



## **ANEJO Nº9: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### **ÍNDICE:**

<b>1. MOVIMIENTO DE TIERRAS ENLACE AP-46 CON MA-20.....</b>	<b>3</b>
1.1. EJES DEL PROYECTO.....	3
1.2. MATERIALES EXCAVADOS Y SU APROVECHAMIENTO .....	3
1.2.1. Formaciones atravesadas por la traza .....	3
1.2.2. Métodos de excavación.....	3
1.2.3. Aprovechamiento de los materiales.....	4
1.2.4. Coeficientes de paso .....	4
1.2.5. Espesor de tierra vegetal.....	4
1.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RELLENOS .....	4
1.3.1. Diseño general y materiales utilizados .....	4
1.3.2. Características de la explanada .....	4
1.4. MEDICIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TIERRAS.....	5
1.4.1. Unidades de obra de movimiento de tierras .....	5
1.4.2. Mediciones del programa de trazado .....	6
1.4.3. Mediciones de las unidades de obra .....	8
1.4.4. Resumen de resultados.....	9
<b>2. MOVIMIENTO DE TIERRAS ENLACE AP-46 CON MA-3404.....</b>	<b>9</b>
2.1. EJES DEL PROYECTO.....	9
2.2. MATERIALES EXCAVADOS Y SU APROVECHAMIENTO .....	10
2.2.1. Formaciones atravesadas por la traza .....	10
2.2.2. Métodos de excavación.....	10
2.2.3. Aprovechamiento de los materiales.....	10
2.2.4. Coeficientes de paso .....	10
2.2.5. Espesor de tierra vegetal.....	10
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RELLENOS .....	11
2.3.1. Diseño general y materiales utilizados .....	11
2.3.2. Características de la explanada .....	11
2.4. MEDICIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TIERRAS .....	12
2.4.1. Unidades de obra de movimiento de tierras.....	12
2.4.2. Mediciones del programa de trazado .....	14
2.4.3. Mediciones de las unidades de obra.....	14
2.4.4. Resumen de resultados .....	16
<b>3. PRESTAMOS. DISTANCIAS DE TRANSPORTE .....</b>	<b>17</b>





## 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS ENLACE AP-46 CON MA-20

Se presenta el estudio del movimiento de tierras correspondiente al enlace de la AP-46 con la MA-20.

Como punto de partida se han tomado las conclusiones de los anejos nº 3 y nº 7, con el fin de evaluar el aprovechamiento y características de los materiales atravesados por el trazado y, en caso necesario, las características de los posibles préstamos y canteras.

### 1.1. EJES DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se define el nombre de cada eje y el número del mismo para una correcta identificación:

NOMBRE EJE	Nº EJE
Ramal 1 A-7 a MA-20	38
Ramal 2 MA-20 a A-7	37
Autovía MA-20 Carril de Deceleración	7
Autovía MA-20. Carril de aceleración	8
Autovía A-7 Carril de deceleración	9
Autovía A-7 Carril de Aceleración	10
Camino-2	23
Camino-3	24
Camino-1	25
Camino-4	27
Camino 5	36

## 1.2. MATERIALES EXCAVADOS Y SU APROVECHAMIENTO

### 1.2.1. Formaciones atravesadas por la traza

En el Anejo nº 7 “Geotecnia del Corredor” del Proyecto se han diferenciado las principales formaciones afectadas por el trazado, por lo que se remite a dicho anejo para una explicación más detallada.

De forma resumida, indicar que todo el material excavado clasificado como mínimo como tolerable será aprovechable en los terraplenes y rellenos de los saneos, mientras que el material clasificado como inadecuado será destinado a la restauración de las zonas de préstamos que se seleccionen para la actuación.

### 1.2.2. Métodos de excavación

Los materiales excavados se han agrupado en tres grupos: suelos excavables mecánicamente, material de tránsito (ripable) y material rocoso. Dado que no se permite el empleo de excavación con explosivos, se va a contemplar un porcentaje del material rocoso excavable mediante empleo de cementos expansivos.

Atendiendo a la petición de la Unidad de Carreteras de Málaga, las excavaciones se abonarán en precios independientes, así, existirán los siguientes precios:

- Excavación en tierra vegetal.
- Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos, sin explosivos.
- Excavación en desmonte en tránsito con medios mecánicos, sin explosivos.
- Excavación en desmonte en roca con medios mecánicos, sin explosivos.
- Excavación en desmonte en roca con cementos expansivos.
- Excavación en escalonados y saneos en tierras, con medios mecánicos sin explosivos.
- Excavación en escalonados y saneos en material de tránsito, con medios mecánicos sin explosivos.



La excavación de desmonte en roca, al estar prohibido el uso de explosivos por la proximidad de dos grandes vías de comunicación y viviendas, se plantea ejecutar, en una parte de hasta un 40% del volumen de roca con cementos expansivos.

La excavación en escalonados y saneos, cubicada de forma conjunta en el programa de trazado, se abona de forma independiente, considerando que un 84% será en tierras y un 16% en material de tránsito.

### **1.2.3. Aprovechamiento de los materiales**

Como ya se ha explicado, atendiendo al Anejo de Geotecnia del Corredor, una parte de los materiales excavados, una vez retirada la capa de tierra vegetal, se clasifican como inadecuados, por lo que se plantea su transporte a la zona de préstamos para la restauración de ésta posterior a su uso.

El resto de los materiales obtenidos de las excavaciones realizadas a lo largo de los distintos materiales se consideran aptos para su empleo en terraplén y/o saneos, según su calidad, ya que ésta varía según el material excavado.

Así, a efectos de cubicación, el material excavado mecánicamente, una vez descontado el material inadecuado, se clasifica como adecuado/tolerable y el material en tránsito o excavado en roca se clasifica como todo uno (suelos seleccionados).

### **1.2.4. Coeficientes de paso**

Todos los suelos excavados en la traza tienen un coeficiente de paso de 1 de cara a su empleo en la traza y de 1,10 en caso de destinarse a vertedero.

El material de tránsito (ripable) se clasifica como todo uno y su coeficiente de paso es de 1,15 y el material rocoso excavado tiene un coeficiente de paso de 1,25.

Estos mismos coeficientes se aplican a los materiales procedentes de préstamos.

### **1.2.5. Espesor de tierra vegetal**

Se considera un espesor medio para todos los ejes del proyecto de 40 cm.

El material de tierra vegetal que no se emplee en la obra para revegetaciones se transportará a la zona de préstamos finalmente empleada, para la restitución de ésta.

El balance de la tierra vegetal se encuentra en el epígrafe 3.6 del Anejo nº18 Integración Ambiental.

## **1.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RELLENOS**

### **1.3.1. Diseño general y materiales utilizados**

Dado que el total del material excavado es inferior a las necesidades de material en la traza, se podrá utilizar todo el volumen excavado, clasificado como mínimo como tolerable, en los rellenos necesarios.

El material de la traza se emplea para los rellenos en trasdós del muro de hormigón, rellenos de los saneos realizados y en los terraplenes de los ejes 2 y 20, aunque será necesario completar estos terraplenes con material procedente de préstamos, al igual que para el resto de ejes. En los préstamos seleccionados el material se clasifica como seleccionado/adecuado. En las mediciones de los terraplenes están desglosadas estas mediciones.

### **1.3.2. Características de la explanada**

Constituye el cimiento del firme, junto al terreno natural subyacente en fondo de excavaciones y al material de aportación en rellenos, sirviendo de apoyo a las capas de firme.

Se ha decidido adoptar una explanada de categoría E-3 para los ejes afirmados del proyecto. De acuerdo con la Norma 6.1-IC "Secciones de Firme", para conseguir una explanada E3 es necesario, en todos los casos, disponer de una capa de suelo estabilizado S-EST3. Bajo ésta se podrá disponer un suelo seleccionado o adecuado, cuyos espesores respectivos varían en función del tipo suelo en explanación o de la obra de tierra subyacente.



La clasificación del fondo de los desmontes dependerá del material atravesado. En el anejo de Geotecnia del corredor se ha tramificado las distintas profundidades a las que se estima se encuentra el material de tránsito y la roca según el eje. A efectos de diseño de la explanada, el fondo de desmonte en material excavado mecánicamente se clasifica como tolerable mientras que el fondo de desmonte en material ripable se va a considerar como suelo seleccionado 3.

Los terraplenes, dado que se ejecutarán con suelos de distinta procedencia se ha optado por diseñar un único tipo de explanada para lo que se han considerado como suelo tolerable como mínimo.

Por tanto, las explanadas diseñadas son las siguientes:

- Desmonte en suelos:
  - 30 cm de S-EST3
  - 30 cm de suelo seleccionado 2
  - Terreno de apoyo: Suelos tolerables como mínimo
- Desmonte en material de tránsito:
  - 25 cm de S-EST3
  - Terreno de apoyo: Suelo seleccionado 3 (CBR > 20)
- Desmonte en roca:
  - 10 cm de hormigón de regularización
  - Terreno de apoyo: Material rocoso irregular
- Terraplén:
  - 30 cm de S-EST3
  - 30 cm de suelo seleccionado 2
  - Terreno de apoyo: Suelos tolerables

#### 1.4. MEDICIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TIERRAS

##### 1.4.1. Unidades de obra de movimiento de tierras

Las principales unidades de obra consideradas para el análisis del movimiento de tierras son las siguientes:

- (1) m<sup>2</sup> x cm Fresado de firme y transporte a lugar de empleo.
- (2) Demolición de firme y transporte a lugar de empleo.
- (3) m<sup>3</sup> Excavación de tierra vegetal incluso carga y transporte a lugar de acopio o empleo.
- (4) m<sup>3</sup> Excavación en desmonte en tierras con medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (5) m<sup>3</sup> Excavación en desmonte en tránsito con medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (6) m<sup>3</sup> Excavación en desmonte en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (7) m<sup>3</sup> Excavación en desmonte en roca con cementos expansivos, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (8) m<sup>3</sup> Excavación en escalonados y en saneos en tierras, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (9) m<sup>3</sup> Excavación en escalonados y en saneos en tránsito, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (10) m<sup>3</sup> Relleno en terraplenes con suelos procedentes de la traza
- (11) m<sup>3</sup> Relleno en terraplenes con material procedente de préstamos, incluso transporte.
- (12) m<sup>3</sup> Suelo estabilizado con cemento S-EST3 con material procedente de préstamos, incluso transporte, en capa de asiento.
- (13) m<sup>3</sup> Suelo seleccionado 2 (CBR < 20) con material procedente de préstamos, incluso transporte, en capa de asiento.
- (14) m<sup>3</sup> Suelo adecuado con material procedente de préstamos, incluso transporte, en capa de asiento.



(15) m<sup>3</sup> Hormigón en masa HM-20 vertido para regularización de fondo de desmontes en roca.

(16) m<sup>3</sup> Relleno con suelo granular procedente de préstamos en cuñas de transición

(17) m<sup>3</sup> Relleno localizado con suelo procedente de préstamo tratado con cemento en cuñas de transición.

(18) m<sup>3</sup>\*km Transporte suplementario de cualquier tipo de terreno

(19) t cemento para estabilización de suelos.

(20) T Emulsión bituminosa C60B4 CUR en riego de curado sobre S-EST3

La unidad (1) y (2) mide el firme que es necesario demoler en las carreteras existentes para enlazar con las vías de nueva construcción. Para el caso de la demolición, se ha estimado un espesor medio de 55 cm del firme existente.

La unidad (3) abonará la excavación de la tierra vegetal y su transporte a lugar de empleo o acopio. El empleo de la tierra vegetal excavada se efectuará con unidades del capítulo de medidas correctoras medioambientales, por lo que se abona su empleo en dicho capítulo.

Las unidades (4), (5), (6) y (7) miden las excavaciones realizadas en desmonte en las distintas clases de terrenos y el transporte hasta una distancia de 10 km. No incluye pues las excavaciones localizadas para cimentaciones, zanjas, obras de drenaje, etc., que se medirán en sus respectivos capítulos, ni los saneos ni los escalonamientos a realizar en terraplenes existentes o en base de cimientos que se miden en la siguiente unidad.

Las unidades (8) y (9) miden las excavaciones realizadas en los saneos y los escalonamientos en los terraplenes existentes, y el transporte en una distancia máxima de 10 km.

La unidad (10) mide el relleno de terraplenes con material de la traza.

La unidad (11) mide el relleno de terraplenes con material procedente de préstamos.

Las unidades (12), (13), (14) y (15) tienen en cuenta todo el volumen de relleno en capas de asiento según la tipología indicada.

Las unidades (16) y (17) miden el material granular o tratado con cemento necesario para las cuñas de transición de las estructuras.

La unidad (18) mide el exceso de transporte hasta en aquellas unidades donde sólo está abonado el transporte hasta una distancia menor a la necesaria para alcanzar el préstamo. También incluye el transporte posterior de los sobrantes al mismo punto pues en la unidad de excavación sólo se abonan los primeros 10 km.

Las unidades (19) y (20) miden las toneladas de cemento para estabilizar y de emulsión bituminosa para el curado del S-EST3, respectivamente.

#### **1.4.2. Mediciones del programa de trazado**

La medición de los volúmenes de tierras se ha efectuado partiendo de los listados generados por el programa de trazado ISPOL. Estos listados se incluyen, en formato digital, en el Documento nº4 "Mediciones y Presupuesto".

Para ello, se ha introducido las profundidades de los distintos tipos de materiales para cada eje, de forma que en las mediciones se han obtenido las mediciones desglosadas por tipo de material. Además, según el tipo de material en el fondo de desmonte el programa incluía una u otra explanada por lo que también ha permitido cubicar los volúmenes necesarios para cada capa de explanada.

Se ha generado un listado independiente para cada uno de los ejes considerados en el trazado. Los listados proporcionan las áreas y volúmenes parciales y acumulados cada 10 m. de forma general aunque en algunos puntos se ha reducido dicha equidistancia para una mayor precisión de la medición.

Los volúmenes medidos se listan según los siguientes epígrafes:

- VEGETAL: Se trata del volumen de tierra vegetal excavado, tanto en desmonte como en terraplén.



- **INADECUADO:** Se trata del volumen de materiales de desmonte en terrenos clasificados como inadecuados. Se emplean en restitución de zonas de préstamos.
- **D TIERRA:** Es el volumen de desmonte en terrenos clasificados como adecuados/tolerables y se emplea en su totalidad en la traza.
- **D ROCA:** Es el volumen de desmonte en material de tránsito. Se clasifica como todo uno (suelo seleccionado).
- **D ROCA 2:** Es el volumen de desmonte en material rocoso. Se clasifica como todo uno (suelo seleccionado).
- **EXCAVA\_SANEO:** Corresponde al volumen de excavación de los escalonamientos y de los saneos realizados en el fondo de los terraplenes en material excavable.
- **SANEO ROCA:** Corresponde al volumen de excavación de los escalonamientos y de los saneos realizados en el fondo de los terraplenes en material de tránsito (ripable).
- **TERRAP SANEO:** Es el relleno de los saneos y escalonamientos realizados.
- **SUELO SEL 1:** Corresponde al relleno en capas de asiento con suelos estabilizados in situ con cemento tipo S-EST3 procedentes de préstamos.
- **SUELO SEL 2:** Corresponde al relleno en capas de asiento con suelos seleccionados tipo 2 (CBR < 20) procedentes de préstamos.
- **SUELO SEL 3:** Corresponde con el relleno en capas de asiento con suelos adecuados procedentes de la traza.
- **SUELO SEL 4:** Corresponde con el hormigón de regularización vertido en los fondos de desmonte en roca.
- **TERRAPLEN:** Se trata del volumen de rellenos en terraplén.
- **MAT TRANS 1:** Es el relleno localizado con material procedente de préstamos tratado con cemento en cuñas de transición.
- **MAT TRANS 2:** Es el relleno localizado con material granular procedente de préstamos en cuñas de transición.
- **D FIRME:** Representa el volumen de firme existente demolido.
- **EXC ZM TIERRA/ROCA/ROCA2:** Corresponde al volumen excavado en suelo/material de tránsito y en roca para ejecutar la cimentación de los muros.
- **RELL ZAP MURO:** Corresponde con el relleno que se realiza de la excavación anterior una vez hormigonado el muro y su zapata.
- **TIERRA ARMADA:** Es una medición aproximada del relleno en trasdós de los muros de suelo reforzado. Dada la inexactitud de esta cubicación, se añade la misma al relleno de terraplén de los ejes correspondientes. La medición correcta del relleno de la zona de flejes de los muros de suelo reforzado se mide en los perfiles transversales, descontándose el volumen obtenido de la cubicación final de terraplén. Indicar que la unidad de muro de suelo reforzado incluye la parte proporcional de suelo en el precio.



### **1.4.3. Mediciones de las unidades de obra**

#### **Unidad (1) – Fresado de firme**

La medición se obtiene manualmente. Para ello, se usan las dimensiones recogidas en los planos de sección tipo correspondiente al detalle de unión entre el firme nuevo y el existente y la longitud del tramo fresado.

#### **Unidad (2) – Demolición de firme**

Corresponde a la demolición del arcén exterior de la actual A-7 y MA-20. Su medición se obtiene manualmente.

#### **Unidad (3) – Excavación de tierra vegetal**

Se obtiene del epígrafe VEGETAL.

#### **Unidad (4) – Excavación en desmonte en tierras**

Esta medición incluye la excavación en suelos. Es la suma de los epígrafes INADECUADO, D\_TIERRA y EXC. ZM TIERRA.

#### **Unidad (5) – Excavación en desmonte en tránsito**

Esta medición incluye la excavación en materiales de tránsito. Es la suma de los epígrafes D\_ROCA y EXC ZM ROCA.

#### **Unidad (6) – Excavación en desmonte en roca (medios mecánicos)**

Esta medición incluye la excavación en materiales de roca en la parte correspondiente a medios mecánicos (60%). Es la suma, afectada por este porcentaje, de los epígrafes D\_ROCA 2 y EXC ZM ROCA 2.

#### **Unidad (7) – Excavación en desmonte en roca (cementos expansivos)**

Esta medición incluye la excavación en materiales de roca en la parte correspondiente a excavación con cementos expansivos (40%). Es la suma, afectada por este porcentaje, de los epígrafes D\_ROCA 2 y EXC ZM ROCA 2.

#### **Unidad (8) – Excavación en saneos y escalonamientos en tierras.**

Esta medición se obtiene del epígrafe EXCAVA SANEOS.

#### **Unidad (9) – Excavación en saneos y escalonamientos en material de tránsito.**

Esta medición se obtiene del epígrafe SANEOS ROCA.

#### **Unidad (10) – Relleno en terraplenes con suelos procedentes de la traza**

Esta medición debe incluir los rellenos realizados con el suelo adecuado/tolerable y con el material todo uno obtenido. En las líneas de medición se indican los volúmenes correspondientes a cada eje y cada tipología de material.

#### **Unidad (11) – Relleno en terraplenes con material procedente de préstamos**

Esta medición debe incluir la cubicación de todos los terraplenes menos la medición correspondiente a la unidad anterior. Corresponde, por tanto, a la suma de los epígrafes TERRAPLEN, TIERRA ARMADA, TERRAP SANEOS y RELL ZAP MURO menos la medición de la unidad anterior. Se deduce, además, una medición estimada del relleno especial del trasdós de los muros de suelo reforzado, pues la medición que se obtiene con ISTRAM no es correcta.

#### **Unidad (12), (13), (14) y (15) – Suelo estabilizado S-EST3, suelo seleccionado 2, suelo adecuado y HM-20**

Esta medición corresponde con los epígrafes SUELO SEL 1, SUELO SEL 2, SUELO SEL 3 y SUELO SEL 4 respectivamente.

#### **Unidad (16), (17) – Rellenos en cuñas de transición**

La medición se obtiene de los epígrafes MAT TRANS 1 y MAT TRANS 2 respectivamente.

#### **Unidad (18)– Transporte suplementario de cualquier tipo de terreno**

La medición se obtiene multiplicando por el exceso sobre 10 km el volumen procedente de préstamos para terraplenes y para S-EST3, y el volumen de sobrantes en la traza tanto de desmontes como de tierra vegetal a restauración de préstamos. En este caso, el exceso es de 3,7 km.

#### **Unidad (19) y (20) – Cemento y emulsión bituminosa**

La medición se obtiene a partir del volumen de S-EST3 y de la superficie de coronación respectivamente.

Para el cálculo del cemento necesario se supone una dotación del 3% en masa del suelo estabilizado al que se le asigna una densidad de 1,9 t/m<sup>3</sup>.

Para el cálculo de la superficie de riego, se ha generado el correspondiente listado de ISTRAM. La dotación en peso considerada es de 300 g/m<sup>2</sup>.



#### 1.4.4. Resumen de resultados

Como conclusión del estudio de movimiento de tierras, en las siguientes tablas se incluyen los resultados más significativos obtenidos:

CONCEPTO	VOLUMEN
Fresado de pavimento bituminoso	76.514,7 m <sup>2</sup> xcm
Demolición de firme existente	4.330,0 m <sup>2</sup>
Despeje y desbroce del terreno	95.462,5 m <sup>2</sup>
Excavación de tierra vegetal	38.024,1 m <sup>3</sup>
Excavación en desmonte:	227.136,3 m <sup>3</sup>
- Excavable en tierras, clasificado como inadecuado	46.770,8 m <sup>3</sup>
- Excavable en tierras clasificado como adecuado/tolerable	74.188,3 m <sup>3</sup>
- En material de tránsito	98.787,4 m <sup>3</sup>
- En roca	7.389,8 m <sup>3</sup>
Excavación en saneos:	18.486,8 m <sup>3</sup>
- En material excavable, clasificado como adecuado/tolerable	14.613,2 m <sup>3</sup>
- En material de tránsito, clasificado como seleccionado/todo uno	3.873,6 m <sup>3</sup>
Suelos inadecuados a restitución de préstamos *	51.447,9 m <sup>3</sup>
Suelos adecuados/tolerables disponibles para rellenos*	88.801,5 m <sup>3</sup>
Material todo uno (seleccionado) disponibles para rellenos*	127.684,8 m <sup>3</sup>
Terraplén con suelos procedentes de la traza	216.486,3 m <sup>3</sup>
Terraplén con suelos procedentes de préstamos	139.530,9 m <sup>3</sup>
Capa de asiento con suelo adecuado procedente de préstamo	5.923,9 m <sup>3</sup>
Capa de asiento con suelo seleccionado-2 proc. de préstamo	6.168,7 m <sup>3</sup>
Capa de asiento con suelo S-EST3 proc. de préstamo	3.580,1 m <sup>3</sup>
Hormigón HM-20	58,7 m <sup>3</sup>
Relleno con material granular en cuñas de transición	8.389,4 m <sup>3</sup>
Relleno con material tratado con cemento en cuñas de transición	8.809,0 m <sup>3</sup>
Material para relleno trasdós muros de suelo reforzado	18.442,9 m <sup>3</sup>
Tierra vegetal para restauración de zonas de préstamo	25.664,0 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL MATERIAL DE PRÉSTAMOS (vol. en destino)</b>	<b>190.844,9 m<sup>3</sup></b>

\*Volúmenes afectados del coeficiente de paso.

## 2. MOVIMIENTO DE TIERRAS ENLACE AP-46 CON MA-3404

En este capítulo se presenta el estudio del movimiento de tierras correspondiente al Proyecto de Trazado "Enlace de la AP-46 con la MA-3404"

Como punto de partida se han tomado las conclusiones de los anejos nº 3 y nº 7, con el fin de evaluar el aprovechamiento y características de los materiales atravesados por el trazado y, en caso necesario, las características de los posibles préstamos y canteras.

### 2.1. EJES DEL PROYECTO

Dado que se hacen numerosas alusiones a los ejes del proyecto a lo largo de este anejo, en la siguiente tabla se define el nombre de cada eje y el número del mismo para una correcta identificación:

NOMBRE EJE	Nº EJE
Ramal de acceso	1
Glorieta MA-3404	2
Glorieta 2	3
Ramal-2	4
Ramal-1	5
Ramal-3	13
Inter. MA-3404 1	6
Inter. MA-3404 2	7
Camino de Servicio COEX	8
Reposición de camino-1	9
Camino 2 Acceso	10
Camino 3 Acceso	11
Camino 4 Acceso	14



## 2.2. MATERIALES EXCAVADOS Y SU APROVECHAMIENTO

### 2.2.1. Formaciones atravesadas por la traza

En el Anejo nº 7 “Geotecnia del Corredor” del Proyecto se han diferenciado las principales formaciones afectadas por el trazado, por lo que se remite a dicho anejo para una explicación más detallada.

De forma resumida, indicar que la mayor parte del terreno excavado se clasifica como suelo marginal salvo en los primeros metros del eje 1 y en los ejes de intersección con la MA-3404 (eje 2, 6 y 7), donde la excavación se realiza en suelos de buena calidad (seleccionado y adecuado). No obstante, y a efectos de valoración de las excavaciones, los saneos realizados en los ejes 13,14 y 15 se consideran se ejecutan en suelos con cierta dureza que exigen el ripado del mismo. Se abonan, por tanto, como una excavación en tránsito.

### 2.2.2. Métodos de excavación

Los materiales excavados, en general, se pueden considerar como suelos blandos, por lo que son fácilmente excavables por medios mecánicos (100% excavable por medios mecánicos). No obstante, en el tramo de buena calidad de los ejes 1, 2, 6 y 7 (intersección con MA-3404), se considera que parte del material, de acuerdo con el Anejo de Geotecnia del Corredor, está catalogado como material en tránsito y como roca.

De esta forma, El material en tránsito se clasifica como adecuado y el material excavado en roca como todo uno (seleccionado).

Según los volúmenes excavados en cada tipo de suelo, se abonan partidas con precios independientes.

Respecto a los saneos a realizar, la totalidad de los mismos se considera excavación en tierras, clasificado como material marginal.

### 2.2.3. Aprovechamiento de los materiales

Se aprovechará, el material obtenido en las excavaciones realizadas en la primera parte del eje 1 y ejes 2,6 y 7, que se clasifica, como ya se explicado, en materiales adecuados y seleccionados.

En general, los materiales obtenidos en el resto de las excavaciones realizadas a lo largo de los distintos materiales no se consideran aptos para su empleo en núcleo de terraplén ni se considera factible su estabilización con conglomerantes hidráulicos. Es necesario, por tanto, acudir a préstamos o canteras para compensar el déficit de material.

Se hace, por tanto, necesaria la aportación de un importante volumen de material a la obra procedente de préstamos debido a la inexistencia de material en la traza que sea adecuado para relleno de núcleo y explanada, por no cumplir tal material con las debidas condiciones de resistencia y compactación requeridas. El préstamo seleccionado se sitúa a poco más de 14 km de distancia de las obras, clasificándose este material como todo uno. Este préstamo, una vez acabada la extracción de material apto para la obra, será restaurado con los materiales no adecuados procedentes de ésta.

### 2.2.4. Coeficientes de paso

Todos los suelos excavados en la traza tienen un coeficiente de paso de 1 de cara a su empleo en la traza y de 1,10 en caso de destinarse a vertedero.

El material de tránsito (ripable) se clasifica como adecuado y su coeficiente de paso es de 1,15. La excavación en roca se considera como todo uno (Seleccionado) y su coeficiente de paso es 1,25.

### 2.2.5. Espesor de tierra vegetal

Se considera un espesor medio para todos los ejes del proyecto de 30 cm, salvo para los ejes de conexión con la MA-3404, dónde la existencia del firme actual impide considerar el material superficial como tierra vegetal. En estos ejes (eje 2, eje 6 y eje 7) no se considera tierra vegetal alguna.



El material de tierra vegetal que no se emplee en la obra para revegetaciones se transportará a la zona de préstamos finalmente empleada, para la restitución de ésta.

El balance de la tierra vegetal se encuentra en el Apéndice 4.6 del Anejo nº18 Integración Ambiental.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RELLENOS

### 2.3.1. Diseño general y materiales utilizados

La ausencia de material aprovechable (salvo una pequeña cantidad) en el tramo obliga a traer material de aportación externa para la constitución de los rellenos. Este material, procederá de un préstamo ubicado a poco más de 14 km de la zona de trabajos y está clasificado como todo uno, según se indica en el anejo de Geología y procedencia de materiales.

Según recoge el anejo de Geotecnia del corredor, los terraplenes se deben ejecutar con material todo uno, salvo justificación técnica que asegure la estabilidad de los mismos con un material de calidad inferior. Tan sólo los terraplenes más bajos (reposición de caminos, vía de servicio y viales de conexión con la actual MA-3404) se proyectan con suelos clasificados como suelos tolerables. En cualquier caso, el talud adoptado para todos los terraplenes es el 3H/2V

### 2.3.2. Características de la explanada

Constituye el cimiento del firme, junto al terreno natural subyacente en fondo de excavaciones y al material de aportación en rellenos, sirviendo de apoyo a las capas de firme.

Como se indica en el anejo de Geotecnia del corredor, los rellenos se proyectan con todo uno que, a efectos de clasificación del material de cara al diseño de la explanada, se clasifica como suelo seleccionado 3 (CBR>20). Por tanto, dada la calidad de los terraplenes y la reducción de espesor que se consigue en la sección de firme, se ha decidido adoptar una explanada de categoría E-3 para los

ejes afirmados del proyecto con la excepción del eje denominado “vía de servicio” y el eje denominado “acceso de servicio”, para los que se adopta una explanada E-2. En este casos, además, el pequeño terraplén que pudiera resultar para se ha proyectado con suelo tolerable.

De acuerdo con la Norma 6.1-IC “Secciones de Firme”, para conseguir una explanada E3 es necesario, en todos los casos, disponer de una capa de suelo estabilizado S-EST3. Bajo ésta se podrá disponer un suelo seleccionado o adecuado, cuyos espesores respectivos varían en función del tipo suelo en explanación o de la obra de tierra subyacente.

Atendiendo a la clasificación del terreno de apoyo de las explanadas indicada en el anejo de Geotecnia del corredor, las explanadas diseñadas son las siguientes:

- **EXPLANADA E-2**

- Desmante:
  - 100 cm de suelo seleccionado 2 (CBR <20)
  - Terreno de apoyo: Suelos marginales
- Terraplén:
  - 75 cm de suelo seleccionado 2 (CBR < 20)
  - Terreno de apoyo: Suelos tolerables

- **EXPLANADA E-3**

- Desmante en material ripable:
  - 30 cm de S-EST3
  - Terreno de apoyo: Suelos seleccionados 2 (se adopta la opción más conservadora, es decir, con CBR <20).



- Desmante en ejes de conexión con la actual MA-3404 (ejes 2, 6 y 7)
  - 30 cm de S-EST3
  - 30 cm de suelo seleccionado 2
  - Terreno de apoyo: Suelo tolerable
- Desmante en suelos marginales:
  - 30 cm S-EST3
  - 50 cm suelo seleccionado 2
  - Terreno de apoyo: Suelos marginales
- Terraplén
  - 30 cm de S-EST3
  - 30 cm de suelo seleccionado 2
  - Terreno de apoyo: Material todo uno

A continuación se exponen una serie de aclaraciones sobre las explanadas proyectadas:

- Según el anejo de Geotecnia del corredor, los ejes 2, 6 y 7 discurren sobre material de calidad. No obstante, como ya se ha señalado, no se tiene en cuenta la calidad de este material para la explanada debido a la escasa entidad de los mismos y a la existencia de firme actual en la zona de los nuevos ejes, lo que puede dificultar que se cimente la explanada en material de calidad suficiente. Se opta, en este caso, por diseñar la explanada como si ésta apoyara sobre suelo tolerable.
- Los suelos marginales se encuentran en el eje 3, 4, 5 y en el eje 1 a partir del PK 0+050, tal y como se recoge en el anejo de Geotecnia del corredor.
- En el diseño de la explanada de los terraplenes, aunque estos se ejecutan con material todo uno (clasificado como seleccionado), se ha incluido una capa de 30 cm de suelo seleccionado bajo el suelo estabilizado. De esta

forma se independiza de la medición global del terraplén la última capa de 30 cm que, lógicamente deberá tener un perfilado y compactación más exigente. Además, al estar prevista la ejecución de los terraplenes con material todo uno, es necesario que las últimas tongadas tengan una granulometría más fina, es decir, el material se clasifique como suelo, en este caso, seleccionado. Como último motivo, en caso de que se modifique la calidad final del material del terraplén (porque se justifique la estabilidad de los mismos en caso de ejecutarse con suelos adecuados o incluso tolerables), no será necesario rediseñar la explanada ni modificar las mediciones de la misma.

Dado que la cubicación de esta capa específica de suelo seleccionado se hace a costa de la cubicación de terraplén, también suelo seleccionado, el presupuesto final apenas se ve modificado salvo por la pequeña diferencia de precio entre la unidad de terraplén y la unidad específica de suelo seleccionado, debido al mayor control en el nivelado y compactado de esta última capa.

## 2.4. MEDICIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TIERRAS

### 2.4.1. Unidades de obra de movimiento de tierras

Para el análisis del movimiento de tierras se han considerado los siguientes conceptos:

- (1) m<sup>2</sup> Demolición de firme o pavimento existente y transporte a lugar de empleo.
- (2) m<sup>2</sup> Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos.
- (3) m<sup>3</sup> Excavación de tierra vegetal incluso carga y transporte a lugar de acopio o empleo.
- (4) m<sup>3</sup> Excavación en desmante en tierras con medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (5) m<sup>3</sup> Excavación en desmante en tránsito con medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo.



- (6) m<sup>3</sup> Excavación en desmote en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo.
- (7) m<sup>3</sup> Excavación en saneos en fondo de terraplenes, incluso carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.
- (8) m<sup>3</sup> Relleno en terraplenes con suelos procedentes de la traza
- (9) m<sup>3</sup> Relleno en terraplenes con material procedente de préstamos, incluso transporte.
- (10) m<sup>3</sup> Relleno en saneos con material drenante tipo pedraplén procedente de cantera, incluso transporte.
- (11) m<sup>3</sup> Suelo estabilizado con cemento S-EST3 con material procedente de préstamos, incluso transporte, en capa de asiento.
- (12) m<sup>3</sup> Suelo seleccionado 2 (CBR < 20) con material procedente de préstamos, incluso transporte, en capa de asiento.
- (13) m<sup>3</sup> Suelo adecuado con material procedente de la traza en capa de asiento.
- (14) t cemento para estabilización de suelos.
- (15) T Emulsión bituminosa C60B4 CUR en riego de curado sobre S-EST3
- (16) m<sup>3</sup>\*km Transporte suplementario de cualquier tipo de terreno
- (17) m<sup>3</sup> Hormigón en masa HM-20 vertido para regularización de fondo de desmontes en roca.

La unidad (1) mide el firme que es necesario demoler en la carretera existente (MA-3404) para la ejecución de las vías de conexión con la actuación. Se ha estimado un espesor medio a demoler de 50 cm.

La unidad (2) mide el desbroce previo necesario para la ejecución de las obras.

La unidad (3) abonará la excavación de la tierra vegetal y su transporte a lugar de empleo o acopio. El empleo de la tierra vegetal excavada se efectuará con unidades del capítulo de medidas correctoras medioambientales, por lo que se abona su empleo en dicho capítulo.

Las unidades (4), (5) y (6) miden las excavaciones realizadas en desmote en los distintos tipos de terrenos y el transporte hasta una distancia de 10 km. No incluye pues las excavaciones localizadas para cimentaciones, zanjas, obras de drenaje, etc., que se medirán en sus respectivos capítulos, ni los saneos ni los escalonamientos a realizar en terraplenes existentes o en base de cimientos que se miden en la siguiente unidad.

La unidad (7) mide las excavaciones realizadas en saneos o en escalonamientos en los terraplenes existentes, y el transporte en una distancia máxima de 10 km.

La unidad (8) mide el relleno de terraplenes con material de la traza.

La unidad (9) mide el relleno de terraplenes con material procedente de préstamos (todo uno).

La unidad (10) mide el relleno en los saneos realizados en los fondos de los terraplenes con material drenante tipo pedraplén procedente de cantera en una distancia de hasta 25 km.

Las unidades (11), (12), (13) y (17) tienen en cuenta todo el volumen de relleno en capas de asiento según la tipología indicada.

Las unidades (14) y (15) miden las toneladas de cemento para estabilizar y de emulsión bituminosa para el curado del S-EST3, respectivamente.

La unidad (16) mide el exceso de transporte hasta los 14 km de aquellas unidades donde sólo está abonado el transporte hasta una distancia menor. En este caso, el material para terraplén desde préstamo y para S-EST3, dónde sólo se abonan los primeros 10 km.

También incluye el transporte posterior de los sobrantes al mismo punto pues en la unidad de excavación sólo se abonan los primeros 10 km.

#### **2.4.2. Mediciones del programa de trazado**

La medición de los volúmenes de tierras se ha efectuado partiendo de los listados generados por el programa de trazado ISPOL. Estos listados se incluyen, en formato digital, en el Documento nº4 “Mediciones y Presupuesto”.

Se ha generado un listado independiente para cada uno de los ejes considerados en el trazado. Los listados proporcionan las áreas y volúmenes parciales y acumulados cada 10 m. de forma general aunque en algunos puntos se ha reducido dicha equidistancia para una mayor precisión de la medición.

Los volúmenes medidos se listan según los siguientes epígrafes:

- **VEGETAL:** Se trata del volumen de tierra vegetal excavado, tanto en desmonte como en terraplén.
- **D TIERRA:** Es el volumen de desmonte en terrenos clasificados como marginales y se transportan a restauración de préstamos.
- **D ROCA:** Es el volumen de desmonte en terrenos clasificados como adecuados, atendiendo al apartado 5.2.4. del Anejo 7 Geotecnia del Corredor. El suelo adecuado se destina, en primer lugar, a formar la capa de suelo adecuado de la reposición de los caminos. El material sobrante se emplea en la formación de terraplén.
- **D.ROCA 2:** Es el volumen de desmonte en terrenos clasificados como todo uno (permitiendo su empleo como material seleccionado), atendiendo al apartado 5.2.4. del Anejo 7 Geotecnia del Corredor. El suelo seleccionado se destina íntegramente a la formación de los terraplenes de mayor altura. (ejes 1, 4 y 5), completándose con material procedente de préstamo.
- **EXCAVA\_SANEO:** Corresponde al volumen de excavación de los saneos realizados en el fondo de los terraplenes de los ejes 1, 4 y 5. El volumen obtenido se emplea en restauración de préstamos.
- **TERRAP SANEO:** Es el relleno de los saneos con pedraplén.

- **SUELO SEL 1:** Corresponde con el relleno en capas de asiento con suelos estabilizados in situ con cemento tipo S-EST3 procedentes de préstamos.
- **SUELO SEL 2:** Corresponde con el relleno en capas de asiento con suelos seleccionados tipo 2 (CBR < 20) procedentes de préstamos.
- **SUELO SEL 3:** Corresponde con el relleno en capas de asiento con suelos adecuados procedentes de la traza.
- **SUELO SEL 4:** Corresponde con el hormigón de regularización vertido en los fondos de desmonte en roca.
- **INADECUADO:** En este epígrafe se cubica el firme a demoler para la ejecución de los viales de conexión con la MA-3404 (eje 2, eje 6 y eje 7). Se ha estimado un espesor de 50 cm para su cubicación.
- **TERRAPLEN:** Se trata del volumen de núcleo de rellenos, tanto tolerable como todo uno (según el eje).

#### **2.4.3. Mediciones de las unidades de obra**

##### **Unidad (1) – Demolición de firme**

Se corresponde con la medición obtenida en el epígrafe INADECUADO. Dado que la medición se obtiene en m<sup>3</sup>, es necesario dividir el valor obtenido por el espesor del firme demolido (50 cm) para obtener la medición en m<sup>2</sup>.

##### **Unidad (2) – Despeje y desbroce del terreno**

Esta medición se obtiene de un listado distinto al del movimiento de tierras. Dicho listado distingue entre desbroce en desmonte y desbroce en terraplén. La medición que se abona es la superficie en planta.

##### **Unidad (3) – Excavación de tierra vegetal**

Se obtiene del epígrafe VEGETAL.

##### **Unidad (4) – Excavación en desmontes en tierras**

Esta medición incluye la excavación en suelos. Se corresponde con el epígrafe D\_TIERRA.



#### **Unidad (5) – Excavación en desmontes en tránsito**

Esta medición incluye la excavación en suelos. Se corresponde con el epígrafe D\_ROCA.

#### **Unidad (6) – Excavación en desmontes en tierras**

Esta medición incluye la excavación en suelos. Se corresponde con el epígrafe D\_ROCA 2.

#### **Unidad (7) – Excavación en saneos**

Esta medición se obtiene del epígrafe EXCAVA SANEOS.

#### **Unidad (8) – Relleno en terraplenes con suelos procedentes de la traza**

Esta medición es la suma de los suelos adecuados y seleccionados obtenidos de las excavaciones.

#### **Unidad (9) – Relleno en terraplenes con material procedente de préstamos**

Esta medición debe incluir la cubicación de todos los terraplenes menos la medición correspondiente a la unidad anterior.

#### **Unidad (10) – Rellenos en saneos con material drenante tipo pedraplén.**

Esta medición corresponde con el epígrafe TERRAP SANEOS

#### **Unidad (11), (12)– Suelo estabilizado S-EST3 y suelo seleccionado 2**

Esta medición corresponde con los epígrafes SUELO SEL 1 y SUELO SEL 2.

#### **Unidad (13) – Suelo adecuado**

La medición se obtiene del epígrafe SUELO SEL 3.

#### **Unidad (14) y (15) – Cemento y emulsión bituminosa**

La medición se obtiene a partir del volumen de S-EST3 y de la superficie de coronación respectivamente.

Para el cálculo del cemento necesario se supone una dotación del 3% en masa del suelo estabilizado al que se le asigna una densidad de 1,9 t/m<sup>3</sup>.

Para el cálculo de la superficie de riego, se ha generado el correspondiente listado de ISTRAM. La dotación en peso considerada es de 300 g/m<sup>2</sup>.

#### **Unidad (16)– Transporte suplementario de cualquier tipo de terreno**

La medición se obtiene multiplicando por el exceso sobre 10 km el volumen procedente de préstamos para terraplenes y para S-EST3, y el volumen de sobrantes en la traza tanto de desmontes como de tierra vegetal a restauración de préstamos. En este caso, el exceso es de 4,4 km.

#### **Unidad (17) – Hormigón en masa HM-20 en regularización de desmontes en roca.**

Le medición se corresponde con el epígrafe SUELO SEL 4.



#### 2.4.4. Resumen de resultados

Como conclusión del estudio de movimiento de tierras, en las siguientes tablas se incluyen los resultados más significativos obtenidos:

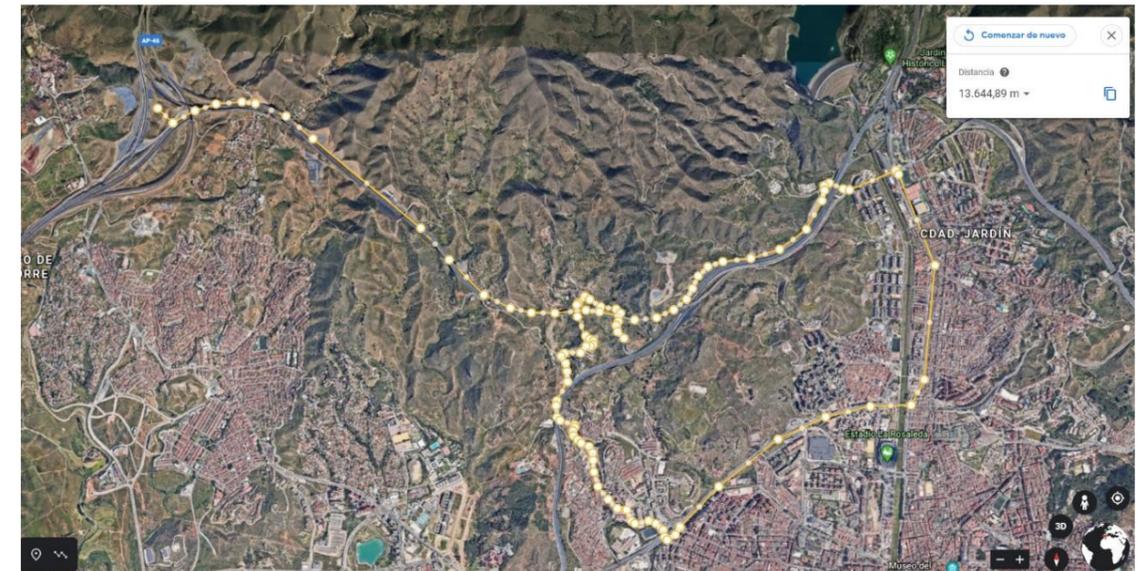
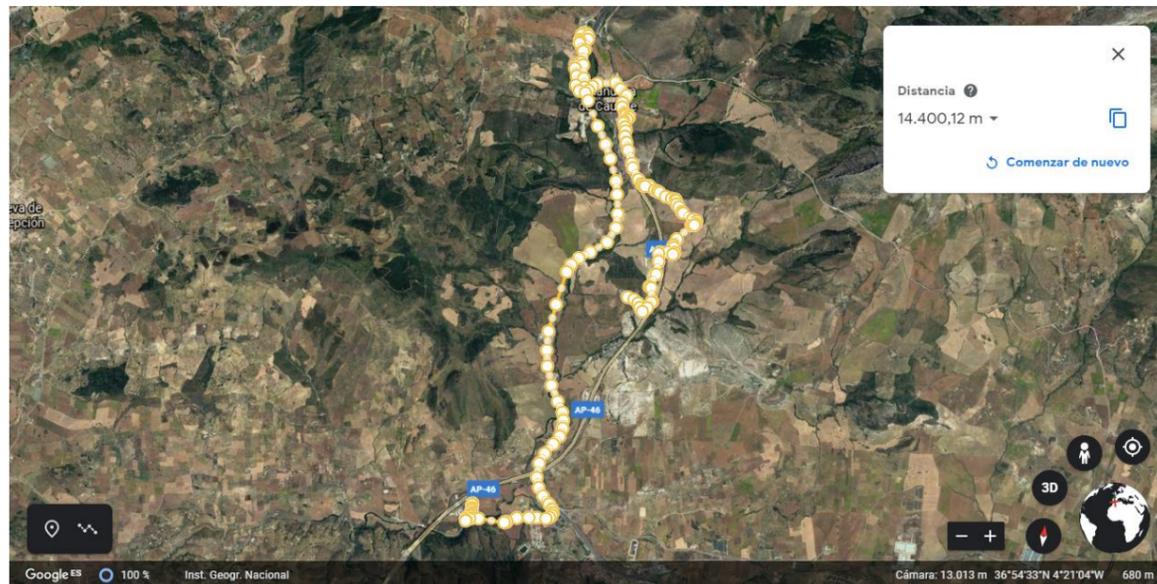
CONCEPTO	VOLUMEN
Demolición de firme existente	9.170 m <sup>2</sup>
Despeje y desbroce del terreno	36.504,2 m <sup>2</sup>
Excavación de tierra vegetal	7.332,8 m <sup>3</sup>
Excavación en suelos excavables (marginales a restauración de Préstamo)	12.661,7 m <sup>3</sup>
Excavación en suelos excavables en tránsito (adecuados a traza)	10.748,3 m <sup>3</sup>
Excavación en roca (seleccionado a traza)	3.031,4 m <sup>3</sup>
<b>EXCAVACIÓN EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO</b>	<b>26.441,4 m<sup>3</sup></b>
Excavación en saneos (marginales a restauración de préstamo)	29.396,0 m <sup>3</sup>
Suelos a restauración de préstamos*	46.263,5 m <sup>3</sup>
Suelos adecuados disponibles para rellenos*	12.360,5 m <sup>3</sup>
Todo uno (suelo seleccionado) disponible para rellenos*	3.789,3 m <sup>3</sup>
Terraplén con suelos tolerables como mínimo	11.693,3 m <sup>3</sup>
Terraplén con suelos seleccionados <sup>1</sup>	35,710,7 m <sup>3</sup>
- S. seleccionados procedentes de la traza	3.789,3 m <sup>3</sup>
- S. seleccionados procedentes de préstamo	31.921,4 m <sup>3</sup>
Capa drenante con pedraplén procedente de cantera	29.396,0 m <sup>3</sup>
Capa de asiento con suelo adecuado procedente de la traza	667,2 m <sup>3</sup>
Capa de asiento con suelo seleccionado-2 proc. de préstamo	6.163,3 m <sup>3</sup>
Capa de asiento con suelo S-EST3 proc. de préstamo	4.945,5 m <sup>3</sup>
Hormigón HM-20	423,3 m <sup>3</sup>
Tierra vegetal para restauración de préstamo	3.855,4 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL MATERIAL DE PRÉSTAMOS (vol. en destino)</b>	<b>43.030,2 m<sup>3</sup></b>

\*Volúmenes afectados del coeficiente de paso.

### 3. PRESTAMOS. DISTANCIAS DE TRANSPORTE

Tal y como se recoge en el anejo de Geología y procedencia de materiales, se consideran cuatro préstamos para abastecer de tierras a la obra: Préstamos P-3, P-4, P-5 y P-6, con unos volúmenes útiles de 500.000 m<sup>3</sup>, 32.000 m<sup>3</sup>, 64.000 m<sup>3</sup> y 64.000 m<sup>3</sup> respectivamente.

El préstamo P-3, localizado en la zona del enlace de la AP-46 y la MA-3404, servirá como punto de origen de materiales para las obras de este enlace, siendo la distancia de transporte de 14,4 km.



Por otra parte, se prevé la restauración de estos préstamos con materiales procedentes de la traza clasificados como inadecuados, así como con los sobrantes de tierra vegetal también procedente de la traza. Por tanto, estas distancias de transporte también aplican a estos volúmenes.

El tratamiento del resto de residuos de construcción será objeto del Anejo 31 del Proyecto de Construcción.

Los préstamos P-4, P-5 y P-6, serán utilizados para las obras del enlace de la AP-46 con la MA-20 dada su proximidad. Si bien la distancia entre estos y el centro de gravedad de las obras es de unos 5 km por autovía, la distancia real será de unos 13,7 km debido a la necesidad de transitar por caminos y vías urbanas para acceder a los tajos de obra al no poder acceder la maquinaria pesada a la autopista y autovía de manera directa. Se adjunta distancia de estos préstamos al centro de gravedad de las obras: