

ANEJO Nº 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

ÍNDICE

9. ANEJO Nº 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS	3
9.1. INTRODUCCION	3
9.1.1. ESPECIFICACIONES PARA EL CÁLCULO DE CUBICACIONES.....	3
9.2. DATOS DE PARTIDA.....	3
9.2.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....	3
9.2.1.1. Rellenos antrópicos de viales (R _{x1}).....	3
9.2.1.2. Rellenos antrópicos de explanaciones (R _{x2}).....	3
9.2.1.3. Rellenos antrópicos vertidos (R _{x3}).....	3
9.2.1.4. Depósitos de fondo de valle (qfv).....	3
9.2.1.5. Rocas graníticas (P _g).....	4
9.2.1.5.1. Granodioritas alteradas en grado ≤III.....	4
9.2.1.5.2. Granodioritas alteradas en grado ≥IV.....	4
9.2.1.5.3. Aplitas (P _A).....	4
9.2.2. DESMONTES.....	4
9.2.2.1. Desmorte Eje-11, Eje-56 y Eje-76	4
9.2.2.1.1. Medidas de sostenimiento	4
9.2.2.1.2. Excavabilidad	5
9.2.2.2. Desmorte en Ejes-40 y 42	5
9.2.2.2.1. Aprovechamiento de los desmontes	5
9.2.3. RELLENOS.....	5
9.2.3.1. Rellenos de nueva ejecución	5
9.2.3.1.1. Diseño de taludes	5
9.2.3.1.2. Factores de seguridad	5
9.2.3.1.3. Tipología de los rellenos y materiales a emplear.....	5
9.2.3.1.4. Calidad del Terreno de Apoyo. Saneos.....	5
9.2.3.1.5. Asiento de los rellenos	5
9.2.3.1.6. Límite de movimientos postconstructivo	6
9.2.3.2. Recrecido de los rellenos existentes.	6
9.2.4. COEFICIENTES DE PASO Y ESPONJAMIENTO	6
9.2.5. SECCIÓN TIPO Y FIRMES.....	7
9.2.5.1. Secciones con tráfico T00.....	7
9.2.5.2. Sección de firme T1	8
9.2.5.3. Sección de firme T2	9
9.2.5.4. Sendas peatonales.....	10
9.3. BALANCE DE TIERRAS.....	10
9.3.1. CUBICACIONES TOTALES DE LOS EJES DE TRAZADO	10
9.3.2. BALANCE DE TIERRAS.....	13
9.4. CANTERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO	14
9.4.1. CANTERAS.....	14
9.4.2. PLANTAS DE SUMINISTRO	15
9.5. PLANTAS DE VALORIZACIÓN Y VERTEDEROS.....	15

9. ANEJO N° 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

9.1. INTRODUCCION

El objetivo de este anejo es establecer cuál es el balance entre el volumen de tierra extraído y el reutilizado de nuevo en la obra en forma de terraplén y rellenos para establecer la necesidad de buscar material para préstamos, o bien tener que recolocar los excedentes en vertedero.

Para el cálculo del movimiento de tierras (cubicaciones, perfiles transversales) y firmes se ha utilizado el programa ISPOL. Este programa aplica el teorema de Pappus-Guldin para el cálculo de cubicaciones con dos algoritmos, uno calcula las áreas de los perfiles transversales, realiza la semisuma de las áreas de perfiles consecutivos, y multiplica por la distancia entre ellos medida en el eje, y el segundo calcula los baricentros de los distintos perfiles y la distancia entre ellos, utilizando esta distancia para el cálculo.

$$V_d = \left(\frac{S_{d_1} + S_{d_2}}{2} \right) \times d \quad V_t = \left(\frac{S_{t_1} + S_{t_2}}{2} \right) \times d$$

El primer algoritmo está indicado para ejes con radios amplios (tronco), mientras que el segundo para ejes con radios pequeños (ramales, glorietas, etc.). Así, los perfiles transversales se han obtenido con una equidistancia de 10 m cuando los radios son mayores de 250 m, de 5 m cuando los radios están entre 100 y 250 m y de 2 m cuando los radios están entre 50 y 100m.

Para resolver los entronques de los ejes se ha cubicado en cada eje una parte utilizando para ello un plano vertical de división entre perfiles contiguos.

Para la obtención de estas mediciones se han utilizado perfiles transversales obtenidos mediante la restitución de la cartografía.

En el listado de tierras presentado se cubican la totalidad de ejes proyectados.

9.1.1. ESPECIFICACIONES PARA EL CÁLCULO DE CUBICACIONES

A continuación detallamos los criterios adoptados de medición para el diseño de los perfiles transversales, así como para calcular los diversos subcapítulos del movimiento de tierras de la obra.

Para la obtención del volumen de cálculo de los terraplenes:

- No se incluye la formación de explanada en la coronación de los rellenos, medido en una unidad aparte.
- Si se incluye el volumen de rellenos en cimientos ocupado por el espesor de tierra vegetal.

- No se incluye el volumen de tierra vegetal, medido en una unidad aparte.

9.2. DATOS DE PARTIDA

9.2.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

A continuación se incluye la caracterización geotécnica de los materiales de acuerdo con el Anejo nº 7. *Estudio geotécnico de los materiales*, realizada de acuerdo al recorrido de campo realizado y al resultado de las penetraciones dinámicas ejecutadas en el Estudio Geotécnico existente.

9.2.1.1. Rellenos antrópicos de viales (R_{x1})

Se trata de los rellenos de las vías de comunicación existentes, siendo los más abundantes, lógicamente, los de la propia AC-11.

Se trata de rellenos controlados en su naturaleza, granulometría y puesta en obra, de tal manera que como mínimo se puede asegurar que se tratará de suelos tolerables, aptos para el núcleo de rellenos tipo terraplén, o bien materiales rocosos válidos para la ejecución de pedraplenes.

Los materiales procedentes de la excavación de estos rellenos serán válidos para su aprovechamiento en las explanaciones contempladas en el Proyecto.

9.2.1.2. Rellenos antrópicos de explanaciones (R_{x2})

Corresponden a las plataformas y movimiento de tierras para la construcción de edificaciones, polígonos, aparcamientos, etc.

En principio son rellenos también controlados, con una capacidad portante de media a elevada, siendo aprovechables en caso de excavación.

9.2.1.3. Rellenos antrópicos vertidos (R_{x3})

Los materiales vertidos procedentes de excavaciones y demoliciones urbanas son heterogéneos y no tienen ningún tipo de control, tanto en lo que se refiere a su litología como a su compactación, siendo necesario, en todos los casos, retirarlos a vertedero.

9.2.1.4. Depósitos de fondo de valle (qfv)

Los depósitos de fondo de valle aparecen muy enmascarados por la alta antropización de la zona; por otro lado, al tratarse de áreas deprimidas no existen buenos afloramientos que permitan describir a estos materiales.

Debido a la litología circundante debe tratarse de suelos arenosos, con alguna grava dispersa y ricos en material orgánica cerca de la superficie.

Por su emplazamiento en vaguadas y zonas deprimidas el trazado discurre sobre ellos en relleno.

Desde el punto de vista geotécnico solamente tienen interés desde el punto de vista de los asientos a los que pueden dar lugar en los rellenos apoyados sobre los mismos.

9.2.1.5. Rocas graníticas (P_g)

El trazado se emplaza enteramente sobre materiales plutónicos cuya naturaleza corresponden a granodioritas precoces.

Son rocas de grano grueso, de tonos grisáceos y con grandes cristales de feldespato, casi siempre maclados. Como minerales accesorios se encuentran moscovita, apatito, circón, epidota y opacos.

La particularidad más importante de estos materiales reside en su grado de alteración, puesto que en función del mismo se presentan como materiales completamente descompuestos, dando lugar a suelos arenosos con una proporción de arcillas variable, denominados “jabre”, o bien como rocas muy competentes.

Atendiendo a su grado de alteración, puesto que condiciona su comportamiento geotécnico, se han distinguido dos grupos: el primero de ellos corresponden a los que tienen un grado de alteración menor o igual a III (según la escala ISMR), caracterizados por tener un comportamiento rocoso, y el segundo con grado de alteración superior a III, con un comportamiento claramente de suelos.

9.2.1.5.1. Granodioritas alteradas en grado ≤III

A lo largo del trazado se puede decir que solamente se observan granodioritas sanas en el desmonte localizado entre los PP.KK.0+670 al 1+030 del Eje-11.

9.2.1.5.2. Granodioritas alteradas en grado ≥IV

Los materiales graníticos aparecen, como se ha comentado anteriormente, meteorizados en amplias zonas, dando lugar a materiales denominados jabre.

Litológicamente están constituidos por arenas gruesas con un contenido en finos variable, el cual depende del grado de evolución que presenten los mismos, de este modo, en jabres poco evolucionados el contenido en finos es bajo, mientras que en aquellos muy evolucionados aumenta dicho contenido, debido a la alteración de los minerales micáceos y feldespáticos.

Normalmente se presentan muy evolucionados en superficie, con un grado de alteración VI, dando lugar a suelos arenosos de grano grueso ricos en materia orgánica, pasando en profundidad a granitos con un grado de alteración V, donde se conserva la estructura y fábrica original de la roca.

Se pueden encontrar granodioritas alteradas en grado V y grado VI en la trinchera del paso inferior del ferrocarril.

No se disponen de ensayos de identificación, pero es de suponer que estos materiales correspondan a arenas con un contenido en finos variable, es decir, a materiales tipo SW, SC, SP-SM y SW-SM, según la clasificación USCS.

9.2.1.5.3. Aplitas (P_A)

Entre las granodioritas aparecen intercalados diques de aplitas, fácilmente distinguibles por su aspecto.

Se trata de rocas de grano muy fino, de tonos claros, generalmente amarillentos, debido a la menor presencia de minerales máficos.

Desde el punto geotécnico solamente cabe resañar que muestran un grado de alteración II y que su grado de fracturación es mayor que el de las rocas encajantes, mostrando un aspecto brechoide.

9.2.2. DESMONTES

9.2.2.1. **Desmorte Eje-11, Eje-56 y Eje-76**

En el trazado puede decirse que solamente se proyecta un desmorte digno de mención, el cual se localiza en el Eje 11, entre los PP.KK. 0+730 y 1+125, aproximadamente

Se trata en realidad de “retranquear” un talud existente, excavado en roca y de unos 13,0 m de altura máxima. Para el análisis de estabilidad de este talud se realizó una inspección detallada del talud actual, puesto que permite determinar el comportamiento del mismo.

En talud tiene una orientación N 153° E, una altura próxima a los 13 m y está excavado con una pendiente que oscila entre el 1H:3V, que corresponde con la zona de roca más sana, el 2H:3V donde la roca está más meteorizada.

El talud está escavado en rocas granodioritas con una zona central, donde el talud es más alto, de aspecto sano, grado de meteorización II, limitada en ambos extremos por rocas con un grado de alteración mayor, entre IV-II, aproximadamente. Puntualmente se ha detectado la presencia de alguna banda más alterada dentro de las granodioritas más sanas, así como dos diques de aplitas de grano muy fino, de aspecto brechoide.

El talud no presenta en la actualidad ningún tipo de sostenimiento, no observándose tampoco la presencia de bloques en su base, aunque se desconoce si este hecho obedece a una limpieza reciente de la cuneta.

Existen zonas irregulares en el talud donde se aprecia la caída esporádica de bloques y cuñas, no siendo posible determinar si han sido retiradas durante la construcción de talud o posteriormente.

En cuanto al aspecto hidrogeológico se aprecian goteos en diversos puntos del talud.

9.2.2.1.1. Medidas de sostenimiento

Entre los PP.KK. 0+880 al 0+960 del Eje 11, se recomienda la colocación de una red de cable de acero, con el fin de proteger la “rampa 2” de acceso a la “pasarela 2”.

Entre los PP.KK. 0+670 al 0+880 y entre los PP.KK.0+960 al 1+030 se recomienda la colocación de una red de cable de acero en aquellas zonas donde se observen, una vez excavado el nuevo talud, la

presencia de cuñas inestables. A efectos de valoración, se estima que puede ser necesario en un 30% de la superficie del talud.

La red de cable de acero será aquella cuya capacidad de soporte sea como mínimo de 2,2 t/m²

El resto del talud se excavará en roca granodiorítica alterada en grado IV-III, de tal modo que los bloques y cuñas que puedan desprenderse serán de menor volumen, puesto que la roca aparece mucho más disgregada. En este caso, para evitar desprendimientos que puedan dar lugar a un talud irregular, y por tanto un aumento de la posible caída de cuñas, se recomienda la colocación de una malla de triple torsión, en los taludes mayores de 3,0 m de altura.

9.2.2.1.2. Excavabilidad

Los materiales de granodioritas sanas tendrán que excavarse mediante voladura, con precorte, puesto que no son ripables por medios mecánicos.

En cuanto a las granodioritas alteradas en grado IV serán ripables por medios mecánicos medios y pesados.

9.2.2.2. **Desmonte en Ejes-40 y 42**

Los desmontes que se proyectan en estos ejes no tienen una altura significativa, teniendo en cuenta que no sobrepasan en ningún momento los 5,0 m de altura; no obstante, se hace referencia a ellos por estar excavados en vertidos antrópicos procedentes de explanaciones de obras cercanas, constituidos por arenas gruesas con cantos dispersos, ricas en materia orgánica, a tenor de su coloración.

Por su naturaleza, litología y compacidad, se recomienda taludes de excavación con una pendiente 2H:1V.

9.2.2.2.1. Aprovechamiento de los desmontes

Los materiales procedentes de la excavación y saneos de estos terrenos tienen que ser destinados a vertedero, puesto que no son aptos para su empleo en el movimiento de tierras del proyecto.

9.2.3. RELLENOS

Del mismo modo que ocurre con los desmontes, los rellenos proyectados no son de excesiva altura, no superando en ningún caso los 4,0 m, y siempre en ramales y sendas y nunca en los viales del tronco.

Se distinguen dos situaciones:

- Rellenos de nueva ejecución
- Recreido de los rellenos existentes.

9.2.3.1. **Rellenos de nueva ejecución**

Los rellenos de nueva ejecución tienen una altura máxima que no superan los 4.0 m y se han proyectado en los Ejes 74 (senda) y Eje-22 (enlace).

9.2.3.1.1. Diseño de taludes

El trazado objeto de estudio discurre por una zona urbana de alta ocupación, siendo primordial reducir al máximo las expropiaciones; por otro lado, los rellenos, como se ha comentado anteriormente, son de escasa altura, no comprometiendo la estabilidad de los mismos.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se recomienda ejecutar los rellenos con una pendiente 3H:2V.

9.2.3.1.2. Factores de seguridad

En el cálculo de la estabilidad del talud se han exigido los siguientes factores de seguridad:

- Talud permanente: FS \geq 1,5
- Talud provisional: FS \geq 1,3
- Situación accidental (sismo): FS \geq 1,15

9.2.3.1.3. Tipología de los rellenos y materiales a emplear

Como se comenta en el Anejo nº3 Geología y Procedencia de Materiales, se ha previsto que los rellenos del proyecto sean tipo terraplén, ejecutados con materiales de aportación de canteras próximas a la traza; en dicho Anejo se incluye un inventario de canteras próximas al área de estudio.

9.2.3.1.4. Calidad del Terreno de Apoyo. Saneos.

Los terraplenes se apoyan mayoritariamente sobre suelos eluviales procedentes de la alteración de las granodioritas y sobre los rellenos compactados existentes, constituyendo estos suelos, a priori, un buen apoyo para los terraplenes.

Únicamente existe riesgo de asentamientos y/o de estabilidad cuando los terraplenes se apoyen sobre vertidos antrópicos del grupo (R_{x3}) y, muy puntualmente, en los rellenos de explanaciones (R_{x2}) cuando éstos no estén compactados. En estos casos se recomienda un saneo de 1,5 m en los siguientes tramos:

- Eje 11: PK. 1+240 al 1+280.
- Eje 35: PK. 0+000 al 0+080.

9.2.3.1.5. Asiento de los rellenos

Los asentamientos que se producen en un relleno son de dos tipos:

- Debidos al propio relleno

- Debidos al terreno de apoyo

A) Asientos debidos a la consolidación del propio relleno

En este caso, los rellenos se ejecutarán, al menos la mayoría de ellos, con suelos tolerable, de modo que para una altura máxima de 4 m y estimando un $\alpha = 1.5\%$, se espera un asiento diferido de 6,0 cm.

B) Asientos debidos a la consolidación del terreno de apoyo

El asiento obtenido es muy reducido, del orden de 0,4 cm-

9.2.3.1.6. Límite de movimientos postconstructivo

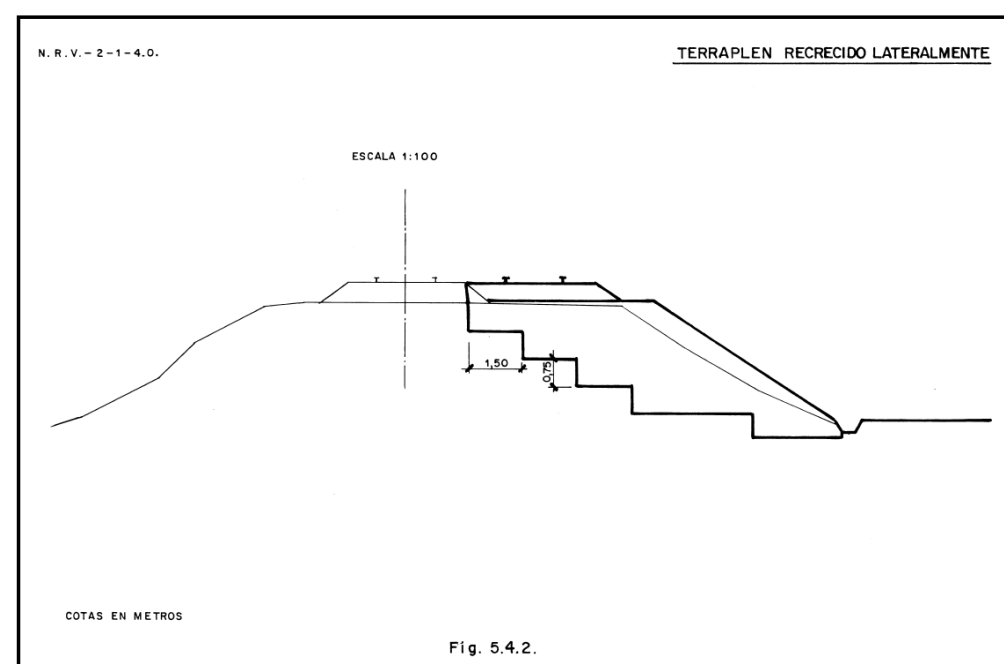
En este caso los asientos postconstructivos, como puede observarse, están muy alejados del límite establecido.

9.2.3.2. Recreido de los rellenos existentes.

Gran parte de los rellenos proyectados se apoyan sobre los existentes, es decir, se trata, en realidad, de un recreido de los mismos, tal y como ocurre en el troco en el Eje-11 y en el ramal del Eje-22.

Los recreidos son de muy escasa entidad, no sobrepasando los 2,0 m de altura.

Además de las recomendaciones dadas para los rellenos de nueva construcción, en este caso se tiene que llevar a cabo un escalonamiento entre el relleno existentes y el nuevo, para conseguir una superficie adecuada de cosido con el terreno de la nueva plataforma; este cosido también tiene que realizarse cuando el terreno natural tiene una pendiente superior al 10% en sentido transversal al relleno.



9.2.4. COEFICIENTES DE PASO Y ESPONJAMIENTO

El peso volumétrico de un material al ser excavado varía al de su puesta en obra, puesto que al excavar un material es frecuente que aumente su volumen (coeficiente de esponjamiento), para reducirse otra vez cuando es compactado. Es precisamente al coeficiente que relaciona la variación de volumen de un determinado material en estado natural con el volumen obtenido mediante una determinada energía de compactación, al que denominamos como coeficiente de paso.

En los materiales que se van a excavar y reutilizar en los rellenos compactados, el coeficiente de paso o de variación volumétrica C_{VU} , se determina mediante la expresión:

$$C_{VU} = \frac{V_{FINAL}}{V_{INICIAL}} = \frac{\frac{Peso\ seco}{D_{SECA\ final}}}{\frac{Peso\ seco}{D_{SECA\ inicial}}} = \frac{D_{SECA\ inicial}}{D_{SECA\ final}}$$

La densidad seca inicial es la que tiene el terreno en su estado natural y la densidad seca final se obtiene a partir de los valores de densidad máxima obtenidos en el ensayo Proctor de referencia aplicando el grado de compactación de puesta en obra, por lo que la expresión anterior quedaría de la siguiente forma:

$$C_{VU} = 100 \times \frac{\gamma_{dm}}{\gamma_{dmax} G_C}$$

Donde:

γ_{dm} : Valor medio de las densidades secas en estado natural.

γ_{dmax} : Valor medio de las densidades máximas correspondientes al ensayo Proctor modificado.

G_C : Grado de compactación conseguido en la puesta en obra del material, expresado en tanto por ciento respecto del máximo obtenido en el ensayo Proctor de referencia.

El factor de esponjamiento expresa la relación entre la densidad seca del suelo en estado natural y el mismo concepto cuando es vertido sin compactar, como sucede con los materiales enviados a vertedero.

La diferencia entre ambos se basa en el grado de compactación final, adoptándose de forma general un grado de compactación de entre el 95 y el 100% para formar parte de rellenos y entre el 60-80 % para el material acumulado en vertedero (vertido, sin compactar).

Así, ambos coeficientes se pueden calcular a partir de las densidades obtenidas en laboratorio o bien estimadas en función de datos existentes, pudiendo considerarse un grado de compactación mínimo del 95% para conformar rellenos y del orden del 75% para el acúmulo del material en vertedero.

No se disponen de ensayos de laboratorio en esta fase del proyecto, no obstante, en base a la experiencia en materiales similares se proponen los siguientes coeficientes de paso.

UNIDADES GEOLÓGICAS	COEF. PASO A RELLENO	COEF. PASO A VERTEDERO
RX1	1,0	-
RX2	1,1	1,3
RX2	0,97	1,0
Material pétreo	1,2	-

9.2.5. SECCIÓN TIPO Y FIRMES

Las secciones transversales tipo empleadas para las cubicaciones de referencia son las que aparecen en el Documento nº 2, Planos, Plano nº 5, *Secciones tipo*.

Con relación al movimiento de tierras es de especial importancia la definición de la sección estructural del firme y el espesor de las capas de asiento, conforme a lo establecido en el Anejo nº10, *Firmes y Pavimentos*. El volumen de material necesario para la explanada del firme se ha calculado junto al movimiento de tierras, tratándose de forma diferenciada. Las mediciones de las capas de firme se determinan aparte.

A continuación se incluye un resumen con las secciones de firme proyectadas:

9.2.5.1. Secciones con tráfico T00

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T00 (carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura).

CAPAS	SECCIÓN 0033 (20 cm de MBC + 22 cm de GC + 25 cm de SC)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 - Betún PMB 45/80-65 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - >50% de filler de aportación. - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Coeficiente de Los Ángeles <30 - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla de 2,42 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ² - Curado: Emulsión C60B3 CUR, dotación 0,30 Kg/m ²
Subbase	22 cm	- Gravacemento - LL<25 y IP<6 - Resistencia media a compresión a los 7 días: 4,5 Mpa - Contenido mínimo de cemento (% masa): 3,5%
Riego		- Curado: Emulsión C60B3 CUR con dotación residual 0,30 Kg/m ²
Subbase	25 cm	- Suelocemento - LL<30 y IP<15 - Resistencia media a compresión a los 7 días: 2,5 Mpa - Contenido mínimo de cemento (% masa): 3%
FORMACIÓN DE EXPLANADA E3		
TERRENO SUBYACENTE INADECUADO (IN)	TERRENO SUBYACENTE TOLERABLE (O)	TERRENO SUBYACENTE ROCA (R)
CAPA Riego de curado C60B3 CUR	CAPA Riego de curado C60B3 CUR	CAPA
SEST-3 con cemento 0,30 m	SEST-3 con cemento 0,30 m	Regularización HM-20
Suelo Seleccionado 0,50 m	Suelo Seleccionado 0,30 m	-

El firme de los arcenes de anchura no superior a 1,25 m será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre la calzada y el arcén.

En arcenes de anchura superior a 1,25 m y categoría de tráfico T00, y conforme al apartado 7.1.2 de la Norma 6.1-I.C, el pavimento del arcén será prolongación de las capas de rodadura e intermedia dispuestas en la calzada. Debajo del pavimento del arcén se podrá disponer suelo cemento y zahorra artificial. La distribución queda de la siguiente manera:

e (cm)	Calzada	Arcén > 1,25 m	e (cm)
3 cm	BBTM 11B PMB 45/80-65	BBTM 11B PMB 45/80-65	3 cm
	Riego adherencia C60BP3 ADH	Riego adherencia C60BP3 ADH	
7 cm	M.B.C. AC22 bin D (BC35/50)	M.B.C. AC22 bin D (BC35/50)	7 cm
	Riego adherencia C60B3 ADH	Riego adherencia C60B3 ADH	
	-	Riego curado C60B3 CUR	
10 cm	M.B.C. AC32 base G (BC35/50)	Suelo cemento (SC)	30 cm
	Riego de adherencia C60B3 ADH		
	Riego de curado C60B3 CUR		
22 cm	Grava cemento (GC)	Riego imprimación C50BF4 IMP	
	Riego de curado C60B3 CUR	Zahorra artificial (ZA)	27 cm
25 cm	Suelo cemento (SC)		
	Riego de curado C60B3 CUR		
	Explanada E-3		

9.2.5.2. Sección de firme T1

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T1 (carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura).

CAPAS	SECCIÓN 132 (20 cm de MBC + 20 cm de SC)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 - Betún PMB 45/80-60 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - ≥ 50% de filler de aportación - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Coeficiente de Los Ángeles <30 - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla de 2,42 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ² - Curado: Emulsión C60B3 CUR con dotación residual 0,30 Kg/m ²
Subbase	20 cm	- Suelocemento - LL<30 y IP<15 - Resistencia media a compresión a los 7 días: 2,5 Mpa - Contenido mínimo de cemento (% masa): 3%
FORMACIÓN DE EXPLANADA E3		
TERRENO SUBYACENTE INADECUADO (IN)	TERRENO SUBYACENTE TOLERABLE (O)	TERRENO SUBYACENTE ROCA (R)
CAPA Riego de curado C60B3 CUR	CAPA Riego de curado C60B3 CUR	CAPA Regularización HM-20
ESPESOR SEST-3 con cemento 0,30 m	ESPESOR SEST-3 con cemento 0,30 m	ESPESOR -
Suelo Seleccionado 0,50 m	Suelo Seleccionado 0,30 m	

El firme de los arcenes de anchura no superior a 1,25 m será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre la calzada y el arcén.

En arcenes de anchura superior a 1,25 m y categoría de tráfico T1, y conforme al apartado 7.1.2 de la Norma 6.1-I.C, el pavimento del arcén será prolongación de las capas de rodadura e intermedia dispuestas en la calzada. Debajo del pavimento del arcén se podrá disponer suelo cemento y zahorra artificial. La distribución queda de la siguiente manera:

e (cm)	Calzada	Arcén > 1,25 m	e (cm)
3 cm	BBTM 11B PMB 45/80-60	BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	Riego adherencia C60BP3 ADH	Riego adherencia C60BP3 ADH	
7 cm	M.B.C. AC22 bin D (BC35/50)	M.B.C. AC22 bin D (BC35/50)	7 cm
	Riego adherencia C60B3 ADH	Riego adherencia C60B3 ADH	
	-	Riego curado C60B3 CUR	
10 cm	M.B.C. AC32 base G (BC35/50)	Suelo cemento (SC)	30 cm
	Riego de adherencia C60B3 ADH		
	Riego de curado C60B3 CUR		
20 cm	Suelo cemento (SC)		
	Riego de curado C60B3 CUR		
	Explanada E-3		

9.2.5.3. Sección de firme T2

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T2 (carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura).

CAPAS	SECCIÓN 232 (15 cm de MBC + 20 cm de SC)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 - Betún PMB 45/80-60 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 50/70 D (Antigua D-20) - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²
Base	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 50/70 G (antigua G-25) - Betún BC 50/70 - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Coeficiente de Los Ángeles <30 - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla de 2,42 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ² - Curado: Emulsión C60B3 CUR con dotación residual 0,30 Kg/m ²
Subbase	20 cm	- Suelocemento - LL<30 y IP<15 - Resistencia media a compresión a los 7 días: 2,5 Mpa - Contenido mínimo de cemento (% masa): 3%
FORMACIÓN DE EXPLANADA E3		
TERRENO SUBYACENTE INADECUADO (IN)	TERRENO SUBYACENTE TOLERABLE (0)	TERRENO SUBYACENTE ROCA (R)
CAPA ESPESOR	CAPA ESPESOR	CAPA ESPESOR
Riego de curado C60B3 CUR	Riego de curado C60B3 CUR	Regularización HM-20 -
SEST-3 con cemento 0,30 m	SEST-3 con cemento 0,30 m	
Suelo Seleccionado 0,50 m	Suelo Seleccionado 0,30 m	

El firme de los arcenes de anchura no superior a 1,25 m será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre la calzada y el arcén.

En arcenes de anchura superior a 1,25 m y categoría de tráfico T00, y conforme al apartado 7.2.2 de la Norma 6.1-I.C, el pavimento del arcén constará de una capa de mezcla bituminosa con el mismo espesor que la capa de rodadura del firme de la calzada, salvo si ésta fuera drenante o discontinua en caliente, en cuyo caso el pavimento del arcén se constituirá con las mismas capas de rodadura e intermedia que el firme de la calzada, de forma que vayan enrasadas las capas intermedias.

Debajo del pavimento del arcén se dispondrá zahorra artificial hasta alcanzar la explanada; en todo caso las tongadas cumplirán las limitaciones de espesores contenidas en la tabla 5. Alternativamente, se podrá disponer bajo el pavimento una capa de suelocemento prefisurado, con un espesor dentro de los límites indicados en la tabla 5.

La distribución queda de la siguiente manera:

e (cm)	Calzada	Arcén > 1,25 m	e (cm)
3 cm	BBTM 11B PMB 45/80-60	BBTM 11B PMB 45/80-60	3 cm
	Riego adherencia C60BP3 ADH	Riego adherencia C60BP3 ADH	
5 cm	M.B.C. AC22 bin D (BC50/70)	M.B.C. AC22 bin D (BC50/70)	5 cm
	Riego adherencia C60B3 ADH	Riego adherencia C60B3 ADH	
	-	Riego curado C60B3 CUR	
7 cm	M.B.C. AC32 base G (BC50/70)	Suelo cemento (SC)	27 cm
	Riego de adherencia C60B3 ADH		
	Riego de curado C60B3 CUR		
20 cm	Suelo cemento (SC)		
	Riego de curado C60B3 CUR		
	Explanada E-3		

9.2.5.4. Sendas peatonales

Para las sendas peatonales se propone una sección formada por:

e (cm)	Senda	e (cm)
15 cm	Pavimento hormigón HA-30 con terminación de áridos seleccionados	15 cm
15 cm	Zahorra artificial	15 cm

En el cruce de las sendas con el acceso a las casas de A Pereiroa, se dispondrá una sección formada por adoquines, para facilitar el acceso de vehículos:

e (cm)	Senda	e (cm)
7 cm	Pavimento de adoquín prefabricado de hormigón bicapa en color gris, de forma rectangular de 24x12x7 cm	7 cm
¾ cm	Cama de arena de río	¾ cm

9.3. BALANCE DE TIERRAS.

9.3.1. CUBICACIONES TOTALES DE LOS EJES DE TRAZADO

Como ya se ha comentado anteriormente, para conocer los volúmenes de movimiento de tierras asociados a la obra de estudio, se ha empleado el programa ISPOL, que calcula los volúmenes generados por cada eje.

A continuación se incluye una tabla resumen en la que se indican para todos los ejes tenidos en cuenta en el cálculo del movimiento de tierras, los volúmenes de tierra vegetal, desmonte, terraplén, y explanada extraídos de los listados de mediciones auxiliares que se incluyen en el Documento nº 4, *Presupuesto*, junto con la superficie de despeje y desbroce.

En la medición de desmonte de tierras se ha descontado la demolición de firme, en volumen, la cual estaba incluida en los listados de los ejes afectados.

EJE	LONGITUD	NOMBRE	DESBROCE DESMONTE (m ²)	DESBROCE TERRAPLÉN (m ²)	TOTAL DESBROCE (m ²)	TIERRA VEGETAL (m ³)	DESMONTE TIERRAS (m ³)	DESMONTE ROCA (m ³)	DESMONTE TOTAL (m ³)	TERRAPLÉN (m ³)	SUELO ADECUADO 1 (m ³)	SUELO SELECCIONADO 2 (m ³)	S-EST 3 (m ³)	HM-20 REGULARIZACIÓN (m ³)	% DESMONTE APROVECHABLE	VOLUMEN DESMONTE INADECUADO (m ³)	VOLUMEN DESMONTE TIERRAS APROVECHABLE (m ³)
SENDAS			10.463,14	9.155,57	19.618,71	7.652,30	4.241,90	3.054,70	11.494,60	11.260,40	494,00	0,00	0,00	445,60	80,2%	839,78	3.402,12
71	689,63	SENDA M D PARTE 1	1.676,32	3.938,05	5.614,36	2.212,60	242,40	0,00	4.440,40	4.440,40	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	242,40
73	578,59	SENDA M D PARTE 2	2.219,13	164,67	2.383,81	849,90	1.951,20	0,00	1.951,20	70,80	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	1.951,20
74	453,67	SENDA M I PARTE 1	1.419,96	2.599,17	4.019,13	1.593,70	132,50	0,00	132,50	3.875,80	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	132,50
75	735,08	SENDA M I PARTE 2	3.558,45	661,89	4.220,33	1.668,90	1.514,60	604,30	2.118,90	88,90	494,00	0,00	0,00	346,00	44,6%	839,78	674,82
76	80,62	SENDA M I ACCESO PARADA BUS	566,31	60,03	626,33	248,90	0,00	2.450,40	2.450,40	106,20	0,00	0,00	0,00	99,60	100%	0,00	0,00
77	373,02	SENDA M D PARTE 3	1.022,98	1.731,77	2.754,74	1.078,30	401,20	0,00	401,20	2.678,30	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0,00	401,20
TOTAL SENDAS			10.463,14	9.155,57	19.618,71	7.652,30	4.241,90	3.054,70	11.494,60	11.260,40	494,00	0,00	0,00	445,60	80,2%	839,78	3.402,12
TOTAL			58.495,10	24.168,54	82.663,64	21.067,30	53.658,91	23.074,40	80.931,31	22.536,70	494,00	13.116,30	12.671,70	1.282,50	83,0%	9.117,36	44.541,55

9.3.2. BALANCE DE TIERRAS

De acuerdo con las cubicaciones realizadas, la superficie que será necesaria desbrozar asciende a 82.663,64 m².

El volumen de tierra vegetal que será necesario retirar es 21.067,30 m³, de los cuales 13.415,00 m³ corresponden al Proyecto de Ampliación de la Avda. Alfonso Molina y 7.652,30 m³ al Proyecto de las Sendas. Esta tierra vegetal será reutilizada, tal y como se indica en el Anejo n° 18, Integración Ambiental.

El volumen total de excavación en desmonte, sin incluir la tierra vegetal, asciende a la cantidad de 80.934,31 m³. Se estima que el material proveniente de la excavación de la roca (23.074,40 m³) será reutilizado en la creación de grava cemento y zahorra artificial para las capas de firme del Proyecto.

El resto de material excavado (53.658,91 m³) es aprovechable en un 83,0%, que se corresponden con 44.541,55 m³. De este material aprovechable, de coeficiente de paso 1,0, se utilizarán 22.536,70 m³ en la formación de los terraplenes del Proyecto, y el resto de volumen será enviado a vertedero.

El volumen de material excavado enviado a vertedero será de 37.723,67 m³, correspondiente al suelo inadecuado como coeficiente de paso a vertedero 1,0 y al suelo tolerable no necesario (44.541,55 – 22.536,70 = 22.004,85 m³) con coeficiente de paso a vertedero 1,3.

Los volúmenes necesarios de suelo adecuado, de suelo seleccionado y de S-EST 3 serán de 494,00 m³, 13.116,30 m³ y 12.671,70 m³, respectivamente. Estos materiales serán suministrados de canteras próximas.

A continuación se incluye tabla resumen por ejes de trazado:

NOMBRE	TOTAL DESBROCE (m ²)	TIERRA VEGETAL (m ³)	DESMONTE TIERRAS (m ³)	DESMONTE ROCA (m ³)	DESMONTE TOTAL (m ³)	TERRAPLÉN (m ³)	SUELO ADECUADO 1 (m ³)	SUELO SELECCIONADO 2 (m ³)	S-EST 3 (m ³)	HM-20 REGULARIZACIÓN (m ³)	% DESMONTE APROVECHABLE	VOLUMEN DESMONTE INADECUADO (m ³)	VOLUMEN DESMONTE TIERRAS APROVECHABLE (m ³)
TRONCO CALZADA DERECHA	5.136,15	1.933,70	6.940,30	0,00	6.940,30	275,40	0,00	2.231,50	2.227,90	0,00	100%	0,00	6.940,30
TRONCO CALZADA IZQUIERDA	19.639,05	5.735,40	19.496,95	18.986,20	38.483,15	3.961,30	0,00	4.450,50	4.411,70	672,10	0%	0,00	19.496,95
RAMALES CALZADA DERECHA	7.264,60	2.004,60	556,50	0,00	556,50	5.566,00	0,00	1.389,70	1.338,90	0,00	0%	0,00	556,50
ENLACE POCOMACO	18.098,79	2.725,70	16.697,70	0,00	16.697,70	376,80	0,00	2.973,40	2.653,00	0,00	50,4%	8.277,58	8.420,13
ENLACE AP9-AC11	12.906,36	1.015,60	5.725,54	1.033,50	6.759,04	1.096,80	0,00	2.071,20	2.040,20	164,80	0%	0,00	5.725,54
TOTAL AMPLIACIÓN AVDA. ALFONSO MOLINA	63.044,93	13.415,00	49.417,01	20.019,70	69.436,71	11.276,30	0,00	13.116,30	12.671,70	836,90	83,2%	8.277,58	41.139,43

NOMBRE	TOTAL DESBROCE (m ²)	TIERRA VEGETAL (m ³)	DESMONTE TIERRAS (m ³)	DESMONTE ROCA (m ³)	DESMONTE TOTAL (m ³)	TERRAPLÉN (m ³)	SUELO ADECUADO 1 (m ³)	SUELO SELECCIONADO 2 (m ³)	S-EST 3 (m ³)	HM-20 REGULARIZACIÓN (m ³)	% DESMONTE APROVECHABLE	VOLUMEN DESMONTE INADECUADO (m ³)	VOLUMEN DESMONTE TIERRAS APROVECHABLE (m ³)
SENDAS	19.618,71	7.652,30	4.241,90	3.054,70	11.494,60	11.260,40	494,00	0,00	0,00	445,60	80,2%	839,78	3.402,12
TOTAL SENDAS	19.618,71	7.652,30	4.241,90	3.054,70	11.494,60	11.260,40	494,00	0,00	0,00	445,60	80,2%	839,78	3.402,12

TOTAL	82.663,64	21.067,30	53.658,91	23.074,40	80.931,31	22.536,70	494,00	13.116,30	12.671,70	1.282,50	83,0%	9.117,36	44.541,55
--------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	---------------	------------------	------------------	-----------------	--------------	-----------------	------------------

9.4. CANTERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO

Se ha recopilado toda la información referente a explotaciones (canteras) activas cerca del área de nuestro interés, de donde se podrían obtener materiales para bases, núcleos y coronación de rellenos y explanadas mejoradas, con el fin de suministrar materiales a la obra.

9.4.1. CANTERAS

A continuación, se describe tres canteras próximas a la zona de estudio, dos de las cuales se sitúan a menos de 10 km.

C-1

Se sitúa a una distancia de 5 km de la traza, emplazada en un macizo granítico muy sano, del que se extrae una roca de gran calidad, en varios frentes como se observa en la foto aérea.



Fotografía aérea cantera C-1.

Granito para producción de arenas lavadas y árido de alta calidad con destino a la fabricación de hormigones, prefabricados y firmes de carreteras. Bajo pedido se fabrican escolleras de diferente tamaño.

La empresa explotadora cuenta con dos plantas de hormigón (PH1 y PH2, incluidas en el apartado 9.4.2.) ubicadas en el área de la explotación.

Se han solicitado información (árido que comercializa, ensayos de laboratorio, estimación de reservas, producción alcanzable) a la empresa explotadora de la cantera.

C-2

Situada en Villarrodrís a 8 km del centro del trazado, al igual que la anterior explota granito.



Fotografía aérea cantera C-2.

Se han solicitado información (árido que comercializa, ensayos de laboratorio, estimación de reservas, producción alcanzable) a la empresa explotadora de la cantera.

C-3

La más alejada de las tres canteras propuestas, se sitúa entre Carballo y Malpica a unos 39 km del trazado, ocupando una extensión de 17 ha explota gneis.



Fotografía aérea cantera C-3.

Se han solicitado información (árido que comercializa, ensayos de laboratorio, estimación de reservas, producción alcanzable) a la empresa explotadora de la cantera.

A continuación, se muestra el cuadro resumen con las características más relevantes de las canteras propuestas.

Municipio	CANTERA	COORDENADAS		DISTANCIA MEDIA AL CENTRO DE LA TRAZA (Km.)	TITULAR	DIRECCION	TELEFONO	Litología
		X	Y					
A Coruña	Cantera de A Coruña	545.570	4.798.841	5	Prebetong Áridos, S.L.U.	As Portelas, s/n 15008 San Cristóbal das Viñas - A Coruña	981 293 349 / 646 651 877	GRANITO
A Coruña	Cantera Lista Granit	542.758	4.795.559	8	Lista Granit,S.A.	Rúa Agoeiros, 150, 15141 Vilarrodís, A Coruña	981 60 10 02	GRANITO
A Coruña	Cantera Olveiro	519.705	4.789.104	39	Construccion Lopez Cao, S.L.	AC-418, 2, 15111 Malpica de Bergantiños, La Coruña	981275615	GNEIS

9.4.2. PLANTAS DE SUMINISTRO

Se han inventariado un total de 5 plantas de hormigón (PH) cercanas a la traza, que servirán para cubrir las necesidades de la obra.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los datos más importantes de dichas plantas:

PLANTA	COORDENADAS		DIRECCIÓN	TELÉFONO	EMPRESA	DISTANCIA al centro de la traza (km)
	X	Y				
PH-1	546.292	4.798.557	As Portelas - San Cristóbal das Viñas, s/n A CORUÑA	981 131 729	PREBETONG HORMIGONES, S.A.	4
PH-2	545.192	4.798.939	Carretera Coruña - Carballo, Km. 3 - La Grela A CORUÑA	981 294 297	MORTEROS Y HORMIGONES DEL NOROESTE, S.A. (MYHNOR)	4
PH-3	544.927	4.798.602	Avenida da Coruña, 16 A CORUÑA	981 260 687	PREBETONG HORMIGONES, S.A.	4,5
PH-4	550.492	4.795.599	C/ Rutis, s/n CULLEREDO	981 660 550	GENERAL DE HORMIGONES, S.A. (GEDHOSA)	6,5
PH-5	540.266	4.796.952	Av. De la prensa, Nº 59. Polígono Industrial Sabón - Arteixo	981 660 550	GENERAL DE HORMIGONES, S.A. (GEDHOSA)	15

9.5. PLANTAS DE VALORIZACIÓN Y VERTEDEROS

En relación a las tierras excedentarias, se priorizará su destino a operaciones de valorización. Si no fuera posible, estas tierras se destinarán a vertederos autorizados.