

**ANEJO Nº 16.**  
**PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA**

**ÍNDICE**

**1. INTRODUCCIÓN ..... 2**

**2. PROCESO CONSTRUCTIVO..... 3**

    2.1. PLATAFORMA FERROVIARIA ..... 3

    2.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL..... 3

    2.3. TRATAMIENTO DE TALUDES TRINCHERAS DE ACCESO ..... 3

    2.4. TÚNEL EN MINA ..... 4

    2.5. MONTAJE DE VÍA..... 5

    2.6. ESTRUCTURAS FALSOS TÚNELES..... 5

    2.7. ESTRUCTURA ACCESO OESTE..... 6

**3. PLAN DE OBRA ..... 7**

**4. ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN..... 10**

    4.1. OPERACIONES PREVIAS, REPLANTEO, JALONAMIENTO E INSTALACIONES DE OBRA ..... 10

    4.2. PLATAFORMA FERROVIARIA ..... 10

    4.3. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL..... 12

    4.4. TRATAMIENTO DE TRINCHERAS ..... 12

    4.5. TÚNEL ..... 12

    4.6. ESTRUCTURAS FALSOS TÚNELES..... 15

    4.7. CASSETAS Y CANALIZACIONES INSTALACIONES ..... 16

    4.8. TRASLADO DE FIBRA OPTICA ..... 17

    4.9. SUPERESTRUCTURA ..... 17

    4.10. ELECTRIFICACIÓN ..... 17

    4.11. CERRAMIENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS ..... 17

**5. DURACIÓN DE LOS TRABAJOS..... 18**

**APÉNDICE I. DIAGRAMA DE GANTT**

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es realizar un estudio detallado de los procesos constructivos más adecuados para la ejecución de las obras proyectadas en la variante ferroviaria de Aginaga.

El procedimiento constructivo que se ha elaborado tiene como finalidad ordenar de manera lógica la evolución temporal de cada una de estas actividades, enlazándolas de forma que el inicio de un nuevo tajo esté precedido de aquellos otros que permitan su ejecución.

Esta secuencia lógica permite que mediante la definición de procedimientos convencionales quede garantizada la ausencia de elementos críticos, facilitando el avance de los trabajos y, fundamentalmente, manteniendo la explotación ferroviaria de la línea en todo momento.

La variante del túnel de Aginaga, objeto del presente Proyecto de Construcción, discurre entre el P.k 93+166,744 y el P.k. 96+193,151 de la vía existente de la línea Bilbao-Donostia de la Red de Ferrocarriles Euskal Trenbide Sarea (Ferrocarriles Vascos). El punto de conexión correspondiente a la vía proyectada es el P.k. 94+751,120 del nuevo trazado (P.K. 96+193,151 actual).

Por lo tanto, la nueva actuación consta de 1.584,376 metros.

Con el nuevo trazado, gran parte del mismo en túnel, se pretende evitar bordear la loma existente reduciendo considerablemente los tiempos de viaje y contar con mejores condiciones de confort y seguridad para los viajeros, minimizando y reduciendo en lo posible las afecciones a la infraestructura y las labores de mantenimiento.

Aunque en un futuro se contempla el desdoblamiento de la línea, en el presente proyecto sólo se ha proyectado ésta dentro del túnel, el resto del trazado se ha diseñado para vía única en ancho métrico, compatible con la futura duplicación.

Cabe destacar que para poner en funcionamiento el tramo de túnel proyectado es necesario la ejecución de un proyecto de instalaciones de forma paralela que supondrá un decalaje en las actividades una vez terminada la ejecución del túnel y la vía.

Por otro lado, la obra está condicionada por el difícil acceso para acometer las obras.

Otro elemento a considerar es la necesidad de compatibilizar el normal desarrollo de las obras con la circulación de trenes en la línea, asegurando las máximas condiciones de seguridad a los trabajadores y reduciendo todo lo posible las afecciones a la normal explotación tanto ferroviaria como viaria.

Se estiman jornadas de 8 horas en semanas de 5 días, excepto en la excavación y sostenimiento del túnel en mina que se emplearán jornadas de 24 horas. Asimismo, cabe mencionar la necesidad de realizar en ciertos tramos del proyecto trabajos nocturnos.

## 2. PROCESO CONSTRUCTIVO

En el presente apartado se desarrollan las principales actividades que conforman la obra.

### 2.1. PLATAFORMA FERROVIARIA

- Reposición de servicios afectados
- Despeje y desbroce del terreno ocupado por la traza.
- Excavación y retirada de tierra vegetal.
- Obras de drenaje transversal
- Excavación en desmote y extendido, nivelación y compactación de terraplén.
- Drenaje longitudinal
- Extendido, nivelación y compactación de la capa de forma.
- Extendido, nivelación y compactación de la capa de subbalasto.

### 2.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Para cada una de las obras de drenaje transversal proyectadas se realizarán las siguientes operaciones:

- Accesos a la obra, limpieza y desbroce
- Excavación y solera
- Colocación del tubo y relleno de tierras de la plataforma
- Ejecución de Boquillas de hormigón armado

Estas operaciones se coordinarán con las operaciones de movimiento de tierras.

### 2.3. TRATAMIENTO DE TALUDES TRINCHERAS DE ACCESO

El sostenimiento en taludes laterales y frontal de ambas trincheras de acceso estará constituido por:

1. Retirada de tierra vegetal y ejecución de cuneta de guarda.
2. Excavación en múltiples fases y saneo

Estas dos fases forman parte del movimiento de tierras.

3. Bulonado. Cuadrícula de 2,5x2,5 metros, Ø 32 mm, longitud 6 metros (sistemático)
4. Malla metálica electrosoldada. cuadrícula de 150x150x6 (sistemático)
5. Hormigón proyectado. Colocación de una capa de 10 cm de espesor (sistemático)

En el frente lado Zarautz, el proceso constructivo de la trinchera será el definido con anterioridad, con los mismos taludes, aunque la desfavorable orientación del buzamiento en el talud del lado sur, requiere un refuerzo adicional mediante 2 filas de anclajes con espaciado de 2 m. L=20 m. con bulbo de 10 m. y viga de atado.

#### 2.4. TÚNEL EN MINA

En primer lugar, se define el proceso constructivo de los emboquilles.

1. Paraguas de micropilotes en boquilla. Perforación, colocación de tubería y relleno con lechada a presión mediante manguitos.
2. Excavación y desescombro. Fases múltiples
3. Hormigón proyectado-Sello. Capa de sellado de hormigón proyectado, de 5 cm (sistemático)
4. Drenaje. Drenes de captación (sistemático)
5. Bulonado. Perforación, colocación de bulones (sistemático)
6. Malla metálica. Sujeción con bulones cortos (sistemático)
7. Impermeabilización. Membranas impermeables (sistemático)
8. Cerchas. Colocación de cerchas y arriostramiento (sistemático)
9. Bulonado. Colocación de placas y tesado de bulones (sistemático)
10. Hormigón proyectado-1ª Fase. Colocación de una capa de 7 cm (sistemático-cubre parcialmente la cercha colocada).
11. Hormigón proyectado-2ª Fase. Colocación de una capa de 7 cm (sistemático-cubre totalmente la cercha colocada-queda enrasado con la misma).

Los emboquilles se ejecutarán desde sus respectivos frentes, el resto de la excavación del túnel se realizará desde el lado este (Usurbil).

Los elementos constitutivos del sostenimiento, establecidos por el Nuevo Método Austriaco de construcción de túneles (NATM), son los siguientes:

- Micropilotes en boquillas
- Bulones
- Malla metálica
- Hormigón proyectado
- Cerchas metálicas
- Empiquetado (localmente en la sección tipo D)

Durante la excavación se efectuará el sostenimiento en niveles a diferentes alturas, a medida que avance la excavación.

## 2.5. MONTAJE DE VÍA

Se contemplan dos tipos de montaje de vía, sobre balasto y sobre placa con traviesa de tipo Stedef.

### ***Vía en balasto.***

La secuencia de actuaciones en los tramos de nueva vía sobre balasto se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Extendido, nivelación y compactación de una primera capa de balasto de aportación, con un espesor mínimo bajo traviesas de 0,25 m.
- Tendido de carriles.
- Colocación de las traviesas en posición.
- Posicionamiento de carriles sobre las traviesas y primer apriete de fijaciones.
- Extensión de 2ª capa de balasto, bateo, primera alineación y nivelación de la vía.
- Soldadura de la vía.
- Apriete definitivo de las sujeciones.
- Segunda alineación y nivelación de la vía.

### ***Vía en placa***

- Configuración de la presolera.
- Distribución de los carriles.
- Colocación de las traviesas bloques en posición.
- Ensamblaje de la vía.
- Soldadura de carriles.
- Nivelación y alineación deseada.
- Vertido de hormigón de la solera de la vía.
- Vibrado del hormigón.
- Fraguado del hormigón.
- Limpieza de la vía.

## 2.6. ESTRUCTURAS FALSOS TÚNELES

Los dos falsos túneles a ejecutar se realizarán con el siguiente proceso:

- Accesos a la obra, limpieza y desbroce.
- Excavación y solera
- Alzados
- Impermeabilización y remates

## 2.7. ESTRUCTURA ACCESO OESTE

La estructura de acceso al emboquille del lado oeste se realizarán con el siguiente proceso:

- Accesos a la obra, limpieza y desbroce.
- Relleno de la plataforma
- Ejecución de pilotes y descabezado
- Ejecución zona inferior de viga de cimentación perimetral
- Retirada de relleno y adecuación del terreno
- Colocación de banda de neoprenos
- Posicionamiento de la grúa
- Colocación de prelosas colaborantes
- Ejecución de zona superior de vigas perimetrales de cimentación y de losa.
- Ejecución de muros aleta.
- Retirada de relleno exterior.
- Ejecución de acabados.
- Prueba de carga.

### 3. PLAN DE OBRA

El Plan de Obra que se ha elaborado tiene como finalidad ordenar de manera lógica la evolución temporal de cada una de estas actividades, enlazándolas de forma que el inicio de un nuevo tajo esté precedido de aquellos otros que permitan su ejecución.

Esta secuencia lógica debe posibilitar que mediante la definición de procedimientos convencionales quede garantizada la ausencia de elementos críticos, facilitando el avance de los trabajos.

En una primera fase, se procederá a ejecutar los trabajos previos a la ejecución de las obras, como es el levantamiento topográfico de la zona, acondicionamiento e instalación de casetas de obra, etc.

A continuación, se describirá el camino crítico de la obra, dejando las labores adicionales en un segundo plano que más adelante se detallará:

En un primer momento, se procederá a realizar los caminos de acceso hasta la salida Donostia del túnel. Desde este punto se ejecutará prácticamente la totalidad del túnel, por lo que la ejecución de estos caminos formará parte del camino crítico.

Con esto, se pretende asegurar que el tránsito de vehículos pesados previsto en la fase de obra no causará efectos adversos en la misma. En el caso de requerir un refuerzo estructural, este deberá de realizarse previo inicio de las obras.

La razón de ejecutar todas las obras desde un lado es que el emboquille del lado Bilbao dispone únicamente de acceso ferroviario. Este punto se abordará más adelante.

Durante la ejecución del camino de acceso, se dispondrá de las obras de drenaje proyectadas, tanto en el camino como en la plataforma de la vía. Para esto se conectará provisionalmente la nueva ODT proyectada a la existente, de forma que no deba paralizarse el funcionamiento de la vía.

Una vez realizados los accesos hasta el emboquille del túnel, se ejecutará la plataforma de trabajo y se balizará adecuadamente el límite de la obra. De esta forma, se garantizará tanto la seguridad de los trabajadores como el funcionamiento de la vía existente. Se ejecutarán la capa de forma y subbalasto justo antes de la colocación de la superestructura de vía, ya que esa zona es utilizada con anterioridad para el acopio de materiales y maquinaria de las operaciones anteriores.

Una vez en el emboquille, se comenzará con la excavación y protección del mismo de acuerdo a los sostemientos marcados. Finalizada la excavación, se procederá a la ejecución del paraguas de micropilotes, de forma que la excavación quede totalmente protegida.



Se procederá al inicio del túnel mediante el NMA. Antes de comenzar ninguna fase, se deberá de verificar el frente de excavación para disponer en cada fase el tipo de sostenimiento más adecuado dentro de los establecidos en proyecto.

Al ejecutar la excavación desde una sola boca y disponer el túnel de un bombeo hacia ambas bocas, las aguas de infiltración y de la propia maquinaria no podrán ser evacuadas por gravedad. De esta forma, será necesaria la implantación de un sistema de bombeo durante la fase de construcción que ayude con la evacuación de las aguas. Este sistema se implantará una vez se hay producido el cambio de rasante. Para su empleo se irán creando “piscinas” de recogida de aguas que ayuden al bombeo hacia la planta depuradora instalada en la boca Donostia.

Durante la ejecución del túnel se comenzará a ejecutar el emboquille del lado Bilbao. Este lado dispone únicamente de acceso ferroviario, por lo que para su ejecución será necesario disponer de plataformas y transporte ferroviario que pueda circular por las vías. Su ejecución deberá de realizarse, al menos en las primeras fases de excavación, en horario nocturno. De esta forma, los trabajos de excavación para la ejecución de la plataforma y primeros metros de excavación se realizarán de forma nocturna para no interrumpir el tráfico ferroviario, balizando la zona adecuadamente y coordinándose con el operador ferroviario (Euskotren). La carga del material se podría realizar desde la estación de Zarautz o Lasarte, si bien se deja abierto a la elección de la dirección facultativa esta decisión.

Una vez se haya excavado parte del emboquille se podrán instalar los elementos para los trabajos de esta boca en la propia plataforma, de forma que se podrá comenzar con labores diurnas, comenzando con la ejecución de los pilotes para posteriormente proceder al vaciado parcial de la plataforma y comenzar con la colocación de la grúa para la colocación de las prelosas y el posterior hormigonado.

Desde esta boca únicamente se excavará el primer metro del túnel, puesto que el túnel vendrá ejecutándose desde la boca contraria hasta ejecutar el cale.

De igual forma, la galería de emergencia proyectada paralela al túnel no tendrá problema en el tiempo, si bien no podrá comenzarse en paralelo al túnel. De esta forma, entre ambos túneles deberá de dejarse un desfase suficiente para asegurar la estabilidad del macizo.

Por último, en lo que la obra civil se refiere, se podrá comenzar con la ejecución del camino que llevará a la boca Bilbao, así como las obras de drenaje correspondientes, una vez comenzados y excavados los primeros metros del túnel, de forma que no se realicen en el mismo lugar dos obras simultáneamente.

Una vez finalizado tanto el túnel como la galería, se procederá a la ejecución tanto de los falsos túneles como el revestimiento del túnel.

Acabado el sostenimiento se realizará el sostenimiento correspondiendo al hormigonado de la solera y colocación de tubos de drenaje embebidos en ella. Asimismo, se realizarán las canalizaciones de las instalaciones, elaborándose las aceras, arquetas y cruces. Fuera del túnel, se ejecutarán las casetas de instalaciones de seguridad y comunicaciones y la conexión de las

canalizaciones de conexión con la fibra óptica que actualmente discurre por la vía existente (Euskaltel y Gobierno Vasco). Para esta conexión y con el visto bueno tanto de Euskaltel como de Gobierno Vasco, se ejecutarán arquetas en los puntos indicados en los planos sin afectar al cableado existente.

En lo que a los cuartos de instalaciones se refiere, una vez avanzados los revestimientos se acometerán los cuartos de instalaciones en bocas. Estas obras corresponden a obras de fábrica de hormigón y puertas y paneles metálicos.

Una vez terminadas las canalizaciones se ejecutará el traslado de la fibra óptica de ETS que actualmente discurre por la vía existente hacia el interior del túnel, dejando para una fase posterior las fibras de Euskaltel y GV. Asimismo, se llevará a cabo la colocación de la superestructura completa, tanto dentro como fuera del túnel. Esta fase dejará todos los elementos instalados, sin embargo, no se dispondrá de la conexión a la vía existente.

Antes de realizar la conexión a la vía existente, se procederá a ejecutar los cerramientos, así como los remates y acabados necesarios para la puesta en servicio del túnel. Una vez aprobado y finalizado todas las obras se procederá a realizar la conexión a la vía existente.

Estando la obra preparada y finalizadas todas las operaciones necesarias para abrir el nuevo tramo al túnel se realizará la conexión con la vía existente. Para esta labor se realizará un corte horario de la vía con el objetivo de realizar las conexiones a la electrificación y el cambio de servicios de comunicación. En la vía se dispondrá de un desvío, el cual realizará la conexión entre las dos vías dispuestas en el interior del túnel. La conexión entre el desvío y la vía existente se realizará con un nuevo tramo de vía única, de forma que para realizar las conexiones únicamente se deba realizar el empalme entre ambas vías con un tramo recto de vía. Estas labores se realizarán simultáneamente en ambas bocas, de forma que la afección al tráfico ferroviario sea mínima.

Una vez se haya dispuesto de la conexión de la vía existente con la nueva, técnicos de Euskaltel y Gobierno vasco llevarán a cabo el traslado de sus respectivas fibras ópticas a la canalización del túnel, y se adecuará la vía existente como camino para acceder a la boca Bilbao. Se retirará la vía, balasto e instalaciones existentes.

#### 4. ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN

A continuación, se resumen los rendimientos adoptados en las actuaciones más representativas partiendo de los equipos medios usuales, en la idea de que la utilización, en algún elemento, de medios especiales no cambiará de forma fundamental el sentido general del programa, sino en todo caso de forma local.

##### 4.1. OPERACIONES PREVIAS, REPLANTEO, JALONAMIENTO E INSTALACIONES DE OBRA.

Estas operaciones iniciales para el comienzo de las obras se prevén realizarlo en el plazo de **1 mes**. El replanteo particular de las, obras de drenaje, reposición de servicios etc. se incluye en la duración de cada actividad.

##### 4.2. PLATAFORMA FERROVIARIA

Tanto para la excavación como para los terraplenes, se han supuesto unos rendimientos medios por equipos usuales en este tipo de trabajos, con el fin de efectuar la planificación acorde con la utilización coherente de los medios.

Se diferencian las actuaciones del camino de acceso a la boquilla y la plataforma ferroviaria:

Por otro lado, el relleno del falso túnel se colocará una vez ejecutado la estructura del mismo.

*Caminos de acceso a la boquilla oeste (lado Bilbao).*

TAREA	MEDICIÓN	RENDIMIENTO (DÍAS)	DURACIÓN (DÍAS)
DESBROCES (M2)	2.775	1500	2
EXCAVACIONES (M3)	78.230	1000	79
TERRAPLÉN (M3)	5.743	800	8
ZAHORRA (M3)	1434	700	3
DOBLE TRAT. SUPERF. (M2)	4946	700	8
SUELO ADECUADO (M3)	2775	1200	3
RETIRADA BALASTO (M3)	4619.2	700	1

Igualmente, al poder realizarse las capas de asiento (capa de forma y subbalasto) con el mismo tipo de equipos, se han supuesto rendimientos similares.

Aplicando los rendimientos considerados a las mediciones de proyecto, se obtienen lo siguientes plazos de ejecución por actividades y zonas de actuación:

**Movimiento de tierras plataforma lado Bilbao:**

TAREA	MEDICIÓN	RENDIMIENTO (DÍAS)	DURACIÓN (DÍAS)
DESBROCES (M2)	6.193	1500	5
EXCAVACIONES (M3)	11.670	1000	12
TERRAPLÉN (M3)	2.269	200	12
CAPA DE FORMA (M3)	545	700	1
SUBBALASTO (M3)	290	700	1
RELLENO F. TÚNEL (M3)	2.470	700	4

De estas actividades del movimiento de tierras, la capa de forma y el subbalasto se colocarán una vez realizadas las obras de esta zona, justo antes de la colocación de la superestructura.

La excavación de la plataforma se realizará en 2 fases, por un lado, vaciado parcial tras la ejecución de los pilotes y por otro lado el resto en paralelo a la construcción de la estructura.

**Movimiento de tierras lado Donostia.**

Se diferencian las actuaciones del camino de acceso a la boquilla y la plataforma ferroviaria:

*Camino de acceso a la boquilla este (lado Donostia).*

TAREA	MEDICIÓN	RENDIMIENTO (DÍAS)	DURACIÓN (DÍAS)
DESBROCES (M2)	1.500	1500	1
EXCAVACIONES (M3)	4.365	1000	5
TERRAPLÉN (M3)	2.002	800	3
ZAHORRA (M3)	1434	700	3
DOBLE TRAT. SUPERF. (M2)	4880	1200	5
SUELO ADECUADO (M3)	1464	700	3

Dados que las operaciones se pueden solapar se estima una duración total para el movimiento de tierras de 10 días. Del mismo modo, para la zahorra artificial y el doble tratamiento superficial se estima una duración de 4 días.

*Movimiento de tierras plataforma lado Donostia.*

TAREA	MEDICIÓN	RENDIMIENTO (DÍAS)	DURACIÓN (DÍAS)
DESBROCES (M2)	2.954	1500	2
EXCAVACIONES (M3)	8.376	1000	13
TERRAPLÉN (M3)	2451	200	13
CAPA DE FORMA (M3)	275	700	1
SUBBALASTO (M3)	146	700	1
RELLENO F. TÚNEL (M3)	7.043	700	11

Se procederá de la misma manera que en la otra boquilla colocando la capa de forma y el subbalasto una vez realizadas las obras de esta zona, justo antes de la colocación de la superestructura.

El relleno del falso túnel se colocará una vez ejecutado la estructura del mismo.

El drenaje longitudinal de la plataforma se ejecutará junto con el movimiento de tierras.

#### 4.3. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Las obras de drenaje, concentradas en los siguientes puntos, se estima tengan los siguientes plazos de ejecución:

TIPO	DIMENSIONES	P.K.	DURACIÓN
Tubo	Ø 1.800	94+680 (vía par)	15 días
Tubo	Ø 1.500	0+460 (camino de acceso al emboquille este)	15 días
Tubo	2 Ø 1.500	0+820 (camino de acceso al emboquille este)	15 días
Tubo	2 Ø 1.500	0+560 (camino de acceso al emboquille oeste)	15 días

Las obras de drenaje transversal se coordinarán con las operaciones de movimiento de tierras.

#### 4.4. TRATAMIENTO DE TRINCHERAS

- Trinchera lado Donostia:

Para la colocación de todos los elementos de este frente se estima una duración total de **15 días**.

- Trinchera lado Bilbao.

El proceso constructivo de la trinchera de este frente será similar al del lado Donostia, por tanto, y teniendo en cuenta una duración de 5 días más para la colocación adicional de los refuerzos, se estima una duración total de **20 días**.

#### 4.5. TÚNEL

Se justifican en este apartado la duración en el tiempo de las actividades más significativas necesarias para llevar a cabo la construcción del túnel con objeto de que sea considerado dentro del plan de obra previsto para el proyecto.

Para ello se han determinado en primer lugar los ciclos medios de avance para la excavación y sostenimiento de las distintas secciones de sostenimiento del túnel.

Una vez establecidos los ciclos de avance se calcula la duración total de la ejecución del avance del túnel, se añade el tiempo adicional necesario para la destroza suponiendo que se solapan dichas actividades. Finalmente, se determina la duración de la ejecución completa del túnel.

La previsión del tiempo real de ejecución de un túnel depende de un gran número de parámetros, tales como número de frentes de ataque, número de relevos al día, días laborables a la semana, superposición en el tiempo de distintas tareas y fundamentalmente, disponibilidad de maquinaria y de mano de obra, que únicamente pueden ser correctamente evaluados por el contratista en el momento de comenzar una obra.

Para la ejecución del túnel en mina (excavación y sostenimiento) se estiman unos rendimientos medios de acuerdo con la experiencia del diseñador, obteniendo la duración de cada ciclo de avance:

Se han adoptado los siguientes criterios:

- Un frente de ataque.
- Tres turnos de trabajo de 8 h al día, 7 días a la semana.

Las diferentes longitudes de las secciones tipos esperadas son las siguientes:

ST	RMR	LONG.	%
ST-I	>65	78	6.1 %
ST-II	50-64	780	61.2 %
ST-III	40-49	117	9.2 %
ST-IV	30-39	227.56	17.9 %
ST-E	<30 EMB	71.64	5.6 %

Asimismo, la tramificación de la galería se muestra a continuación:

ST	RMR	LONG.	%
SG-I	>50	175	50.95 %
SG-II	35-49	107	31.15 %
SG-III	<35	41.49	12.08 %
SG-E	--	20	5.82 %

Los rendimientos estimados para el túnel han sido los siguientes:

SECCION TIPO	RENDIMIENTOS MEDIOS (24h)					
	AVANCE m/día	DESTROZA m/día	CONTRAB. m/día	ZAP. Y MUR. m/día	IMPERMEAB m/día	REV.CLAVE m/día
ST-I	8.54 m/d	11.47 m/d	14.50 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d
ST-II	7.34 m/d	10.54 m/d	14.50 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d
ST-III	4.90 m/d	7.53 m/d	14.50 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d
ST-IV	3.54 m/d	5.87 m/d	14.50 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d
ST-EMB	2.63 m/d	3.49 m/d	14.50 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d

Con ello, los plazos totales han sido los siguientes:

SECCION TIPO	PLAZOS (laborables) (25 d/mes)					
	AVANCE	DESTROZA	CONTRAB.	ZAP. Y MUR.	IMPERMEAB	REV.CLAVE
	días	días	días	días	días	días
ST-I	11.11 d	8.27 d	6.54 d	4.75 d	4.75 d	4.75 d
ST-II	129.29 d	90.04 d	65.45 d	47.45 d	47.45 d	47.45 d
ST-III	29.05 d	18.90 d	9.82 d	7.12 d	7.12 d	7.12 d
ST-IV	78.21 d	47.17 d	19.09 d	13.84 d	13.84 d	13.84 d
ST-EMB	33.14 d	24.97 d	6.01 d	4.36 d	4.36 d	4.36 d
PARAGUA	5.00 d					
	<b>285.81 d</b>	<b>189.36 d</b>	<b>106.92 d</b>	<b>77.51 d</b>	<b>77.51 d</b>	<b>77.51 d</b>
	<b>9.5 ms</b>	<b>6.3 ms</b>	<b>3.6 ms</b>	<b>2.6 ms</b>	<b>2.6 ms</b>	<b>2.6 ms</b>

Por lo tanto, para la ejecución de la excavación y sostenimiento del túnel se estima una duración de **375 días**. La impermeabilización y el hormigonado se ha estimado en **125 días** así como los acabados y aceras en **50 días**.

Por otro lado, para las galerías, se han estimado los siguientes rendimientos:

SECCION TIPO	RENDIMIENTOS MEDIOS (24h)		
	Excavación	Impermeab	Revestimiento
	m/día	m/día	m/día
ST-I	9.34 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d
ST-II	8.07 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d
ST-III	5.19 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d
ST-EMB	3.11 m/d	20.00 m/d	20.00 m/d

Con esto se obtienen las siguientes duraciones:

SECCION TIPO	PLAZOS (laborables) (25 d/mes)		
	AVANCE	IMPERMEAB	REV.CLAVE
	días	días	días
ST-I	18.74	8.75	8.75
ST-II	13.26	5.35	5.35
ST-III	6.50	1.68	1.68
ST-EMB	8.50	1.32	1.32
	<b>47.00</b>	<b>17.10</b>	<b>17.10</b>
	<b>1.88</b>	<b>0.68</b>	<b>0.68</b>

La duración total de la galería se ha estimado en **100 días**.

#### 4.6. ESTRUCTURAS FALSOS TÚNELES

Las características de las estructuras y su duración de los falsos túneles son las siguientes:

- LADO BILBAO (inicio túnel)

Longitud: 24,44 metros. P.k. 93+306,00 - 93+330,44

Cuerpo: 15,27 metros

Boquilla o transición: 9,17 metros

- Accesos a la obra, limpieza y desbroce. 2 días
- Excavación y solera: 10 m/sem: total 14 días.
- Alzados: 5 m/sem: Total 27 días
- Impermeabilización y remates: 5 días

Teniendo en cuenta el solape que se puede producir entre las diferentes actividades se considera una duración total de **45 días**.

- LADO DONOSTIA (final túnel)

Longitud: 30,43 metros. P.k. 94+604,64 - 94+635,07

Cuerpo: 21,29 metros

Boquilla o transición: 9,14 metros

- Accesos a la obra, limpieza y desbroce. 2 días
- Excavación y solera: 10 m/sem: total 16 días.
- Alzados: 5 m/sem: Total 31 días
- Impermeabilización y remates: 6 días

Teniendo en cuenta el solape que se puede producir entre las diferentes actividades se considera una duración total de **50 días**.

En cuanto al falso túnel de la galería, su longitud es de 29.65 m, partiendo del PK 0+346.44 hasta el 0+376.09. Los primeros 6.52m serán en pico de flauta, siendo el resto (23.13m) el cuerpo del mismo. La duración estimada de este falso túnel se ha estimado en **30 días**.

#### 4.7. ESTRUCTURA ACCESO OESTE

La estructura de acceso al emboquille oeste se deberá realizar previo al falso túnel y posterior al cale del túnel. Por un lado, para poder transportar los materiales y la maquinaria necesaria por el interior del túnel, entrando desde la boca Donostia hasta la zona de la estructura.

Y por otro lado para poder tener espacio para el posicionamiento y movimiento de la grúa que colocará las prelosas.



Tras la ejecución de la plataforma provisional para poder posicionar la pilotadora y comenzar con la estructura, la secuencia de trabajos será la siguiente:

- Ejecución de pilotes, incluyendo el descabezado de estos y la viga perimetral. Se estima un rendimiento de un pilote por día, ejecutando en paralelo el descabezado y el armado de la viga. Una vez terminadas las tareas se procederá al encofrado y hormigonado de la viga, haciendo un total de **30 días** para esta tarea.
- Tras la ejecución de los pilotes y la viga, se procederá al vaciado parcial de la plataforma, eliminando la tierra bajo la futura estructura, dejando el resto de la plataforma para una fase posterior. Esta tarea tiene una duración de **15 días** desde la finalización de la viga perimetral.
- Colocación de las prelosas entre las vigas perimetrales. Para realizar esta tarea será primordial el correcto posicionamiento en la grúa, la cual se llevará por el interior del túnel hasta el emboquille, donde se posicionará para colocar las prelosas. Teniendo en cuenta las tareas de posicionamiento de la grúa y la colocación de las 16 prelosas, se estima una duración de **12 días** para esta tarea.
- Una vez se coloquen las prelosas, se deberán llevar a cabo el resto de las labores para finalizar la estructura, como son el hormigonado de la capa de compresión, la formación de pendientes, la instalación de sumideros, barandillas, canaletas, impostas y demás elementos de acabado, así como la ejecución de los muros aleta a ambos lados de la estructura. Estas tareas se realizarán de forma secuencial teniendo una duración total de **45 días**.

#### 4.8. CASETAS Y CANALIZACIONES INSTALACIONES

Las obras relativas a las instalaciones de seguridad y comunicaciones son:

- Construcción de las canalizaciones longitudinales y cruces de vía para el tendido de cables, en interior del túnel y construcción de arquetas y cámaras de registro para la ejecución de empalmes y/o tendido de cableado, y tendido de canaletas de hormigón para FO y arquetas tipo DFO, en los tramos a cielo abierto. Teniendo en cuenta el solape que se puede producir entre las diferentes actividades se considera una duración total de **64 días**.
- Construcción de las casetas en la zona habilitada junto a la boca este del túnel (lado Usúrbil) para alojar los futuros equipos eléctricos y de instalaciones. Se estima la duración de su construcción en **10 días**.

- De igual manera, la construcción de las casetas en la zona junto a la boca oeste del túnel (lado Zarautz) se estima en **10 días**.

#### 4.9. TRASLADO DE FIBRA OPTICA

La reposición de la línea de fibra óptica (red troncal) de ETS existente se desmantelará y colocará por el interior, tendiendo el cable a lo largo de la nueva variante, en las canalizaciones previstas por ella.

Para la totalidad de la reposición programada se considera una duración de **10 días**.

#### 4.10. SUPERESTRUCTURA

- **Vía sobre balasto**
  - Se estima un rendimiento medio de 98 m/día.

TRAMO	LONGITUD	DURACIÓN
93+250-93+288	38	1 día
94+655-94+709	54	1 día

- **Vía en placa**
  - Se estima un rendimiento medio de 30 m/día por tratarse de una vía doble en prácticamente toda su longitud.

TRAMO	LONGITUD	DURACIÓN
93+288-94+655	1.367 m	9 semanas

#### 4.11. ELECTRIFICACIÓN

En esta fase se abordará el montaje y la electrificación de la vía, cuya ejecución se llevará a cabo junto con la puesta en obra del subbalasto o de la solera con un rendimiento medio y duración similares. No es objeto de este proyecto las instalaciones, por tanto, se estima una duración de los trabajos, los cuales solo son compatibles con las tareas previstas en el presente proyecto en las primeras fases, lo que supondrá un decalaje a tener en cuenta durante la ejecución.

#### 4.12. CERRAMIENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se instalará una valla de cerramiento metálico por encima de las boquillas del túnel y el pie de tierras de la plataforma, disponiendo puertas de acceso en ambas boquillas.

Para estas actividades se estima una duración de **10 días**.

## 5. DURACIÓN DE LOS TRABAJOS

Teniendo en cuenta los condicionantes definidos en los puntos anteriores, en especial los rendimientos y las relaciones de coordinación entre actividades, se considera para el conjunto de trabajos a ejecutar **una duración total de aproximadamente 40 meses**.

La secuencia de actividades y la duración de estas se pueden apreciar en el diagrama Gantt que se adjuntan al final del presente anejo.

**APÉNDICE I. DIAGRAMA DE GANTT**





