, y riego**. Aunque **Parque La Presa** ha facilitado planos de los servicios previstos, se realizarán **catas** para identificar con precisión la ubicación de los servicios activos en el momento de la construcción.

El sistema de autocimbra permite un ritmo de ejecución de un **vano por semana y media**, con gran versatilidad para adaptarse al trazado del viaducto. El plazo total de ejecución se estima en:

- **19 meses** para la construcción de pilas y estribos.
- **18 meses** para la ejecución del tablero.
- **4 meses** adicionales para los acabados.

Dado que parte de las fases de construcción de las pilas y los estribos se podrán realizar en paralelo, se estima que la duración total de la construcción del viaducto será de **27 meses**.

▪ **Viaducto del Juncar**

El **Viaducto del Juncar** se construirá mediante el izado de **vigas pretensadas**, siguiendo un esquema de fases bien definido. A continuación se describen las fases principales del proceso:

→ **FASE 1: Replanteo y Cimentaciones**

1. **Replanteo de las cimentaciones:** Se ubican las cimentaciones en su posición exacta en el terreno.
2. **Ejecución de la cimentación del estribo 1:** Se construye la base del estribo, que es el soporte de la estructura en uno de sus extremos.
3. **Ejecución de la cimentación del estribo 2:** Similar al estribo 1, se ejecuta la cimentación en el extremo opuesto del viaducto.

→ **FASE 2: Construcción de Pilas y Protección**

1. **Ejecución de los alzados de la pila:** Se hormigonan las pilas, que soportarán las vigas del viaducto.
2. **Colocación de escollera de protección:** Se protege la base de las pilas mediante la colocación de escolleras, que evitan la erosión del terreno.
3. **Colocación de los pots en coronación de pila:** Se instalan los pots, que son dispositivos sobre los que descansarán las vigas.
4. **Ejecución de los pilotes y encepado de la pila:** Los pilotes se colocan en el suelo para soportar las cargas verticales, mientras que el encepado une los pilotes para distribuir las cargas a los elementos de cimentación.

→ **FASE 3: Colocación de Vigas**

1. **Colocación de las vigas en cada vano mediante grúas:** Utilizando grúas de gran capacidad, se izarán y colocarán las vigas pretensadas que conformarán el tablero del viaducto. Esta fase es crítica, ya que las vigas deben ser posicionadas con precisión sobre los apoyos previamente instalados.

La duración total estimada para la ejecución de las pilas, estribos y colocación de vigas es de **12 meses**.

▪ **Paso Superior PS-301.7**

El **Paso Superior PS-301.7** se construirá utilizando el sistema de **cimbra porticada**. A continuación se detalla el proceso de ejecución por fases:

→ FASE 1: Excavación y cimentaciones

Se realizan las excavaciones necesarias para preparar el terreno donde se ubicarán los estribos y pilas. Se construyen las cimentaciones que soportarán los elementos verticales (pilas y estribos).

→ Fase 2: alzados y preparación de apoyos

Se realiza el encofrado y armado de los elementos estructurales verticales y los estribos. Para evitar la filtración de agua, se impermeabilizan los estribos y los muros. Se colocan los dispositivos de apoyo sobre los que descansará el tablero.

→ Fase 3: cimbra y construcción del tablero

Se preparan los castilletes que soportarán las cimbras. Las cimbras permiten el apoyo temporal del tablero mientras se hormigona. Se hormigona el tablero de forma continua, garantizando la rigidez estructural. Se instalan los cables de pretensado para aumentar la resistencia del tablero. Las juntas permiten la conexión estructural entre las vigas adyacentes. Se asegura el tablero al estribo, fijándolo para evitar movimientos. La losa superior se hormigona para incrementar la capacidad portante del tablero.

→ FASE 4: Acabados y pruebas

Se colocan los pretiles y las barandillas que aseguran la seguridad de los usuarios del paso superior. Se realiza una prueba de carga para verificar la resistencia del tablero.

→ Fase 5: Retirada de cimbras y finalización

Se desmontan las cimbras una vez que el tablero ha alcanzado la resistencia necesaria. Se completan las impostas que cubren los bordes del tablero y se instalan las aceras. Se completa la instalación del pavimento en el paso superior. Se realiza una prueba de carga adicional para garantizar la seguridad de la estructura bajo condiciones de uso real.

La construcción de las pilas y estribos tomará aproximadamente **4 meses**, la ejecución del tablero unos **2 meses**, y los acabados alrededor de **1 mes**. Esto da una duración total estimada de **6 meses** para completar el paso superior.

■ Ejecución de la plataforma de la LAV

La ejecución de la plataforma para la futura Línea de Alta Velocidad (LAV) se desarrolla de forma paralela a otras infraestructuras, como los viaductos y pasos superiores, y en conjunto con las obras de drenaje transversal y longitudinal. Los **rellenos o terraplenes** son la primera fase de la construcción de la plataforma y consisten en la **extensión y compactación** de materiales en capas sucesivas llamadas **tongadas**. Durante esta etapa, se emplean **bulldozers** para extender el material, y **excavadoras** para ajustarlo en áreas específicas. A continuación, **compactadoras** y **rodillos vibrantes** compactan cada capa, asegurando que se alcance la densidad requerida. Este proceso es clave para garantizar que el terraplén tenga la capacidad portante necesaria para soportar las cargas que se aplicarán durante la operación ferroviaria. Simultáneamente, se van ejecutando las **obras de drenaje transversal y longitudinal** para asegurar un adecuado manejo de las aguas en la plataforma de la LAV:

- **Cunetas revestidas:** Se realiza la **excavación de la cuneta**, utilizando excavadoras, y se procede al **hormigonado de la base y los hastiales**, utilizando camiones hormigonera y encofrados. Estas cunetas se disponen a lo largo de los terraplenes para captar el agua de escorrentía y dirigirla a puntos de descarga controlados.
- **Bajantes:** Para su construcción, se lleva a cabo la **preparación de la zona de apoyo** mediante un ligero cajeado, seguido del **hormigonado** de la base y la **colocación de prefabricados**.
- **Colectores de hormigón y arquetas:** Estos elementos de drenaje se instalan para permitir la recolección y evacuación de aguas subterráneas y pluviales en puntos clave de la plataforma. Su instalación requiere maquinaria pesada como grúas para el manejo de los prefabricados.
- **Capa de forma:** Tras la correcta compactación de los terraplenes, se procede a la ejecución de la capa de forma, que tiene como objetivo mejorar la capacidad portante de la plataforma. En esta fase, se utilizan motoniveladoras para perfilar la capa con precisión, asegurando que tenga la pendiente y el espesor adecuados. Compactadoras de rodillo liso se emplean para compactar la capa y garantizar su estabilidad y uniformidad.

En paralelo, la capa de forma se integra con el **drenaje longitudinal**. Este sistema incluye la instalación de **canaletas** para recoger el agua superficial generada en la plataforma y dirigirla hacia los puntos de descarga, minimizando el riesgo de infiltraciones. Estas canaletas se disponen a ambos lados de la plataforma, con **dimensiones de 0,50 m de base y 0,45 m de altura**. Además, se colocan **mechinales** de Ø80 mm cada 0,50 m en los laterales de la canaleta, que recogen el agua infiltrada por el subbalasto y la conducen a sistemas de tratamiento de hidrocarburos antes de ser vertida al terreno natural.

Una vez finalizada la capa de forma, se instala el **subbalasto**, que constituye la base para el balasto sobre el que se asentarán las vías ferroviarias. Esta capa se extiende en tongadas de **0,30 metros** y se compacta mediante **rodillos y vibrocompactadoras**, asegurando que el subbalasto tenga las propiedades geotécnicas requeridas para soportar las cargas dinámicas generadas por el tráfico ferroviario.

■ Impermeabilización y sistema de drenaje separativo

Debido a las características hidrológicas del terreno, se ha diseñado un **sistema de drenaje separativo** que permite separar el agua de la plataforma de la que proviene de las márgenes. Para ello, se instala una **impermeabilización** debajo del subbalasto, compuesta por un **geocompuesto impermeabilizante** formado por dos capas de geotextil no tejido y una geomembrana intermedia de polietileno de alta densidad de 0,5 mm de espesor, unidas mediante termosoldadura. Sobre esta capa, se coloca un **geocompuesto drenante**, con un núcleo intermedio de 15 mm que evita la saturación del subbalasto y dirige el agua hacia los mechinales de las canaletas. Este sistema asegura que el agua sea tratada antes de ser vertida al terreno natural, protegiendo los acuíferos y cumpliendo con las normativas medioambientales.

■ Reposiciones

La **reposición de servicios afectados** se llevará a cabo durante los primeros **once meses** del proyecto de construcción de la plataforma de la LAV. Durante este período, se garantizará que las infraestructuras esenciales, como las líneas eléctricas, sean reubicadas o reinstaladas, para no interferir con la ejecución de las obras ferroviarias. Una de las principales infraestructuras afectadas es la **línea eléctrica de alta tensión de Red Eléctrica de España (REE)**, que cruza la plataforma ferroviaria en el PK **303+980**. Este tendido eléctrico deberá ser repuesto mediante un proyecto independiente al de la plataforma, con una duración prevista de **12 meses**. Durante este tiempo, se procederá a la reubicación de la línea sin afectar el desarrollo de las obras en otras partes de la plataforma. Para asegurar que la reposición de la línea no afecte la construcción, el cronograma considera una posible demora en la aprobación por parte de **Industria**, estimando un plazo máximo de **1 año**. En este escenario, se ha calculado que existiría una **holgura de 2 meses** que permitiría ajustar el plan de obras sin mayores contratiempos. En caso de que los plazos se prolonguen más de lo previsto, el cronograma incluye la posibilidad de continuar con otras partes de la obra. Específicamente, se podría **saltar la construcción de la pila 6** y continuar con las pilas adyacentes (como la pila 5) hasta el estribo 1, dejando la ejecución de la pila 6 para una fase posterior, cuando la reposición de la línea eléctrica esté completa.

A.13.- PLAZO DE EJECUCIÓN

CONF.	CONF.	CONFIDENCIAL	CONF.	S.A. –	CONF.	CONFIDENCIAL	–
CONF.	CONF.	CONFIDENCIAL		resultar			do

CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD ANTEQUERA GRANADA. TRAMO: VARIANTE DE LOJA. A-92", se compromete a ejecutar las obras en un **plazo de TREINTA (30) MESES.**

Para concluir la presente memoria, se adjunta en las siguientes páginas la documentación gráfica relativa al Programa de Trabajos, siguiendo los siguientes apartados:

A.14.- LISTA DE ACTIVIDADES REPRESENTATIVA PARA ANALIZAR EL DESARROLLO DE LAS OBRAS. JUSTIFICACIÓN DE RENDIMIENTOS ADOPTADOS Y DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES: DIAGRAMA DE GANTT

Para realizar la propuesta de planificación de los trabajos presentada por la UTE se ha partido de las principales unidades de obra incluidas en el presupuesto de ejecución del proyecto constructivo y de otras que, aunque no se incluyen de manera explícita en el presupuesto, son necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

A cada unidad de obra seleccionada para la programación se le aplica un **rendimiento teórico**, calculado a partir de la composición de los equipos de trabajos propuestos, así como de la experiencia previa de las empresas que componen la UTE en la ejecución de obras similares. A este rendimiento teórico se le aplican una serie de coeficientes minoradores del rendimiento (coeficiente por posibles averías en maquinaria 0,98 y coeficiente de eficiencia de los equipos 0,99). También se aplicará un tercer coeficiente reductor por condiciones climatológicas, que varía en función del tipo de actividad de la que se trate, y que ha sido calculado para las condiciones de Loja (apartado A.8.3.- de la presente documentación).

Una vez aplicados los **coeficientes minoradores** al rendimiento teórico, se obtiene un **rendimiento real** que es el que se aplica a la medición de la unidad de obra para la obtención de una duración estimada. La duración calculada se redondea hacia arriba, a días completos, antes de ser trasladada al programa, de manera que siempre exista un margen de seguridad.

A la hora de seleccionar las diferentes unidades de obra a incluir en la planificación se parte de aquellas de mayor importancia, tanto en volumen de ejecución como en peso económico, incluyendo también aquellas actividades de menor peso, pero que cuya ejecución condiciona la posible ejecución de otras.

Las unidades de obra seleccionadas, se agrupan por su lugar de ejecución y por el equipo de trabajo que será el encargado de su ejecución, y se incluyen en el diagrama de Gantt de manera conjunta. A continuación se incluyen algunos ejemplos de selección y agrupación de actividades.

- **Conducciones subterráneas:** se agrupan las actividades a realizar por los diferentes equipos de la siguiente manera; equipo de excavación (EXC) incluye desbroce del terreno y excavación en zanja, equipo de tendido de tubería (TUB) incluye la ejecución de la cama de arena y del tendido de la conducción y equipo de relleno (RELL) incluye la ejecución del relleno seleccionado, el relleno superior y el relleno específico de reposiciones de zavorra. A la hora de trasladar las duraciones al Gantt, se ha adoptado la duración del equipo más limitante, que es la que se aplica a los tres equipos.

- Estructuras de hormigón armado: incluye las actividades de formación de la obra de hormigón armado (EST) para lo que se adopta la medición de hormigonado y se le aplica un rendimiento general teniendo en cuenta los rendimientos de cada una de las actividades que engloba (armado, encofrado y hormigonado) y la secuencia de trabajo prevista (incluido posibles solapes entre las actividades). Tal como se aprecia en el apartado 2.5. de la documentación (Diagrama de Gantt), los rendimientos aplicados varían en función de la dificultad y volumen de la estructura a ejecutar.
- Trabajos edificación: para el cálculo de los trabajos de albañilería en las diferentes edificaciones previstas se han agrupado las unidades de obra a ejecutar por el equipo de albañilería (ALB); considerando por un lado las fábricas para cerramiento y divisiones interiores y por otro, las unidades de obra de revestimientos y acabados (revocos, suelos técnicos, carpintería, etc.).

De esta manera, con los recursos productivos que limitan la ejecución (ya sean operarios o maquinaria) y los auxiliares, queda formado cada equipo. Se deduce del dato anterior el rendimiento teórico diario. Al calcular el nº de recursos productivos calculamos el nº de equipos, asignándose los medios auxiliares. Los equipos previstos para la ejecución de las actividades de la obra se identifican con un código de 3 o 4 letras, que es meramente convencional de manera que cada Actividad queda ligada a un equipo y rendimiento teórico, con una composición definida de medios humanos y mecánicos. Los recursos auxiliares se adaptarán al rendimiento del equipo, no lo limitarán.

Una vez dimensionados los equipos de trabajos y los esfuerzos asociados a cada uno de ellos, obtenemos el **rendimiento real**, tras aplicar los coeficientes reductores al sumatorio de todas las actividades auxiliares que forman parte de la ejecución de la actividad, es decir, obtenido el dato del rendimiento teórico diario. Finalmente, para calcular los días de trabajo será necesario precisar el **nº de equipos** iguales que participaran en la ejecución de la actividad. Con ello obtendremos los días de trabajo que durará la misma. El resultado del cálculo son los días estrictos, valor mínimo a incluir en la Programación, redondeado siempre a la unidad superior. Definidos los equipos de trabajo, la relación de las actividades de la obra y sus condicionantes, a fin de que los medios asignados sean proporcionados y por tanto la programación sea realista y adecuada a la obra, se procede al estudio de la secuencia y coordinación de las distintas actividades. Para ello, nos apoyaremos en: Las características del Proyecto, las condiciones en que se desarrolla, la secuencia constructiva y las asignaciones de medios.

En el apartado **A.2.1.- RELACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS PROPUESTOS**, se mostraba la tabla de **cálculo de rendimientos y equipos**. En la siguiente tabla, se hace un desglose detallado de los rendimientos obtenidos para la ejecución de los túneles.

ESTUDIO DE RENDIMIENTOS DE EJECUCIÓN TÚNELES. VARIANTE DE LOJA, ADIF (GRANADA)																	
SECCIÓN TIPO		ST-I	ST-II	ST-I-PC	ST-II-PC	ST-I-RN	ST-II-RN	ST-III	ST-IV	ST-I	ST-II	ST-I-PC	ST-II-PC	ST-I-RN	ST-II-RN	ST-III	ST-IV
RESTRICCIÓN VOLADURAS				Pases Cortos	Pases Cortos	Restricción Noche	Restricción Noche					Pases Cortos	Pases Cortos	Restricción Noche	Restricción Noche		
FASE		AVANCE	AVANCE	AVANCE	AVANCE	AVANCE	AVANCE	AVANCE	AVANCE	DESTROZA	DESTROZA	DESTROZA	DESTROZA	DESTROZA	DESTROZA	DESTROZA	DESTROZA
MEDICIONES Y DATOS	EXCAVACIÓN																
	Tipos excavación (VOLADURAS/MECANICA)	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	MECANICA	MECANICA	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	VOLADURA	MECANICA	MECANICA
	Longitud de pase (m)	4,00	3,00	1,50	1,50	3,00	2,00	6,48	1,00	8,00	6,00	2,00	2,00	5,50	5,50	3,00	2,00
	Sección excavación (m²)	62,48	63,48	62,48	63,48	62,48	63,48	64,48	67,25	57,26	57,70	57,26	57,70	57,26	57,70	62,50	63,01
	Nº P. SELLADO (incluye sello frente)																
	Epesor (cm.)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Volumen (m³/m.l.)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	BULONADO I																
	Tipos	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	-	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX	SWELLEX
	Unidades por m.l.	4,75	9,00	4,75	9,00	4,75	9,00	9,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00
ACTIVIDADES	Nº P. SOSTENIMIENTO	5,00	10,00	5,00	10,00	5,00	10,00	15,00	20,00	5,00	10,00	5,00	10,00	5,00	10,00	15,00	20,00
	Epesor (cm.)	0,92	1,97	0,92	1,97	0,92	1,97	2,97	5,70	0,58	1,06	0,58	1,06	0,58	1,06	1,48	1,92
	Volumen (m³/m.l.)																
	CERCHAS																
	Tipos	-	-	-	-	-	-	TH-29	HEB-180	-	-	-	-	-	-	TH-29	HEB-180
	Unidades por m.l.							0,67	1,00							0,67	1,00
	NORM. BOMBEO (losa impermeable)																
	Epesor (cm.)	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	Volumen (m³/m.l.)	2,05	2,06	2,05	2,06	2,05	2,06	2,08	2,29	1,93	1,96	1,93	1,96	1,93	1,96	1,97	1,98
	ACTIVIDADES	PERFORACIÓN	2,43	1,98	1,27	1,28	1,97	1,51	0,00	0,00	2,11	1,67	0,80	0,80	1,56	1,56	0,00
Repartido voladura (min.)		20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00
Posicionamiento (min.)		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00
Nº de brazos		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00
Velocidad de perforación (m/min.)		1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,00	0,00	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,00	0,00
Nº de tiros		109,00	110,00	109,00	110,00	109,00	110,00	111,00	114,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	53,00	53,00
Longitud de perforación (m)		4,15	3,15	1,65	1,65	3,15	2,15	1,65	1,15	8,15	6,15	2,15	2,15	5,65	5,65	3,15	2,15
Perforación total (m)		452,35	346,50	179,85	181,50	343,35	236,50	183,15	131,10	415,65	313,65	109,65	109,65	288,15	288,15	166,95	113,95
Tiempo de perforación (min.)		145,99	118,85	76,12	76,54	118,04	90,64	0,00	0,00	126,58	100,42	48,12	48,12	93,88	93,88	55,93	37,70
CARGA Y DISPARO		1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,00	0,00
ACTIVIDADES	Carga (min.)	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	0,00	0,00
	Disparo (min.)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00
	Verificación (min.)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00
	EXCAVACIÓN MECÁNICA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,34	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,88	4,53
	Repartido exc. mec. (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00
	Posicionamiento (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00
	Exc. media picado (m³ / hora)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Exc. mecánica (m³ / hora)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00
	Tiempo de excavación (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	320,16	231,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	395,00	272,04
	DESDESCOMBO	4,17	3,21	1,67	1,69	3,17	2,20	0,17	0,17	6,19	4,70	1,61	1,62	4,28	4,31	0,17	0,17
ACTIVIDADES	Riego y saneo del frente (min.)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00
	Factor de esponjamiento	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	0,00	0,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	0,00	0,00
	Rendimiento de desescombro (m³/h)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	0,00	0,00
	Tiempo de desescombro residual (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00
	Tiempo de desescombro TOTAL (min.)	249,92	192,82	99,97	101,41	189,94	131,88	10,00	10,00	371,46	281,96	96,62	97,32	256,94	256,88	10,00	10,00
	Nº P. SELLADO	0,96	0,42	0,21	0,21	0,42	0,28	0,21	0,14	1,13	0,85	0,28	0,28	0,77	0,77	0,42	0,28
	Volumen por pase (m³/pase)	3,17	1,58	0,79	0,79	1,58	1,08	0,79	0,45	5,34	3,88	1,21	1,21	5,81	5,81	3,17	2,11
	Coefficiente de rechazo	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
	Nº proyectado rendimiento (m³ / hora)	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
	Tiempo de maniobras (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ACTIVIDADES	Tiempo de bulonado (min.)	33,30	26,35	12,68	12,68	26,35	16,90	12,68	8,45	67,60	50,75	16,90	16,90	46,48	46,48	26,35	16,90
	BULONADO I	2,38	3,38	0,89	0,89	1,78	1,28	1,69	0,00	1,13	0,38	0,38	0,38	1,03	1,03	0,78	0,00
	m de bulón por pase	75,00	108,00	28,50	28,50	57,00	39,00	48,00	0,00	36,00	12,00	12,00	12,00	33,00	33,00	24,00	0,00
	Bulonado (m/h)	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	24,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	24,00
	Tiempo de maniobras (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tiempo de bulonado (min.)	145,98	202,50	53,44	53,44	101,26	68,88	135,00	101,26	0,00	0,00	0,00	0,00	61,88	61,88	45,00	0,00
	BULONADO II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m de bulón por pase	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bulonado (m/h)	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Tiempo de maniobras (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiempo de bulonado (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ACTIVIDADES	CERCHAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Colocación cerchas (min/ud.)	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	40,00	40,00
	Tiempo de maniobras (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tiempo (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	80,00
	Nº P. SOSTENIMIENTO	0,49	0,79	0,18	0,18	0,37	0,53	0,53	0,59	0,76	0,62	0,25	0,25	0,43	0,43	0,59	0,51
	Volumen por pase (m³/pase)	3,68	5,91	1,38	1,38	2,76	4,34	4,34	4,46	6,70	5,87	1,71	1,71	5,83	5,83	4,44	2,88
ACTIVIDADES	Coefficiente de rechazo	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
	Nº proyectado rendimiento (m³ / hora)	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
	Tiempo de maniobras (min.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tiempo de bulonado (min.)	29,44	47,28	11,04	23,64	22,08	31,52	35,64	45,60	37,12	50,88	9,28	16,96	25,52	46,64	35,52	30,72
	NORM. BOMBEO (losa impermeable)	0,66	0,51	0,50	0,50	0,62	0,82	2,25	2,18	1,24	1,27	1,51	1,51	1,29	1,30	2,47	2,32
	Volumen por pase (m³/pase)	6,19	6,19	3,12	3,12	6,19	4,46	3,12	3,12	1,75	3,82	1,16	1,16	3,12	3,12	1,77	1,16
	Coefficiente de rechazo	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
	Hor. bombeado (m³/3 horas)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
	Tiempo de Fregado (horas)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Diferencia entre fregado y perforación (h)	0,00	0,00	0,73	0,72	0,03	0,49	2,00	2,0								

TRANSMIGACIÓN CON RESTRICCIÓN VOLADURAS															
Pasos Cortos en primeros 205 m del Túnel de las Monjas + Restricción Nocturna en la primera mitad del Túnel de los Abades															
Túnel de los Abades	0,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	160,00 ml	130,00 ml	90,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	160,00 ml	130,00 ml
Túnel de las Monjas	0,00 ml	215,00 ml	135,00 ml	60,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	35,00 ml	95,00 ml	0,00 ml	215,00 ml	135,00 ml	60,00 ml	0,00 ml	0,00 ml	95,00 ml
	0,00	215,00	135,00	60,00	0,00	160,00	165,00	185,00	0,00	215,00	135,00	60,00	0,00	160,00	185,00
DURACIÓN CON RESTRICCIÓN VOLADURAS															
Túnel de los Abades	0,00 días	0,00 días	0,00 días	0,00 días	0,00 días	40,00 días	45,38 días	34,77 días	0,00 días	0,00 días	0,00 días	0,00 días	0,00 días	14,55 días	24,74 días
Túnel de las Monjas	0,00 días	40,26 días	28,70 días	14,72 días	0,00 días	0,00 días	12,22 días	36,70 días	0,00 días	18,98 días	17,35 días	7,92 días	0,00 días	0,00 días	6,66 días

En las siguientes páginas se adjuntan: **Diagrama de Gantt**, **Red de precedencias**, **Diagrama de Inversiones Mensuales Previstas** y el **Diagrama Espacio - Tiempo**

A.15.- RED DE PRECEDENCIAS, DURACIÓN DE CADA ACTIVIDAD, COMIENZO Y FINAL DE LAS MISMAS Y HOLGURAS: DIAGRAMA PERT

A.16.- DIAGRAMA ESPACIOS TIEMPO. INVERSIÓN MENSUAL PREVISTA.

A.17.- INFOGRAFÍAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Insertar Gantt

Insertar pert

Insertar diagrama ET

Insertar inversiones mensuales

Insertar nfos PROCESO