

ANEJO N°10

Movimiento de Tierras y acondicionamiento del terreno

Índice

1	Introducción	1
2	Estudio de compensación de tierras	2
2.1	Métodos de excavación	2
2.2	Clasificación de los materiales	2
2.2.1	Coeficientes de paso	2
2.3	Cubicación	2
2.3.1	Metodología para la obtención de las cubicaciones	2
2.3.2	Obtención de los datos básicos	3
2.4	Diagrama de masas	3
2.4.2	Compensación longitudinal	3
3	Resumen de movimiento de tierras	4

APÉNDICE Nº10.1: COMPENSACIÓN DE TIERRAS

1 Introducción

En el presente anejo, se estudia la compensación de tierras entre los volúmenes de excavación y los de terraplén previstos en el presente **Proyecto de Construcción de Reordenación y Mejora de la Intersección Sur de Acceso al municipio de Ubide en la carretera N-240**.

De esta forma se analizan las necesidades de materiales de préstamos para la ejecución de terraplenes y se calcula el volumen que ha de ir a vertedero de materiales de excavación no utilizables para rellenos en la traza.

2 Estudio de compensación de tierras

2.1 Métodos de excavación

De acuerdo con toda la información disponible, se considera que los materiales sobre los que se efectuará el movimiento de tierras serán, en la parte superior de los desmontes, excavables por medios mecánicos potentes, pudiendo ser necesario el empleo ocasional del martillo hidráulico. Este nivel excavable varía según el tramo o desmonte excavado.

2.2 Clasificación de los materiales

Para la utilización en la construcción de rellenos y explanada de los materiales procedentes de la excavación de los desmontes se ha tenido en cuenta las disposiciones del vigente Pliego General de Condiciones para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, más concretamente en su artículo 330, modificado según la Orden FOM 1382, en vigor desde el Mayo de 2002, en el que se hace referencia solamente a terrenos naturales, clasificándose en 5 grupos: inadecuados, marginales, tolerables, adecuados y seleccionados.

Los parámetros de clasificación son:

- Contenido en finos.
- Plasticidad.
- Contenido en materia orgánica.
- Contenido en sales solubles.
- Granulometría.
- Hinchamiento.

Los depósitos cuaternarios analizados son de dos tipos principalmente: suelos eluviales o residuales y rellenos antrópicos. Los suelos de origen eluvial o residual se han clasificado, por lo general, como suelos tolerables.

Los rellenos antrópicos compactados de la explanada de la actual carretera son aptos para su reutilización como núcleo y cimientto de terraplenes, siempre que se proceda adecuadamente a su compactación en condiciones de densidad y humedad óptimas. Para ello se hace recomendable la realización de un estudio individualizado de laboratorio de estos materiales.

En las zonas alteradas de los desmontes excavados en los materiales del sustrato rocoso, que principalmente son de naturaleza limolítica, se obtendrá material apto para la ejecución de terraplenes. Si bien, esta posibilidad deberá corroborarse en obra para los materiales específicos de cada desmonte, pues es posible que en ocasiones, de acuerdo con lo obtenido en los ensayos de muestras procedentes de las calicatas, haya suelos clasificados como tolerables pero con un grado de humedad muy alto para su uso terraplenes, o que incluso puedan calificarse como suelos marginales.

A excepción de la capa superior de tierra vegetal y suelo residual, que serán eliminados y enviados al vertedero, esta capa de rocas alteradas se ha catalogado como material tolerable. No obstante, aunque

cumplen las condiciones del PG-3, no son aptos para su uso en terraplenes debido a que presentan un elevado grado de humedad natural, lo que hace inviable su puesta en obra por presentar humedades que duplican las óptimas obtenidas en ensayos de compactación Próctor.

2.2.1 Coeficientes de paso

Para el encaje del movimiento de tierras se considera admisible adoptar los siguientes valores en cuanto al coeficiente de paso de material de desmonte a relleno.

Como se ha comentado, la excavación de la traza es muy escasa, siendo materiales tipo suelo o roca alterada. Se considera que será llevada a vertedero, y se asume un coeficiente de paso de 1,15.

En cuanto a la tierra vegetal excavada, la misma será apta para su reutilización en las labores de revestimiento del talud, considerándose un coeficiente de paso de 1,0 para su colocación. En caso de llevarse a vertedero, el coeficiente de paso a adoptar será 1,10.

En resumen, se recomienda adoptar los siguientes coeficientes de paso para el encaje del movimiento de tierras.

COEFICIENTES DE PASO		
MATERIAL DE EXCAVACIÓN	RELLENO COMPACTADO	DEPÓSITO DE SOBRANTES
Desmonte en Tierras:	1	1.15
Tierra Vegetal	1.1	1.1

2.3 Cubicación

2.3.1 Metodología para la obtención de las cubicaciones

Para la cubicación de los distintos materiales considerados en el movimiento de tierras, se ha utilizado el programa informático ISPOL, de cálculo de trazado.

Se ha tomado como datos de partida los datos de la cartografía restituida en el Anejo N°01 Cartografía y Topografía.

A partir de la superficie tomada y que representa el terreno existente, el programa informático utilizado calcula la superficie proyectada aplicando los datos de anchuras de plataforma, cunetas, taludes, etc. recogidos en los correspondientes planos de secciones tipo.

Con todo lo anterior, se determinan perfil a perfil los recintos o superficies resultantes de la intersección entre la obra proyectada y las distintas capas de materiales definidas, en este caso excavación (general o de saneo), terraplén (general o de saneo) y tierra vegetal. El mencionado programa determina cada una de las superficies indicadas generando el correspondiente listado para cada eje definido en proyecto en el que figura el punto kilométrico del perfil y los materiales cubicados. Las superficies y volúmenes así obtenidos han sido contrastadas, estadísticamente, mediante una medición directa de las áreas sobre los perfiles pudiendo verificar la bondad del programa empleado.

Para la realización del balance de tierras, se ha tomado como ejes principales los ejes que definen la A-623 y la A-2620 proyectando la cubicación del resto de ejes definidos en proyecto al perfil del eje principal más cercano al centro de gravedad de cada uno de los ejes.

Se incluye en el cuadro que sigue el resumen de los ejes que generan movimiento de tierras en la obra:

EJE	NOMBRE
9	Tronco
10	Eje ampliación tronco intersección
11	Ramal de entrada
15	Ramal Ubide
16	Ramal salida
21	Acceso 1
22	Acceso 3
24	Auxiliar 5
25	Auxiliar 6

2.3.2 Obtención de los datos básicos

La excavación obtenida de los listados permite la obtención del volumen de cada uno de los materiales excavados. A cada uno de estos materiales se le ha aplicado el coeficiente de esponjamiento correspondiente que permite utilizarlo posteriormente en terraplén.

La obtención de volúmenes que se ajusten a la realidad ha sido posible gracias a una exhaustiva tramificación de los ejes de proyecto. En dicha tramificación se define el espesor de tierra vegetal existente en todos los ejes de proyecto a lo largo del trazado, la sección de explanada mejorada correspondiente y el tipo de terreno subyacente y su aprovechabilidad para la formación de terraplenes.

Los datos de excavación y rellenos obtenidos de cada material, junto al volumen de la tierra vegetal se incluyen en el Apéndice 10.1 Compensación de Tierras. Se hace necesario aclarar que los volúmenes presentados se han medido sobre los perfiles transversales calculados cada 10 metros de los ejes de proyecto. No intervienen en este estudio los caminos provisionales de obra por su carácter residual y ser ejecutados en una fase previa a la actuación principal del movimiento de tierras de la obra.

2.4 Diagrama de masas

En el estudio de compensación de tierras se ha considerado los volúmenes de material que procede de la excavación de todos los ejes de proyecto, así como caminos.

Para la compensación de los materiales destinados a la formación de rellenos los materiales que se han empleado han sido los suelos procedentes de desmontes de la traza que son aptos para su uso en terraplén según lo descrito en el apartado 2.2 del presente anejo y los materiales necesarios para la formación de la explanada mejorada, a excepción del suelo seleccionado que se considera será obtenido de cantera.

A continuación se explica la manera en que se ha realizado la compensación:

2.4.1.1 Compensación transversal

En el caso del presente proyecto, se considera que los materiales excavados, dada el escaso volumen y la heterogeneidad de los mismos no serán utilizados para material de relleno.

Por ello, no procede la compensación transversal de los mismos.

2.4.2 Compensación longitudinal

Como se ha explicado en el anterior apartado, en el caso del presente proyecto, no procede la compensación de materiales, dado que no se considera aprovechable el material excavado.

3 Resumen de movimiento de tierras

El balance de tierras resultante es el mostrado en la siguiente tabla:

EXCAVACIÓN TRAZA	VALOR (m3)
Desmante en Suelo:	2 479,7
Desmante Tierra Vegetal:	2 157,8
TOTAL EXCAVACIÓN:	4 637,50
RELLENO TRAZA	VALOR (m³)
Terraplén	3 536,30
Suelo Seleccionado	4 082,9
Revestimiento Tierra Vegetal	1 107,1
Formación de bermas Tierra Vegetal	93,7
Total tierra vegetal utilizada en la revegetación fuera de la traza	500
MATERIAL SOBRANTE	VALOR (m³)
Excavación suelo sobrante	2 851,65
Tierra vegetal sobrante	502,7
TOTAL SOBRANTE	3 354,35
MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO	VALOR (m³)
Terraplén	3 536,3
Suelo seleccionado	4 082,9
TOTAL SOBRANTE	7 619,2

Así, de acuerdo con el contenido de la tabla anterior, se exponen a continuación los volúmenes totales correspondientes al tramo de proyecto, indicando cuáles intervienen en el Balance o Compensación de Tierras:

- Excavaciones
 - Volumen de terreno no apto para rellenos o sobrante: comprende el suelo excavado, y la tierra vegetal sobrante. Constituye el volumen a llevar a vertedero, y asciende a un valor de 3.354,35 m³ (volumen ya esponjado).
El volumen total de tierra vegetal obtenida en las excavaciones o desbroce de la traza es de 2.157,8 m³
- Rellenos
 - Volumen de rellenos: El volumen total de rellenos a lo largo de la traza queda constituido por la suma de los volúmenes que corresponden a terraplenes y el terraplén de saneo ascendiendo en

este caso a un total de 3.536,3 m³, además del Suelo Seleccionado, procedente de cantera, que son 4.082,9 m³.

- El volumen denominado en las tablas como “Revestimiento de terraplén” se refiere al volumen de tierra vegetal a disponer extendido en los taludes correspondientes suponiendo un total de 1.200,8 m³ (incluyendo bermas).
- Teniendo en cuenta las actuaciones de revegetación, es necesario un total de 1.700,8 m² de tierra vegetal.

Por tanto, como balance de tierras se concluye que es necesario acudir a yacimientos para préstamos ajenos a la obra para el material de terraplén y para el suelo seleccionado.

Se prevé material sobrante de la excavación y de tierra vegetal, ascendiendo a un volumen de 3.354,36 m³.

APÉNDICE N°10.1

Compensación de tierras

EJE	NOMBRE		D TIERRA	SUELO SEL 1	RELLENO CG	TERRAPLEN	REV EXT	TERR EXCAVA	SANE D	TIERRA CG	VEGETAL	FRESADO (m3)	DEMOLICION	FIRME	TERRAP SANE	RELLENO	FRESADO (m2)
																(tierra vegetal bermas)	
9	Tronco			547.4	854.3	1.9	351.1	181.6	160.4	19.9	691.3	48.3	2.5	1159.2	160.4		51.6
	Inicio a PK 1+320	Bizkaia	330.8	456.7	0	212.2	107.1	91.1	19.9	414.3	20.935	1.2	609.2	91.1		17.7	765.582
	PK 1+320 hasta el final	Alava	216.6	397.6	1.9	138.9	74.5	69.3	0	277	27.365	1.3	550	69.3		33.9	942.239
10	Eje ampliación tronco intersección			742.8	2504.3	0	2005.5	768.7	671.8	5.8	1267	50.4	0.7	2050.8	671.8		37.1
	Inicio a PK 1+320	Bizkaia	466	1382.4	0	1177.5	491.3	379.4	5.8	733	28.796	0.3	995.2	379.4		36.4	1212.161
	PK 1+320 hasta el final	Alava	276.8	1121.9	0	828	277.4	292.4	0	534	21.604	0.4	1055.6	292.4		0.7	789.791
11	Ramal de entrada	Alava		109.7	391.7	0	206.2	118.1	88.6	0	125.4	0	0.3	413.9	88.6		0.7
15	Ramal Ubide	Bizkaia		1	23.4	0	3	10.5	0	0	2.8	4.3	0	51.7	0		0
16	Ramal Salida	Alava		86.8	284.9	0	35.3	28.2	6.6	0	57.7	0.7	0.1	174.6	6.6		0
21	Acceso 1	Bizkaia		20.8	12.2	0	0.4	0	0	0	6.2	2.2	0	21.2	0		3.4
22	Acceso 1	Bizkaia		18.1	12.1	0	5.5	0	0	0	7.4	0.1	0	24.7	0		0.9
TOTAL				1526.6	4082.9	1.9	2607	1107.1	927.4	25.7	2157.8	106	3.6	3896.1	927.4		93.7
TOTAL		Bizkaia		836.7	1886.8	0	1398.6	608.9	470.5	25.7	1163.7	56.331	1.5	1702	470.5		58.4
TOTAL		Alava		689.9	2196.1	1.9	1208.4	498.2	456.9	0	994.1	49.669	2.1	2194.1	456.9		35.3

TABLA A - DATOS BÁSICOS EJE 9							
EJE	PK	EXCAVACIÓN		TERRAPLÉN Y RELLENO		TIERRA VEGETAL	
		Suelo	Saneó	Terraplén	Suelo Seleccionado 4	Excavación Tierra Vegetal	Revestimiento Exterior Terraplén
9	950	0	0	0	0	0	0.9
9	954	5.59	1.7	5.99	6.13	3.39	0.9
9	960	8	0.88	3.07	8.92	3.3	0.9
9	969	14.82	0	0.02	16.23	5.64	0.9
9	970	2.73	0	0.01	2.95	0.99	0.9
9	980	19.2	1.09	2.94	20.85	6.45	0.9
9	990	21.07	1.09	2.88	23.05	8.13	0.9
9	1000	27.02	0	0.03	27.57	11.3	0.9
9	1004	9.22	0	0.01	9.17	3.67	0.9
9	1010	7.96	0	0	7.36	1.83	0.9
21	1012	29.95	0	0.18	21.8	6.24	0.9
9	1020	14.97	0	0	12.68	3.16	0.9
9	1027	19.95	0	0	15.25	7.36	0.9
9	1030	16.06	0	0	11.23	6.77	0.9
9	1040	38.79	0	0.03	29.65	18.51	0.9
9	1050	24.46	0.66	2.19	24.62	11.9	0.9
9	1060	18.34	0.66	2.5	21.61	6.32	0.9
9	1062	3.98	2.71	0.59	4.86	3.06	1.08
9	1070	20.25	9.01	2.45	16.98	15.69	3.07
9	1077	12.25	0	4.3	7.68	11.5	11.53
9	1080	2.17	0.33	3.28	5.03	4.86	8.04
9	1090	8.73	0.98	8.07	14.78	14.03	12.28
9	1100	8.03	0	6.13	5.16	11.92	7.03
9	1107	8.86	0.6	1.46	10.6	6.22	4.01
9	1107	0.01	0	0	0.01	0	0.9
9	1110	5.83	0.95	0	7.42	3.59	2.97
9	1120	8.6	1.87	2.25	10.85	8.57	4.64
9	1130	0.62	0.56	6.33	0.01	9.05	2.61
9	1140	0.65	0.56	6.68	0.01	10.06	2.72
9	1150	0.03	0.01	5.73	0.01	8.37	2.7
9	1160	10.21	0.01	4.97	6.08	10.78	4.06
9	1165	8.54	0.37	0.87	8.95	5.4	3.6
9	1170	8.7	0.43	0	15.09	5.71	5.58
9	1175	9.46	0.01	0	16.03	5.28	6.5
9	1180	7.94	1.81	3.78	14.83	5.75	6.81
9	1187	11.9	6.3	17.44	25.19	12.97	10.59
9	1187	0	0	0	0	0	0.9
9	1190	5.19	2.07	7.76	12.09	5.9	4.52
9	1190	0.46	0.09	0.47	1.25	0.51	1.22
9	1200	14.46	1.66	7.56	36.18	13.95	9.36
9	1210	14.35	0.21	0.01	33.08	11.91	7.33
9	1214	6.33	0.26	0	13.75	5.07	3.07
9	1215	1.58	0.47	2.14	2.75	1.6	1.13
9	1220	9.12	2.31	11.54	11.42	7.05	0.9
9	1225	10.26	1.56	4.34	15.03	5.6	0.9

TABLA A - DATOS BÁSICOS EJE 9							
EJE	PK	EXCAVACIÓN		TERRAPLÉN Y RELLENO		TIERRA VEGETAL	
		Suelo	Saneó	Terraplén	Suelo Seleccionado 4	Excavación Tierra Vegetal	Revestimiento Exterior Terraplén
9	1230	5.78	1.11	2.87	10.35	3.53	0.9
22	1236	26.85	0	1.7	25.84	7.43	0.9
9	1240	43.24	0	0	49.53	12.38	0.9
9	1245	22.66	1.03	2.51	31.33	8.71	0.9
9	1246	2.07	0.51	1.31	5.86	1.96	0.9
9	1250	5.18	1.21	3.18	14.45	4.86	0.9
9	1260	17.68	2.61	6.71	37.98	12.23	0.9
9	1270	20.59	0.69	1.93	33.45	9.83	0.9
10	1277	665.07	671.54	2678.01	2312.63	1189.01	746.52
9	1280	20.01	0.78	2.16	31.3	9.36	0.9
9	1282	4.33	0.42	1.1	6.68	2.13	0.9
9	1290	14.24	3.94	9.73	23.04	8.39	0.9
9	1296	10.89	4.16	11.3	16.68	7.05	0.9
9	1300	6.15	2.49	6.36	8.58	3.87	0.9
9	1303	5.5	1.78	5.36	7.42	3.52	0.9
9	1303	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.9
9	1310	12.48	2.99	9.85	16.43	7.42	0.9
9	1320	19.33	3.71	8.58	23.82	8.9	0.9
9	1330	18.57	2.81	6.96	23.85	8.25	0.9
15	1330	0.97	0	3.01	23.37	2.83	11.4
9	1340	17.24	2.09	5.4	23.71	7.35	0.9
9	1350	18.22	1.35	4.02	23.64	7.45	0.9
9	1360	17.95	2.25	5.96	23.6	8.33	0.9
16	1361	84.37	3.38	29.14	255.73	49.2	64.17
9	1370	17.25	2.35	6.19	23.42	8.27	0.9
9	1380	17.1	1.45	4.12	23.1	7.25	0.9
9	1390	17.57	1.5	4.22	22.69	7.2	0.9
11	1390	125.71	88.24	295.54	402.63	130.52	121.19
9	1395	8.82	3.34	15.16	11.19	7.26	0.9
9	1396	1.93	0.52	2.64	2.51	1.49	1.21
9	1400	8.07	0.01	0.96	10.53	4.45	3.16
9	1410	19.12	0.04	2.41	26.55	11.28	6.63
9	1420	18.13	0.04	0	28.86	9.56	7.67
9	1430	15.6	0.34	0.01	30.54	10.61	8.84
9	1440	11.19	0.38	0.11	34.35	11.4	10.42
9	1450	12.14	0.05	0.11	36.11	9.82	9.53
9	1460	13.78	0.02	0.01	37.68	9.28	8.27
9	1461	1.75	0.01	0	5.96	1.47	2.05
9	1461	0	0	0	0.01	0	0.9
9	1470	10.13	0.07	0	32.6	8.28	6.89
9	1480	13.36	0.13	0	35.07	9.67	7.45
9	1490	14.78	0.11	0	29.68	9.35	7.27
9	1496	9.91	0.07	0	16.03	5.73	4.96
9	1499	3.99	0.02	0.18	5.8	2.33	2.45
9	1500	1.5	0.88	2.92	2.1	1.77	1.2

TABLA A - DATOS BÁSICOS EJE 9							
EJE	PK	EXCAVACIÓN		TERRAPLÉN Y RELLENO		TIERRA VEGETAL	
		Suelo	Saneamiento	Terraplén	Suelo Seleccionado 4	Excavación Tierra Vegetal	Revestimiento Exterior Terraplén
9	1510	15.43	15.07	44.58	19.52	21.8	0.9
9	1520	19.27	6.27	16.12	19.5	11.85	0.9
9	1530	21.38	0	0	19.21	5.88	0.9
9	1535	10.49	0	0	9.9	3.07	0.9
9	1535	0	0	0	0	0	0.9
9	1540	8.83	0	0	8.67	2.64	0.9
9	1550	19.01	0	0	17.79	5.43	0.9
9	1560	19.18	0	0	17	5.28	0.9
9	1570	18.9	0	0	16.65	5.14	0.9
9	1580	18.55	0	0	16.83	5.19	0.9
9	1590	18.34	0	0	17.04	5.2	0.9
9	1593	5.93	0.02	0.3	5.57	1.91	0.9
9	1593	0.02	0	0	0.02	0.01	0.9
9	1600	11.74	0.31	2.61	11.37	5.35	0.9
9	1610	27.87	1.95	9.96	28.23	14.47	0.9
9	1620	28.67	5.68	23.06	28.41	20.67	0.9