

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio, estos materiales se clasifican según el PG-3 como suelos tolerables, considerándose aptos para su empleo en la construcción de rellenos de tipo terraplén.

Estos materiales se localizan fundamentalmente a partir de unos 10 m de profundidad, por lo que en principio no afectarán a la obra proyectada, aunque no puede descartarse la posibilidad de encontrar lentejones intercalados en la parte superior del mioceno.

2.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS

La caracterización de los materiales pertenecientes a estos depósitos se ha hecho dividiéndolos, a su vez, en los siguientes subgrupos:

- Rellenos compactados y vertidos sin compactar.
- Suelos de origen aluvial fondo de valle.

Dentro de estos subgrupos se engloban todos los depósitos cuaternarios que se encuentran irregularmente distribuidos a lo largo del área estudiada.

2.2.1. Rellenos compactados y vertidos sin compactar

Se trata de acumulaciones de suelos de origen antrópico. Los rellenos compactados corresponden a terraplenes de vías de comunicación que se hayan correctamente compactados, mientras que los rellenos antrópicos vertidos consisten en acopios de materiales sin compactar, muy heterogéneos, que suelen incluir localmente enclaves de escombros.

A lo largo del trazado únicamente se han detectado los rellenos compactados de tipo terraplén pertenecientes a la carretera M-503. Según las observaciones de superficie, se trata de rellenos constituidos por materiales detríticos miocenos, fundamentalmente arena de miga y arena tosquiza. Se han detectado los siguientes rellenos superiores a 2,0 m de altura:

- Relleno del ramal de acceso existente en la margen derecha entorno al P.K. 0+000 del tronco principal. Se trata de un relleno de unos 8,0 m constituido por arena de miga que presenta una importante erosión (acarcavamiento) por escorrentía superficial. Este relleno no está afectado por la remodelación propuesta. Se muestra foto:



- Entorno al P.K. 0+200 del tronco principal, con una altura máxima de unos 6 m. Este relleno se recrecerá lateralmente y se ampliará la obra de drenaje existente en esta zona. Se muestra foto de dicho relleno:



- P.K. 1+000 del tronco principal, con altura máxima de unos 5,0 m. Este relleno se recrecerá lateralmente y se ampliará el paso inferior y la obra de drenaje existente en esta zona.

- Por último, entorno al P.K. 1+300, relleno de 2,5 m de altura. Este relleno se recrecerá lateralmente y se ampliará la obra de drenaje existente en esta zona. El tubo de drenaje actual está relleno y obstruido por rellenos vertidos.

Para estos materiales se considera adecuado adoptar unos parámetros de resistencia al corte del orden de:

- $\gamma = 2,0 \text{ tn/m}^3$
- $c' = 1,0 \text{ tn/m}^2$
- $\phi' = 33^\circ$

Por otro lado, los rellenos vertidos son muy abundantes en esta zona, detectándose numerosas zonas con acopios de material detrítico constituido por materiales miocenos y escombros de construcción (ladrillos, hormigón, cerámica..). Su espesor es muy variable de unas zonas a otras, siendo el espesor máximo, que afecta a la obra, de unos 5,0 m.

Existen muchas zonas en las que resulta complicado diferenciar, desde el punto de vista litológico, los materiales miocenos vertidos de los que se encuentran in situ. Se han diferenciado en función de su compacidad, considerando que los rellenos vertidos presentan, normalmente golpes Nspt inferiores a 20.

Con las observaciones realizadas en superficie y los criterios descritos anteriormente se han reconocido numerosos rellenos antrópicos vertidos adosados a la actual carretera M-503 tal y como se refleja en la cartografía geológico – geotécnica.

Para estos materiales se considera adecuado adoptar unos parámetros de resistencia al corte del orden de:

- $\gamma = 1,8 \text{ tn/m}^3$
- $c' = 0 \text{ tn/m}^2$
- $\phi' = 28^\circ$

En el caso de los rellenos vertidos, desde un punto de vista geotécnico, se trata de suelos heterogéneos muy compresibles y de baja capacidad portante, que, por lo general, deberán ser saneados totalmente cuando queden situados en el área de cimiento de los rellenos.

Estos materiales se consideran aptos para su empleo en la construcción de rellenos de tipo terraplén siempre que se controle su humedad y se eliminen los bloques de mayor tamaño.

2.2.2. Suelos de origen aluvial

Corresponden a los depósitos aluviales de dos pequeños arroyos que atraviesan transversalmente el trazado entorno al P.K. 0+200 y P.K. 1+100 del tronco principal.

Están constituidos por arena de tipo medio-grueso y gravilla con pocos finos y que, por lo general se encuentran lavadas. La naturaleza de las partículas es fundamentalmente de tipo arcósica y cuarcítica.

En general, en el lecho de los cauces estos sedimentos alcanzan una potencia inferior a los dos metros.

Dichos materiales son susceptibles frente a la erosión y su compacidad es baja.

No se dispone de ensayos de laboratorio en estos materiales, su presencia y afección a la obra es reducida.

2.3. AGRESIVIDAD QUÍMICA

Se han realizado ensayos sobre muestras de suelo (sulfatos y acidez Baumann Gully) para analizar la posible agresividad química en las estructuras. Análogamente se han realizado ensayos en agua para analizar el contenido de todos los compuestos químicos contemplados en la EHE:

- Exponente hidrógeno pH
- CO₂ agresivo (mg CO₂/l)
- Ión Amonio (mg NH₄⁺/l)
- Ión Magnesio (mg Mg⁺⁺/l)
- Ión Sulfato (mg SO₄⁼/l) y Residuo seco (mg/l).

Una vez analizados los resultados obtenidos sobre las muestras de suelo no se detecta agresividad química en ninguna de las muestras, por tanto no se obtiene agresividad química en el suelo.

Por otra parte, en los ensayos de agresividad química en agua según EHE se obtiene agresividad química Qa (ataque débil) en todas las muestras de agua analizadas.

Por lo tanto, habrá que considerar este tipo de agresividad en estructuras si existe contacto con el nivel freático. A continuación se incluye una tabla resumen con las estructuras y los niveles freáticos detectados:

**AGRESIVIDAD QUÍMICA
EN ESTRUCTURAS EN TRONCO PRINCIPAL**

ESTRUCTURA (P.K.)	NIVEL FREÁTICO	AGRESIVIDAD QUÍMICA (*)						
AMPLIACIÓN OBRA DE DRENAJE P.K. 0+180	NO DETECTADO	NO AGRESIVO						
MURO 1 P.K. 0+160 y 0+230 Margen izquierda (Ramal 4)	NO DETECTADO	NO AGRESIVO						
MUROS DE HORMIGÓN ARMADO	En los sondeos S59-A01 y S59A-02 se localiza a 18,0 m de profundidad (cota 681 m)	Qa						
<table border="1"> <tr> <td>M. IZQUIERDA</td> <td>M. DERECHA</td> </tr> <tr> <td>P.K. 0+280 – 0+428</td> <td>P.K. 0+258 – 0+370</td> </tr> <tr> <td>P.K. 0+719 – 0+785</td> <td>P.K. 0+807 – 0+883</td> </tr> </table>			M. IZQUIERDA	M. DERECHA	P.K. 0+280 – 0+428	P.K. 0+258 – 0+370	P.K. 0+719 – 0+785	P.K. 0+807 – 0+883
M. IZQUIERDA			M. DERECHA					
P.K. 0+280 – 0+428	P.K. 0+258 – 0+370							
P.K. 0+719 – 0+785	P.K. 0+807 – 0+883							
<table border="1"> <tr> <td>M. IZQUIERDA</td> <td>M. DERECHA</td> </tr> <tr> <td>P.K. 0+428 – 0+719</td> <td>P.K. 0+370 – 0+807</td> </tr> </table>	M. IZQUIERDA	M. DERECHA	P.K. 0+428 – 0+719	P.K. 0+370 – 0+807				
M. IZQUIERDA	M. DERECHA							
P.K. 0+428 – 0+719	P.K. 0+370 – 0+807							
PANTALLA PILOTES	En los sondeos S59-A01 y S59A-02 se localiza a 18,0 m de profundidad (cota 681 m)	Qa						
<table border="1"> <tr> <td>M. IZQUIERDA</td> <td>M. DERECHA</td> </tr> <tr> <td>P.K. 0+428 – 0+719</td> <td>P.K. 0+370 – 0+807</td> </tr> </table>			M. IZQUIERDA	M. DERECHA	P.K. 0+428 – 0+719	P.K. 0+370 – 0+807		
M. IZQUIERDA	M. DERECHA							
P.K. 0+428 – 0+719	P.K. 0+370 – 0+807							
PASO SUPERIOR GLORIETA P.K. 0+560	En los sondeos S59-A01 y S59A-02 se localiza a 18,0 m de profundidad (cota 681 m)	Qa						
PASO SUPERIOR GLORIETA P.K. 0+620	En los sondeos S59-A01 y S59A-02 se localiza a 18,0 m de profundidad (cota 681 m)	Qa						
MURO 2 P.K. 0+920 y 1+020 Margen derecha (Ramal 2)	En el sondeo S59P-04 se localiza a 4,5 m de profundidad (cota 688)	Qa						
AMPLIACIÓN PASO INFERIOR P.K. 1+033	En el sondeo S59P-04 se localiza a 4,5 m de profundidad (cota 688)	Qa						
AMPLIACIÓN OBRA DE DRENAJE P.K. 1+090	En el sondeo S59P-04 se localiza a 4,5 m de profundidad (cota 688)	Qa						

(*) Únicamente en caso de que exista contacto entre la estructura y el nivel freático habrá que considerar agresividad química al hormigón Qa.

Los resultados de los ensayos de laboratorio en suelos se incluyen a continuación en el siguiente apartado del presente anejo.

Por último, hay que señalar que, a partir de los datos disponibles en el momento de redacción del anejo no es previsible que exista contacto entre el nivel freático y las estructuras proyectadas, por lo que no habrá que considerar agresividad química en las estructuras.

2.4. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

A continuación se presentan de forma tabulada, los resultados de los ensayos realizados de todas las muestras ensayadas:

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SONDEOS

SONDEO		Muestra		Profundidad		Granulometría			Límites de Atterberg			Propiedades de estado					RCS		Triaxial o CD			Ensayos químicos				Clasificación		
CODIGO	COTA ABSOLUTA	TIPO	Código	DE	A	nº10	nº40	nº200	Límites de Atterberg			Hn	IC	γ _a	γ _{apa}	Sr	qu	Def.	Tipo	c'	o'	SS	SO ₄	CO ₃	MO	USCS	Suelos Madrid	PG3/04
						%	%	%	L.L.	L.P.	I.P.																	
S-59 P-01	647.00	SPT-2		4.50	5.10	90.06	37.73	13.43	28.5	19.9	8.6														SC	AM		
S-59 P-01	647.00	MI-1		7.50	7.90	91.03	61.87	24.82	27.2	21.3	5.9	11.62		1.779	1.986			T-CD	2.40	31.1					SC-SM	AM		
S-59 P-01	647.00	SPT-3		10.50	11.05	92.91	40.85	14.53		N.P.															SM	AM		
S-59 P-01	647.00	MI-2		13.50	13.80	97.55	73.40	24.40	26.9	19.1	7.8														SC	AM		
S-59 P-02	679.00	SPT-2		4.50	5.10	96.39	70.25	33.96	29.0	18.3	10.7											0.02532			SC	AT		
S-59 P-02	679.00	SPT-4		10.50	11.05	82.19	44.71	19.56	31.6	22.2	9.4											0.50760			SC	AM		
S-59 P-02	679.00	TP-1		12.40	12.70	96.14	73.83	50.68	35.7	20.1	15.6	8.83		1.889	2.056			T-CU	3.20	20.4					CL	TA		
S-59 P-02	679.00	SPT-6		16.50	17.00	93.04	45.22	31.47	27.6	19.2	8.4														SC	AT		
S-59 P-02	679.00	SPT-7		19.70	20.25	97.80	75.14	42.23	30.0	20.7	9.3														SC	TA		
S-59 A-01	646.00	SPT-1		1.50	2.10	97.32	68.95	28.33	27.1	18.0	9.1														SC			
S-59 A-01	646.00	MI-1		7.70	8.00	96.94	72.99	39.96	30.1	19.5	10.6							CD-CD	3.30	31.6		0.01836			SC	TA		
S-59 A-01	646.00	TP-1		8.45	8.70	93.42	61.68	35.10	28.6	16.5	12.1				3.63	3.7									SC-SM	AT		
S-59 A-01	646.00	MI-2		13.40	13.60	99.52	83.44	48.21	35.6	14.7	20.9				2.56	1.5									SC	TA		
S-59 A-01	646.00	TP-2		14.20	14.50	99.89	84.08	52.74	33.1	18.1	15.0	15.05		1.782	2.050			T-CU	1.90	44.2					CL	TA		
S-59 A-02	645.00	SPT-1		1.50	2.10	96.37	47.47	17.62	28.4	20.4	8.0											0.02460			SC			
S-59 A-02	645.00	MI-1		4.50	5.10	99.86	64.31	27.09	23.1	15.3	7.8	12.03		1.856	2.079			T-CD	3.10	34.4					SC	AT		
S-59 A-02	645.00	MI-2		13.50	13.75																							
S-59 A-02	645.00	TP-1		13.90	14.10	99.67	88.40	61.45	45.0	26.9	18.1				5.45	3.8									ML	T		
S-59 A-02	645.00	SPT-4		16.70	17.20	97.52	80.90	44.47	28.7	17.8	10.9														SM	TA		
S-59 A-02	645.00	SPT-5		19.70	20.10	96.72	70.94	41.09	36.6	21.5	15.1														SC	TA		
S-59-H	688.00	MI-1		4.50	5.10	99.68	90.94	39.58	29.4	19.9	9.5	6.14		1.726	1.832		2.31	1.6	CD-CD	1.70	32.7				SC	AT		
S-59-H	688.00	MI-2		10.50	10.75	97.93	73.26	32.70	29.2	18.5	10.7	12.81		1.877	2.117		3.75	4.9							SC	AT		
S-59-H	688.00	SPT-3		13.60	14.05	93.54	72.38	40.96	33.9	21.7	12.2														SC	TA		
S-59-H	688.00	TP-2		16.95	17.25	99.47	82.26	52.25	29.5	16.5	13.0														CL	TA		

SONDEO		Muestra		Profundidad		Granulometría			Límites de Atterberg			Propiedades de estado					RCS		Triaxial o CD			Ensayos químicos				Clasificación			
CODIGO	COTA ABSOLUTA	TIPO	Código	DE	A	n°10	n°40	n°200	L.L.	L.P.	I.P.	Hu	IC	%a	% _{apa}	Sr	qu	Def.	Tipo	c'	o'	SS	SO ₄	CO ₃	MO	USCS	Suelos Madrid	PG3/04	
						%	%	%				%	%	%	%	kg/cm ²	%	t/m ²	°	%	%	%	%						
S-59 P-03	701.00	SPT-2		4.50	5.10	97.81	62.96	33.31	28.6	17.9	10.7														SC	AT			
S-59 P-03		MI-1		7.50	7.90	97.98	55.25	25.39	24.9	18.3	6.6	11.32			1.996	2.222						0.841	NEGAT.			SC-SM	AT		
S-59 P-03		TP-1		9.95	10.20	99.83	86.92	66.56	39.5	20.5	19.0								CD-CD	5.40	20.7					SC	T		
S-59 P-03		MI-2		13.50	13.80	99.85	79.80	36.40	28.2	18.9	9.3	17.57			1.834	2.156			T-CU	0.00	40.6	0.126	NEGAT.			SC	AT		
S-59 P-03		TP-2		17.35	17.65	99.41	91.47	65.20	36.1	21.1	15.0	14.66			1.785	2.047		4.21	4.1							CL	T		
S-59 P-03		SPT-5		19.50	20.00	79.25	33.35	12.71			N.P.															SM	AM		
S-59 P-04	697.00	SPT-1		1.50	2.01	91.46	57.90	33.99	33.7	20.0	13.7															SC	AT		
S-59 P-04		MI-1		4.50	4.95	98.33	81.74	25.65			N.P.								T-CD	0.00	40.41					SM	AT		
S-59 P-04		TP-1		5.10	5.35	99.71	87.92	51.83	34.4	18.6	15.8															CL	TA		
S-59 P-04		SPT-2		7.50	8.10	97.27	84.88	47.01	32.5	20.2	12.3																SC	TA	
S-59 P-04		MI-2		10.50	10.80	99.61	73.66	37.48	26.4	16.1	10.3	13.13			1.929	2.060											SC	AT	
S-59 P-04		MI-3		16.50	16.90	99.59	89.14	55.14	39.2	25.8	13.4																ML	TA	
S-59 P-05	689.00	MI-1		4.50	5.10	65.87	24.38	11.38	32.7	20.5	12.2	11.09			1.871	2.078		0.31	1.5	CD-CD	8.60	31.1					SP-SC	AM	
S-59 P-05		SPT-2		7.50	8.10	99.67	93.62	56.48	34.1	20.2	13.9																SC	TA	
S-59 P-05		MI-2		10.50	10.80	100.00	86.89	39.46	33.1	20.9	12.2							2.24	1.9				0.255	NEGAT.			SC	AT	
S-59 P-05		MI-3		16.50	16.90	96.72	66.24	25.16	27.4	18.8	8.6									T-CD	0.00	38.1					SC	AT	
S-59 P-05		TP-1		17.10	1.74	94.63	46.20	21.98	27.9	18.4	9.5																SC	AM	
S-59 P-05		SPT-4		19.50	20.00	99.53	91.34	57.37	35.5	22.5	13.0																CL	TA	
S-59 P-06	726.00	SPT-1		1.50	2.10	81.25	31.79	18.87	35.7	18.1	17.6																SC		
S-59 P-06		MI-1		4.50	5.05	97.62	63.20	27.08	27.4	19.2	8.2	11.59			1.634	1.823		0.65	2.1				0.136	NEGAT.			SC	AT	
S-59 P-06		SPT-2		7.50	8.10	97.61	44.06	18.16			N.P.																SM	AM	
S-59 P-06		MI-2		10.50	10.95	64.33	22.69	9.90	27.2	15.6	11.6	14.28			1.731	1.978				T-CD	0.00	39.8					SW-SC	AM	
S-59 P-06		TP-1		16.80	17.10	99.42	90.57	73.56	41.6	23.6	18.0	21.00			1.732	2.096		1.66	6.1								CL	T	
S-59 P-06		SPT-4		19.30	19.75	99.91	86.78	53.71	34.9	18.3	16.6																CL	TA	

3. DESMONTES

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El estudio de desmontes comprende tres aspectos importantes que deben ser considerados durante la fase de proyecto:

- Definición de taludes recomendables, su comportamiento en el tiempo y mantenimiento.
- Sistemas de ejecución previsible.
- Utilización del material procedente de la excavación.

Desde el punto de vista geotécnico, estos tres aspectos dependen de diversos factores difíciles de valorar, tanto por las limitaciones propias de la técnica como por las inherentes a una obra de desarrollo lineal, donde las condiciones difieren notablemente de unos puntos a otros.

Está proyectado el soterramiento del tramo principal entre los P.K. 0+260 y 0+880, hasta una profundidad máxima de 7,3 m. La excavación se realizará en parte al abrigo de una pantalla de pilotes y hacia los extremos se construirán muros convencionales. Por otro lado, al final del tronco principal se han proyectado dos desmontes, ampliando los existentes, cuya altura máxima es de unos 5,0 m.

Respecto a la entidad de los desmontes de los ramales, se han proyectado un total de 8 desmontes, que en el caso máximo llega a ser del orden de unos 6,0 m de profundidad.

3.2. MÉTODO SEGUIDO EN EL ESTUDIO

Con objeto de dar contestación a los diferentes aspectos que debe abordar el proyecto de los desmontes, se ha efectuado un reconocimiento geotécnico del terreno a lo largo del trazado proyectado y sus proximidades. Específicamente, se ha tratado de obtener la siguiente información:

- Características de los suelos: espesor, resistencia, condiciones naturales de estabilidad, etc.
- Condiciones hidrogeológicas: superficiales (arroyos, manantiales, pozos, zonas encharcadas, etc.) y profundas (nivel freático, zonas preferentes de circulación de agua, etc.).

A continuación se describe la sistemática utilizada para la obtención y valoración de los datos, respetando la secuencia, que, en general, se ha seguido durante la ejecución del estudio:

- Cartografía geológica- geotécnica a escala 1:2.000, diferenciándose aquellas zonas en las que aflora el substrato, las zonas con recubrimientos de suelos reducidos, en general inferior a unos 2,0 m, y las zonas en las que los depósitos cuaternarios presentan espesores superiores a unos 2,0 m. Durante esta fase se ha efectuado la toma de puntos de observación del substrato terciario y materiales cuaternarios desde el punto de vista litológico y resistente.
- Ejecución de sondeos y ensayos de penetración dinámica para completar la toma de datos de superficie en las zonas que, por su importancia o por la escasez de información se consideraba necesario.
- Realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas, para la caracterización de los materiales.
- Con todos los datos anteriores, decisión de la pendiente del talud de proyecto y recomendaciones sobre el sistema de ejecución y utilización del material.

Los registros de los sondeos y ensayos de penetración dinámica realizados, así como el resultado de los ensayos de laboratorio, con el fin de caracterizar el terreno en profundidad, se presentan recopilados, al final de este Anejo, en los apéndices A.1. Registros y fotografías de los sondeos, A.2. Ensayos de penetración dinámica, y A.6. Ensayos de laboratorio.

Los puntos de observación se presentan en el apéndice A.3. Puntos de observación.

En la planta geológico – geotécnica, a escala 1:2.000, que se presenta en el apartado 6.1. Planta geológico – geotécnica, se incluye la situación de los puntos de observación y de la investigación realizada.

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Respecto a la entidad de los desmontes objeto de este estudio, cabe señalar que, su profundidad máxima proyectada es de unos 6 m. En todos los casos se trata de la ampliación de los desmontes existentes, por lo que el análisis de estabilidad se ha realizado estudiando las condiciones de estabilidad reales de los desmontes existentes:

- Desmontes excavados en rellenos vertidos: Profundidad máxima de 4 m, se han excavado con pendientes 2(H):1(V) al 3(H):1(V). No se observan problemas de estabilidad.

- Desmontes excavados en Mioceno: Profundidad máxima de 6 m, se han excavado con pendientes 1(H):1(V) a 4(H):3(V). En los taludes de mayor altura con pendiente 1(H):1(V) se observan pequeñas caídas superficiales debidas a procesos de alteración, que degradan progresivamente las condiciones de estabilidad.

En estas condiciones, desde el punto de vista geotécnico, se recomienda adoptar las siguientes pendientes de excavación:

- Rellenos vertidos: Hasta 3 m de profundidad 3(H):2(V)
Más de 3 m de profundidad 2(H):1(V)
- Substrato Mioceno: Hasta 3 m de profundidad 1(H):1(V)
Más de 3 m de profundidad 4(H):3(V)

3.4. CRITERIOS DE DISEÑO

Las pendientes de excavación se han recomendado desde el punto de la estabilidad geotécnica de los taludes proyectados, y puede reducirse en caso de considerarse necesario por criterios medioambientales.

En los materiales que se van a excavar a lo largo de todo el trazado estudiado hay que tener en cuenta los aspectos de drenaje y protección superficial, dado que por las características de los materiales, de origen detrítico, son muy sensibles a la acción erosiva del agua. Las actuaciones más recomendables para paliar en parte este problema son:

- Impedir la entrada del agua en la coronación de los desmontes, mediante cunetas de guarda.
- Dejar entre el pie del talud y la cuneta de pie un espacio horizontal, donde queden retenidos los derrubios del desmonte, creando una zona de vegetación que facilite la protección del pie.
- Conseguir que el terreno quede cubierto o protegido por vegetación. Para ello lo más eficaz será la plantación de plantas autóctonas y la siembra de herbáceas y leñosas.

3.5. MÉTODOS DE EXCAVACIÓN

La excavación podrá realizarse mediante medios mecánicos potentes, independientemente de la altura que alcancen los desmontes.

3.6. CLASIFICACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES EXCAVADOS. CATEGORÍA DE EXPLANADA

Para la utilización en los terraplenes 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, 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

Globalmente, los resultados obtenidos del conjunto de muestras tomadas, en materiales Miocenos, permiten establecer para los desmontes excavados en este material, unas características de suelo tolerable a adecuado.

Por lo general, con los materiales Miocenos que se excavarán en los desmontes proyectados podrán construirse rellenos de tipo terraplén.

En caso necesario, los rellenos vertidos de naturaleza detrítica, podrían emplearse en la construcción de rellenos de tipo terraplén, siempre que se controle su humedad y granulometría antes de su puesta en obra.

Estos aspectos se tratan con mayor detalle en el apartado de condiciones geotécnicas de los materiales, donde se presenta un resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados para el estudio de los materiales que se extraerán en los desmontes proyectados.

Del mismo modo, en el apartado 3.8. Tablas de Desmontes, se presenta la utilización de los materiales en cada uno de los desmontes significativos a excavar.

Por lo que respecta a la **categoria de explanada**, los fondos de los desmontes se han clasificado, por lo general, como suelos adecuados en el caso del Mioceno granular (Arena de miga y arena tosquiza), y en el caso de los rellenos (en general compactados constituyentes de la traza actual) como suelos tolerables. Para que esta hipótesis sea correcta debe garantizarse que existe, al menos, con 1,0 m de espesor de material así clasificado bajo la explanada. En caso contrario, debe considerarse que el fondo de desmonte presenta una categoría inferior.

Para conseguir una explanada tipo E-3, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones, en función de los materiales en los que se apoye:

- En aquellas zonas donde el soporte de la explanada este constituido por **suelos tolerables**, habrá que disponer una capa de 50 cm de espesor de suelo adecuado y 30 cm de suelo estabilizado S-EST3, o bien 30 cm de suelo seleccionado de “tipo 2” y 30 cm de suelo estabilizado S-EST3.
- En aquellas zonas donde el soporte de la explanada esté constituido por **suelo adecuado**, deberá disponerse de una capa de 30 cm de suelo estabilizado S-EST3.

En el siguiente apartado, 3.8. Tablas de Desmonte, se incluye la categoría de explanada de la totalidad de los desmontes previstos estudiados.

3.7. COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO

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

En el caso de los materiales a excavar, que darán lugar a rellenos de tipo terraplén, se considera admisible adoptar un coeficiente de paso de 1,00; aumentándose a 1,10 en caso de ser retirados a vertedero.

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	VERTEDERO
SUELOS Y FORMACIONES DETRÍTICAS TERRAPLÉN	1,00	1,10

Para el coeficiente de paso a material de vertedero se ha considerado que éste presentará una densidad del orden del 90 por ciento de la del material compactado. Esto es así ya que en la legislación referente a la formación de vertederos se indica que es necesario realizar una compactación ligera de los materiales allí acopiados.

3.8. CUADROS DE DESMONTES

A continuación se presentan, de forma tabulada, las recomendaciones de los principales desmontes (iguales o superiores a 2 m) presentes a lo largo del tronco principal y los ramales proyectados. Los espesores de los diferentes materiales descritos en los siguientes cuadros pueden observarse gráficamente en el apartado 6.2. Perfiles longitudinales geológico – geotécnicos.

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 DESMONTES EN TRONCO PRINCIPAL				
DESMONTE (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+240 – 0+970	7,3 m	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - <u>Sondeos</u>: S59P-02; S59A-01; S59A-02; S59P-03 y S59H - <u>Penetrómetros</u>: P59P-01; P59A-02; P-59P-02; P-59P-03; P-59P-04; P-59P-05; P59P-06; P59P-07 y P-59P-08 	<p>Recubrimiento: Rellenos compactados y vertidos de naturaleza granular localizados entorno a la glorieta actual, concretamente localizados entre los P.K. 0+470 y 0+780 (Tronco principal). Presentan espesores del orden o inferiores a 2,0 m.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos constituidos por arena de miga y arena tosquiza con ocasionales intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Se trata de arena con bastante arcilla – arcillosa, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 36 – R).</p> <p>Nivel freático: Se localiza por debajo del fondo de excavación, cota 682 – 685 m.</p>	<p><u>Taludes:</u> Entre P.K. 0+240 – 0+260 y desde P.K. 0+880 – 0+970 1(H):1(V) Entre P.K. 0+260 – 0+400 y desde P.K. 0+750 – 0+880 MURO Entre P.K. 0+400 – 0+750 PANTALLA PILOTES</p> <p><u>Excavación:</u> excavación con medios mecánicos</p> <p><u>Reutilización:</u> Mioceno (Terraplén: Adecuado)</p> <p>Rellenos (Terraplen, controlando humedad y granulometría)</p> <p><u>Fondo de excavación:</u> Adecuado</p>
1+120 – 1+260	0 m EJE 4,0 m (T. Izquierdo y Derecho)	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - <u>Penetrómetros</u>: P59A-04 y P59P-09 	<p>Recubrimiento: No se han detectado.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos constituidos por arena de miga y arena tosquiza con ocasionales intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Se trata de arena con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 34 – R); siendo puntualmente medianamente densa (Nspt=27 golpes) en el metro más superficial.</p> <p>Nivel freático: Se localiza por debajo del fondo de excavación, cota 688 m.</p>	<p><u>Taludes:</u> 4(H):3(V)</p> <p><u>Excavación:</u> excavación con medios mecánicos</p> <p><u>Reutilización:</u> Terraplén (Adecuado)</p> <p><u>Fondo de excavación:</u> Adecuado</p>
1+340 – 1+750	0 m EJE 5,0 m (T. Izquierdo y Derecho)	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - <u>Sondeo</u>: S59P-06 - <u>Penetrómetros</u>: P59P-10 y P59A-05 	<p>Recubrimiento: Rellenos vertidos localizados entre los P.K. 1+440 y 1+580 (Tronco principal). Presentan espesores variables entre 2 y 3 m. Según el sondeo S59P-06 está constituido por materiales granulares (arena de miga), de compacidad medianamente densa (Nspt=18 golpes). En el talud actual se observan restos de ladrillo incluidos en la matriz arenosa.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos constituidos por arena de miga y arena tosquiza con ocasionales intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Se trata de arena con bastante arcilla – arcillosa, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 33 – R).</p> <p>Nivel freático: Se localiza por debajo del fondo de excavación, cota 696 m.</p>	<p><u>Taludes:</u> 4(H):3(V)</p> <p><u>Excavación:</u> excavación con medios mecánicos</p> <p><u>Reutilización:</u> Mioceno (Terraplén: Adecuado)</p> <p>Rellenos vertidos (Terraplen, controlando humedad y granulometría)</p> <p><u>Fondo de excavación:</u> Adecuado</p>

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 DESMONTES EN RAMAL DE SALIDA				
DESMONTE (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+000 – 0+250	2,5 m EJE 3,5 m (T.Izquierdo)	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - <u>Sondeo</u>: S59P-01 	<p>Recubrimiento: Puntualmente, se han detectado espesores inferiores a 2,0 m de rellenos vertidos arenosos, de compacidad medianamente densa (Nspt= 12 golpes).</p> <p>Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga con intercalaciones métricas de arena tosquiza. Constituido principalmente por arena marrón con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 44 – R).</p> <p>Nivel freático: No se ha detectado.</p>	<p><u>Taludes:</u> 4(H):3(V)</p> <p><u>Excavación:</u> excavación con medios mecánicos</p> <p><u>Reutilización:</u> Mioceno (Terraplén: Adecuado)</p> <p><u>Fondo de excavación:</u> Adecuado</p>

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 DESMONTES EN RAMAL 1				
DESMONTE (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+000 – 0+160	0,2 m EJE 6,0 m (T. Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59P-01 - Penetrómetro: P59A-01	Recubrimiento: A lo largo de todo el desmonte proyectado se han detectado rellenos vertidos de naturaleza granular (arena de miga) con ocasionales restos de escombros (hormigón, ladrillos...), de compacidad medianamente densa. Se estima que su espesor máximo es de unos 4,0 m en la zona de excavación del desmonte. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga con intercalaciones métricas de arena tosquiza. Constituido principalmente por arena marrón con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 44 – R). Nivel freático: No se ha detectado.	Taludes: 2(H):1(V) Excavación: excavación con medios mecánicos Reutilización: Mioceno (Terraplén: Adecuado) Rellenos vertidos (Terraplen, controlando humedad y granulometría) Fondo de excavación: Mioceno: Adecuado Rellenos vertidos: Tolerable (deberá comprobarse una vez se realicen las excavaciones de que se dispone de, al menos, de 1,0 m de este tipo de material como fondo de desmonte..
0+205 – 0+410	3,0 m EJE 5,0 m (T. Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59P-02 - Penetrómetros: P59P-01; P59A-02; P59P-02 y P59P-03	Recubrimiento: A lo largo de todo el desmonte proyectado existen rellenos vertidos arenosos, de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 10 -27 golpes), cuyo espesor es del orden de los 2,0 m en la zona de excavación del desmonte. Se trata de vertido de tierras con restos de construcción. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza y arena de miga. Se trata de arena marrón con bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 45 – R). Nivel freático: No se ha detectado.	Taludes: 4(H):3(V) Excavación: excavación con medios mecánicos Reutilización: Mioceno (Terraplén: Adecuado) Rellenos vertidos (Terraplen, controlando humedad y granulometría) Fondo de excavación: Mioceno: Adecuado Rellenos vertidos: Tolerable (deberá comprobarse una vez se realicen las excavaciones de que se dispone de, al menos, de 1,0 m de este tipo de material como fondo de desmonte.

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 DESMONTES EN RAMAL 2				
DESMONTE (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+130 – 0+360	2,6 m EJE 4,0 m (T. Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59P-03 y S59H - Penetrómetro: P59P-07 y P59A-03	Recubrimiento: Presenta rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 10 – 18 golpes). Su espesor es reducido, siendo del orden de 1 a 1,5 m, llegando a los 2,0 m en zonas puntuales. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza, constituida por arena marrón con bastante arcilla, de compacidad medianamente densa hasta unos 4,0 m (Nspt= 21 golpes) y a partir de dicha profundidad densa a muy densa (Nspt= 47 – R). Nivel freático: Se localiza por debajo del fondo de excavación, cota 685 - 687 m.	Taludes: 3(H):2(V); Excepto talud derecho entre los P.K. 0+300 – 0+360 MURO Excavación: excavación con medios mecánicos Reutilización: Mioceno (Terraplén: Adecuado) Rellenos vertidos (Terraplen, controlando humedad y granulometría) Fondo de excavación: Mioceno: Adecuado Rellenos vertidos: Tolerable (deberá comprobarse una vez se realicen las excavaciones de que se dispone de, al menos, de 1,0 m de este tipo de material como fondo de desmonte.

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 DESMONTES EN RAMAL 3				
DESMONTE (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+000 – 0+210	3,0 m Eje 5,0 m (T. Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59P-03 y S59H - Penetrómetro: P59P-077	Recubrimiento: A lo largo de todo el desmonte se han detectado rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 9 - 22 golpes), puntualmente densos (Nspt=37) que coinciden con golpes en escombros de mayor tamaño. Su espesor es variable, oscilando entre 2,0 y 5,0 m. Se trata de vertido de tierras con escombros. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza, constituida por arena marrón con bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 47 – R). Nivel freático: Se localiza por debajo del fondo de excavación, cota 684 - 686 m.	Taludes: 2(H):1(V) Excavación: excavación con medios mecánicos Reutilización: Mioceno (Terraplén: Adecuado) Rellenos vertidos (Terraplén, controlando humedad y granulometría) Fondo de excavación: Mioceno: Adecuado Rellenos vertidos: Tolerable (deberá comprobarse una vez se realicen las excavaciones de que se dispone de, al menos, de 1,0 m de este tipo de material como fondo de desmonte.

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 DESMONTES EN RAMAL 4				
DESMONTE (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+000 – 0+070	1,0 m	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59A-01	Recubrimiento: Existe un acopio de vertidos detríticos, de naturaleza granular, con un espesor máximo de unos 5,0 m, de baja compacidad. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza y arena de miga. Se trata de arena marrón con bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 36 – R). Nivel freático: Se localiza por debajo del fondo de excavación, cota 681 m.	Taludes: 3(H):2(V) Excavación: excavación con medios mecánicos Reutilización: Rellenos vertidos (Terraplén, controlando humedad y granulometría) Fondo de excavación: Tolerable. Deberá comprobarse una vez se realicen las excavaciones de que se dispone de, al menos, de 1,0 m de este tipo de material como fondo de desmonte.
0+480 – 0+733	0,2 m EJE 5,0 m (T. Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59P-01 - Penetrómetro: P59A-01	Recubrimiento: Puntualmente, se han detectado espesores inferiores a 2,0 m de rellenos vertidos arenosos, de compacidad medianamente densa (Nspt= 12 golpes). Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga con intercalaciones métricas de arena tosquiza. Constituido principalmente por arena marrón con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 44 – R). Nivel freático: No se ha detectado.	Taludes: 4(H):3(V) Excavación: excavación con medios mecánicos Reutilización: Mioceno (Terraplén: Adecuado) Fondo de excavación: Adecuado

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 DESMONTES EN RAMAL 8				
DESMONTE (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+040 – 0+051	0 m Eje 1,5 m (T. derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59A-01	Recubrimiento: Existe un acopio de vertidos detríticos, de naturaleza granular, con un espesor máximo de unos 5,0 m, de baja compacidad. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza y arena de miga. Se trata de arena marrón con bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 36 – R). Nivel freático: Se localiza por debajo del fondo de excavación, cota 681 m.	Taludes: 3(H):2(V) Excavación: excavación con medios mecánicos Reutilización: Rellenos vertidos (Terraplén, controlando humedad y granulometría) Fondo de excavación: Tolerable. Deberá comprobarse una vez se realicen las excavaciones de que se dispone de, al menos, de 1,0 m de este tipo de material como fondo de desmonte.

4. RELLENOS

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Los materiales con los que se construirán la mayor parte de los rellenos procederán de las excavaciones de los desmontes del trazado proyectado, que darán lugar a rellenos de tipo terraplén, fundamentalmente materiales detríticos Miocenos (arena de miga y arena tosquiza) clasificados como suelos adecuados.

Por lo general, la ejecución de los rellenos en sí no planteará mayores problemas y su comportamiento será satisfactorio; sin embargo, la preparación del área de apoyo de los mismos será, en general laboriosa: saneo de los suelos poco resistentes, recrecido de los rellenos compactados actuales mediante el escalonado de los taludes existentes, etc. Una ejecución no lograda en este sentido puede comprometer la estabilidad de los rellenos, con el consiguiente peligro de corte de calzada y de afección a las propiedades y comunicaciones próximas.

Los rellenos son en general de pequeña altura, no superando los 6,5 m en las zonas más altas, por lo que las cargas que transmitirán al terreno serán bajas.

En el apartado 4.5. Tablas de rellenos, se describen los principales rellenos, donde se plasma la geometría, taludes geotécnicos adoptados, investigación realizada tanto durante el presente estudio como en otros estudios previos, y las recomendaciones propuestas.

4.2. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

La estabilidad de los rellenos depende de dos factores: la estabilidad propia del relleno y la estabilidad del conjunto relleno-cimiento. Generalmente, ésta última condición es la que implica mayor peligro para los rellenos de una vía de comunicación.

▪ ESTABILIDAD PROPIA DEL RELLENO

A efectos de la estabilidad del relleno en sí, la pendiente de los taludes está condicionada por su altura y por las características resistentes del material disponible para su construcción.

Desde un punto de vista geotécnico, en rellenos de hasta unos 10 metros de altura, se considera admisible la ejecución de taludes 3(H):2(V). Estas condiciones se han deducido suponiendo

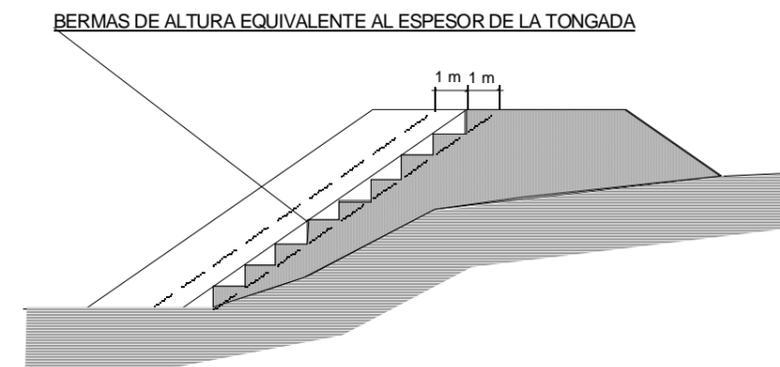
para el material tipo “terraplén” unos parámetros resistentes del orden de: $c = 1 \text{ tn/m}^2$ (en condiciones de relleno saturado) y $\phi = 33^\circ$.

En el apéndice A.4. se incluyen los cálculos de estabilidad propia del cuerpo del relleno, considerando una pendiente del 3(H):2(V) para alturas de 5 y 10 m con material de tipo terraplén. Se ha obtenido un factor de seguridad superior a 1,4.

▪ ESTABILIDAD DEL CONJUNTO RELLENO - CIMIENTO

A continuación se comentan las medidas generales que se ha considerado recomendable adoptar para el tratamiento del plano de apoyo, dependiendo de la configuración del cimiento en cada caso:

- Desbroce y saneo de los 0,3 m superficiales de tierra de cultivo y suelos más flojos, en las zonas donde la pendiente del terreno natural sea inferior a unos 10 grados, en sentido transversal a la traza. Tras el saneo, se deberá recomprimir la superficie del terreno resultante mediante dos o tres pasadas de rodillo. Esta operación deberá realizarse especialmente en los rellenos de poca altura.
- En cuanto al recrecido de rellenos actuales de la carretera, para la ampliación de la explanada y la unión con los nuevos rellenos, deberá procederse al saneo y escalonado de los taludes existentes, en sus dos metros más próximos a la superficie del talud, tal como se muestra gráficamente en el Croquis I.



CROQUIS I

- Saneamiento parcial (2,0 m) de los rellenos vertidos de tierras y escombros existentes en el área de apoyo de los rellenos, a lo largo del trazado. El trazado atravesará zonas donde se han detectado rellenos vertidos, de naturaleza granular, de entre 2 y 5 m de potencia, cuyo asiento será instantáneo con la construcción del relleno de la carretera.
- En los rellenos de espesor inferior a un metro se deberá contar, por debajo de las capas del firme, con una base construida de un metro de espesor de material clasificado, al menos, como tolerable, lo que, en ocasiones, obligará a llevar a cabo una sustitución del terreno, evitándose de esta forma transiciones innecesarias de desmontes a rellenos, y dándose uniformidad al terreno de apoyo.
- Por último, en las transiciones relleno - desmonte, se excavarán el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente máxima del 2(H):(V), tanto en el sentido transversal como longitudinal. Dicha pendiente se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de, al menos, un metro.

Una vez realizado todo esto, el apoyo será en su mayor parte sobre substrato Mioceno o suelos de naturaleza fundamentalmente granular con compactación medianamente densa.

Para el análisis de estabilidad de los rellenos se ha realizado el cálculo empleando el método Bishop modificado, utilizando el programa de ordenador PCSTABL, de la universidad de Purdue (E.E.U.U.). El programa analiza las superficies de deslizamiento circulares más desfavorables, considerando que el equilibrio límite tiene un coeficiente de seguridad de F.S.=1. Este cálculo se realiza considerando los parámetros resistentes al corte de los materiales existentes en la zona estudiada y del relleno proyectado, para una geometría determinada.

A efectos de cálculo se han adoptado unos parámetros resistentes de $c = 1 \text{ tn/m}^2$ y $\phi = 33^\circ$ para el material "tipo terraplén", y se ha considerado desde un punto de vista conservador o del lado de la seguridad, que se apoya sobre suelos granulares flojos ($\phi = 25^\circ$) de espesor indefinido, contando con una sobrecarga de tráfico de 1 tn/m^2 . El resultado para diferentes alturas, contando con pendientes del 3H/2V es:

- 4 m de altura: F.S.= 1,7
- 10 m de altura: F.S.= 1,4

Contando con la ganancia de resistencia en el proceso constructivo de los rellenos, se considera admisible, por lo que en el caso de los suelos granulares existentes (que en general presentan fricciones superiores a las estimadas para el cálculo), no es necesario realizar saneos adicionales al desbroce recomendado.

En general, los suelos existentes en la zona estudiada presentan unas características resistentes superiores a las consideradas en el cálculo, por lo que desde el punto de vista de la estabilidad se considera que los rellenos construidos, una vez realizadas las recomendaciones generales descritas, serán estables.

4.3. ASIENTOS

Los asientos que experimentan los rellenos, se deben tanto a la consolidación propia del relleno, como a la del terreno de apoyo.

En el tramo que nos ocupa, el apoyo de los rellenos estará constituido por substrato Mioceno o sobre rellenos vertidos granulares. En estos casos la consolidación del terreno de apoyo no tiene importancia práctica, ya que los asientos serán reducidos y se habrán producido en su mayor parte al finalizar la construcción de los rellenos.

En tales condiciones la magnitud de los asientos debidos a la consolidación del relleno dependerán, básicamente, de la altura del relleno, del tipo de material empleado y del grado de compactación que se alcance en obra. Su magnitud total es difícil de estimar y en la práctica, a efectos ingenieriles, únicamente tendrá significado la magnitud y el plazo en que se producirán los asientos residuales, después de terminada la ejecución de cada relleno.

En los **rellenos de tipo terraplén**, se estima que, para una compactación correspondiente al 95% de la máxima densidad seca, obtenida en los ensayos Proctor Normal, los asientos residuales serán del orden del 0,5% de su altura, y parte de ellos, del orden del 25 al 30%, ocurrirán durante los seis meses posteriores al término de su ejecución.

Por tanto, cabe pensar que los asientos máximos diferidos en los rellenos objeto de este estudio, serán en general inferiores a unos 3 centímetros y en su mayor parte se habrán producido a la hora de extender el pavimento.

Como se ha mencionado anteriormente, en la práctica totalidad de los rellenos el cimiento de los mismos no presentará problemas en cuanto a su estabilidad, ni es previsible que se produzcan asientos inadmisibles para la carretera.

4.4. EJECUCIÓN Y CONTROL

En los rellenos de **tipo terraplén**, para el grado de compactación exigido, densidad seca mínima equivalente al 98%-100% de la máxima obtenida en ensayos de compactación Proctor Normal, se recomienda controlar la compactación más adecuada mediante el número de pasadas contabilizado en un tramo de prueba en el que se haya medido la densidad seca.

La densidad se medirá en calicatas abiertas con igual profundidad que el espesor de tongadas y del ensayo se deducirá el espesor óptimo de la tongada y el número de pasadas. Se recomienda iniciar las pruebas en obra extendiendo tongadas de unos 20 cm de espesor máximo en materiales de tipo arcillosos (30 cm antes de compactar), y del orden de 30 cm en materiales granulares (50 cm medidos antes de compactar).

Las capas de coronación deberán extenderse en tongadas de 0,3 m, compactadas hasta alcanzar la densidad máxima del ensayo Proctor Normal.

Se recomienda controlar las condiciones de drenaje en todas las fases de obra, incluida la excavación de los desmontes, e impedir, en lo posible, el contacto directo del agua con los materiales. Antes de iniciar cada relleno, debe estar terminada la obra de drenaje y canalizadas las aguas de escorrentía hacia las mismas, que tenderían a invadir la explanada y a saturar los rellenos.

Las tongadas deberán extenderse con pendientes transversales del orden de un 6 %, para facilitar la escorrentía de las aguas de lluvia y evitar la saturación del relleno. El mantener esta pendiente transversal es especialmente importante en la explanada, una vez terminado el relleno.

4.5. CUADROS DE RELLENOS

A continuación se describe de forma tabulada la práctica totalidad de los rellenos proyectados, tanto en el tronco principal como en los ramales, donde se plasma la geometría, taludes geotécnicos adoptados, investigación realizada y las recomendaciones propuestas.

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 RELLENOS EN TRONCO PRINCIPAL				
RELLENO (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+000 – 0+240	1,0 m	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59P-01 - Penetrómetro: P59A-01 y P59P-01	Recubrimiento: Relleno compactado carretera actual cuyo espesor máximo es de unos ,3,5 m, localizado entre los P.K. 0+130 y 0++230. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos.	- Taludes: 3(H):2(V)
0+970 – 1+120	0,6 m EJE 5,0 m (T. Izquierdo y Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S-59P-04 - Penetrómetros: P59P-08 y P59A-06	Recubrimiento: Relleno compactado carretera actual cuyo espesor es de unos 5,0 m. En la margen derecha, según sondeo S59P-04 existen unos 3,0 m de relleno antrópico vertido arenoso de compacidad medianamente densa (Nspt=17 golpes); y en la margen izquierda se estima un espesor de unos 2 m. Substrato: Materiales miocenos compuestos por tosco arenoso con intercalaciones de arena tosquiza, constituido por arena arcillosa de compacidad muy densa (Nspt= R).	- Taludes: 3(H):2(V) - En zona de afección con relleno actual, escalonado en bermas horizontales según criterios generales. - Retirada y sustitución (2,0 m) de los rellenos vertidos existentes en el área de apoyo del relleno. - Compactación del fondo de la excavación
1+260 – 1+340	0 m EJE 2,0 m (T. Izquierdo y Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S-59P-05 - Penetrómetro: P59P-09	Recubrimiento: Relleno compactado carretera actual cuyo espesor es de unos 5,0 m. Según sondeo S59P-05 existen unos 3,0 m de relleno antrópico vertido arenoso de compacidad medianamente densa (Nspt=11 golpes). Substrato: Materiales miocenos compuestos por tosco arenoso con intercalaciones de arena tosquiza, constituido por arena arcillosa de compacidad densa a muy densa (Nspt= 42 - R).	- Taludes: 3(H):2(V) - En zona de afección con relleno actual, escalonado en bermas horizontales según criterios generales. - Retirada y sustitución (2,0 m) de los rellenos vertidos existentes en el área de apoyo del relleno. - Compactación del fondo de la excavación

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 RELLENOS EN RAMAL DE ENTRADA				
RELLENO (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+000 – 0+150	4,0 m	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S-59P-02 - Penetrómetro: P59A-01	Recubrimiento: En esta zona existe el relleno compactado de unos 3 m de espesor máximo de la carretera actual. Adosados al relleno compactado existen rellenos vertidos, de naturaleza granular, de compacidad medianamente densa (Nspt= 11 golpes), cuyo espesor oscila entre 2 y 5 m. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Constituido principalmente por arena marrón con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 44 – R).	- Taludes: 3(H):2(V) - En zona de afección con relleno actual, escalonado en bermas horizontales según criterios generales. - Retirada y sustitución (2,0 m) de los rellenos vertidos existentes en el área de apoyo del relleno. - Compactación del fondo de la excavación

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 RELLENOS EN RAMAL 1				
RELLENO (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+160 – 0+205	2,8 m EJE 4 m (T. Derecho)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Penetrómetro: P59P-01	Recubrimiento: En esta zona existe el relleno compactado de unos 3,5 m de espesor máximo de la carretera actual. Adosados a dicho relleno compactado existen rellenos vertidos arenosos, de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 10 -27 golpes), cuyo espesor es del orden de los 2,0 m en la zona de apoyo de relleno. Se trata de vertido de tierras con restos de construcción. Entorno al P.K. 0+180 (Tronco principal) suelos aluviales granulares de fondo de valle cuyo espesor se estima que es inferior a 2,0 m. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos.	- Taludes: 3(H):2(V) - En zona de afección con relleno actual, escalonado en bermas horizontales según criterios generales. - Retirada y sustitución (2,0 m) de los rellenos vertidos existentes en el área de apoyo del relleno. - Compactación del fondo de la excavación
0+410 – 0+553	1,8 m	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Penetrómetro: P59P-03	Recubrimiento: Puntualmente existen rellenos vertidos arenosos de tierras, de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 10 -27 golpes), cuyo espesor es inferior a 2,0 m en la zona de apoyo de relleno. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos.	- Taludes: 3(H):2(V) - Desbroce y recompactación de la superficie resultante.

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 RELLENOS EN RAMAL 2				
RELLENO (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+000 – 0+130	1,2 m	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59A-02 - Penetrómetros: P59P-05 y P59P-06	Recubrimiento: Presenta rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 10 – 18 golpes). Su espesor es reducido, siendo del orden de 1 a 1,5 m, llegando a los 2,0 m en zonas puntuales. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos.	- Taludes: 3(H):2(V) - Desbroce y recompactación de la superficie resultante.
0+360 – 0+490	3,4 m	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59P-04 - Penetrómetro: P59P-08	Recubrimiento: Relleno compactado carretera actual cuyo espesor es de unos 5,0 m. Según sondeo S59P-04 existen unos 3,0 m de relleno antrópico vertido arenoso de compacidad medianamente densa (Nspt=17 golpes). Substrato: Materiales miocenos compuestos por tosco arenoso con intercalaciones de arena tosquiza, constituido por arena arcillosa de compacidad muy densa (Nspt= R)	- Taludes: 3(H):2(V); excepto talud derecho entre los P.K. 0+360 – 0+410 MURO. - En zona de afección con relleno actual, escalonado en bermas horizontales según criterios generales. - Retirada y sustitución (2,0 m) de los rellenos vertidos existentes en el área de apoyo del relleno. - Compactación del fondo de la excavación

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 RELLENOS EN RAMAL 3				
RELLENO (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+210 – 0+330	2,2 m	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeo: S59A-02 - Penetrómetros: P59P-06 y P59P-05 	<p>Recubrimiento: Relleno compactado carretera actual cuyo espesor es inferior a 2,0 m. Adosados al relleno compactado existen rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 9 - 22 golpes). Su espesor es variable, oscilando entre 2,0 y 5,0 m. Se trata de vertido de tierras con escombros.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena tosquiza, constituida por arena marrón con bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 47 – R).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Taludes: 3(H):2(V) - En zona de afección con relleno actual, escalonado en bermas horizontales según criterios generales. - Retirada y sustitución (2,0 m) de los rellenos vertidos existentes en el área de apoyo del relleno. - Compactación del fondo de la excavación

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 RELLENOS EN RAMAL 4				
RELLENO (P.K.)	ALTURA Máx	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	RECOMENDACIONES
0+070 – 0+480	2,7 m EJE 6,0 m (T.Derecho)	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59P-02 y S59P-01 - Penetrómetros: P59P-01 y P59A-01 	<p>Recubrimiento: En esta zona existe el relleno compactado de unos 5 m de espesor máximo de la carretera actual. Adosados al relleno compactado existen rellenos vertidos, de naturaleza granular, de compacidad medianamente densa (Nspt= 11 golpes), cuyo espesor oscila entre 2 y 5 m. Entorno al P.K. 0+180 (Tronco principal) suelos aluviales granulares de fondo de valle cuyo espesor se estima que es inferior a 2,0 m.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Constituido principalmente por arena marrón con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 44 – R).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Taludes: 3(H):2(V); Excepto talud derecho entre los P.K. 0+360 – 0+430 MURO. - En zona de afección con relleno actual, escalonado en bermas horizontales según criterios generales. - Retirada y sustitución (2,0 m) de los rellenos vertidos existentes en el área de apoyo del relleno. - Compactación del fondo de la excavación

5. CIMENTACIONES

5.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El estudio geológico – geotécnico realizado sobre la remodelación del enlace de las carreteras M-503 y M-513, incluye el estudio de las siguientes estructuras respecto al tronco principal:

- Ampliación obra de drenaje P.K. 0+180
- Muro 1 entre P.K. 0+160 y 0+230; Margen izquierda (Ramal 4)
- Soterramiento entre P.K. 0+290 – 0+890 con 2 pasos superiores:
 - Paso Superior glorieta P.K. 0+560
 - Paso Superior glorieta P.K. 0+620
- Muro 2 entre P.K. 0+920 y 1+020; Margen derecha (Ramal 2)
- Ampliación Paso Inferior P.K. 1+033
- Ampliación obra de drenaje P.K. 1+090

Tal como se ha descrito en apartados anteriores, el trazado discurre por una zona de gran homogeneidad desde el punto de vista geotécnico. En general el espesor de suelos es inferior a unos 4,0 m, por lo que en la mayor parte de los casos podrán realizarse cimentaciones directas mediante zapatas apoyadas en materiales miocenos que se encuentran secos.

En la zona en la que se ha proyectado el soterramiento, la excavación se realizará en parte al abrigo de una pantalla de pilotes, y hacia los extremos se construirán muros convencionales, que quedarán empotrados en miocenos granulares. En los pasos superiores proyectados para la construcción de la glorieta, los estribos se apoyarán directamente sobre la pantalla de pilotes.

De esta forma se analizan los siguientes tipos de cimentación:

- Cimentación directa en suelos granulares: arenas de miga y tosquiza de las facies detríticas miocenas.
- Cimentación profunda de pilotes empotrados en arenas de miga y tosquiza de las facies detríticas miocenas.

La situación de cada una de estas estructuras, así como la descripción de las condiciones del terreno y las recomendaciones de cimentación se detalla en el apartado 5.5. Cuadros de Estructuras.

Así mismo, la situación de las estructuras y las condiciones del terreno se encuentra recogida en el Apartado 6.1 Plantas geológico – geotécnicas, a escala 1:2.000, y en los perfiles geológico – geotécnicos longitudinales, a escala H=1:2.000; V = 1:400, recogidos en el Apartado 6.2 del presente anejo.

5.2. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Tensión admisible del terreno

Para el cálculo de la presión de hundimiento puede emplearse la expresión general:

$$q_h = c \cdot N_c + p_0 N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

q_h : presión vertical de hundimiento.

P_0 : sobrecarga de tierras al nivel del plano de cimentación.

c : cohesión de cálculo.

γ : peso específico del terreno.

B : anchura de la zapata

N_q , N_c y N_γ : factores de capacidad de carga, adimensionales y dependientes del ángulo de rozamiento interno.

Para el cálculo de la tensión admisible del terreno, se ha considerado, en general, un coeficiente de seguridad de 3.

El terreno de apoyo de las cimentaciones está constituido por arenas de miga y tosquiza, materiales formados por arenas con algo a bastante arcilla / limo (suelos de tipo SM y SC).

Presentan compacidad medianamente densa en la parte superior del terreno, que pasa a densa y muy densa rápidamente con la profundidad. En la parte superior del terreno, donde los materiales se encuentran ligeramente alterados, y que es donde por regla general se van a realizar las cimentaciones directas, a efectos de cálculo se han considerado valores medios del índice N_{spt} de 30 – 35.

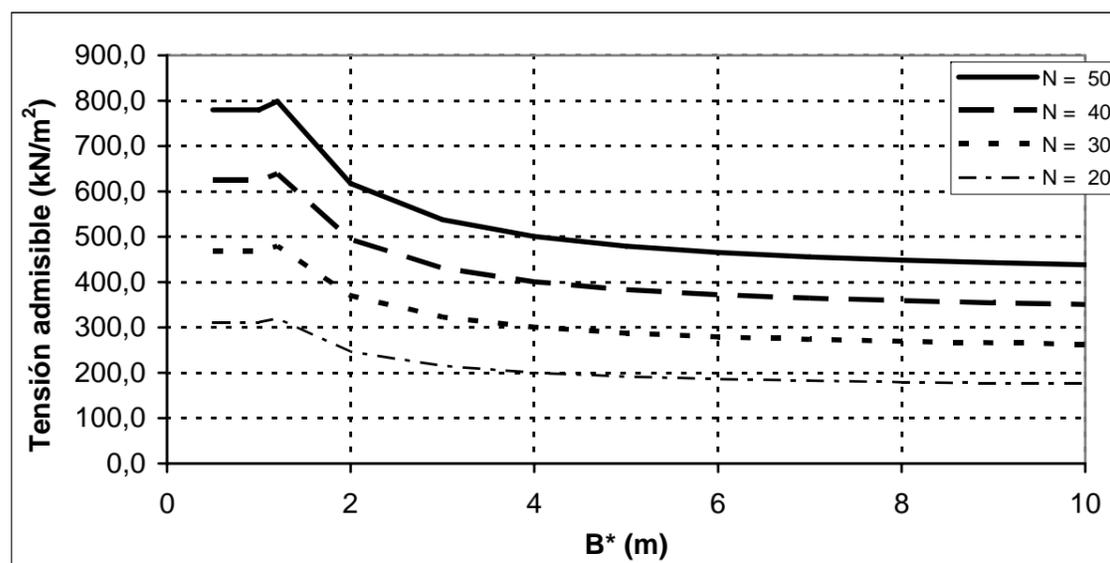
En terrenos granulares, si se emplea la expresión señalada anteriormente para el cálculo de la presión de hundimiento, suelen obtenerse valores muy elevados debido a los grandes valores de los parámetros dependientes de ϕ (N_c , N_γ y N_q). Sin embargo, no por ello queda asegurado que

los asientos sean admisibles, por lo cual es preferible fijar la presión admisible en relación con los asientos tolerables.

En este caso pueden ajustarse las presiones admisibles en función del tamaño final de la zapata considerada según la gráfica adjunta:

$$B^* < 1,2 \text{ m: } \sigma_{adm} \text{ (kN/m}^2\text{)} = 12N (1+(D/3B)) \times (St/25)$$

$$B^* > 1,2 \text{ m: } \sigma_{adm} \text{ (kN/m}^2\text{)} = 8N (1+(D/3B)) \times (St/25) ((B+0,3)/B)^2$$



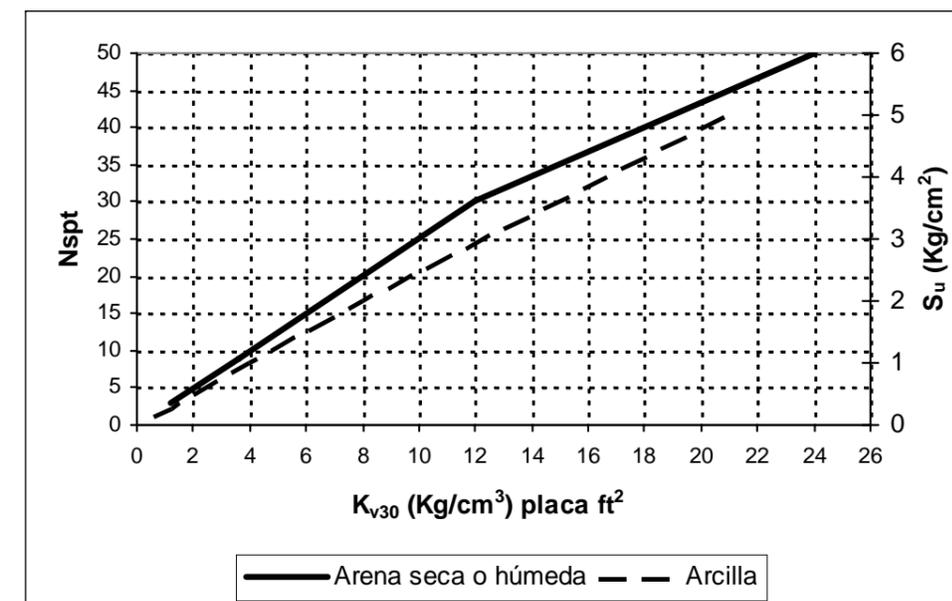
B*: Anchura equivalente del cimiento

En general para los valores del índice N_{spt} considerados para la parte superior del Mioceno granular, puede considerarse una tensión admisible del terreno de 3 Kg/cm².

En todos los casos se recomienda alcanzar un empotramiento mínimo de las zapatas en estos materiales de 1,0 m.

Módulo de balasto

Los materiales miocenos sobre los que apoyará el paso inferior (P.K. 1+033) diseñado como marco son de naturaleza granular. Para la estimación del módulo de balasto se ha empleado la siguiente correlación (Geotecnia y Cimientos III):



Estas condiciones de cimentación corresponden a las siguientes estructuras:

- Paso Inferior P.K. 1+033. En este punto la profundidad del substrato Mioceno es de unos 2 a 3 m. Se recomienda cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de 3,0 Kg/cm², para asientos iguales o inferiores a 2,5 cm, y un empotramiento mínimo en este material de 1,0 m. Coeficiente de balasto para placa de pie cuadrado K_v= 13 Kg/cm³.
- Muro 1 entre P.K. 0+160 y 0+230; Margen izquierda (Ramal 4). En este punto la profundidad del substrato Mioceno es de unos 2 a 3 m. Se recomienda cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de 3,0 Kg/cm².
- Muro 2 entre P.K. 0+920 y 1+020; Margen derecha (Ramal 2). En este punto la profundidad del substrato Mioceno es de unos 3 m. Se recomienda cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de 3,0 Kg/cm².
- Parte del soterramiento consistirá en la construcción de muros convencionales que podrán cimentarse directamente mediante zapatas. Las condiciones de cimentación se describen en el apartado 5.4 Muros y pantallas.

5.3. CIMENTACIÓN PROFUNDA

Para el cálculo de la longitud de los pilotes en los pasos superiores de la glorieta (P.K. 0+560 y 0+620), se ha considerado que el nivel de empotramiento corresponde a un material granular (arena de miga y arena tosquiza) de compacidad muy densa ($N_{spt}=50$). En este caso se han empleado las siguientes expresiones para la estimación de la resistencia:

- Resistencia por fuste: $1,6N_{spt} + 6$ (kPa) (Thornburn)
- Resistencia por punta: $0,2N_{spt}$ (MPa)

Para la estimación de la carga admisible se considera un coeficiente de seguridad de 3 para la resistencia por punta y de 2 para la resistencia por fuste.

Por otro lado, para la estimación de la rigidez transversal se ha considerado la siguiente correlación:

- Suelos arenosos: $K_h = n_h \cdot z \cdot \Delta L$

Donde:

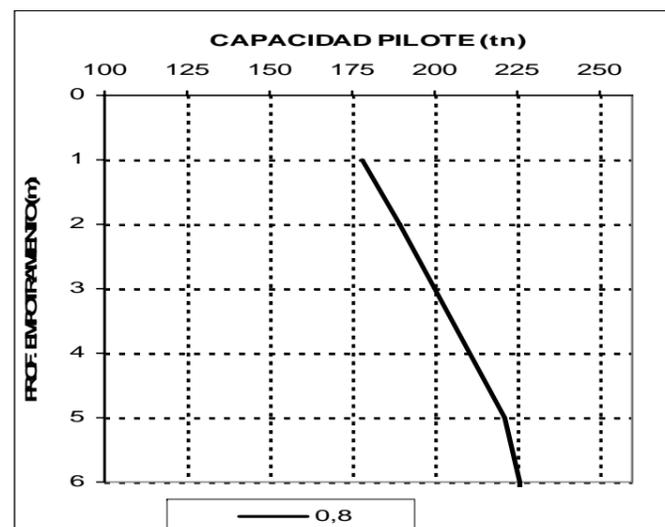
K_h : rigidez horizontal del pilote aislado

n_h : coeficiente función de la compacidad de las arenas ($n=20\text{Mpa/m}$)

z : profundidad del centro del tramo de pilote considerado

ΔL : longitud del tramo de pilote considerado

A continuación se adjunta la gráfica Carga admisible/ Longitud de empotramiento para pilotes con diámetro de 0,8 m y resistencia de trabajo del hormigón de 4,5 Mpa.



5.4. MUROS Y PANTALLAS

En la zona de soterramiento se han proyectado unos tramos con muros de hormigón armado y otros con pantalla de pilotes, estos tramos son los siguientes:

MARGEN IZQUIERDA	MARGEN DERECHA
P.K. 0+280 – 0+428 MURO H.A.	P.K. 0+258 – 0+4370 MURO H.A.
P.K. 0+428 – 0+719 PANTALLA	P.K. 0+370 – 0+807 PANTALLA
P.K. 0+719 – 0+785 MURO H.A.	P.K. 0+807 – 0+883 MURO H.A.

Muros de hormigón armado

Todos los muros de hormigón armado proyectados se cimentarán directamente sobre terrenos miocenos granulares, por lo que el cálculo de la tensión admisible del terreno se determinará tal y como se ha detallado anteriormente en el apartado 5.2 Cimentación superficial.

En los tramos de soterramiento proyectados con muros la profundidad del substrato Mioceno es de unos 2 a 4 m. Se recomienda cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de $3,0 \text{ Kg/cm}^2$, para asientos iguales o inferiores a 2,5 cm, y un empotramiento mínimo en este material de 1,0 m.

Para el cálculo de los empujes sobre el muro, dependerá del material con el que se rellene el trasdós. En el caso de tratarse de material granular compactado o sin compactar, pueden considerarse los siguientes parámetros:

NIVEL	Densidad Aparente (tn/m^3)	Cohesión c' (tn/m^2)	Fricción ϕ ($^\circ$)	K_H (tn/m^3)
RELLENO SIN COMPACTAR	1,8	0	28	2.000
RELLENO COMPACTADO	2,0	1,0	33	8.000

En las excavaciones temporales (altura igual o inferior a 4 m) puede contarse con taludes de pendientes:

- Suelos y rellenos: 1(H):1(V) (espesor, en general, inferior a 2 m)
- Substrato Mioceno: 1(H):2(V)

Pantallas de pilotes

Para el cálculo de los empujes sobre las pantallas puede considerarse el siguiente perfil del terreno con los siguientes parámetros:

PROFUNDIDAD Espesor estimado (m)	NIVEL	Densidad Aparente (tn/m ³)	Cohesión c' (tn/m ²)	Fricción ϕ' (°)	k (tn/m ³)
0 - 2	RELLENO	1,8	0	28	2000
2 - 12	ARENA DE MIGA Y TOSQUIZA	2,0	1,0	34	15.000
> 12	TOSCO ARENOSO	2,1	2,5	31	25.000

El nivel freático se localiza a una profundidad entre 10 y 17 m, por debajo de la cota de rasante proyectada, por lo que no es de esperar afluencia de agua en las excavaciones.

Estos parámetros son coherentes con los incluidos en el documento emitido por MINTRA en Junio de 2008 donde se incluyen las recomendaciones de cálculo y diseño para las pantallas de contención.

A continuación se especifican varios aspectos referentes a los cálculos realizados.

a) Características geométricas de las contenciones

A continuación se incluyen los datos geométricos de las pantallas proyectadas:

- Margen Izquierda

Longitud: 275 m (PK 0+450 a 0+725), de los cuales 23.0 m están arriostrados en cabeza por los pasos superiores del PK 0+560 y del PK 0+620(altura libre máxima de 5,0 m) y el resto se ejecuta en voladizo, con una altura máxima de 6,5m.

- Margen Derecha

Longitud: 405 m (PK 0+400 a 0+805), de los cuales 12,5 m están arriostrados en cabeza por los pasos superiores del PK 0+560 y del PK 0+620(altura libre máxima de 7,5 m) y el resto se ejecuta en voladizo, con una altura máxima de 9,0 m.

Se ha previsto una sección resistente única independientemente de la altura libre en cada PK, optándose finalmente por una pantalla formada por pilotes perforados y hormigonados “in situ” de 1,0 m de diámetro ejecutados con hormigón HA-25 y armados con acero B-500-S, separados 1,20 m entre ejes y arriostrados en cabeza por una viga de atado en las zona de voladizo y mediante el estribo de los pasos superiores bajo éstos.

De esta manera, las características resistentes de la sección estructural por metro lineal de pantalla son las siguientes:

$$\circ EI = 1.23 \times 10^6 \text{ kN m}^2 / \text{m}$$

b) Programa de cálculo empleado

Se ha empleado para el diseño de las contenciones el programa RIDO v4.02, recomendado por MINTRA para el cálculo de este tipo de estructuras.

Se ha considerado un ángulo de rozamiento tierras-pantalla nulo.

c) Fases de cálculo

Las fases de cálculo han sido las siguientes:

Sección 1 (Voladizo):

1. Ejecución de la pantalla
2. Excavación hasta la cota de rasante

En este caso se han estudiado las siguientes secciones:

- Voladizo 9.0 m (empotramiento 7.0 m)
- Voladizo 7.0 m (empotramiento 4.0 m)
- Voladizo 5.0 m (empotramiento 2.5 m)

Sección 2 (Arriostrada):

- Ejecución de la pantalla
- Excavación hasta la cota de apoyo del estribo
- Ejecución del estribo de la estructura y aplicación de la carga
- Excavación hasta la cota de rasante

En esta sección se ha incluido también la respuesta ante las solicitaciones verticales derivadas del estribo de la estructura.

En todos los casos se ha limitado la deformación en cabeza a los valores especificados por Mintra en el documento anteriormente citado y que son los siguientes;

- Zonas urbanas con edificios muy próximos: 12 mm
- Zonas urbanas con edificios más alejados: 15 a 20 mm.
- Zonas con ausencia de edificación: 30 a 40 mm

En el cuadro siguientes se incluyen los resultados más importantes de los cálculos realizados:

- Pantalla en voladizo

Voladizo	Despl. Máximo (mm)	Flector Máximo (kNm/m)	Cortante Máximo (kN/m)	% Pasivo Movilizado
9.0 m	30.0	6266.1	2141.5	36.2 %
7.0 m	23.7	2606.5	1708.7	53.9 %
5.0	26.2	879.1	893.7	55.9 %

Aunque las deformaciones son algo superiores al segundo intervalo de desplazamientos admisibles marcado por Mintra, se encuentran por debajo del tercero, por lo que se consideran asumibles, dada las distancias y tipologías de las edificaciones más próximas a la obra.

- Pantalla bajo estribo de la estructura

En este caso, se ha impuesto una carga vertical debida a la cimentación del paso de 450 kN/m y un apuntalamiento en cabeza debido al propio tablero de la estructura con una rigidez axil de 7×10^8 kN/m, según lo datos facilitados por los calculistas de la estructura. En este cálculo, el desplazamiento máximo es del orden de 2.3 mm, con un momento flector máximo de 2159.1 kNm/m y un cortante de 877.5 kN/m.

En el apéndice A7 incluido al final del presente documento se incluyen los cálculos realizados.

5.5. CUADROS DE ESTRUCTURAS

A continuación se presenta de forma tabulada un cuadro resumen de cada una de las estructuras estudiadas, donde se recoge la tipología, situación, investigación disponible, características del terreno y las condiciones de cimentación.

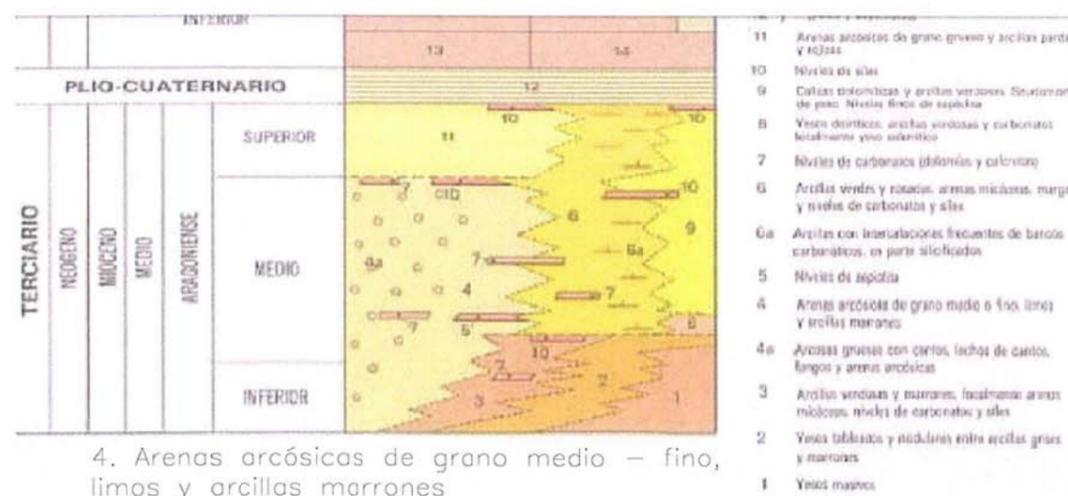
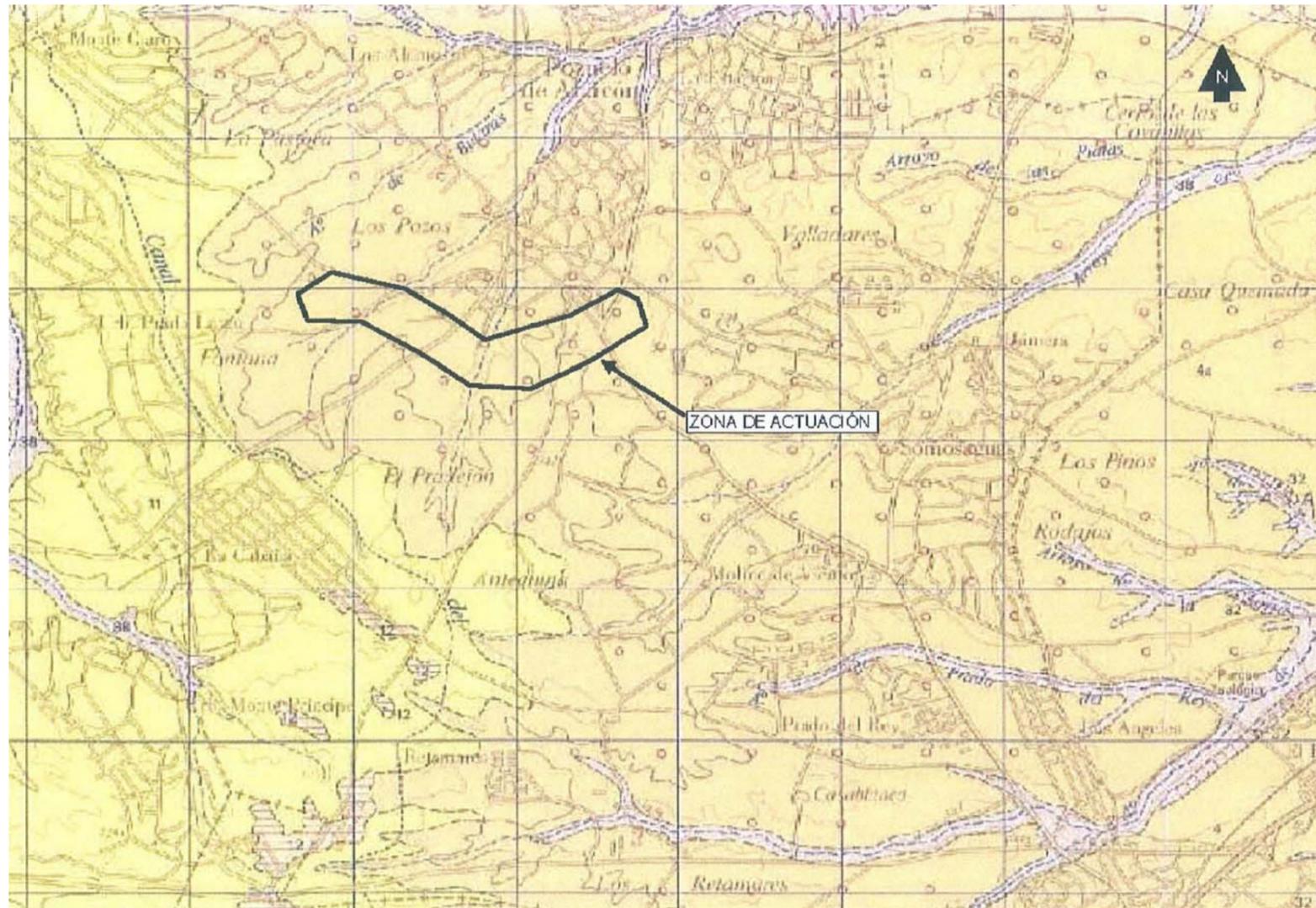
REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 ESTRUCTURAS EN TRONCO PRINCIPAL																									
ESTRUCTURA (P.K.)	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	REVISIÓN																						
			CONDICIONES OBSERVADAS																						
AMPLIACIÓN OBRA DE DRENAJE P.K. 0+180	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59P-01 Y S59P-02 - Penetrómetros: P59A-01 y P59P-01	Recubrimiento: suelos aluviales granulares de fondo de valle cuyo espesor se estima que es inferior a 2,0 m. También se han detectado rellenos vertidos arenosos, de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 10 -27 golpes), cuyo espesor es del orden de los 2,0 m en la margen derecha y entre 2 y 5 en la margen izquierda. Se trata de vertido de tierras con restos de construcción. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Constituido principalmente por arena marrón con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 44 – R). Nivel freático: No se ha detectado.	En la zona de ampliación de la obra de drenaje proyectada el substrato Mioceno se localiza a una profundidad de 2 a 5 m respecto de la topografía actual.																						
MURO 1 P.K. 0+160 y 0+230 Margen izquierda (Ramal 4)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59P-01 Y S59P-02 - Penetrómetros: P59A-01 y P59P-01	Recubrimiento: suelos aluviales granulares de fondo de valle cuyo espesor se estima que es inferior a 2,0 m. También se han detectado rellenos vertidos y compactado arenosos, de compacidad floja a medianamente densa (Nspt= 10 -27 golpes), cuyo espesor es del orden de 3 m. Se trata de vertido de tierras con restos de construcción. Substrato: Materiales miocenos compuestos por arena de miga y arena tosquiza con intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Constituido principalmente por arena marrón con algo a bastante arcilla, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 44 – R). Nivel freático: No se ha detectado.	Cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de 3,0 Kg/cm ² , para asientos iguales o inferiores a 2,5 cm, y un empotramiento mínimo en este material de 1,0 m. Para el cálculo de los empujes pueden considerarse los siguientes parámetros si el relleno del trasdos es granular compactado:																						
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>SUELO</th> <th>Densidad (tn/m³)</th> <th>Cohesión (tn/m²)</th> <th>Fricción (°)</th> <th>E (tn/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COMPACTADO</td> <td>2,0</td> <td>1</td> <td>33</td> <td>4.000</td> </tr> </tbody> </table>		SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)	COMPACTADO	2,0	1	33	4.000											
SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)																					
COMPACTADO	2,0	1	33	4.000																					
			El substrato se localiza entre 2 y 3 m de profundidad.																						
MUROS DE HORMIGÓN ARMADO	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59P-03 y S59H - Penetrómetro: P59P-02, P59P-03, P59P-04, P59P-05, P59P-06 y P59P-07	Recubrimiento: Adosados a carretera actual existen rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa. Su espesor es variable, oscilando entre 2,0 y 4,0 m. Se trata de vertido de tierras con escombros. Pueden afectar puntualmente a la cimentación del muro, siendo su espesor inferior a 2,0 m. Substrato: Materiales miocenos constituidos por arena de miga y arena tosquiza con ocasionales intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Se trata de arena con bastante arcilla – arcillosa, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 36 – R). Nivel freático: En los sondeos S59A-01 y S59A-02 se localiza a unos 18,0 m de profundidad (cota 681 m)	Cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de 3,0 Kg/cm ² , para asientos iguales o inferiores a 2,5 cm, y un empotramiento mínimo en este material de 1,0 m. Para el cálculo de los empujes pueden considerarse los siguientes parámetros si el relleno del trasdos es granular vertido o compactado:																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>M. IZQUIERDA</th> <th>M. DERECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P.K. 0+280 – 0+428</td> <td>P.K. 0+258 – 0+370</td> </tr> <tr> <td>P.K. 0+719 – 0+785</td> <td>P.K. 0+807 – 0+883</td> </tr> </tbody> </table>			M. IZQUIERDA	M. DERECHA	P.K. 0+280 – 0+428	P.K. 0+258 – 0+370	P.K. 0+719 – 0+785	P.K. 0+807 – 0+883	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SUELO</th> <th>Densidad (tn/m³)</th> <th>Cohesión (tn/m²)</th> <th>Fricción (°)</th> <th>E (tn/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VERTIDO</td> <td>1,8</td> <td>0</td> <td>28</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>COMPACTADO</td> <td>2,0</td> <td>1</td> <td>33</td> <td>4.000</td> </tr> </tbody> </table>		SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)	VERTIDO	1,8	0	28	1.000	COMPACTADO	2,0	1	33	4.000
M. IZQUIERDA	M. DERECHA																								
P.K. 0+280 – 0+428	P.K. 0+258 – 0+370																								
P.K. 0+719 – 0+785	P.K. 0+807 – 0+883																								
SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)																					
VERTIDO	1,8	0	28	1.000																					
COMPACTADO	2,0	1	33	4.000																					
			El substrato se localiza entre 2 y 4 m de profundidad.																						

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 ESTRUCTURAS EN TRONCO PRINCIPAL																											
ESTRUCTURA (P.K.)	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	REVISIÓN																								
			CONDICIONES OBSERVADAS																								
<p>PANTALLA PILOTES</p> <table border="1"> <tr> <td>M. IZQUIERDA</td> <td>M. DERECHA</td> </tr> <tr> <td>P.K. 0+428 – 0+719</td> <td>P.K. 0+370 – 0+807</td> </tr> </table>	M. IZQUIERDA	M. DERECHA	P.K. 0+428 – 0+719	P.K. 0+370 – 0+807	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59A-01, S59A-02 y S59P-03 - Penetrómetro: P59P-03, P59P-04, P59P-05 y P59P-06 	<p>Recubrimiento: En la zona central de la glorieta actual existen rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa. Su espesor medio es de unos 2,0 m. Se trata de vertido de tierras con escombros.</p> <p>También existen rellenos vertidos adosados a la carretera actual en diferentes tramos, de naturaleza granular y espesor variable entre 2 y 4 m, que no afectaran al soterramiento de la carretera actual.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos constituidos por arena de miga y arena tosquiza con ocasionales intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Se trata de arena con bastante arcilla – arcillosa, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 36 – R).</p> <p>Nivel freático: En los sondeos S59A-01 y S59A-02 se localiza a unos 18,0 m de profundidad (cota 681 m)</p>	<p>Para el cálculo de los empujes pueden considerarse los siguientes parámetros del terreno:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SUELO</th> <th>Densidad (tn/m³)</th> <th>Cohesión (tn/m²)</th> <th>Fricción (°)</th> <th>E (tn/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VERTIDO (0 - 2m)</td> <td>1,8</td> <td>0</td> <td>28</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>ARENAS (2 – 10 m)</td> <td>2,0</td> <td>1</td> <td>35</td> <td>8.000</td> </tr> <tr> <td>TOSCOS (>10 m)</td> <td>2,1</td> <td>2,5</td> <td>31</td> <td>13.000</td> </tr> </tbody> </table>	SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)	VERTIDO (0 - 2m)	1,8	0	28	1.000	ARENAS (2 – 10 m)	2,0	1	35	8.000	TOSCOS (>10 m)	2,1	2,5	31	13.000
M. IZQUIERDA	M. DERECHA																										
P.K. 0+428 – 0+719	P.K. 0+370 – 0+807																										
SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)																							
VERTIDO (0 - 2m)	1,8	0	28	1.000																							
ARENAS (2 – 10 m)	2,0	1	35	8.000																							
TOSCOS (>10 m)	2,1	2,5	31	13.000																							
<p>PASO SUPERIOR GLORIETA P.K. 0+560</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59A-01 y S59A-02 - Penetrómetro: P59P-04 y P59P-05 	<p>Recubrimiento: Adosados a la margen izquierda de la carretera actual existen rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa. Su espesor es de unos 2,0 m. Se trata de vertido de tierras con escombros.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos constituidos por arena de miga y arena tosquiza con ocasionales intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Se trata de arena con bastante arcilla – arcillosa, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 36 – R).</p> <p>Nivel freático: En los sondeos S59A-01 y S59A-02 se localiza a unos 18,0 m de profundidad (cota 681 m)</p>	<p>Los estribos apoyarán directamente sobre la pantalla de pilotes.</p> <p>Cimentación profunda mediante pilotes empotrados en arena de miga y arena tosquiza muy densa, que se localiza a una profundidad de unos 2 m, medida desde la superficie del terreno original (gráfica empotramiento / capacidad de carga, en apartado anterior).</p>																								
<p>PASO SUPERIOR GLORIETA P.K. 0+620</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 1.000 - Sondeos: S59A-01 Y S59A-02 - Penetrómetro: P59P-04 y P59P-05 	<p>Recubrimiento: Adosados a la margen izquierda de la carretera actual existen rellenos vertidos granulares de compacidad floja a medianamente densa. Su espesor es de unos 2,0 m. Se trata de vertido de tierras con escombros.</p> <p>Substrato: Materiales miocenos constituidos por arena de miga y arena tosquiza con ocasionales intercalaciones decimétricas de toscos arenosos. Se trata de arena con bastante arcilla – arcillosa, de compacidad densa a muy densa (Nspt= 36 – R).</p> <p>Nivel freático: En los sondeos S59A-01 y S59A-02 se localiza a unos 18,0 m de profundidad (cota 681 m)</p>	<p>Los estribos apoyarán directamente sobre la pantalla de pilotes.</p> <p>Cimentación profunda mediante pilotes empotrados en arena de miga y arena tosquiza muy densa, que se localiza a una profundidad de unos 2 m, medida desde la superficie del terreno original (gráfica empotramiento / capacidad de carga, en apartado anterior).</p>																								

REMODELACIÓN ENLACE M-503 Y M-513 ESTRUCTURAS EN TRONCO PRINCIPAL																			
ESTRUCTURA (P.K.)	INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	REVISIÓN																
			CONDICIONES OBSERVADAS																
MURO 2 P.K. 0+920 y 1+020 Margen derecha (Ramal 2)	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 2.000 - Sondeos: S59A-01 y S59A-02 - Penetrómetro: P59P-04 y P59P-05	Recubrimiento: En la margen derecha, según sondeo S59P-04 existen unos 3,0 m de relleno antrópico vertido arenoso de compacidad medianamente densa (Nspt=17 golpes). Substrato: Materiales miocenos compuestos por tosco arenoso con intercalaciones de arena tosquiza, constituido por arena arcillosa de compacidad muy densa (Nspt= R). Nivel freático: En el sondeo S59P-04 se localiza a 4,5 m de profundidad (cota 688 m)	Cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de 3,0 Kg/cm ² , para asientos iguales o inferiores a 2 cm, y un empotramiento mínimo en este material de 1,0 m. Para el cálculo de los empujes pueden considerarse los siguientes parámetros si el relleno del trasdos es granular vertido o compactado:																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>SUELO</th> <th>Densidad (tn/m³)</th> <th>Cohesión (tn/m²)</th> <th>Fricción (°)</th> <th>E (tn/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VERTIDO</td> <td>1,8</td> <td>0</td> <td>28</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>COMPACTADO</td> <td>2,0</td> <td>1</td> <td>33</td> <td>4.000</td> </tr> </tbody> </table>		SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)	VERTIDO	1,8	0	28	1.000	COMPACTADO	2,0	1	33	4.000
SUELO	Densidad (tn/m ³)	Cohesión (tn/m ²)	Fricción (°)	E (tn/m ²)															
VERTIDO	1,8	0	28	1.000															
COMPACTADO	2,0	1	33	4.000															
			El substrato se localiza a unos 3 m de profundidad.																
AMPLIACIÓN PASO INFERIOR P.K. 1+033	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 1.000 - Sondeo: S59P-04 - Penetrómetro: P59A-06	Recubrimiento: En la margen derecha, según sondeo S59P-04 existen unos 3,0 m de relleno antrópico vertido arenoso de compacidad medianamente densa (Nspt=17 golpes); y en la margen izquierda se estima un espesor de unos 2 m. Substrato: Materiales miocenos compuestos por tosco arenoso con intercalaciones de arena tosquiza, constituido por arena arcillosa de compacidad muy densa (Nspt= R). Nivel freático: En el sondeo S59P-04 se localiza a 4,5 m de profundidad (cota 688 m)	Cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre materiales miocenos (Arena de miga y arena tosquiza), contando con una tensión admisible del terreno de 3,0 Kg/cm ² , para asientos iguales o inferiores a 2 cm, y un empotramiento mínimo en este material de 1,0 m. Coeficiente de balasto para placa de pie cuadrado Kv= 13 Kg/cm ³																
			El substrato se localiza entre 2 y 3 m de profundidad.																
AMPLIACIÓN OBRA DE DRENAJE P.K. 1+090	- Cartografía geológica – geotécnica a escala 1: 1.000 - Sondeo: S59P-04 - Penetrómetro: P59A-06	Recubrimiento: : suelos aluviales granulares de fondo de valle cuyo espesor se estima que es inferior a 2,0 m. En la margen derecha, según sondeo S59P-04 existen unos 3,0 m de relleno antrópico vertido arenoso de compacidad medianamente densa (Nspt=17 golpes); y en la margen izquierda se estima un espesor de unos 2 m. Substrato: Materiales miocenos compuestos por tosco arenoso con intercalaciones de arena tosquiza, constituido por arena arcillosa de compacidad muy densa (Nspt= R). Nivel freático: En el sondeo S59P-04 se localiza a 4,5 m de profundidad (cota 688 m)	En la zona de ampliación de la obra de drenaje proyectada, el substrato Mioceno se localiza a una profundidad de 2 a 3 m respecto de la topografía actual.																

II. FIGURAS

I. PLANTA GEOLÓGICA MAGNA. HOJA Nº 559 (MADRID)



2. PLANTA GEOLÓGICO GEOTÉCNICA. ESCALA 1:2.000

L:\Proyectos\08000\0900\080946- Supresión enlace M 503-M 513\GRAFICOS\03ProyecConstruc\01Anejos\06GeotCorrecCimenEstru\0601Planta\0601 LeyendaPlanta.dwg

LITOLOGÍA

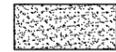
RECUBRIMIENTO



RELLENO VERTIDO



RELLENO COMPACTADO



SUELO ALUVIAL

SUBSTRATO ROCOSO



SUBSTRATO MIOCENO: ARENA DE MIGA Y ARENA TOSQUIZA CON INTERCALACIONES MÉTRICAS DE TOSCO ARENOSO Y TOSCO

NOTA:

- 1.- Se han cartografiado como suelos aquellos con espesor del orden o superior a 2 m.
- 2.- Los tonos intensos de la formación corresponden a zonas de afloramiento con recubrimiento inferior a unos 0,2 m. Los colores tenues corresponden a zonas con recubrimiento de los suelos inferior a 2 metros.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



CONTACTO ENTRE DISTINTOS MATERIALES



PUNTO DE OBSERVACIÓN



SONDEO FASE ANTEPROYECTO



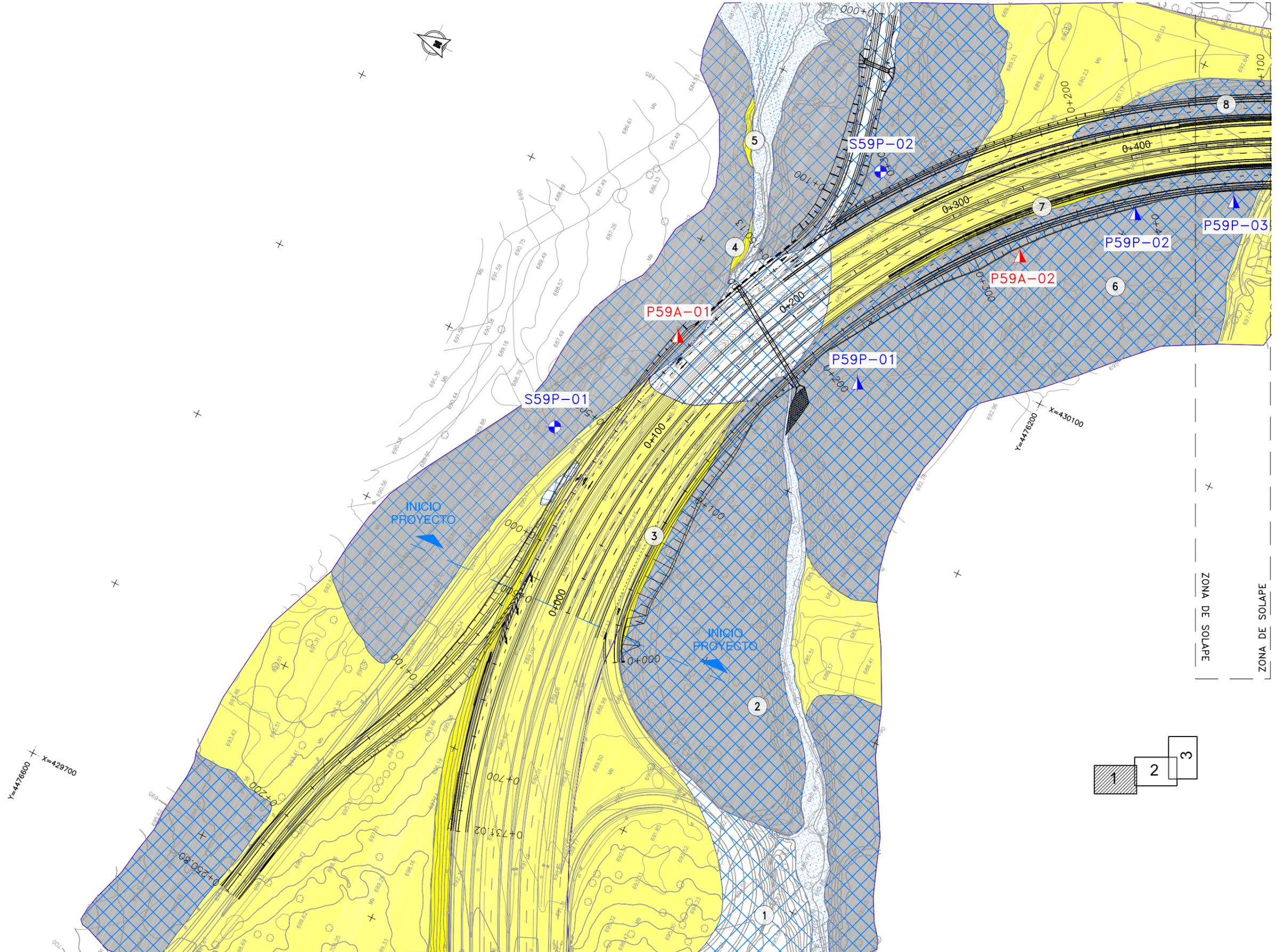
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA FASE ANTEPROYECTO

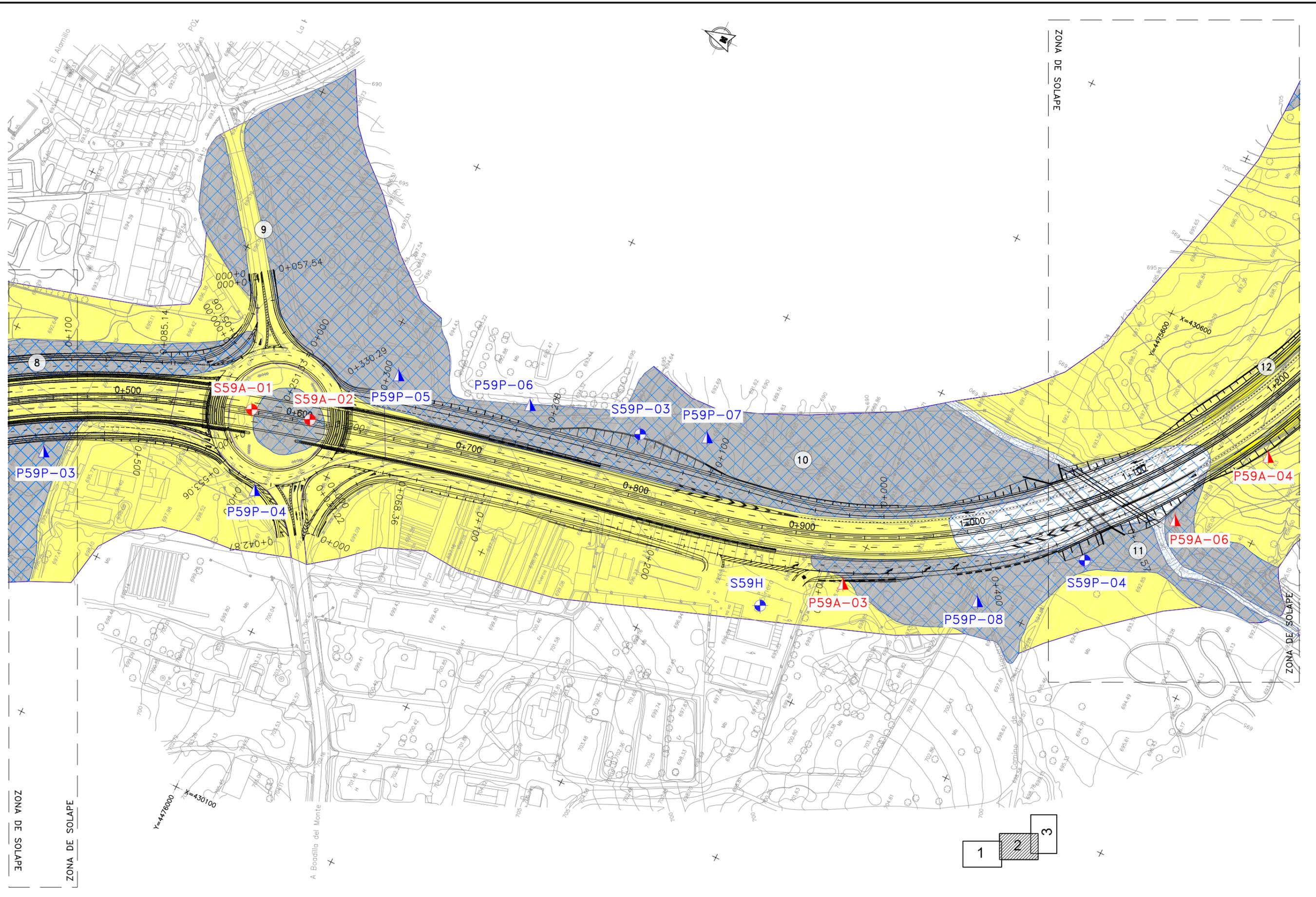


SONDEO FASE PROYECTO CONSTRUCTIVO

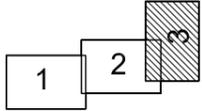
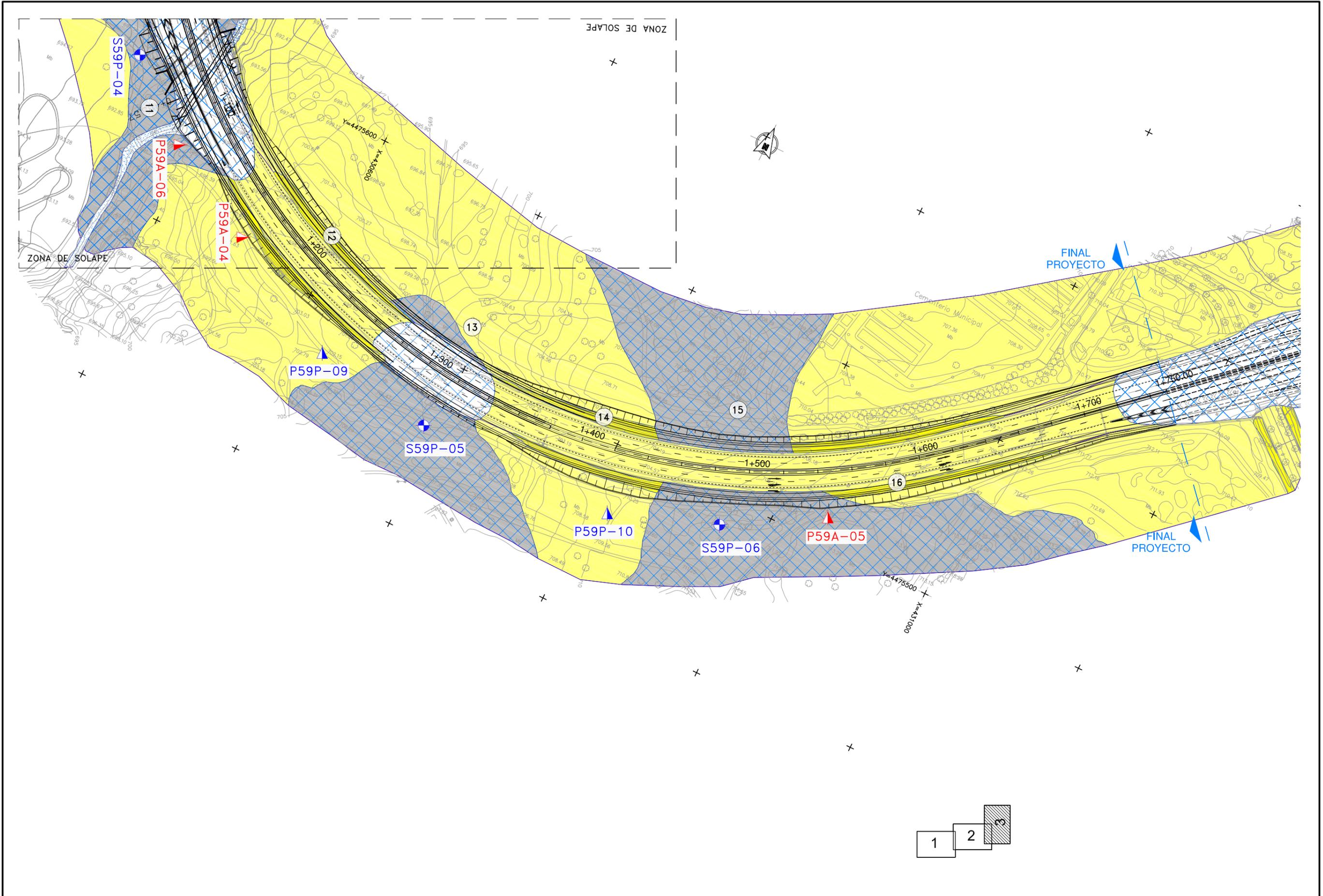


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA FASE PROYECTO CONSTRUCTIVO





L:\Proyectos\08000\0900\080946- Supresión enlace M 503-M 513\GRÁFICOS\03ProyecConstruc\01Anejos\06GeotCorreCimenEstru\0601Planta\0601_GeoH03.dwg



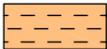
3. PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICOS

LITOLOGÍA

RECUBRIMIENTO

	RELLENO VERTIDO
	RELLENO COMPACTADO
	SUELO ALUVIAL

SUBSTRATO ROCOSO

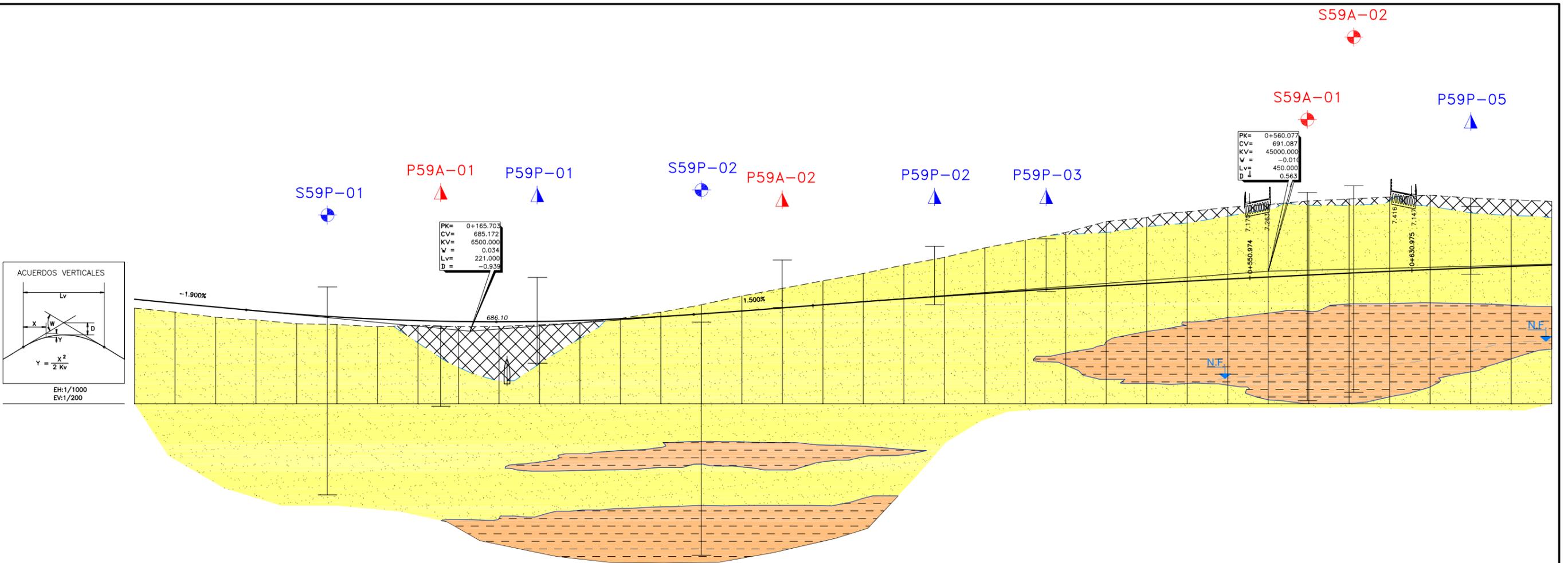
	SUBSTRATO MIOCENO: ARENA DE MIGA Y ARENA TOSQUIZA
	SUBSTRATO MIOCENO: TOSCO ARENOSO Y TOSCO

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

	CONTACTO ENTRE SUELOS
	CONTACTO SUELO-ROCA
	CAMBIO LATERAL DE FACIES ENTRE LAS FORMACIONES MIOCENAS
	NIVEL FREÁTICO
	SONDEO FASE ANTEPROYECTO
	ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA FASE ANTEPROYECTO
	SONDEO FASE PROYECTO CONSTRUCTIVO
	ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA FASE PROYECTO CONSTRUCTIVO
	SITUACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

SIMBOLOGÍA DE LA GUITARRA

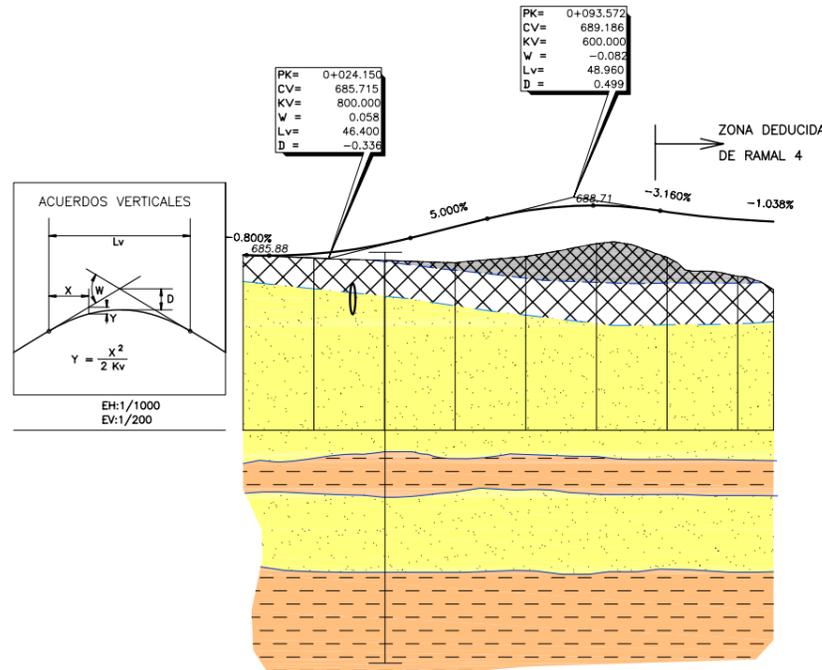
CIMENTACIÓN DE LOS RELLENOS
(A) SANEAMIENTO DE SUELOS FLOJOS Y RECOMPACTACIÓN DE LA SUPERFICIE RESULTANTE
(B) RETIRADA Y SUSTITUCIÓN DE SUELOS VERTIDOS
(C) ESCALONADO RELLENO CARRETERA ACTUAL



P.K.		0+000	0+200										0+400										0+600										0+700				
ORDENADAS	RASANTE	688.320	687.940	687.560	687.182	686.847	686.574	686.363	686.213	686.125	686.098	686.133	686.229	686.387	686.608	686.886	687.186	687.466	687.766	688.079	688.364	688.639	688.906	689.164	689.413	689.653	689.884	690.106	690.319	690.524	690.720	690.906	691.084	691.253	691.413	691.564	691.706
	TERRENO	687.45	687.05	686.55	686.28	685.91	685.63	685.58	685.76	685.62	685.64	685.79	686.01	686.43	687.05	687.78	688.65	689.39	690.14	690.87	691.71	692.46	693.40	694.17	694.92	695.99	696.39	696.96	697.40	697.69	698.05	698.14	698.27	698.31	698.12	697.96	697.77

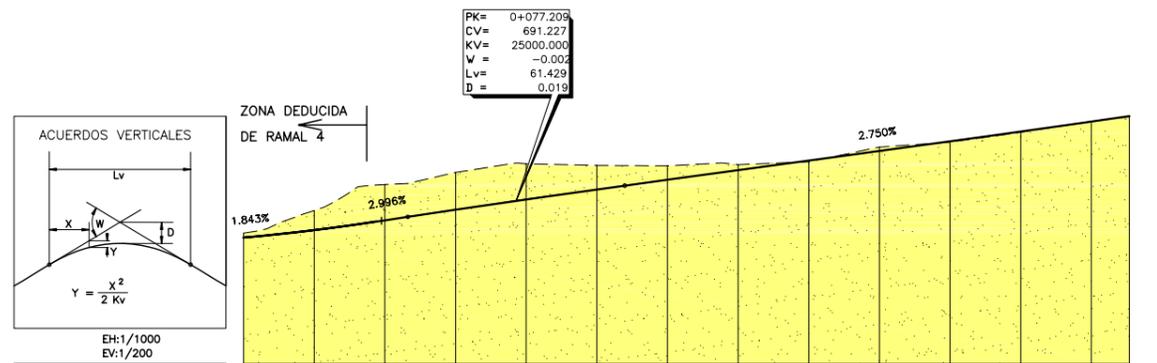
TRAMO	RELLENO P.K. 0+000 - 0+240										RELLENO COMPACTADO										SUBSTRATO MIOCENO										DESMONTE P.K. 0+240 AL P.K. 0+970										RELLENO COMPACTADO										RELLENO VERTIDO										RELLENO COMPACTADO																			
UNIDAD LITOLÓGICA																																																																																
TIERRA VEGETAL																																																																																
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA																																																																																
RELLENOS DESMONTES	TALUD RECOMENDADO																					1(H):1(V)										MURO										ADECUADO										PANTALLA DE PILOTOS																												
	EXCAVABILIDAD																																																			MEDIOS MECÁNICOS																												
	REUTILIZACIÓN																																																			MIOCENO: TERRAPLÉN (ADECUADO); VERTIDOS: TERRAPLEN (CONTROLANDO HUMEDAD Y GRANULOMETRIA)																												
TALUD RECOMENDADO	3(H):2(V)																																																																															
CIMENTACIÓN																																																																																
OBSERVACIONES																																																																																

S59P-02



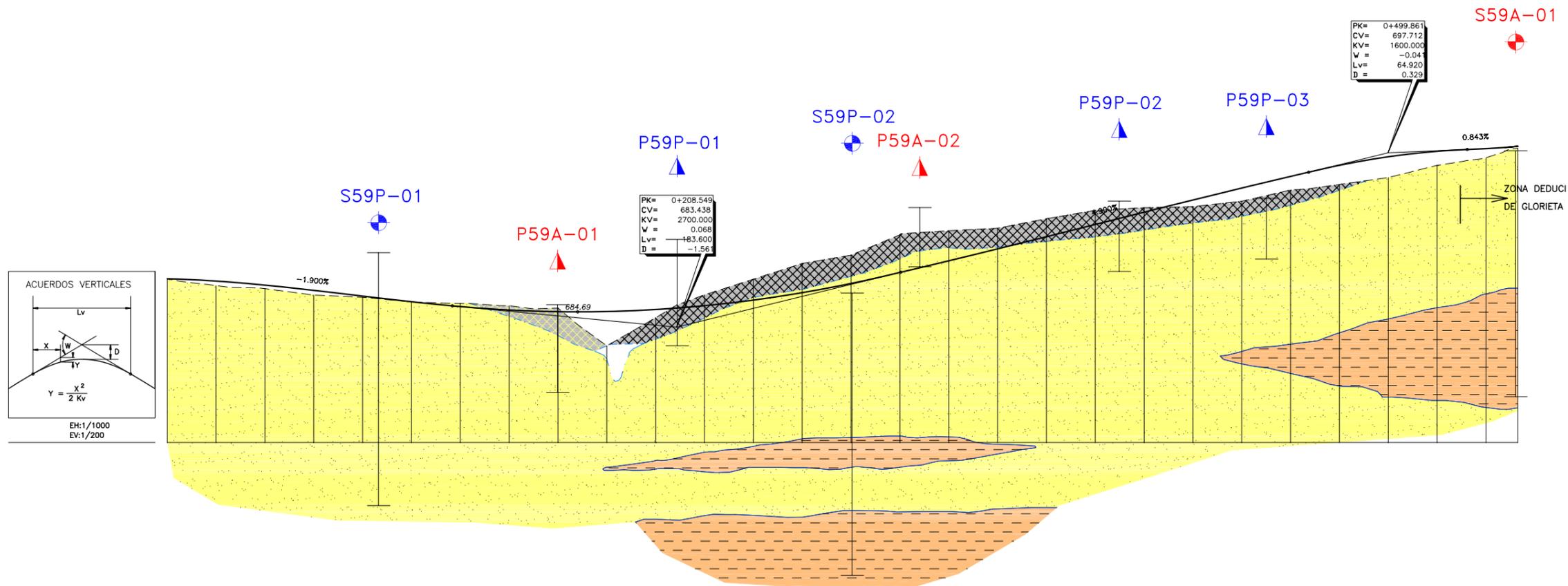
P.K.		0+000					0+100		0+150.132
ORDENADAS	RASANTE	685.908	685.975	686.541	687.507	688.408	688.711	688.351	687.923
	TERRENO	685.90	685.73	685.61	685.46	685.62	686.45	685.79	684.72

TRAMO		RELLENO P.K. 0+000 AL P.K. 0+150	
UNIDAD LITOLÓGICA	RELLENO COMPACTADO	RELLENO VERTICAL	
TIERRA VEGETAL	SUBSTRATO MIOCENO		
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA	0,30 m.		
RELIENOS DESMONTES	TALUD RECOMENDADO		
	EXCAVABILIDAD		
	REUTILIZACIÓN		
RELIENOS	TALUD RECOMENDADO	3 (H) : 2 (V)	
	CIMENTACIÓN	B (2,0 m.) ; C	
OBSERVACIONES			



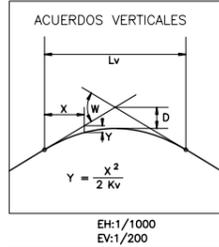
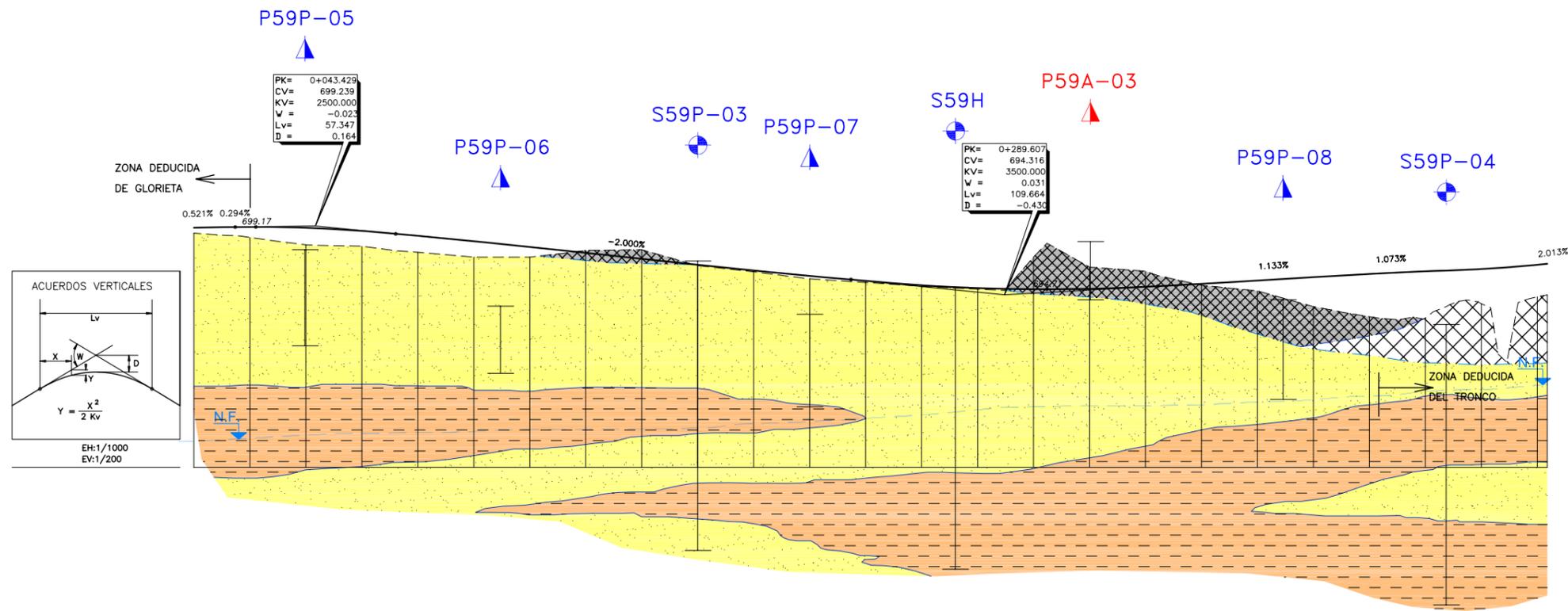
P.K.		0+000									0+200		0+250.805	
ORDENADAS	RASANTE													
	TERRENO	689.39	689.555	690.112	690.708	691.286	691.853	692.404	692.954	693.504	694.054	694.604	695.154	695.704

TRAMO	DESMONTE P.K. 0+000 AL P.K. 0+250	
UNIDAD LITOLÓGICA	SUBSTRATO MIOCENO	
TIERRA VEGETAL	0,30 m.	
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA	ADECUADO	
RELLENOS DESMONTES	TALUD RECOMENDADO	4 (H) : 3 (V)
	EXCAVABILIDAD	MEDIOS MÉCANICOS
	REUTILIZACIÓN	TERRAPLÉN (ADECUADO)
RELLENOS	TALUD RECOMENDADO	
	CIMENTACIÓN	
OBSERVACIONES		



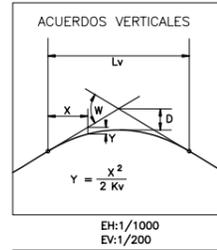
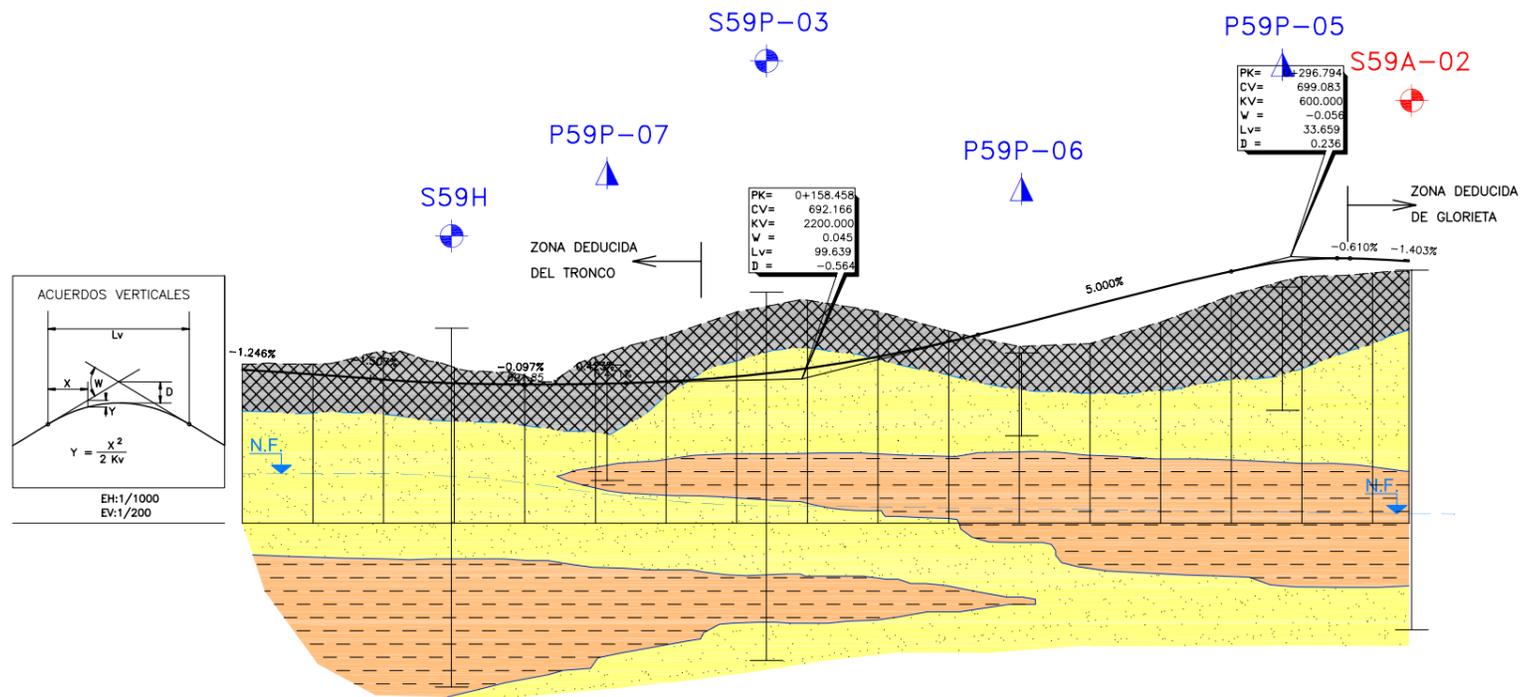
P.K.	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+553.063
ORDENADAS							
RASANTE	687.400	687.020	686.640	686.260	685.880	685.500	685.122
TERRENO	687.39	686.96	686.58	686.05	685.88	685.50	685.37

TRAMO	DESMONTE P.K. 0+000 AL P.K. 0+160	RELLENO P.K. 0+160 - 0+205	DESMONTE P.K. 0+205 AL P.K. 0+410	RELLENO P.K. 0+410 AL P.K. 0+553
UNIDAD LITOLÓGICA	SUBSTRATO MIOCENO	RELLENO VERTIDO S.A.	SUBSTRATO MIOCENO	RELLENO VERTIDO
TIERRA VEGETAL	0,30 m.			
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA	ADECUADO	TOLERABLE *	TOL *	ADECUADO
TALUD RECOMENDADO	2 (H) : 1 (V)			4 (H) : 3 (V)
EXCAVABILIDAD	MEDIOS MÉCANICOS			MEDIOS MÉCANICOS
REUTILIZACIÓN	MIOCENO: TERRAPLÉN (ADECUADO); VERTIDOS: TERRAPLÉN (HUMEDAD Y GRANULOMETRIA)			MIOCENO: TERRAPLÉN (ADECUADO); VERTIDOS: TERRAPLÉN (CONTROLANDO HUMEDAD Y GRAN.)
TALUD RECOMENDADO		3 (H) : 2 (V)		3 (H) : 2 (V)
CIMENTACIÓN		B (2,0 m.); C		A (0,3 m.)
OBSERVACIONES	* COMPROBAR EN OBRA ; DISPONER DE 1,0 m CONSTRUIDO BAJO CAPA DE RODADURA			



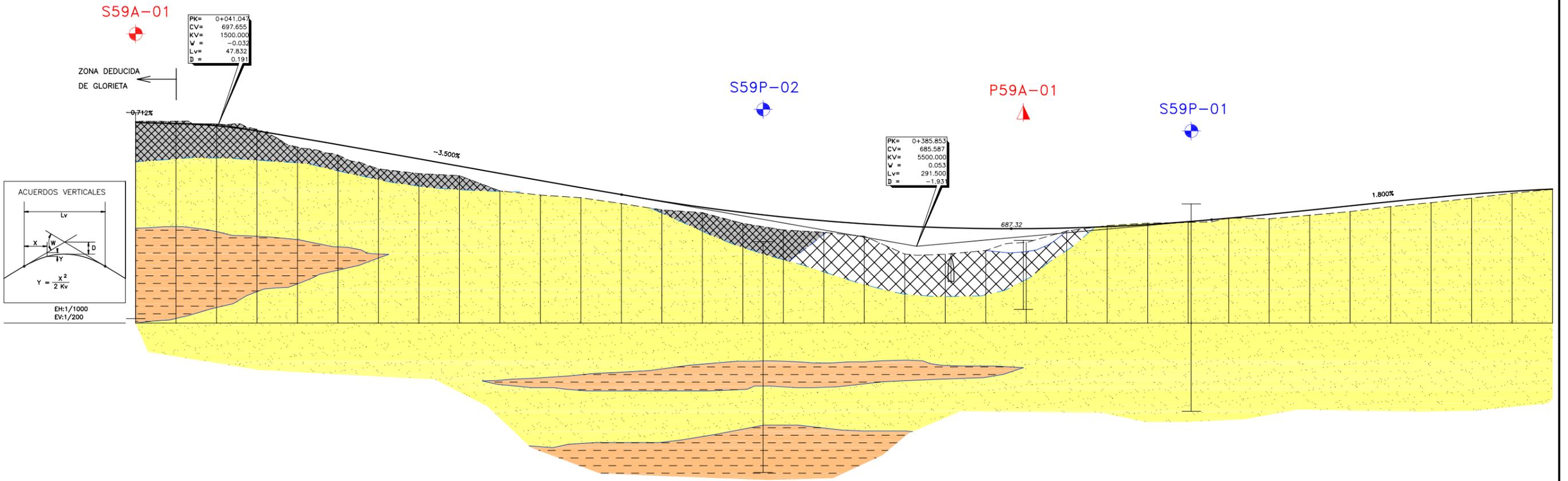
ORDENADAS	P.K.	
	0+000	0+483.572
RASANTE	699.104	696.459
TERRENO	698.72	694.37

TRAMO	RELLENO P.K. 0+000 AL P.K. 0+130	DESMONTE P.K. 0+130 AL P.K. 0+360	RELLENO P.K. 0+360 AL P.K. 0+491
UNIDAD LITOLÓGICA	SUBSTRATO MIOCENO	RELLENO VERTIDO / SUBSTRATO MIOCENO	RELLENO VERTIDO / RELLENO COMPACTADO
TIERRA VEGETAL		0,30 m.	
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA		TOLERABLE *	TOLERABLE *
DESMONTES	TALUD RECOMENDADO	3 (H) : 2 (V)	MURO
	EXCAVABILIDAD	MEDIOS MÉCANICOS	
REUTILIZACIÓN	MIOCENO; TERRAPLÉN (ADECUADO); VERTIDOS; TERRAPLEN (CONTROLANDO HUMEDAD Y GRANULOMETRÍA)		
RELLENOS	TALUD RECOMENDADO	3 (H) : 2 (V)	MURO / 3 (H) : 2 (V)
	CIMENTACIÓN	A (0,3 m.)	B (2,0 m.); C
OBSERVACIONES	*COMPROBAR EN OBRA ; DISPONER DE 1,0 m CONSTRUIDO BAJO CAPA DE RODADURA		



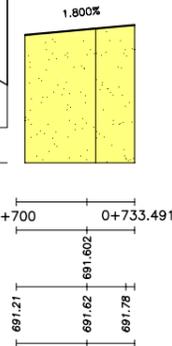
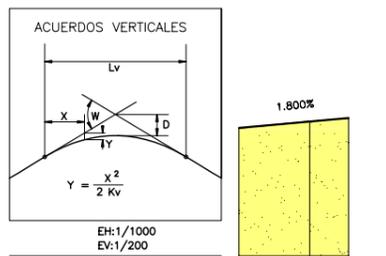
ORDENADAS	P.K.	0+000								0+200								0+330.507	
	RASANTE		692.684	692.423	692.131	691.920	691.849	691.892	692.015	692.303	692.773	693.425	694.259	695.244	696.244	697.244	698.244	698.909	699.939
TERRENO		693.00	693.00	693.74	692.83	692.49	693.32	694.58	695.95	696.61	695.66	694.76	693.98	694.17	695.35	696.81	697.97	698.16	698.20

TRAMO	DESMONTE P.K. 0+000 AL P.K. 0+210	RELLENO P.K. 0+210 AL P.K. 0+330
UNIDAD LITOLÓGICA	RELLENO VERTIDO SUBSTRATO MIOCENO	
TIERRA VEGETAL	0,30 m.	
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA	TOLERABLE *	ADECUADO TOL *
RELLENOS DESMONTES	TALUD RECOMENDADO	2 (H) : 1 (V)
	EXCAVABILIDAD	MEDIOS MÉCANICOS
	REUTILIZACIÓN	MIOCENO: TERRAPLEN (ADECUADO) ; VERTIDOS: TERRAPLEN (CONTROLANDO HUMEDAD Y GRANULOMETRIA)
RELLENOS	TALUD RECOMENDADO	3 (H) : 2 (V)
	CIMENTACIÓN	B (2,0 m.) ; C
OBSERVACIONES	* COMPROBAR EN OBRA; DISPONER DE 1,0 m CONSTRUIDO BAJO CAPA DE RODADURA	



P.K.		0+000	0+200	0+400	0+600	0+700
ORDENADAS	RASANTE	697.97	697.718	697.484	696.984	696.292
	TERRENO	697.92	697.62	697.14	695.38	694.59

TRAMO	DESMONTE P.K. 0+000 AL P.K. 0+070	RELLENO P.K. 0+070 AL P.K. 0+480	RELLENO P.K. 0+070 AL P.K. 0+480	DESMONTE P.K. 0+480 AL P.K. 0+733
UNIDAD LITOLÓGICA	RELLENO VERTIDO	RELLENO VERTIDO	RELLENO COMPACTADO	RELLENO COMPACTADO
TIERRA VEGETAL	SUBSTRATO MIOCENO		SUBSTRATO MIOCENO	
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA	TOLERABLE *	0,30 m.		0,30 m.
RELEVENOS DESMONTES	TALUD RECOMENDADO	3 (H) : 2 (V)		4 (H) : 3 (V)
	EXCAVABILIDAD	MEDIOS MÉCANICOS		MEDIOS MÉCANICOS
	REUTILIZACIÓN	VERTIDOS: TERRAPLEN (CONTROLANDO HUMEDAD Y GRAN)		MIOCENO: TERRAPLEN (ADECUADO)
	TALUD RECOMENDADO	3 (H) : 2 (V)		3 (H) : 2 (V)
	CIMENTACIÓN	B(2,0 m); C		B(2,0 m); C
OBSERVACIONES	* COMPROBAR EN OBRA ; DISPONER DE 1,0 m CONSTRUIDO BAJO CAPA DE RODADURA			



0+700 0+733.491

TRAMO	DESMONTE P.K. 0+480 AL P.K. 0+733
UNIDAD LITOLÓGICA	SUBSTRATO MIOCENO
TIERRA VEGETAL	
CLASIFICACIÓN DE EXPLANADA	ADECUADO
TALUD RECOMENDADO	4 (H) : 3 (V)
EXCAVABILIDAD	MEDIOS MÉCANICOS
REUTILIZACIÓN	MIOCENO; TERRAPLEN (ADECUADO)
TALUD RECOMENDADO	
CIMENTACIÓN	
OBSERVACIONES	

**ÍNDICE****TOMO I****DOCUMENTO N° 1 – MEMORIA Y ANEJOS****MEMORIA****ANEJOS A LA MEMORIA (1 – 5)**

- ANEJO N° 1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS
- ANEJO N° 2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- ANEJO N° 3. HIDROLOGÍA Y DRENAJE
- ANEJO N° 4. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

TOMO II**ANEJOS A LA MEMORIA (5 – 10)**

- ANEJO N° 5. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO
- ANEJO N° 6. TRAZADO GEOMÉTRICO Y REPLANTEO
- ANEJO N° 7. TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES
- ANEJO N° 8. FIRMES Y PAVIMENTOS
- ANEJO N° 9. PARCELAS AFECTADAS
- ANEJO N° 10. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

TOMO III**DOCUMENTO N° 2 – PLANOS**

- 1. Situación
- 2. Estado actual
- 3. Planta Conjunta
- 4. Planta General de Trazado y Replanteo
- 5. Planta General de Pavimentación
- 6. Perfiles Longitudinales
- 7. Secciones tipo
- 8. Perfiles transversales

9. Drenaje.

- 9.1. Planta de Drenaje. Cuencas
- 9.2. Planta de Drenaje. Usos del Suelo
- 9.3. Planta de drenaje. Cunetas y OTDL

10. Estructuras

- 11. Señalización
 - 11.1. Horizontal
 - 11.2. Vertical
- 12. Parcelas Afectadas
- 13. Planeamiento Urbano
- 14. Servicios Afectados

DOCUMENTO N° 3 – PRESUPUESTO

- MEDICIONES**
- PRESUPUESTO CON MEDICIONES**
- RESUMEN DE PRESUPUESTO**



ANEJO Nº5: PLANEAMIENTO Y TRÁFICO



ÍNDICE

1	PLANEAMIENTO	3
1.	PLANEAMIENTO VIGENTE	3
2.	CLASIFICACIÓN DEL SUELO EN EL AREA DEL PROYECTO	4
3.	TRÁFICO	5
4.	APÉNDICE N°1: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.3-01 “SECTOR NE – EJE PINAR”	6
5.	APÉNDICE N°2: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.4-01 “SECTOR EMPLEO II”	8
6.	APÉNDICE N°3: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.4-02 “SECTOR HUERTA GRANDE”	10
7.	APÉNDICE N°4: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.4-03 “ÁREA DE REPARTO POZUELO OESTE (ARPO)”	12
8.	APÉNDICE N°6: PLANOS DE CALIFICACIÓN DEL SUELO – PGOU POZUELO DE ALARCÓN	14
9.	APÉNDICE N°7: ESTUDIO DE TRÁFICO DE DETALLE DEL NUDO M40 – M513	18
10.	APÉNDICE N°8: ANÁLISIS CONTRIBUCIONES AL TRÁFICO NUEVOS DESARROLLOS	19



1 PLANEAMIENTO

1. PLANEAMIENTO VIGENTE

Las zonas de actuación de las obras recogidas en este anteproyecto se localizan íntegramente en el Término Municipal de Pozuelo de Alarcón, afectando a las autovías y carreteras multicarril M40, M513 y M503.

Con fecha 10 de junio de 2002 y por resolución de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid, se hacen públicos el acuerdo de aprobación definitiva de la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Pozuelo de Alarcón.

Las actuaciones afectan a los siguientes sectores que cuentan con planeamiento de desarrollo (Plan Parcial) aprobado definitivamente por el Pleno del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón:

- UZ-2.3-01. SECTOR NE-EJE PINAR (Ap. Definitiva 24 de abril de 2014)
- UZ-2.4-01. SECTOR EMPLEO II (Ap. Definitiva 25 de julio de 2013)
- UZ-2.4-02. SECTOR HUERTA GRANDE (Ap. Definitiva 25 de julio de 2013)
- UZ-2.4-03. ÁREA DE REPARTO POZUELO OESTE (Ap. Definitiva 23 de enero de 2008)

En las siguientes imágenes se recoge la ordenación de cada uno de estos sectores de acuerdo a la información existente en el visor de planeamiento urbanístico de la Comunidad de Madrid (SIT).

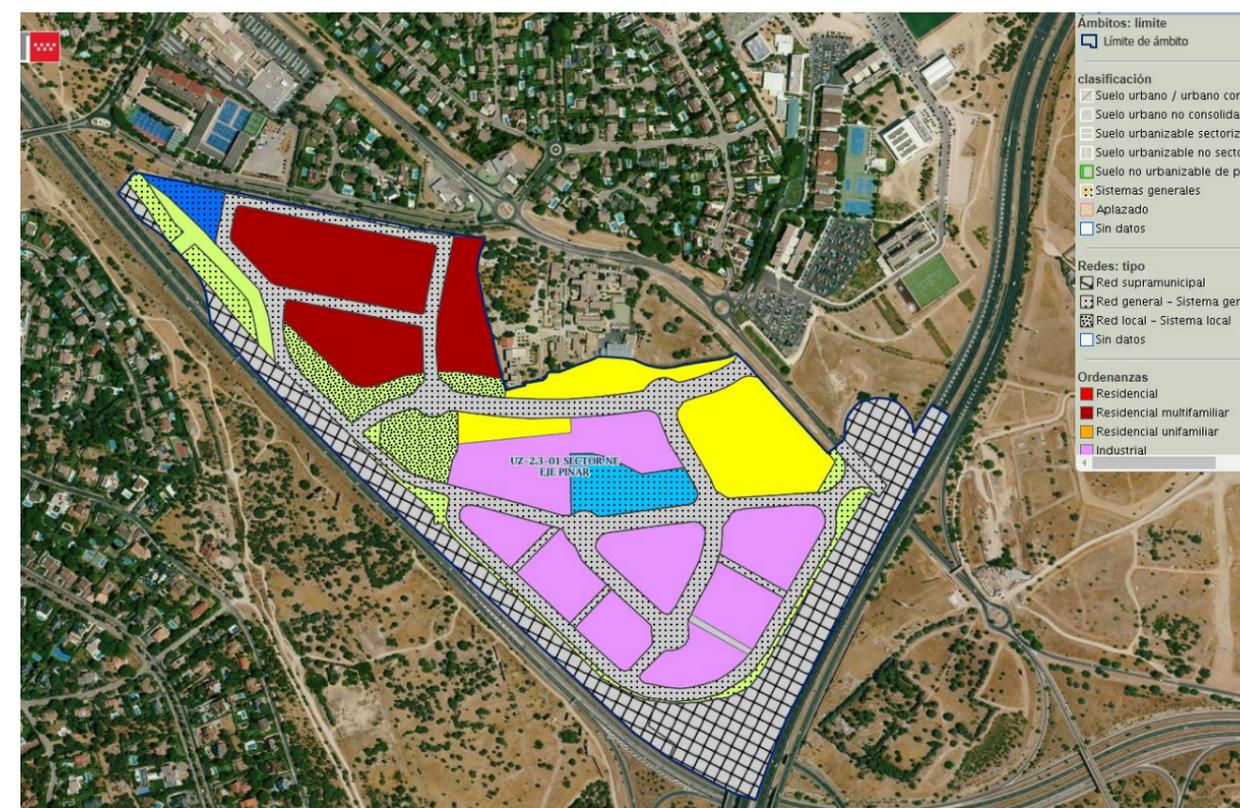
El visor web SIT de la Comunidad de Madrid permite consultar la información del Planeamiento Urbanístico vigente, tanto el planeamiento general como los desarrollos y sus respectivas modificaciones, con la fecha de aprobación definitiva que se recoge en la cabecera y correspondiente a los 179 municipios de la Comunidad de Madrid, bien accediendo al documento escaneado de aprobación definitiva o bien consultando directamente sobre el Mapa.

Los Mapas se han realizado a partir del contenido de los Documentos incluidos en la Base de Datos del Sistema Informático Urbanístico Regional o de información obtenida directamente en los Ayuntamientos, a los cuales se agradece su colaboración. Para su representación gráfica se han

homogeneizado las distintas clasificaciones recogidas en cada documento de planeamiento, según las clases de suelo determinadas por la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid.

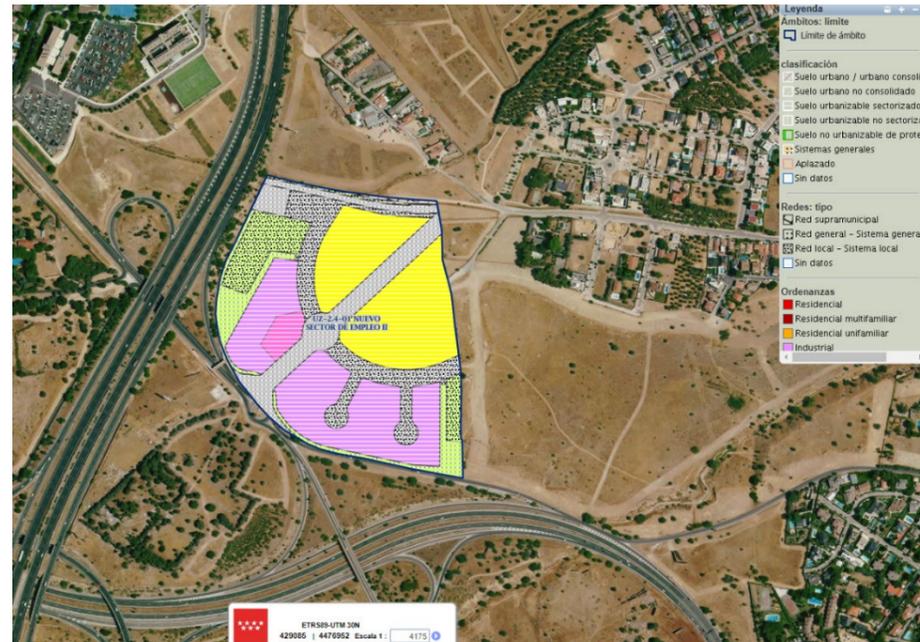
- UZ-2.3-01. SECTOR NE-EJE PINAR (Ap. Definitiva 24 de abril de 2014)

El presente anteproyecto recoge la definición del puente sobre la carretera M503 que permite la conexión de los sectores UZ-2.3-01 y UZ-2.4-03, ajustando la misma a los suelos destinados a tal efecto por el planeamiento de ambos sectores.



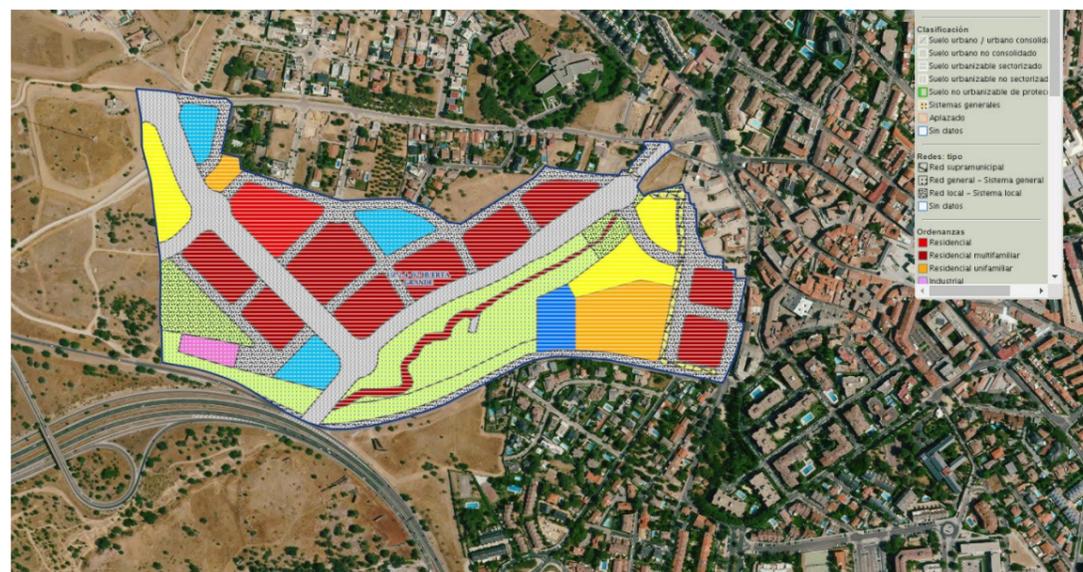
- UZ-2.4-01. SECTOR EMPLEO II (Ap. Definitiva 25 de julio de 2013)

El presente anteproyecto recoge la definición de los viales de conexión y duplicación del puente sobre la carretera M503 que permite la conexión de los sectores UZ-2.4-01 y UZ-2.4-03, ajustando la misma a los suelos destinados a tal efecto por el planeamiento de ambos sectores.



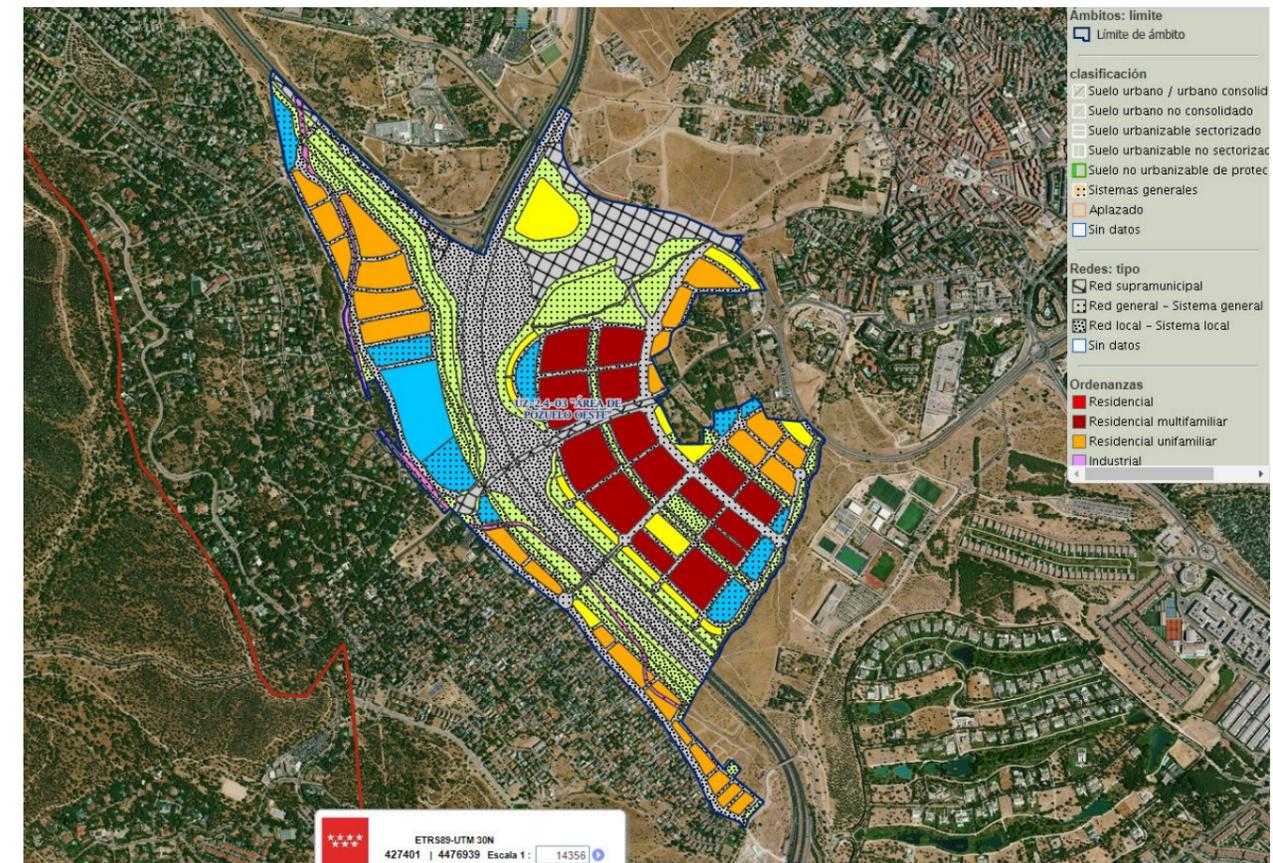
- UZ-2.4-02. SECTOR HUERTA GRANDE (Ap. Definitiva 25 de julio de 2013)

El presente anteproyecto recoge la definición de los viales de conexión y duplicación del puente sobre la carretera M503 que permite la conexión de los sectores UZ-2.4-02 y UZ-2.4-03, ajustando la misma a los suelos destinados a tal efecto por el planeamiento de ambos sectores, sin conexión directa con la carretera M503.



- UZ-2.4-03. ÁREA DE REPARTO POZUELO OESTE (Ap. Definitiva 23 de enero de 2008)

Todas las actuaciones planteadas afectan a suelos situados en el interior del Área de Reparto de Pozuelo Oeste ajustando las actuaciones a los suelos destinados a tal efecto por el planeamiento del sector.



2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO EN EL AREA DEL PROYECTO

El uso del suelo de las parcelas que rodean las actuaciones objeto del anteproyecto se detalla en los Planos de Calificación y Regularización del Suelo del PGOU. Plano 5, hojas 2.4, 2.5, 3.4, 3.5.

Los suelos afectados por las actuaciones recogidas en el presente anteproyecto tienen la siguiente calificación :



- Red Local Viario
- Red General Viario
- Red Supramunicipal de Infraestructuras
- Red General Espacio Libre de Transición

Así mismo las dos pasarelas planteadas en el anteproyecto afectan a suelos calificados como red general de zonas verdes y red local de zona verde, al ser su función la conexión peatonal entre las zonas verdes planteadas por el planeamiento.

En el Apéndice 1 del presente anejo se adjuntan los planos de calificación del suelo de los sectores.

La extensión de la ocupación de estos terrenos necesaria para la construcción de las obras de las diferentes actuaciones recogidas en el presente anteproyecto se recoge en el correspondiente anejo de parcelas afectadas.

Una vez aprobados definitivamente los proyectos de reparcelación de los diferentes sectores a las que dan servicio (que ya cuentan con plan parcial aprobado definitivamente) e inscritas las redes de viario público y redes generales y locales a nombre del ayuntamiento podrán ejecutarse las obras sin ser necesaria la expropiación de los suelos.

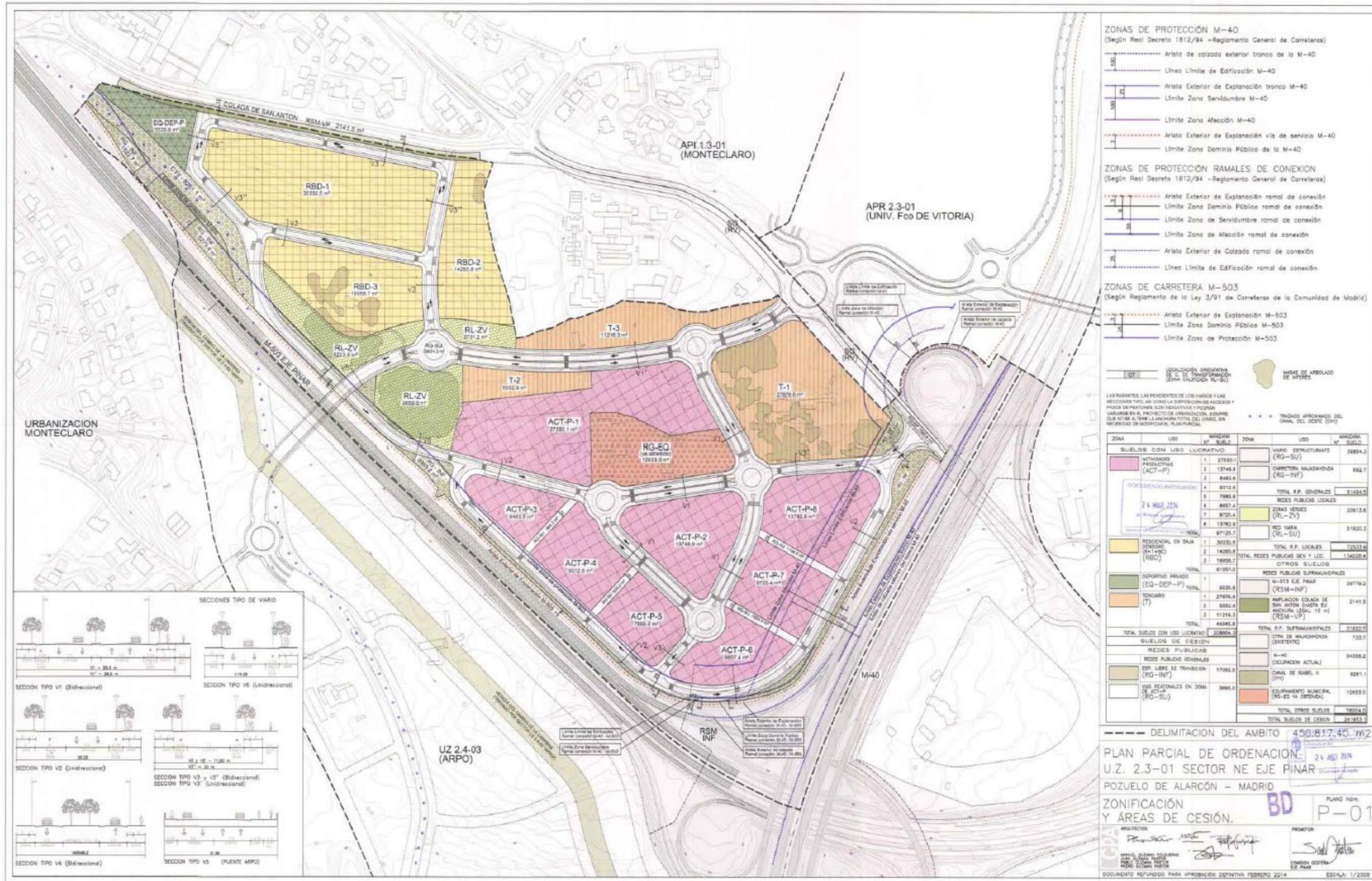
3. TRÁFICO

Se incorpora como apéndice nº7 del presente Anejo el estudio de tráfico de detalle del enlace de la M40 con la M513, en el que se analizan los niveles de servicio en los elementos que conforman el enlace, en los diferentes horizontes estudiados.

Se incorpora como apéndice nº8 del presente Anejo el estudio de las contribuciones a la carga futura del tráfico con O/D en Boadilla del Monte, en ARPO y en el resto de los sectores de desarrollo contemplados por el PGOU de Pozuelo de Alarcón, de acuerdo a la información recogida en el estudio de tráfico redactado por la empresa TMA..

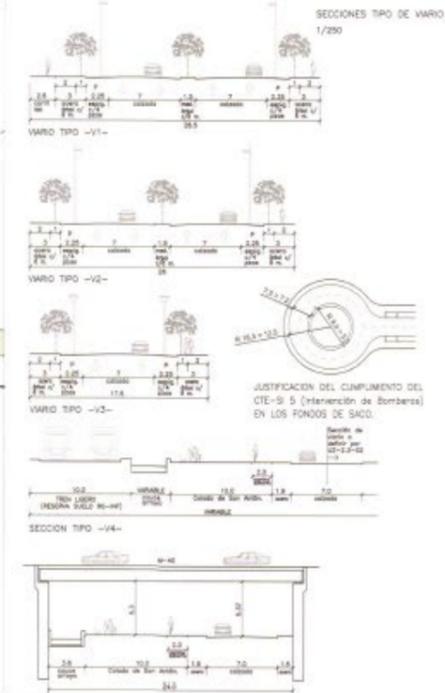
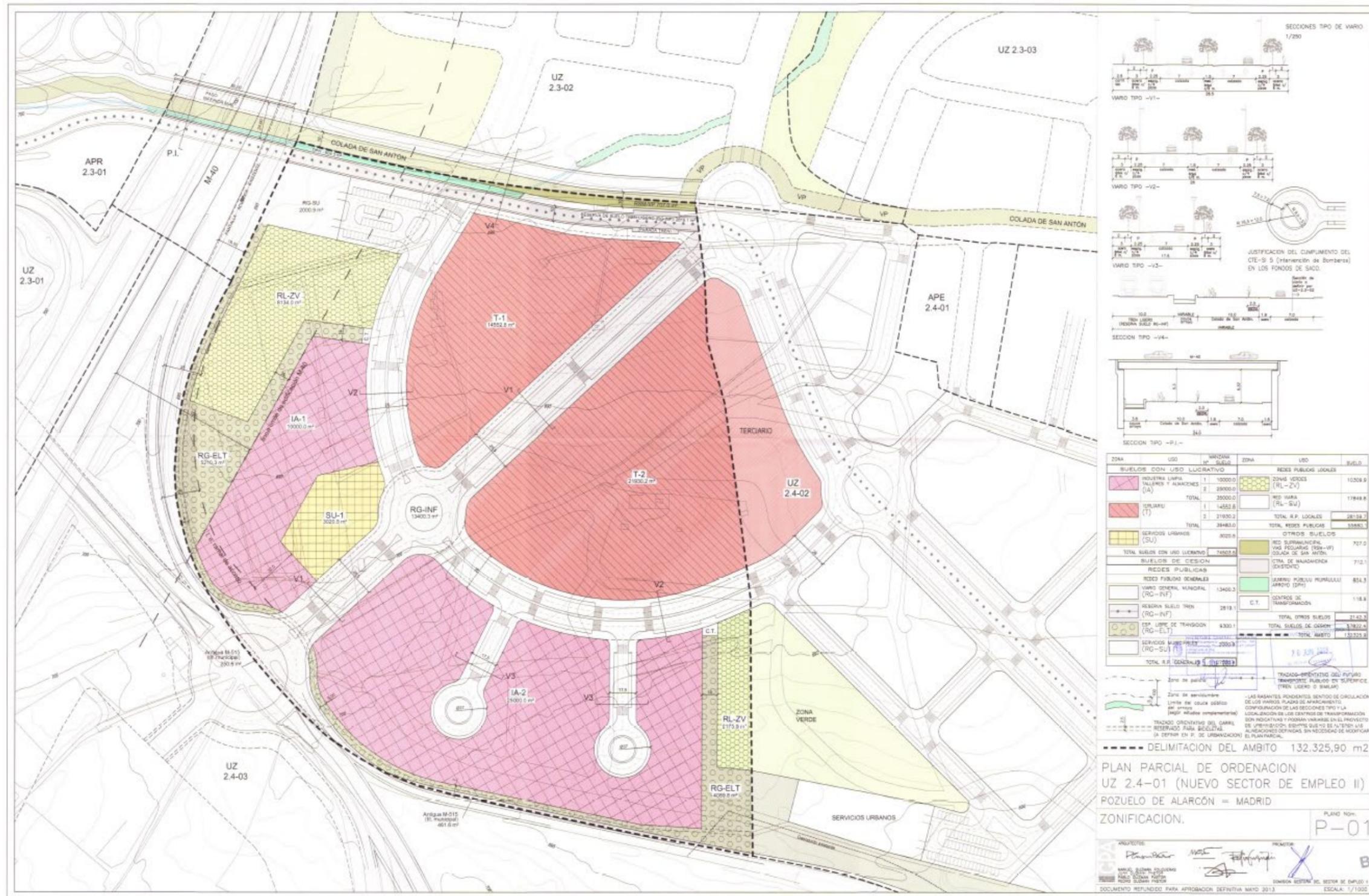


4. APÉNDICE N°1: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.3-01 "SECTOR NE – EJE PINAR"





5. APÉNDICE N°2: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.4-01 "SECTOR EMPLEO II"



ZONA	USO	INDICADOR	USO	INDICADOR	USO
SUELOS CON USO LUCRATIVO			REDES PUBLICAS LOCALES		
INDUSTRIA LIGERA, TALLERES Y ARMAZONES (IA)	1	10000.0	ZONAS VERDES (RL-ZV)		10208.9
URBANO (U)	2	29000.0	RED NARRA (RL-SU)		17848.8
TOTAL		39000.0	TOTAL R.P. LOCALES		28057.7
RESERVA (R)	1	14552.8	TOTAL REDES PUBLICAS		55865.5
TOTAL		21950.2	OTROS SUELOS		
TOTAL SUELOS CON USO LUCRATIVO		39000.0	RESERVA PARA SUELOS VERDES (RSV-V)		757.0
SUELOS DE RESERVA			COLADA DE SAN ANTON (EXISTENTE)		712.1
REDES PUBLICAS GENERALES			USO PUBLICO MUNICIPAL (UPM)		854.3
VARIO GENERAL MUNICIPAL (RG-PM)		13400.2	ARROYO (AR)		118.8
RESERVA SUELO TRIN (RG-TR)		2819.1	C.T.		
ESP. LIMITE DE TRANSICION (RG-ELT)		4300.1	TOTAL OTROS SUELOS		2142.2
SERVICIOS MUNICIPALES (RG-SU)		2000.9	TOTAL SUELOS DE OBRAS		17822.4
TOTAL R.P. GENERALES		119700.3	TOTAL ABERTO		132325.8

DELIMITACION DEL AMBITO 132.325,90 m²

PLAN PARCIAL DE ORDENACION UZ 2.4-01 (NUEVO SECTOR DE EMPLEO II) POZUELO DE ALARCÓN = MADRID

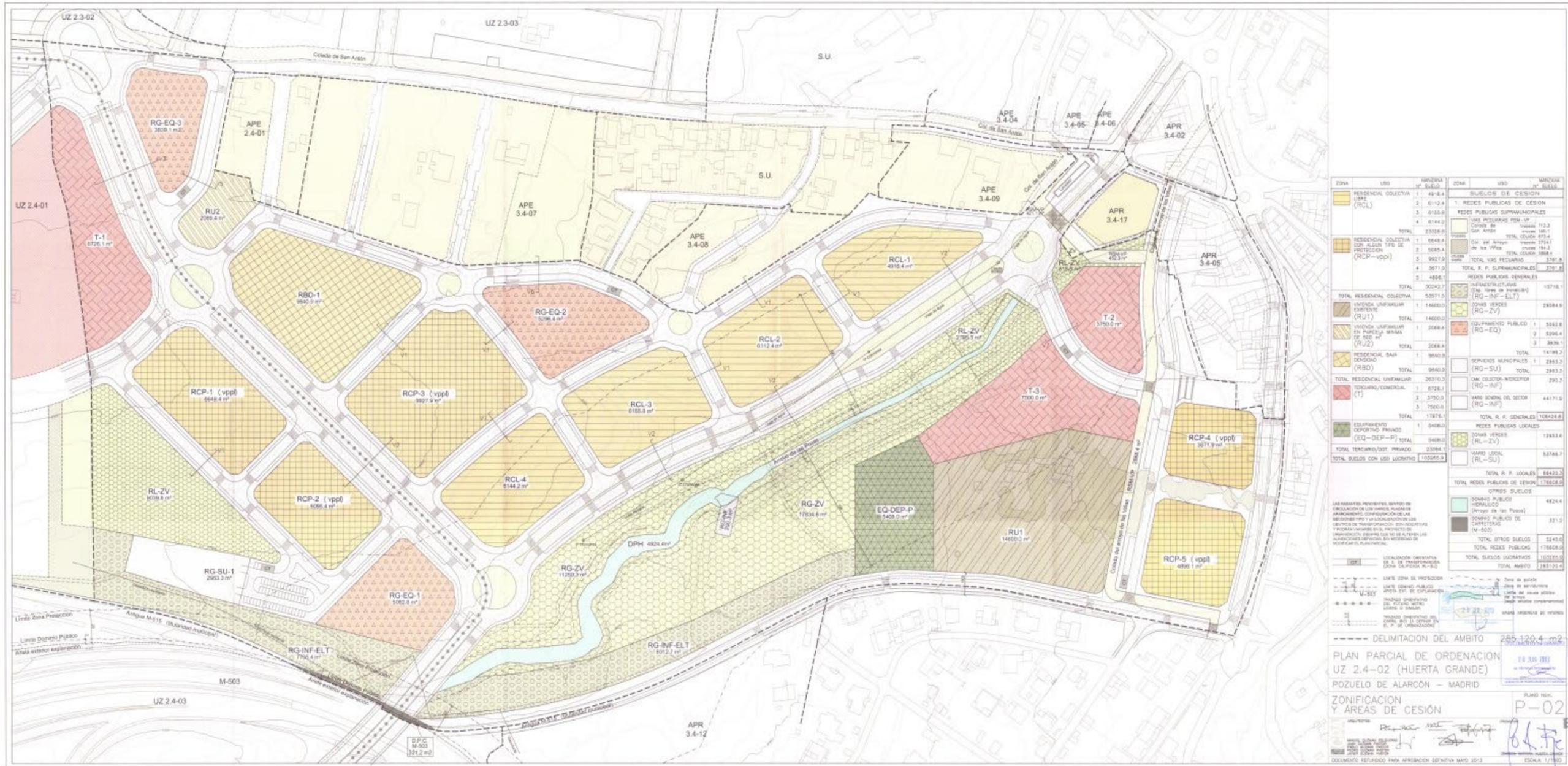
ZONIFICACION. PLANO N.º P-01

ANÁLISIS: [Signature]
 DISEÑO: [Signature]
 VERIFICACIÓN: [Signature]

DOCUMENTO REFUNDIDO PARA APROBACIÓN DEFINITIVA MAYO 2013 ESCALA: 1/1000



6. APÉNDICE N°3: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.4-02 "SECTOR HUERTA GRANDE"



ZONA	USO	METROS CUADROS	ZONA	USO	METROS CUADROS
RESIDENCIAL COLECTIVA (RCL)	1	4818.4	REDES PÚBLICAS DE CESIÓN		
	2	6113.4	REDES PÚBLICAS SUPRAMUNICIPALES		
	3	6158.8	VÍAS PÚBLICAS RSM-UP		
	4	6144.0	Carreteras	1	113.3
			Carreteras	2	180.1
			Carreteras	3	184.2
			Carreteras	4	184.2
			Carreteras	5	184.2
			Carreteras	6	184.2
			Carreteras	7	184.2
			Carreteras	8	184.2
			Carreteras	9	184.2
			Carreteras	10	184.2
			Carreteras	11	184.2
			Carreteras	12	184.2
			Carreteras	13	184.2
			Carreteras	14	184.2
			Carreteras	15	184.2
			Carreteras	16	184.2
			Carreteras	17	184.2
			Carreteras	18	184.2
			Carreteras	19	184.2
			Carreteras	20	184.2
			Carreteras	21	184.2
			Carreteras	22	184.2
			Carreteras	23	184.2
			Carreteras	24	184.2
			Carreteras	25	184.2
			Carreteras	26	184.2
			Carreteras	27	184.2
			Carreteras	28	184.2
			Carreteras	29	184.2
			Carreteras	30	184.2
			Carreteras	31	184.2
			Carreteras	32	184.2
			Carreteras	33	184.2
			Carreteras	34	184.2
			Carreteras	35	184.2
			Carreteras	36	184.2
			Carreteras	37	184.2
			Carreteras	38	184.2
			Carreteras	39	184.2
			Carreteras	40	184.2
			Carreteras	41	184.2
			Carreteras	42	184.2
			Carreteras	43	184.2
			Carreteras	44	184.2
			Carreteras	45	184.2
			Carreteras	46	184.2
			Carreteras	47	184.2
			Carreteras	48	184.2
			Carreteras	49	184.2
			Carreteras	50	184.2
			Carreteras	51	184.2
			Carreteras	52	184.2
			Carreteras	53	184.2
			Carreteras	54	184.2
			Carreteras	55	184.2
			Carreteras	56	184.2
			Carreteras	57	184.2
			Carreteras	58	184.2
			Carreteras	59	184.2
			Carreteras	60	184.2
			Carreteras	61	184.2
			Carreteras	62	184.2
			Carreteras	63	184.2
			Carreteras	64	184.2
			Carreteras	65	184.2
			Carreteras	66	184.2
			Carreteras	67	184.2
			Carreteras	68	184.2
			Carreteras	69	184.2
			Carreteras	70	184.2
			Carreteras	71	184.2
			Carreteras	72	184.2
			Carreteras	73	184.2
			Carreteras	74	184.2
			Carreteras	75	184.2
			Carreteras	76	184.2
			Carreteras	77	184.2
			Carreteras	78	184.2
			Carreteras	79	184.2
			Carreteras	80	184.2
			Carreteras	81	184.2
			Carreteras	82	184.2
			Carreteras	83	184.2
			Carreteras	84	184.2
			Carreteras	85	184.2
			Carreteras	86	184.2
			Carreteras	87	184.2
			Carreteras	88	184.2
			Carreteras	89	184.2
			Carreteras	90	184.2
			Carreteras	91	184.2
			Carreteras	92	184.2
			Carreteras	93	184.2
			Carreteras	94	184.2
			Carreteras	95	184.2
			Carreteras	96	184.2
			Carreteras	97	184.2
			Carreteras	98	184.2
			Carreteras	99	184.2
			Carreteras	100	184.2

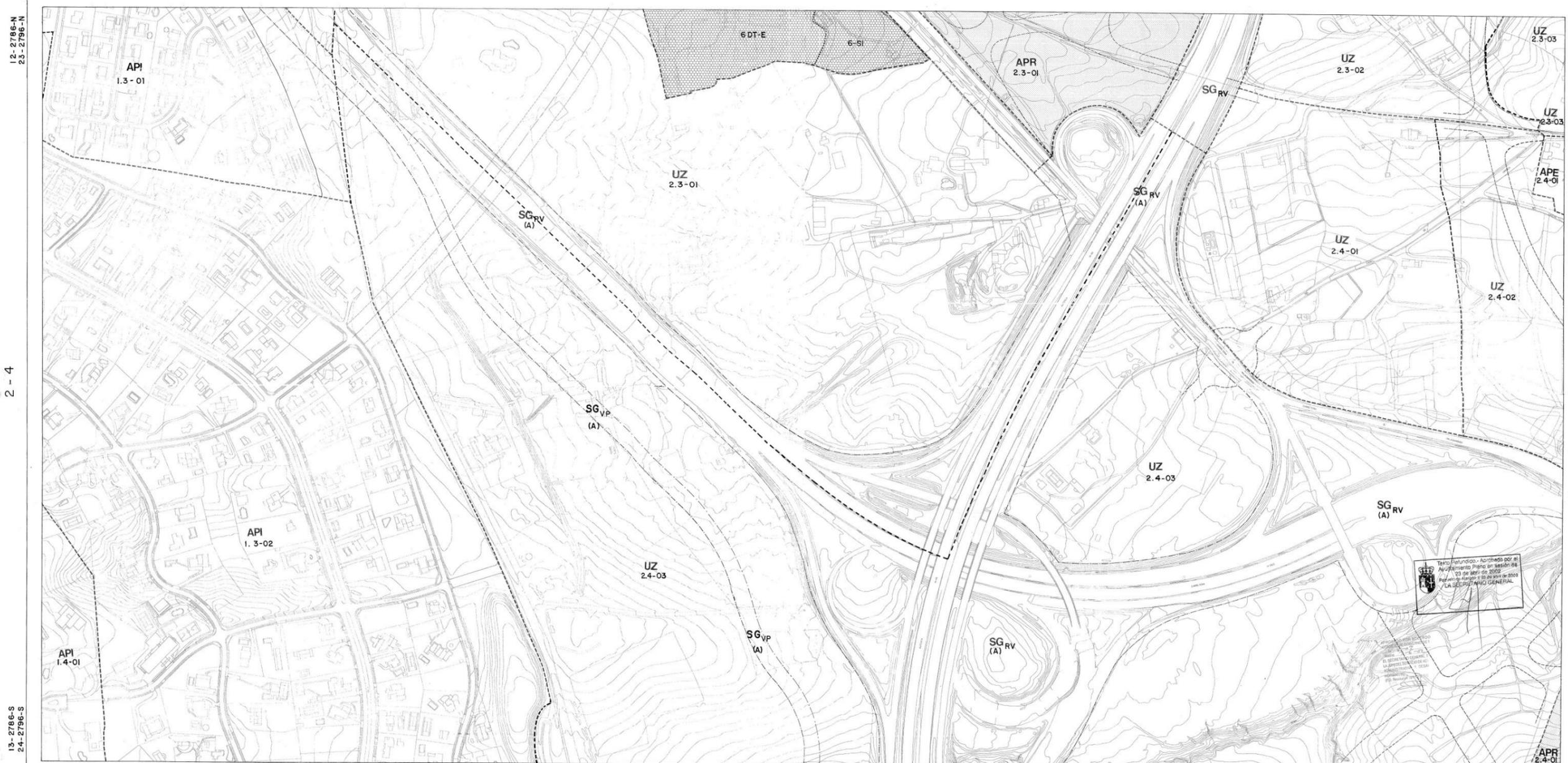


7. APÉNDICE N°4: ORDENACIÓN DEL SECTOR UZ 2.4-03 “ÁREA DE REPARTO POZUELO OESTE (ARPO)”





8. APÉNDICE N°6: PLANOS DE CALIFICACIÓN DEL SUELO – PGOU POZUELO DE ALARCÓN



12-2786-N
23-2796-N

2-4

13-2786-S
24-2796-S

Texto Redundante - Aprobado por el Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón el 20 de abril de 2002. Redundante Alarcón el 15 de mayo de 2003. LA SECRETARÍA GENERAL

APR 2.4-01

DELIMITACIONES Y ALINEACIONES	
-----	LÍMITE DE TÉRMINO MUNICIPAL
-----	LÍMITE DE NORMA ZONAL
-----	LÍMITE DE ÁREAS
-----	LÍMITE DE SISTEMA GENERAL ADSCRITO
-----	ALINEACIÓN OFICIAL
-----	ALINEACIÓN INDICATIVA

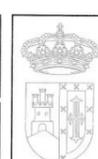
NORMAS ZONALES			
1	MANZANA CERRADA	7	ZONAS VERDES
2	BLOQUE ABIERTO	APE	ÁREA DE PLANEAMIENTO ESPECÍFICO
3	VOLUMETRÍA ESPECÍFICA	APR	ÁREA DE PLANEAMIENTO REMITIDO
4	VIVIENDA UNIFAMILIAR	API	ÁREA DE PLANEAMIENTO INCORPORADO
5	INDUSTRIAL		
6	DOTACIONAL		

SISTEMA GENERAL	
SG	SISTEMA GENERAL

DOTACIONAL			
DT	DOTACIONAL PÚBLICO	SU	SERVICIOS URBANOS
DT	DOTACIONAL PRIVADO	S	SERVICIOS DE LA ADMINISTRACIÓN
E	EDUCACIÓN	S	OTROS SERVICIOS URBANOS
C	CULTURAL	D	DEFENSA
S	SALUD Y BIENESTAR SOCIAL	C	CEMENTERIOS
D	DEPORTE Y OCIO		
R	RELIGIOSO		
S	SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS		

SUELO URBANIZABLE	
UZ	URBANIZABLE

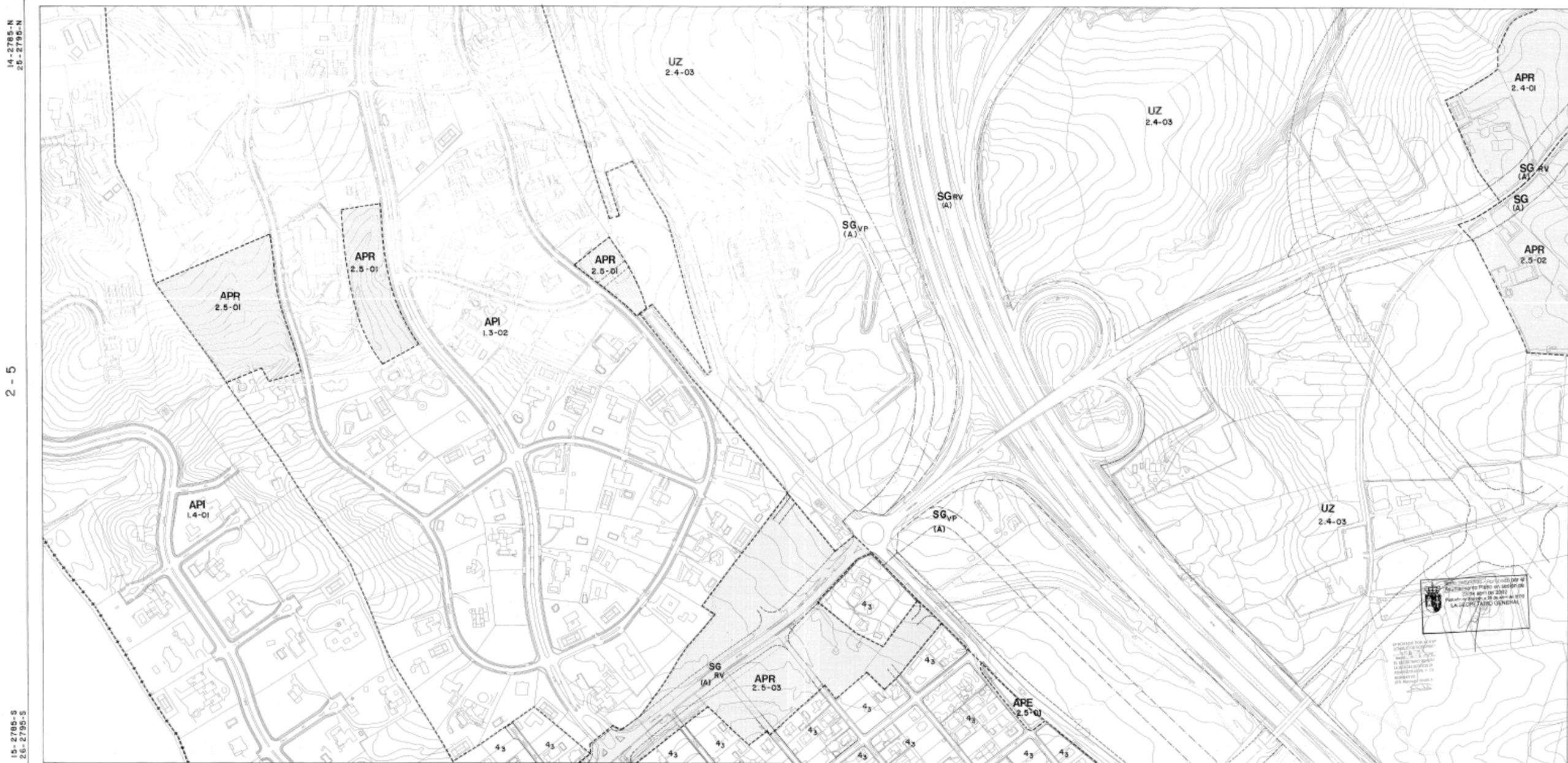
SUELO NO URBANIZABLE	
NUP (I)	NO URBANIZABLE PROTEGIDO - INFRAESTRUCTURAS
NUP (F)	NO URBANIZABLE PROTEGIDO - FORESTAL



REVISIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA POZUELO DE ALARCÓN

SERVICIO DE PLANEAMIENTO Y GESTIÓN URBANÍSTICA DEL AYUNTAMIENTO DE POZUELO DE ALARCÓN

DOCUMENTO APROBACIÓN DEFINITIVA			
CALIFICACIÓN Y REGULACIÓN DEL SUELO			
ESCALA 1:2.000			
FECHA FEBRERO 2002			
HOJA CATASTRAL 2786-N 2796-N 2786-S 2796-S			



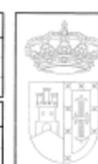
DELIMITACIONES Y ALINEACIONES	
-----	UMITE DE TERMINO MUNICIPAL
-----	UMITE DE NORMA ZONAL
-----	UMITE DE AREAS
-----	UMITE DE SISTEMA GENERAL ADSCRITO
-----	ALINEACION OFICIAL
-----	ALINEACION INDICATIVA

NORMAS ZONALES		
1	MANZANA CERRADA	7 ZONAS VERDES
2	BLOQUE ABIERTO	APE AREA DE PLANEAMIENTO ESPECIFICO
3	VOLUMETRIA ESPECIFICA	APR AREA DE PLANEAMIENTO REMITIDO
4	VIVIENDA UNIFAMILIAR	API AREA DE PLANEAMIENTO INCORPORADO
5	INDUSTRIAL	
6	DOTACIONAL	

SISTEMA GENERAL	
SG	SISTEMA GENERAL

DOTACIONAL	
DT	DOTACIONAL PUBLICO
DT	DOTACIONAL PRIVADO
E	EDUCACION
C	CULTURAL
S	SALUD Y BIENESTAR SOCIAL
D	DEPORTE Y OJO
R	RELIGIOSO
SI	SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS BASICAS
SU	SERVICIOS URBANOS
A	SERVICIOS DE LA ADMINISTRACION
S	OTROS SERVICIOS URBANOS
D	DEFENSA
C	CEMENTERIOS

SUELO URBANIZABLE	
UZ	URBANIZABLE
SUELO NO URBANIZABLE	
NUP (I)	NO URBANIZABLE PROYECTO - INFRAESTRUCTURAS
NUP (F)	NO URBANIZABLE PROYECTOS - FORESTAL



REVISION Y ADAPTACION DEL PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA POZUELO DE ALARCÓN

PROINTEC

SERVICIO DE PLANEAMIENTO Y GESTION URBANISTICA DEL AYUNTAMIENTO DE POZUELO DE ALARCÓN

DOCUMENTO APROBACION DEFINITIVA

COMPROBACION DE COINCIDENCIA

CALIFICACION Y REGULACION

PLANO Nº 2.5

21 MAY 2002 DEL SUELO

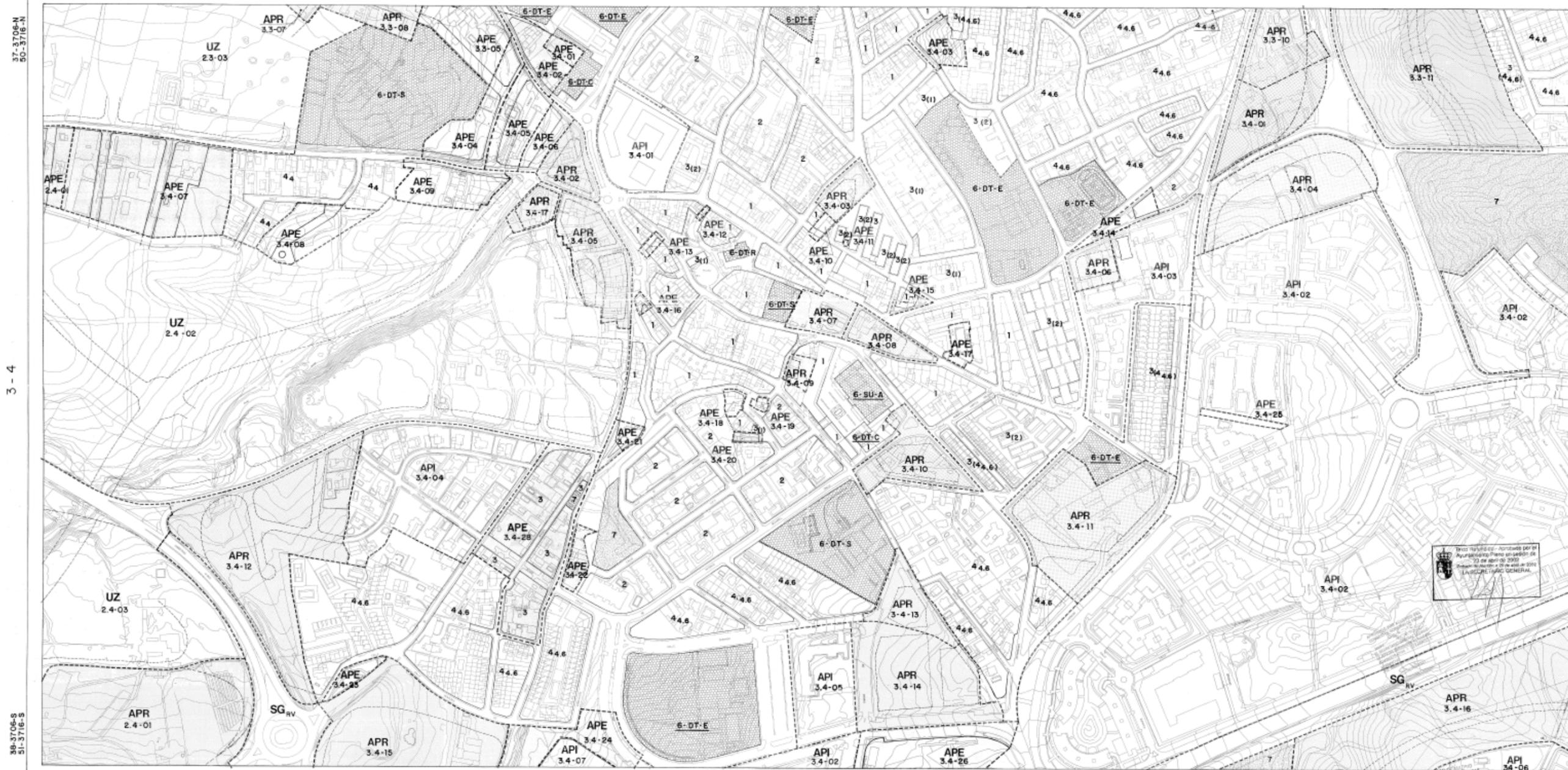
ESCALA 1:2.000

FECHA FEBRERO 2002

INDIA CATASTRAL

2785-N | 2785-S | 2795-S

2.5



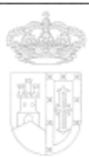
DELIMITACIONES Y ALINEACIONES	
-----	LÍMITE DE TÉRMINO MUNICIPAL
-----	LÍMITE DE NORMA ZONAL
-----	LÍMITE DE ÁREAS
-----	LÍMITE DE SISTEMA GENERAL ADSCRITO
-----	ALINEACIÓN OFICIAL
-----	ALINEACIÓN INDICATIVA

NORMAS ZONALES		
1	MANZANA CERRADA	7 ZONAS VERDES
2	BLOQUE ABIERTO	APE ÁREA DE PLANEAMIENTO ESPECÍFICO
3	VOLUMETRÍA ESPECÍFICA	APR ÁREA DE PLANEAMIENTO REMITIDO
4	VIVIENDA UNIFAMILIAR	API ÁREA DE PLANEAMIENTO INCORPORADO
5	INDUSTRIAL	
6	DOTACIONAL	

SISTEMA GENERAL	
SG	SISTEMA GENERAL

DOTACIONAL	
DT	DOTACIONAL PÚBLICO
DT	DOTACIONAL PRIVADO
E	EDUCACIÓN
C	CULTURAL
S	SALUD Y BIENESTAR SOCIAL
D	DEPORTE Y Ocio
R	RELIGIOSO
SU	SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS
SU	SERVICIOS URBANOS
A	SERVICIOS DE LA ADMINISTRACIÓN
S	OTROS SERVICIOS URBANOS
D	DEFENSA
C	CENETERIOS

SUELO URBANIZABLE	
UZ	URBANIZABLE
SUELO NO URBANIZABLE	
NUP (I)	NO URBANIZABLE PROTEGIDO - MINICRISTALINO
NUP (F)	NO URBANIZABLE PROTEGIDO - FORESTAL



REVISIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA POZUELO DE ALARCÓN

SERVICIO DE PLANEAMIENTO Y GESTIÓN URBANÍSTICA DEL AYUNTAMIENTO DE POZUELO DE ALARCÓN

DOCUMENTO APROBACIÓN DEFINITIVA

CALIFICACIÓN Y REGULACIÓN DEL SUELO

ESCALA 1:2.000

FECHA FEBRERO 2002

HOJA CATASTRAL 3706-N 3716-N 3706-S 3716-S

3.4



9. APÉNDICE N°7: ESTUDIO DE TRÁFICO DE DETALLE DEL NUDO M40 – M513



**Estudio de tráfico de la remodelación del
enlace de la M-513 con la M-40
(Pozuelo de Alarcón, Madrid)**

Marzo 2021

ÍNDICE

1. Objeto del estudio	12
2. Caracterización del nuevo enlace y de los desarrollos previstos	16
3. Caracterización del entorno urbano. Oferta de transporte	26
3.1. Características del viario.....	26
3.2. Características de la oferta de transporte público.....	27
4. Caracterización de la demanda de transporte en el ámbito.....	32
4.1. Análisis de la movilidad en la situación actual. Caracterización de la Movilidad según la edM2018 32	
4.1.1. Empleo y población en el entorno	33
4.1.2. Características de la movilidad generada y atraída	34
4.2. Caracterización del tráfico.....	36
4.2.1. Publicaciones.....	37
4.2.2. Campaña de Aforos	40
4.2.3. Aforos Dirección General de Tráfico	43
5. Tráfico en la situación actual	46
5.1. Modelo de red viaria	47
5.2. Demanda de transportes. Escenarios.....	49
5.3. Procedimiento de asignación	49
6. Caracterización de la oferta y la demanda futura	55
6.1. Estimación de la demanda de movilidad futura.....	55
6.2. Escenarios - red viaria futura.....	59
7. Tráfico en la situación futura.....	69
7.1. Prognosis de tráfico	70
8. Niveles de servicio	94

8.1. Enlace proyectado	94
8.2. Tronco M-40	106
9. Conclusiones	107
ANEJO I. Estudio Informativo	119
ANEJO II. Líneas de transporte público	123
ANEJO III. Caracterización de la movilidad generada y atraída	132
ANEJO IV. Estaciones de aforo	151
ANEJO V. Campaña de aforos.....	156
ANEJO VI. Modelo de transportes.....	196
ANEJO VII. Modelo de estimación de la demanda futura	198
ANEJO VIII. Metodología de cálculo de niveles de servicio.....	210
ANEJO IX. Resultados niveles de servicio	216

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Remodelación del enlace entre la M-513 y la M-40. Estudio Informativo.	12
Figura 2. Propuesta de diseño. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40	13
Figura 3. Situación actual. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40	16
Figura 4. Propuesta de diseño. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40	17
Figura 5. Desarrollos previstos colindantes con la M-40	18
Figura 6. Sector APR 2.06-02 (Montegancedo). Localización	19
Figura 7. Sector UZ 2.4-03 (ARPO). Localización	20
Figura 8. Sector UZ 2.3-01 (Eje Pinar). Localización	22
Figura 9. Sector UZ 2.4-01 (Sector Empleo II). Localización	23
Figura 10. Sector UZ 2.4-02 (Huerta Grande). Localización	24
Figura 11. Viario de acceso.....	26
Figura 12. Red de transportes Pozuelo de Alarcón (Consortio Regional de Transportes)	28
Figura 13. Oferta de transporte. Autobuses urbanos	30
Figura 14. Oferta de transporte. Autobuses Interurbanos	30
Figura 15. Metro Ligero	31
Figura 16. Zonificación de Transportes en el entorno del desarrollo	32
Figura 17. Generación de viajes por motivo	35
Figura 18. Viajes generados. Reparto modal	35
Figura 19. Distribución horaria de los viajes generados	35
Figura 20. Atracción de viajes por motivo.....	36
Figura 21. Viajes atraídos. Reparto modal	36
Figura 22. Distribución horaria de los viajes atraídos	36
Figura 23. Mapa de Tráfico. Estaciones de aforo	37
Figura 24. Distribución horaria M-709	39
Figura 25. Distribución horaria M-122-0.....	39
Figura 26. Localización puntos de aforo.....	41
Figura 27. Distribución horaria PK 36. Comparativa 2019 - 2020	43
Figura 28. Distribución horaria PK 45. Comparativa 2019 - 2020	44
Figura 29. Distribución horaria 2019.....	45
Figura 30. Grafo de la red viaria en el escenario base. Arcos según velocidades de circulación	48
Figura 31. Intensidad horaria situación actual hora punta de la mañana (8:00)	51

Figura 32. Intensidad horaria situación actual hora punta de la mañana (8:00). Enlace M-513 – M-40	52
Figura 33. Intensidad horaria situación actual hora punta de la tarde (17:00).	53
Figura 34. Intensidad horaria situación actual hora punta de la tarde (17:00). Enlace M-513 – M-40	54
Figura 35. Acceso Montegancedo	59
Figura 36. Propuesta de diseño. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40	60
Figura 37. Red viaria. Escenario base	62
Figura 38. Red viaria. Escenario Base - Viario Montegancedo	63
Figura 39. Red viaria. Remodelación del enlace de la M-513 con la M-40	64
Figura 40. Red viaria. Modificaciones en el viario, año 2045	65
Figura 41. Redistribución del tráfico por el paso inferior M-503. Hora punta de la mañana (8:00), 2025	67
Figura 42. Redistribución del tráfico por el paso inferior M-503 - Glorieta. Hora punta de la mañana (8:00), 2025	68
Figura 43. Tráfico – PIB – Población	71
Figura 44. Prognosis de tráfico	71
Figura 45 Intensidad horaria situación base año 2025 hora punta de mañana (8:00)	72
Figura 46 Intensidad horaria situación base año 2025 hora punta de mañana (8:00), enlace M-513 – M-40	73
Figura 47 Intensidad horaria remodelación del enlace M-513 – M-40, año 2025 hora punta de mañana (8:00)	74
Figura 48 Intensidad horaria remodelación del enlace M-513 – M-40, año 2025 hora punta de mañana (8:00). Ámbito de actuación	75
Figura 49 Intensidad horaria situación base año 2025 hora punta de tarde (17:00)	76
Figura 50 Intensidad horaria situación base año 2025 hora punta de tarde (17:00), enlace M-513 – M-40	77
Figura 51 Intensidad horaria remodelación del enlace M-513 – M-40, año 2025 hora punta de tarde (17:00)	78
Figura 52 Intensidad horaria remodelación del enlace M-513 – M-40, año 2025 hora punta de tarde (17:00). Ámbito de actuación	79
Figura 53 Intensidad horaria situación base año 2045 hora punta de mañana (8:00)	80
Figura 54 Intensidad horaria situación base año 2045 hora punta de mañana (8:00), enlace M-513 – M-40	81
Figura 55 Intensidad horaria nuevo viario, año 2045 hora punta de mañana (8:00)	82

Figura 56 Intensidad horaria nuevo viario, año 2045 hora punta de mañana (8:00). Enlace M-513 – M-40	83
Figura 57 Intensidad horaria nuevo viario y sectores urbanizables, año 2045 hora punta de mañana (8:00)	84
Figura 58 Intensidad horaria nuevo viario y sectores urbanizables, año 2045 hora punta de mañana (8:00). Enlace M-513 – M-40	85
Figura 59 Intensidad horaria situación base año 2045 hora punta de tarde (17:00)	86
Figura 60 Intensidad horaria situación base año 2045 hora punta de tarde (17:00), enlace M-513 – M-40	87
Figura 61 Intensidad horaria nuevo viario, año 2045 hora punta de tarde (17:00)	88
Figura 62 Intensidad horaria nuevo viario, año 2045 hora punta de tarde (17:00). Enlace M-513 – M-40	89
Figura 63 Intensidad horaria nuevo viario y sectores urbanizables, año 2045 hora punta de tarde (17:00)	90
Figura 64 Intensidad horaria nuevo viario y sectores urbanizables, año 2045 hora punta de tarde (17:00). Enlace M-513 – M-40	91
Figura 65. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40	93
Figura 66 Niveles de servicio en función de la demora. HPM (8:00 horas). Escenario base 2025.	96
Figura 67 Niveles de servicio en función de la demora. HPM (8:00 horas). Remodelación enlace 2025.	96
Figura 68 Niveles de servicio en función de la demora. HPT (17:00 horas). Escenario base 2025.	97
Figura 69 Niveles de servicio en función de la demora. HPT (17:00 horas). Remodelación enlace 2025.	97
Figura 70 Niveles de servicio en función de la demora. HPM (8:00 horas). Escenario base 2045.	98
Figura 71 Niveles de servicio en función de la demora. HPM (8:00 horas). Modificaciones en el viario 2045	98
Figura 72 Niveles de servicio en función de la demora. HPM (8:00 horas). Modificaciones en el viario y nuevos desarrollos 2045.	99
Figura 73 Niveles de servicio en función de la demora. HPT (17:00 horas). Escenario base 2045.	99
Figura 74 Niveles de servicio en función de la demora. HPT (17:00 horas). Modificaciones en el viario 2045	100
Figura 75 Niveles de servicio en función de la demora. HPT (17:00 horas). Modificaciones en el viario y nuevos desarrollos 2045	100
Figura 76 Niveles de servicio en función de la densidad. HPM (8:00 horas). Escenario base 2025. ..	101

Figura 77 Niveles de servicio en función de la densidad. HPM (8:00 horas). Remodelación enlace 2025.....	101
Figura 78 Niveles de servicio en función de la densidad. HPT (17:00 horas). Escenario base 2025...	102
Figura 79 Niveles de servicio en función de la densidad. HPT (17:00 horas). Remodelación enlace 2025.....	102
Figura 80 Niveles de servicio en función de la densidad. HPM (8:00 horas). Escenario base 2045. ...	103
Figura 81 Niveles de servicio en función de la densidad. HPM (8:00 horas). Modificaciones en el viario 2045.....	103
Figura 82 Niveles de servicio en función de la densidad. HPM (8:00 horas). Modificaciones en el viario y nuevos desarrollos 2045.....	104
Figura 83 Niveles de servicio en función de la densidad. HPT (17:00 horas). Escenario base 2045...	104
Figura 84 Niveles de servicio en función de la densidad. HPT (17:00 horas). Modificaciones en el viario 2045.....	105
Figura 85 Niveles de servicio en función de la densidad. HPT (17:00 horas). Modificaciones en el viario y nuevos desarrollos 2045.....	105
Figura 86 División tronco M-40.....	106
Figura 87. Propuesta de diseño. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40.....	113
Figura 88 Niveles de servicio en función de la demora. HPM (8:00 horas). Escenario base 2045.	114
Figura 89 Niveles de servicio en función de la demora. HPM (8:00 horas). Modificaciones en el viario 2045.....	115
Figura 90 Niveles de servicio en función de la demora. HPT (17:00 horas). Escenario base 2045.....	115
Figura 91 Niveles de servicio en función de la demora. HPT (17:00 horas). Modificaciones en el viario 2045.....	116
Figura 92 División tronco M-40.....	117
Figura 93. Remodelación del enlace entre la M-513 y la M-40. Estudio Informativo.	120
Figura 94. Propuesta de diseño. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40.....	121
Figura 95. Generación de viajes por motivo	133
Figura 96. Generación de viajes por motivo según zona de transporte	134
Figura 97. Distribución horaria de los viajes generados	134
Figura 98. Viajes generados. Reparto modal	136
Figura 99. Viajes generados. Reparto modal según zona de transporte	136
Figura 100. Atracción de viajes por motivo.....	141
Figura 101. Generación de viajes por motivo según zona de transporte	141
Figura 102. Viajes atraídos. Distribución horaria	143

Figura 103. Viajes atraídos. Reparto modal	143
Figura 104. Viajes atraídos. Reparto modal por zona de transporte	144
Figura 105. Distribución horaria. Estación M-510.....	153
Figura 106. Distribución horaria. Estación M-511.....	153
Figura 107. Distribución horaria. Estación M-600.....	153
Figura 108. Distribución horaria. Estación M-708.....	154
Figura 109. Distribución horaria. Estación M-709.....	154
Figura 110. Distribución horaria. Estación M-122-0	154
Figura 111. Distribución horaria. Estación M-79-0	155
Figura 112. Criterios de los niveles de servicio según curvas de velocidad.	213
Figura 113 División tronco M-40.....	217

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sector APR 2.06-02 (Montegancedo). Usos y superficies del ordenamiento 19

Tabla 2. Sector UZ 2.4-03 (ARPO). Usos y superficies del ordenamiento 21

Tabla 3. Sector UZ 2.3-01 (Eje Pinar). Usos y superficies del ordenamiento 23

Tabla 4. Sector UZ 2.4-01 (Sector Empleo II). Usos y superficies del ordenamiento 24

Tabla 5. Sector UZ 2.4-02 (Huerta Grande). Usos y superficies del ordenamiento 24

Tabla 6. Zonas de transporte de referencia 33

Tabla 7. Población residente según actividad 33

Tabla 8. Número de familias según personas residiendo en el hogar 34

Tabla 9. Número de familias según número de turismos en el hogar 34

Tabla 10. Viajes generados por habitante..... 34

Tabla 11. Viajes generados, reparto modal 35

Tabla 12. Estaciones de aforo del área de estudio. Año 2018 38

Tabla 13. Estaciones de aforo M-40. Evolución histórica 40

Tabla 14. Coeficiente L 42

Tabla 15. Contraste de aforos, intensidad horaria total 43

Tabla 16. Intensidad horaria día medio laborable PK 36 – aforo – PK 45 44

Tabla 17. Criterios de calibración 50

Tabla 18. Número de habitantes por vivienda 56

Tabla 19. Población sectores urbanizables Pozuelo de Alarcón 56

Tabla 20. Población sectores urbanizables Pozuelo de Alarcón 56

Tabla 21. Desarrollo Demanda generada y atraída..... 57

Tabla 22. Distribución espacial de la movilidad según la edM2018 en el ámbito de estudio. 57

Tabla 23. Utilización del vehículo privado..... 57

Tabla 24. Porcentajes de generación y atracción en las horas punta por zona de transporte..... 58

Tabla 25. Vehículos generados y atraídos en las horas punta. 58

Tabla 26. Nuevos vehículos incluidos en las matrices de hora punta desarrollo Montegancedo, año 2025..... 69

Tabla 27. Nuevos vehículos incluidos en las matrices de hora, año 2045 69

Tabla 28. IMD-Población-PIB..... 70

Tabla 29. Intensidades enlace M-513 – M-40, oeste 92

Tabla 30. Intensidades enlace M-513 – M-40, este 92

Tabla 31. Niveles de servicio en función de la demora media. Intersección no semaforizada 95

Tabla 32. Niveles de servicio año 2025 106

Tabla 33. Niveles de servicio año 2045 107

Tabla 34. Sector APR 2.06-02 (Montegancedo). Usos y superficies del ordenamiento 108

Tabla 35. Sector UZ 2.4-03 (ARPO). Usos y superficies del ordenamiento 108

Tabla 36. Sector UZ 2.3-01 (Eje Pinar). Usos y superficies del ordenamiento 109

Tabla 37. Sector UZ 2.4-01 (Sector Empleo II). Usos y superficies del ordenamiento 110

Tabla 38. Sector UZ 2.4-02 (Huerta Grande). Usos y superficies del ordenamiento 110

Tabla 39. Zonas de transporte de referencia 111

Tabla 40. Reparto modal según la EDM en el ámbito de estudio. Viajes Generados - Atraídos 111

Tabla 41. Distribución horas punta, según la EDM en el ámbito de estudio. Viajes Generados y Atraídos 112

Tabla 42. Niveles de servicio año 2025 117

Tabla 43. Niveles de servicio año 2045 118

Tabla 44. Intensidades horarias enlace M-40 – M-513, Estudio Informativo 121

Tabla 45. Viajes generados según motivo del viaje 135

Tabla 46. Viajes generados según hora de comienzo del viaje..... 135

Tabla 47. Viajes generados según modo de transporte..... 136

Tabla 48. Viajes generados según motivo del viaje y modo de transporte medio 137

Tabla 49. Viajes generados según motivo del viaje y modo de transporte zona de transporte 992.. 138

Tabla 50. Viajes generados según motivo del viaje y modo de transporte zona de transporte 994.. 139

Tabla 51. Viajes generados según motivo del viaje y modo de transporte zona de transporte 999.. 140

Tabla 52. Viajes atraídos según motivo del viaje 142

Tabla 53. Viajes atraídos según hora de comienzo del viaje..... 142

Tabla 54. Viajes atraídos según modo de transporte 143

Tabla 55. Viajes atraídos según motivo del viaje y modo de transporte 144

Tabla 56. Viajes atraídos según motivo del viaje y modo de transporte, zona de transporte 992 145

Tabla 57. Viajes atraídos según motivo del viaje y modo de transporte, zona de transporte 994 146

Tabla 58. Viajes atraídos según motivo del viaje y modo de transporte, zona de transporte 999 146

Tabla 59. Viajes no basados en el domicilio con origen en la zona de transporte 992 147

Tabla 60. Viajes no basados en el domicilio con origen en la zona de transporte 994 147

Tabla 61. Viajes no basados en el domicilio con origen en la zona de transporte 999 147

Tabla 62. Viajes no basados en el domicilio con origen en el ámbito de estudio..... 148

Tabla 63. Utilización del vehículo privado..... 149

Tabla 64. Utilización del vehículo privado. Zona 992.....	149
Tabla 65. Utilización del vehículo privado. Zona 994.....	149
Tabla 66. Utilización del vehículo privado. Zona 999.....	150
Tabla 67. Distribución de población hombres zona de transporte Montegancedo	201
Tabla 68. Distribución de población mujeres zona de transporte Montegancedo	202
Tabla 69. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Hombres menores de 12 años	203
Tabla 70. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Mujeres menores de 12 años	203
Tabla 71. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Hombres de 12 a 17 años	203
Tabla 72. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Mujeres de 12 a 17 años	203
Tabla 73. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Hombres de 18 a 25 años	204
Tabla 74. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Mujeres de 18 a 25 años	204
Tabla 75. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Hombres de 26 a 44 años	205
Tabla 76. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Mujeres de 26 a 44 años	205
Tabla 77. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Hombres de 45 a 64 años	206
Tabla 78. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Mujeres de 45 a 64 años	206
Tabla 79. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Hombres mayores de 65 años	207
Tabla 80. Ratios para la estimación de la demanda de transporte Generada por Mujeres mayores de 65 años	207
Tabla 81. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por trabajo y gestiones de trabajo	208
Tabla 82. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por estudios	208
Tabla 83. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por compras	208
Tabla 84. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por médico	209

Tabla 85. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por acompañar a otra persona.....	209
Tabla 86. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por ocio	209
Tabla 87. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por deporte/dar un paseo	209
Tabla 88. Ratios para la estimación de la demanda de transporte atraída por asunto personal/otro	209
Tabla 89. Definición de niveles de servicio en autovías y autopistas	211
Tabla 90. Factores de corrección por anchura de carril.....	212
Tabla 91. Factores de corrección por obstáculos laterales.....	213
Tabla 92. Factores de equivalencia entre vehículos pesados y ligeros.....	214
Tabla 93. Ecuaciones describiendo las curvas velocidad – flujo. Velocidades en mi/h	215
Tabla 94. Niveles de servicio tronco M-40. Año 2025.....	218
Tabla 95. Niveles de servicio tronco M-40. Año 2045.....	219

1. Objeto del estudio

El objeto del presente estudio es realizar el análisis de la idoneidad de la propuesta de diseño del enlace de la M-513 con la M-40, en el municipio de Pozuelo de Alarcón, en el año de puesta en servicio (año 2025) y en el año horizonte (año 2045); considerando en ambos hitos temporales las modificaciones previstas en el viario, así como los desarrollos implementados y previstos.

El enlace entre la M-513 y la M-40 ha sido objeto de estudio por parte de la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras (DGCI) de la Comunidad de Madrid, planteando un proyecto de remodelación tras la identificación de problemas de saturación existentes en la M-513 en sentido Pozuelo. Dicha remodelación queda recogida en el Estudio Informativo de la “Ampliación de capacidad de la carretera M-513. Tramo M-40 a M-516”.

Figura 1. Remodelación del enlace entre la M-513 y la M-40. Estudio Informativo.



El Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo de Alarcón, realizado por TMA propone una solución alternativa compatible con la ordenación planteada.

Figura 2. Propuesta de diseño. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40



El estudio se desarrollará con el siguiente esquema:

- Caracterización del nuevo enlace y de los desarrollos previstos en el municipio de Pozuelo de Alarcón.
- Caracterización del entorno urbano.
- Caracterización de la demanda de transporte en el ámbito.
- Tráfico en la situación actual
- Estimación de la demanda de movilidad futura
- Tráfico en la situación futura
- Funcionamiento del tráfico. Niveles de servicio
- Conclusiones

Tras caracterizar el enlace y los desarrollos objeto de estudio (superficies, usos, etc.) se describirá la red viaria del entorno: principales vías, número de carriles, velocidades, etc. y las relaciones que sirven.

Posteriormente se caracterizará el tráfico en el ámbito, a partir de dos fuentes: los datos publicados por las administraciones competentes (MITMA y Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid) y los obtenidos de la campaña de aforo realizada para el Estudio de Tráfico para el acceso a la Vía Colectora Distribuidora de la M-40 desde el desarrollo urbanístico APR 2.6 -0 2 "UE-2 Montegancedo".

El último aspecto para caracterizar la situación actual será describir la red de transporte público en la zona de estudio.

Con los elementos anteriores (oferta y demanda) se construirá un modelo de transporte que represente la movilidad del ámbito de estudio, tanto en transporte público como en vehículo privado.

Una vez que se cuenta con una herramienta que representa fielmente la situación de partida, se definirán los escenarios que representen diferentes horizontes en el futuro.

Para cada horizonte será necesario definir las diferencias en los elementos que constituyen el modelo: oferta (tanto de transporte público como de vehículo privado) y demanda (tanto la generada por el nuevo desarrollo, como el incremento debido a los desarrollos externos).

Dichos escenarios serán introducidos en el modelo, obteniendo los tráficos que circularán por los distintos elementos viarios en las diferentes horas punta representadas.

Los resultados de los escenarios futuros se compararán con los de la situación de partida, para identificar los cambios producidos, y su impacto en el tráfico; comparando los resultados obtenidos con la solución planteada con los recogidos en el Estudio Informativo de la "Ampliación de capacidad de la carretera M-516"

Adicionalmente se incluyen ocho anejos, con los siguientes contenidos

- En el Anejo I se contrastan los resultados obtenidos con el Estudio Informativo
- En el Anejo II se recogen las líneas de transporte público que dan servicio al ámbito
- En el Anejo III se encuentra el análisis realizado de la Encuesta Domiciliara de Movilidad para caracterizar la movilidad generada y atraída.

- En el Anejo IV se incluyen los datos de las estaciones de aforo del Ministerio de Fomento utilizadas y su distribución horaria.
- El Anejo V recoge los datos recopilados en los trabajos de campo.
- En el Anejo VI se explica el modelo de transportes realizado.
- El Anejo VII recoge el modelo de estimación de la demanda futura
- En el Anejo VIII se recoge la metodología utilizada para calcular los niveles de servicio en los distintos elementos que constituyen la red.
- En el Anejo IX se encuentran los resultados de los niveles de servicio los elementos analizados.

2. Caracterización del nuevo enlace y de los desarrollos previstos

La propuesta de remodelación del nudo entre la M-40 y la M-513 compatible con la ordenación aprobada del sector ARPO dota al enlace de más ramales de conexión directa entre la carretera M-513 y las Vías Colectoras Distribuidoras de la M-40. Enlace que en la actualidad requiere que los vehículos que, circulando en dirección Boadilla por la M-513, quieran acceder a la M-40 sentido norte deban realizar un cambio de sentido en la glorieta de la margen occidental de la autopista.

Figura 3. Situación actual. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40



La solución propuesta amplía la sección de la M-513, dotando de dos carriles por sentido en el paso superior sobre la M-40, ampliando la calzada anular de la glorieta situada entre la intersección de la M-513 y la Cañada de la Carrera a tres carriles; que contará con una sección en bulvar de dos carriles por sentido. Dicha glorieta deberá canalizar los movimientos entre la Vía Colectora Distribuidora de la M-40 en sentido sur y la M-513 sentido Pozuelo.

Unido a la ampliación de la Glorieta Este el ramal procedente de la Vía Colectora Distribuidora de la M-40 sentido Sur confluirá unos metros antes de su acceso a la glorieta con la M-513; tráfico que en la situación actual no confluyen; sucediendo lo mismo con las salidas hacia el Este. La sección de la

carretera M-513 Oeste también se verá modificada, ampliando la longitud del tramo de doble carril existente en la actualidad.

La configuración planteada incorpora, en su parte este, una glorieta con una calzada anular de tres carriles, modificando la sección actual de la M-513 debido al viario asociado al desarrollo de ARPO, que permite conectar, mediante tres ramales, con las Vías Colectoras Distribuidoras de la M-40, ampliando su sección.

La Vía Colectora-Distribuidora sentido Norte dispondrá de dos carriles, aumentando a tres en el trenzado, existente en la actualidad; disponiendo de una salida hacia la Glorieta Este evitando que el tráfico procedente del sur deba realizar un cambio de sentido en la Glorieta Oeste. Situación análoga se produce en el movimiento entre la M-513 sentido Boadilla y las Vías Colectoras Distribuidoras, disponiendo sendos ramales que permiten los movimientos sin requerir que los vehículos circulen por la Glorieta Oeste.

Figura 4. Propuesta de diseño. Enlace objeto de estudio entre la M-513 y la M-40

