

INDICE DE LA MEMORIA

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO. ANTECEDENTES Y NORMATIVA.	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.2.1. Definición de minicentral	2
1.2.2. Antecedentes históricos	2
1.2.3. Papel de las minicentrales hidroeléctricas	3
1.2.4. El programa español de minicentrales hidroeléctricas	4
1.3. OBJETIVO DEL PROYECTO.	7
1.4. MARCO LEGAL.	8
1.4.1. Hidroelectricidad	8
1.4.2. Medio Ambiente	9
1.4.3. La seguridad en la obra.....	10
1.4.4. Concesiones	10
2. ESTUDIO BÁSICO DE SOLUCIONES	11
2.1. Introducción.....	11
TOPOGRAFÍA.....	13
3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	21
3.1. Anejo de planteamiento de soluciones	21
3.2. Anejo de predimensionamiento.....	22
3.2.1. Solución número 1.....	23
3.2.2. Solución número 2.....	24
3.2.3. Solución número 3.....	26
3.3. Anejo medioambiental.....	27
3.4. Anejo de comparación de soluciones	31
3.4.1. Conceptos funcionales.....	32
3.4.2. Conceptos económicos.	32
3.4.3. Conceptos medioambientales.	33
3.4.4. Conceptos geológicos y geotécnicos	33

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

3.4.5. Conceptos topográficos y geográficos.....	34
3.4.6. Conceptos climáticos.....	34
3.4.7. Conceptos sociológicos	34
3.4.8. Cuadros comparativos	35
3.4.9. Resultados y conclusiones.....	37
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	38
4.1. Introducción.....	38
4.2. Hidrología.....	38
4.2.1. Determinación de las aportaciones	39
4.2.2. Determinación de la curva de caudales clasificados	40
4.2.3. Avenidas	40
4.3. Geotecnia.....	42
4.3.1. Ubicación y determinación del número de ensayos	43
4.3.2. Sondeos, calicatas y ensayos de campo.....	45
4.3.3. Cuadro resumen.....	48
4.4. Explotación.....	50
4.4.1. Hipótesis	50
4.4.2. Salto, potencia y energía.....	52
4.4.3. Ingresos anuales.....	53
4.4.4. Costes fijos	54
4.4.5. Costes variables y beneficio anual	55
4.4.6. Rentabilidad.....	56
4.4.7. Conclusión.....	57
4.5. Optimización	57
4.5.1. Hipótesis	58
4.5.2. Beneficio neto anual	58
4.5.3. Conclusión.....	59
4.6. Cálculos hidráulicos	60
4.6.1. Dimensionamiento.....	60
4.6.2. Pérdidas	61
4.6.3. Salto máximo y salto mínimo.....	61

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

4.7. Cálculos estructurales	62
4.8. Firmes y pavimentos.....	64
4.8.1. Metodología.....	64
4.9. Medidas correctoras de impacto ambiental	65
4.9.1. Afecciones más importantes.....	66
4.9.2. Medidas correctoras.....	68
5. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	74
5. 1. M ³ de excavación en túnel realizada con explosivos, incluyendo	75
carga y transporte a vertedero.....	75
5. 2. M ³ de excavación en pozo realizada con explosivos, con carga y	75
transporte a vertedero	75
5.3. M ³ suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de	76
20 mm colocado en soleras, vibrado y curado.....	76
5.4. M ³ Suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido	76
de 20 mm colocado en muros, vibrado y curado.....	76
5.5. M ² Encofrado plano de madera, con acabado, incluyendo.....	77
recortes, latiguillos apeos, apuntalamientos y desencofrado	77
5.6. Kg acero especial AEH-400 en redondos corrugados, colocados	77
5.7. Resumen de Precios.....	78
6. PLAN DE OBRA	79
6.1. Criterios de organización y programación de la obra.....	79
6.2. Gráfico de inversiones. Diagrama de barras.....	81
7. CONTROL DE CALIDAD	84
7.1. m ³ de excavación en túnel, realizada con explosivos,	85
incluyendo carga y transporte a vertedero.....	85
7.2. m ³ de excavación en pozo, realizada con explosivos, con carga y.....	86
transporte a vertedero	86
7.3. m ³ de suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido	88
de 20 mm. colocado en soleras, vibrado y curado.....	88
7.4. Kg de acero especial AEH-400 en redondos corrugados	90
colocadoS	90

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

7.5. m ³ de suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido.....	91
de 20 mm. colocado en muros, vibrado y curado.....	91
7.6. Resumen de presupuesto referido a los ensayos en cada unidad.....	94
de obra	94
7.7. Presupuesto total referente a Control de Calidad	95
8. SEGURIDAD Y SALUD.....	96
8.1. Identificación de riesgos y medidas de prevención	96
8.1.1. m ³ de excavación en túnel realizada con explosivos, incluyendo	97
carga y transporte a vertedero.....	97
8.1.2. m ³ de excavación en pozo realizada con explosivos, incluyendo	98
carga y transporte a vertedero.....	98
8.1.3. m ³ Suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de.....	99
20 mm colocado en soleras, vibrado y curado.....	99
8.1.4. m ³ Suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de.....	100
20 mm colocado en muros, vibrado y curado.....	100
8.1.5. m ² Encofrado plano de madera, con acabado, incluyendo recortes,	101
latiguillos apeos, apuntalamientos y desencofrado	101
8.1.6. Kg Acero especial AEH-400 en redondos corrugados, colocados.....	102
8.2. Presupuestos	103
9. MEDICIONES	107
Capítulo 1: Obra de toma	108
Capítulo 2: Caseta y pozo de compuertas.....	109
Capítulo 3: Canal en túnel.	111
Capítulo 4: Canal de derivación.	112
Capítulo 5: Cámara de carga.	113
Capítulo 6: Tubería forzada.....	114
Capítulo 7: Edificio de la central.....	115
Capítulo 8: Acceso	117
10. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	120
10.1 Fórmula de revisión de precios.....	120

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

10.2 Clasificación del contratista.....	122
11. RESUMEN DE PRESUPUESTOS.....	123
RESUMEN DE PRESUPUESTOS POR CAPÍTULOS	123
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	124
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	125
PRESUPUESTO GENERAL PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	126
12. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO.....	127

MEMORIA

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO. ANTECEDENTES Y NORMATIVA.

1.1. Introducción.

El aprovechamiento máximo de los recursos energéticos nacionales y la reducción del empleo de derivados del petróleo -dos objetivos centrales de las políticas energéticas de todos los países desarrollados- han vuelto a poner de actualidad unas instalaciones que hasta hace unos años se encontraban en un período de acusado declive: las minicentrales hidroeléctricas.

Estas centrales hidroeléctricas, de pequeña potencia, que tuvieron una gran importancia en la electrificación de los núcleos rurales en los comienzos del desarrollo eléctrico español y que después fueron cayendo progresivamente en el olvido, están conociendo en los últimos años una revitalización por su interesante, aunque modesta contribución al cumplimiento de los dos objetivos de política energética anteriormente mencionados.

A continuación, se analizará brevemente, la historia, situación actual y perspectivas de este tipo particular de centrales eléctricas, con el fin de describir la finalidad o propósito de un proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico, atendiendo a las necesidades que resuelve y la causa de la existencia de éstas.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Definición de minicentral

Se define como Central Hidroeléctrica, al conjunto de las instalaciones requeridas para transformar la energía potencial de un curso de agua en energía disponible, Se pueden clasificar las centrales hidroeléctricas, atendiendo a su potencia instalada, en:

Pequeñas Centrales, hasta 5000 kw, Medianas y Grandes Centrales, mayores de 5000 kw.

Este rango de definición no es global; y en España se ha adoptado como superior de potencia 5000 kw, siendo este margen recientemente ampliado a 10000 kw.

1.2.2. Antecedentes históricos

Las centrales hidroeléctricas de reducida potencia, constituyeron, la base de la electrificación de las pequeñas comunidades rurales debido a los problemas técnicos ocasionados por el transporte de energía eléctrica y la dificultad de extender de manera suficiente, las redes regionales de distribución. Estas pequeñas centrales hidroeléctricas estaban dimensionadas de acuerdo con las características del río en el que eran instaladas y con el tamaño del mercado local al que debían suministrar electricidad.

Poco a poco, las minicentrales hidroeléctricas fueron perdiendo importancia, debido a la aparición de la corriente alterna, gracias a la cual se podía transportar la electricidad a grandes distancias, por lo que el enfoque constructivo se dirigió hacia las grandes centrales dotadas de embalses capaces de regular las aportaciones de agua de los

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

ríos en función de las necesidades del suministro, garantizándose así la calidad del mismo, exigencia primordial que acompaña al progreso económico.

Por tanto, al perder importancia desde el punto de vista de la cobertura de la demanda, las minicentrales hidroeléctricas entraron en declive y fueron en algunos casos abandonadas y en otros llegaron a un grado de deterioro tal, que resultaba demasiado costosa su reparación.

Los efectos de este declive de las minicentrales hidroeléctricas comenzaron a apreciarse con especial claridad a partir de 1960; y sólo, a raíz de un programa destinado a impulsar este tipo de aprovechamientos, puesto en marcha a instancias de la Administración en 1.980, se ha vuelto a asistir a una reutilización de los mismos.

1.2.3. Papel de las minicentrales hidroeléctricas

A partir de la crisis energético-económica, conocida como "crisis del petróleo", que comenzó en 1973 la actitud frente a las minicentrales hidroeléctricas comienza a cambiar de manera esencial, ya que se ponen en marcha medidas para promover la sustitución del consumo del petróleo por otras fuentes energéticas, incrementar la independencia energética nacional mediante el uso preferente de recursos autóctonos e impulsar el ahorro y la utilización racional de la energía.

El punto de partida de esta nueva etapa de las minicentrales hidroeléctricas se puede establecer en torno a 1980 con la entrada en vigor de la Ley de la Conservación de la Energía, de la Ley de Aguas y sus Reglamentos, y a la creación de una Comisión de Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, La automatización de los grupos turbina-alternador se convierte en una característica adicional nueva con respecto a las anteriores.

1.2.4. El programa español de minicentrales hidroeléctricas

En 1980 fue creada la Comisión de Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.. compuesta por representantes de la Administración y de las empresas que integraban UNESA (Iberduero, Hidroeléctrica Española, Unión Eléctrica Fenosa, Compañía Sevillana de Electricidad, Empresa Nacional de Electricidad, Fuerzas Eléctricas de Cataluña, Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana, Hidroeléctrica del Cantábrico, Hidroeléctrica de Cataluña, Eléctrica de Viesgo, Eléctricas Reunidas de Zaragoza, Compañía Eléctrica de Langreo, Unión Eléctrica de Canarias, Gas y Electricidad, Fuerzas Eléctricas de Navarra, Empresa Nacional Eléctrica de Córdoba, Fuerzas Hidroeléctricas del Segre, Centrales Térmicas del Norte de España, Energía e Industrias Aragonesas, Productora de Fuerzas Motrices y por último Saltos del Guadiana, siendo todas ellas sociedades anónimas).

Su primer trabajo fue elaborar un estudio para conocer el potencial hidroeléctrico aprovechable a base de minicentrales existentes en nuestra península. El resultado fue un informe realizado por la Comisaría de la Energía, la Dirección General de Obras Hidráulicas y UNESA, titulado "Aprovechamiento del Potencial Hidroeléctrico con centrales de pequeña potencia ", que analizaba el potencial teórico de los ríos o tramos de río que tienen interés desde el punto de vista energético.

En total, fueron estudiadas más de 3000 subcuencas hidrográficas, de las cuales se seleccionaron 799 que poseían potencial energético aprovechable mediante minicentrales. Dicho potencial fue cifrado en 6860 millones de kwh anuales, destacando al respecto los valores hallados en las cuencas Norte (2710 millones de kwh) y del Ebro (1440 millones de kwh). En la figura se muestra un mapa de la península indicando las zonas con posibilidad de aprovechamiento hidroeléctrico con pequeñas centrales:

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

La segunda etapa de este programa general consistió en la elaboración de un inventario completo por áreas geográficas (provincias o Comunidades Autónomas) de los aprovechamientos hidroeléctricos concretos que se podían explotar a base de minicentrales.

En el cuadro adjunto se analiza la evaluación del potencial hidroeléctrico aprovechable con minicentrales según la cuenca hidrográfica:

Cuencas Hidrográficas	Potencial (millones de kwh
Norte	2710
Duero	60
Tajo	630
Guadiana	10
Guadalquivir	300
Sur	320
Segura	120
Júcar	430
Ebro	1440
Pirineo Oriental	290
TOTAL España Peninsular	6860

La actuación se clasifica en cuatro grupos:

- Recuperación de minicentrales que estaban paradas.
- Modernizaciones mediante la automatización de minicentrales que seguían en funcionamiento.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

- Construcción de nuevas minicentrales.
- Actividades de investigación respecto:
- Automatismo.
- Potencial hidroeléctrico.

En el siguiente cuadro, se alude a las actuaciones del sector eléctrico en el área de pequeñas centrales hidroeléctricas (1981-1989):

	Potencia (MW.)	Producción total anual (mill. Kwh.)	Incremento de producción anual (míll. Kwh.)	Inversión (mill. Pesetas)
Ampliación	3,972	18,700	18,700	916
Modernización	136,979	534,395	49,782	2244
Nueva construcción	13,325	50,300	50,300	2845
Recuperación	31,887	152,294	152,294	71335
TOTAL	186,163	7555	6	1,3140

A continuación, se tabulan las inversiones del sector eléctrico según conceptos en el área de pequeñas centrales hidroeléctricas (1981-1989):

	Estudios	Obra Civil	Equipos Electro- mecánicos	TOTAL
Recuperación	678	2919	3538	7135
Modernización	61	724	1459	2244
Ampliación	109	457	350	916
Nueva construcción	315	1320	1210	2845
TOTAL	1163	5420	6557	13140

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Por tanto, en conjunto, se puede estimar que la producción de electricidad que suministran las centrales incluidas en este conjunto de actuaciones representa un ahorro en petróleo superior a 150000 toneladas anuales. Los proyectos de investigación se encuentran integrados en el Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico (PIE),

Además se ha desarrollado un marco legislativo que incluye incentivos fiscales y económicos para promover el máximo aprovechamiento hidroeléctrico de los pequeños saltos hidráulicos; entre los cuales, cabe citar: la simplificación y agilización de los trámites para obtener las concesiones administrativas, la calificación de los pequeños saltos como aprovechamiento de utilidad pública a efectos de expropiación y de imposición de servidumbre, desgravaciones fiscales y concesión de créditos oficiales.

1.3. OBJETIVO DEL PROYECTO.

El objetivo será dimensionar y valorar las obras necesarias para el aprovechamiento hidráulico del embalse del Torcón (Toledo).

Por consiguiente, y como primer paso, para la realización del aprovechamiento, se presenta el presente Proyecto con el fin de definir el mejor tramo donde poder situar nuestra obra y de esta forma poder hacer el trabajo proyectado.

En los capítulos siguientes se realiza la exposición de dichas justificaciones las cuales se apoyan en los Anejos correspondientes que acompañan a la Memoria.

1.4. MARCO LEGAL.

1.4.1. Hidroelectricidad

La cronología legal sobre electricidad es la siguiente:

-O.M. del Ministerio de Industria de 23 de febrero de 1.949 sobre el Reglamento de centrales, líneas y estaciones transformadoras. (BOE 23..49).

-Decreto 3.151/68 de 28 de noviembre, Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión (BOE 27.12.68).

-Decreto 2.413/73 de 20.9 aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión (BOE 9.10.73).

-Real Decreto 2.2295/85 de 9 de octubre de 1.985, por el que establece la adición al artículo 2' del Reglamento electrotécnico de baja tensión (BOE 12.12.85).

-Publicación del MOPU reguladora de las pequeñas centrales hidroeléctricas.

-Real Decreto 453/89, de 21de abril que regula las instalaciones de producción que forman parte del sistema eléctrico nacional. (BOE 9.5.89).

-O.M. de Industria de 16 de mayo del994, que adapta la ITC MIE-RAT 02 del Reglamento de Centrales eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación (BOE 2/6/94).

-R.D. 1217/81 de 10 de abril para el fomento de la producción hidroeléctrica en Pequeñas Centrales (BOE 24.6.81).

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

-O.M: de 28 de julio de 1.982, por la que se desarrolla el R.D. 1217/81, de 10 de abril, para el fomento de la producción hidroeléctrica en Pequeñas Centrales. (BOE 5.8.82).

-O.M. de 5.5.1983, por la que se modifica el apartado 9' a) de la OM de 28.7.1982, que desarrolla el R.D. 1217/81 de 10 de abril para el fomento de la producción hidroeléctrica en Pequeñas Centrales. (BOE 11. 5.8 3).

-O.M. de 17.5.83, por la que se modifica el apartado 20 de la OM de 28.7.82, que desarrolla el R.D. 1217/81 de 10.4. para el fomento de la producción hidroeléctrica en Pequeñas Centrales (BOE 20.5.83).

1.4.2. Medio Ambiente

El Medio Ambiente está regulado por las siguientes normas:

-Directiva 78/659 de 18 de julio del 1978, que regula la calidad de las aguas continentales para ser aptas para la vida de los peces. (DOCE 14 de agosto).

-O.M. MOPU de 16 de diciembre del 1988, que señala los métodos y frecuencias de análisis de aguas que requieran protección para la vida piscícola. (BOE 22.12.88).
Publicación del MOPTMA sobre gestión de Directivas de la CEE sobre Medio Ambiente:

-Protección de aguas.

-Aguas continentales,

1.4.3. La seguridad en la obra

- Ley 2/85 de 21 de enero sobre Protección Civil (BOE 25.1.85).

-R.D. 1378/85, de de agosto, establece las medidas provisionales para actuación en situaciones de emergencia (BOE 10.8.85).

-R.D. 407/92, de 24 de abril que establece la Norma Básica de Protección Civil (B.O.E. 1.5.92).

1.4.4. Concesiones

Concesiones de Aguas Públicas en la nueva Ley de Aguas.

La Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (B.O.E. 8.8.85), y el R.D. 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que la desarrolla (B.O.E. 30.4.86), establecen el carácter público del agua sea cual sea su origen, superficial o subterráneo, constituyendo un recurso unitario, subordinado siempre al interés general.

Las concesiones de aguas públicas han sido ampliamente reguladas en dichas disposiciones, introduciéndose cambios importantes con respecto a la legislación anterior.

2. ESTUDIO BÁSICO DE SOLUCIONES

2.1. Introducción

En este estudio, se mostrará todo aquello que nos ha hecho llegar al estudio de las tres soluciones tratadas en esta primera fase.

Para ello comentaremos brevemente los siguientes anejos:

- Anejo de geología y geotecnia
- Anejo de hidrología
- Anejo de replanteo.

2.2. Anejo Geológico

En este anejo se hace un estudio geológico y geotécnico del terreno.

Primero situamos el terreno de manera geológica y de manera geográfica, para después abordar la historia geológica de la zona.

Se comenta brevemente la estratigrafía, la tectónica, la geomorfología y la petrología.

La zona a tratar se observa que es claramente de naturaleza plutónica . Se tratan principalmente de rocas graníticas hercínicas

Se describen en este anejo las rocas originadas por fusión, desde los cuerpos discretos autóctonos asociados a las rocas metamórficas hasta las rocas graníticas intrusivas

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

en etapas tardías y póstumas de la orogenia, según el orden cronológico observado o deducido.

Las características del granito que constituye nuestro terreno son:

a) El granito es muy resistente a la erosión que sólo se va desgastando superficialmente creando superficies rugosas granuladas.

b) Se le considera un terreno semipermeable, alternándose las zonas permeables con las impermeables. El drenaje se efectúa por colación natural.

c) Los asentamientos serán medios debido a que los granitos admiten cargas de magnitud media

Las características del terreno en relación con los elementos fundamentales de un aprovechamiento hidroeléctrico son las siguientes:

	Conducción	Tubería forzada	Central
Resistencia mecánica	Alta media	Media	Media
Alterabilidad potencial	Muy baja	Muy baja	
Drenabilidad	Media	Media	
Árido para hormigones	Regular		
Excavabilidad	Difícil	Difícil	
Erosionabilidad	Baja	Baja	
Zanjas y canales	Bueno		
Túneles	Medio		
Excavaciones subterráneas	Bueno	Bueno	
Cimentaciones superficiales	Bueno	Bueno	Bueno
Talud en terraplén	Bueno		
Talud en desmonte	Bueno		
Árido grueso para pavimento de hormigón	Regular		

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

La serie de características expuestas en los apartados anteriores sirven de base para la descripción de las condiciones constructivas de la zona.

TOPOGRAFÍA	Zonas planas, con pendientes del 0 al 7 %
<i>ESTABILIDAD</i>	Muy buena, tanto bajo condiciones naturales, como bajo la acción del hombre
<i>PERMEABILIDAD</i>	Materiales semipermeables o impermeables
<i>DRENAJE</i>	Zona de drenaje favorable
<i>CAPACIDAD DE CARGA</i>	Zona con capacidad de carga alta, a excepción de la capa de alteración superficial
<i>ASIENTOS</i>	Zona con inexistencia de asientos
<i>GRADO DE SISMICIDAD</i>	Grado de sismicidad bajo $G \leq VI$ (MKS)
<i>EROSIONABILIDAD</i>	Baja
<i>EXCAVABILIDAD</i>	Difícil

Por tanto, podemos afirmar que nuestro terreno tiene unas ***condiciones constructivas favorables.***

En general, no se presentarán problemas de ningún tipo, y únicamente allí donde la cubierta de alteración, eminentemente granular, alcance potencias elevadas surgirán

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

problemas relacionados con ella, bien con su eliminación o con su distinto comportamiento en relación con la roca sana.

En el anejo también se realiza un estudio de los materiales y yacimientos que se encuentran en la zona. Son los siguientes:

- Arcillas: En la zona de nuestro proyecto, esta presencia es escasa y se reduce a arcillas cuaternarias repartidas muy irregularmente. Aparecen yacimientos de este tipo sobre todo en depósitos fluviales y alteraciones sobre granitos. Se trata, por tanto, de materiales muy heterogéneos en cuanto a composición, pero que se utilizan para un mismo fin.

- Arenas: Cuando aparecen en las terrazas están en forma de bolsadas o en zonas determinadas dentro del conjunto cantos-arenas; en algunos arroyos, el conjunto del aluvial está formado por arenas sin cantos. También se extraen del fondo del cauce de los ríos, bajo el agua.

En caso de proceder de la alteración del granito, los depósitos tienen formas irregulares y es difícil de precisar su extensión, ya que en cualquier punto puede aflorar el granito no disgregado.

- Granito: Los granitos del sur de la unidad migmática son rocas de grano medio o de textura porfídica, siendo la composición de ambos tipos muy similar. Son de color gris y se presentan con su forma de erosión típica en “bolas”.

Finalmente señalamos los valores característicos que pensamos va a presentar el granito en la zona:

- Densidad: 2.6 Kg/cm^3

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

- Ángulo de rozamiento: 45°
- Cohesión: 2 Kg/cm^2
- E: 500000 Kp/cm^2
- K: $1 \cdot 10^{-10} \text{ cm/sg}$
- ν : 0.2

Para terminar se realiza una campaña de ensayos geotécnicos que corrobore los resultados para los parámetros geológico – geotécnicos que se hayan tomado.

2.3. Anejo hidrológico

Los fenómenos hidrológicos son función de muchos fenómenos físicos actuando conjuntamente, sobre todo en lo relacionado con la meteorología, por ello se dan las características idóneas para considerar a estos fenómenos hidrológicos como aleatorios, es decir, regidos por las leyes de azar, por lo que se debe aplicar la metodología estadística.

Desde el momento en que se aplica la estadística a la hidrología pasa a segundo plano el problema de conocer las leyes que rigen los fenómenos hidrológicos, estudiando sólo los datos numéricos o estadísticos de estos fenómenos.

El estudio estadístico de los datos hidrológicos tiene dos niveles, un primer nivel de conocimiento del fenómeno, distribuciones, medias, desviación típica, etc. Un segundo nivel es la inferencia estadística, es decir, el análisis de la naturaleza de la muestra que

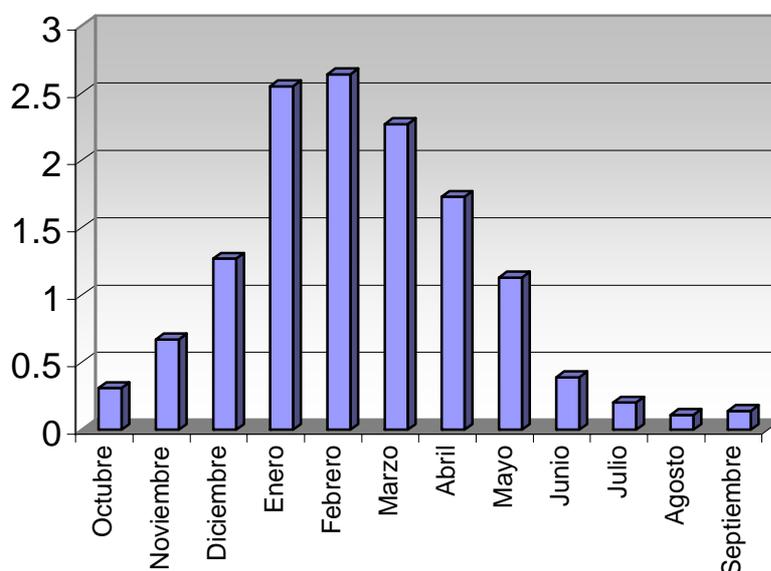
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

permite conocer los datos esenciales de la muestra eliminando la variabilidad necesariamente muestral.

A partir de esta segunda fase se pueden inferir sucesos del futuro partiendo de los datos conocidos. Es esto último lo más importante, ya que nos permitirá el conocimiento de sucesos posibles en el futuro.

Para la realización de este anejo partimos de los datos de aportaciones y caudales, obtenidos de los datos de explotación del embalse por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo y de los datos de precipitaciones en dos estaciones próximas al embalse, obtenidos en el Instituto Nacional de Meteorología.

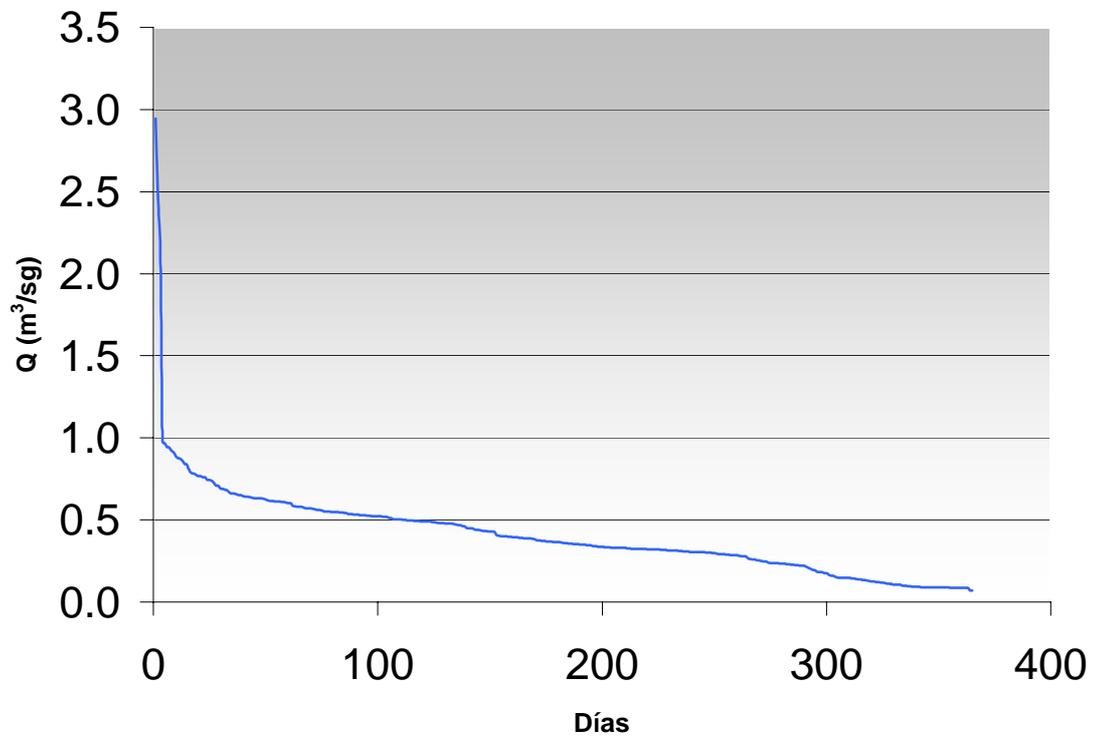
Partiendo de los datos de aportaciones llegamos a obtener el régimen de aportaciones de un año promedio:



Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

A partir de los caudales medios diarios podemos obtener el caudal medio diario del año promedio. Ordenando de mayor a menor los caudales medios del año promedio obtendremos la curva de caudales clasificados

Curva de cudales clasificados



Para finalizar, aplicamos la función de Gumbel a los caudales medios diarios por año para obtener los caudales de avenida para los distintos periodos de retorno:

Periodo de retorno (años)	10	25	50	100	500	1000
Caudales de avenida (m³/sg)	33.974	47.831	58.111	68.310	91.895	102.032

2.4. Anejo de replanteo

El objetivo de este anejo es definir sobre el terreno la obra proyectada. Para ello, se definirán perfectamente los puntos desde los que se pueda realizar la obra.

Se partirá de unos vértices geodésicos de tercer orden:

VÉRTICES	Orden	X	Y	Z
VG1 (Cruz)	3	388896	4385621	788
VG2 (Soldados)	3	384495	4384469	796
VG3 (Torcón)	3	384119	4388693	824
VG4 (Valdegutiérrez)	3	378264	4388128	775

Gracias a estos vértices se dará lugar a una triangulación primaria y luego a una secundaria tratando que no se produzcan ángulos inferiores a 15°.

De esta forma se determinarán las bases de replanteo sobre las que nos basaremos a la hora de construir el aprovechamiento hidroeléctrico.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Finalmente se calculará la altimetría de estas bases de replanteo teniendo en cuenta que:

- Declinación magnética:

$\delta = 4^{\circ}07'$ (Valor medio de la declinación magnética para el 1 de Enero de 1994)

- Variación anual de la declinación:

$\Delta\delta = -7.6$

Convergencia de cuadrícula:

$\omega = 0^{\circ}52'$

Obteniéndose finalmente la posición exacta de las bases de replanteo (con un posible pequeño error que se comprobará con uno de los vértices geodésicos y se irá repartiendo en todos los vértices):

BASES DE REPLANTEO	X	Y	Z
BR 1	381057	4387033	700
BR 2	381002	4387420	693
BR 3	380655	4387475	713
BR 4	381412	4387663	683
BR 5	381105	4388072	682
BR 6	380789	4388161	693
BR 7	381357	4388580	677
BR 8	380908	4388912	672
BR 9	381674	4389166	699

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

BR 10	381326	4389332	673
BR 11	380459	4389486	690
BR 12	381642	4389851	669
BR 13	381185	4390050	648
BR 14	380656	4389917	667
BR 15	381335	4390657	675

2.5. CONCLUSIÓN

Con los datos obtenidos de los datos de partida:

- Planos militares 1:50000
- Planos geológicos, geotécnicos y de rocas industriales 1:200000
- Plano geológico 1:50000
- Datos del I.N.E sobre hechos sociológicos de la zona. (Población, consumo de energía por habitante...
- Datos hidrológicos de las estaciones de Navahermosa y Menasalbas
- Datos meteorológicos dados por el instituto meteorológico de zonas cercanas a nuestro aprovechamiento hidroeléctrico.

Se pueden determinar los datos básicos para hacer los anejos de hidrología, climatología, geología y geotecnia, y de replanteo, de forma que se obtiene lo necesario para poder hacer un estudio básico de la solución.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Para justificar una de las soluciones necesitamos una serie de datos que nos proporcionan los siguientes anejos:

Anejo de planteamiento de soluciones

Anejo de predimensionamiento

Anejo medioambiental

Anejo de comparación de soluciones.

3.1. Anejo de planteamiento de soluciones

Comenzamos el anejo con unas consideraciones previas sobre la obra: situación, descripción de la presa, tipología, etc...

Después elegimos el tramo (o los tramos) que creemos mejor se adaptan a nuestras necesidades.

Normalmente, a la hora de realizar el aprovechamiento hidroeléctrico de un río se estudian diferentes tramos del mismo para ver cual (o cuales) de ellos son más adecuados para situar en ellos la obra. Para lo cual se tienen en cuenta dos parámetros fundamentales, el salto que existe (más pendiente en menos recorrido) y el caudal (existencia de afluentes).

Una vez determinados estos tramos se realiza una comparación entre los mismos atendiendo a parámetros tales como el coste, la energía producida, etc...

En nuestro caso la elección de tramos se reduce a la elección del punto de restitución al río, ya que tendremos que derivar el agua desde un “punto fijo” que es el embalse.

Para la elección de tramos partimos del perfil longitudinal del arroyo, donde veremos la relación desnivel – longitud a lo largo del mismo.

Finalmente situamos nuestras posibles soluciones en el primer tramo del perfil longitudinal.

Después situamos la cota de la toma (683 m.) y como tenemos el salto bruto podemos calcular múltiples variables que incidan en nuestra decisión, como la energía, la potencia instalada, etc...

3.2. Anejo de predimensionamiento

El objeto de este anejo es calcular las dimensiones de la obra en función de los datos previamente obtenidos.

En resumen los resultados obtenidos serán estos:

Las soluciones comienzan con una toma sumergida en el lateral del embalse. Esta toma está constituida por unas rejillas verticales situadas sobre unas pilas de hormigón en las que se empotran mediante unos perfiles metálicos en U para impedir el movimiento del paquete. Por la parte superior se fijan en una viga que sirve de apoyo asimismo a la pasarela para el servicio de limpieza de la reja; además esta cámara de compuertas dispondrá para seguridad, e inmediatamente detrás de la rejilla, de una ataguía de durmientes permite cerrar el paso del agua para revisar la compuerta. Además de la compuerta de maniobra principal, habrá otra de seguridad.

De la zona de compuertas parte el canal, que presenta dos secciones muy diferenciadas; una inicial en túnel seguida de otra a cielo abierto, que llega hasta la cámara

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

de carga, elemento que nos permite el almacenamiento del agua para proceder posteriormente a su turbinado.

De la cámara de carga parte una tubería en presión, que lleva el agua hasta la central.

El edificio de la central tendrá unas dimensiones adecuadas para albergar la maquinaria que hay que instalar en su interior (incluyendo una turbina Francis) así como un puente grúa para su manipulación. Este edificio se construirá en superficie junto al cauce del río. A la salida de este edificio se realizará una restitución al cauce constituido por un tubo difusor y un canal de desagüe o socaz. Habrá que llevar a cabo también un camino de acceso hasta el propio edificio de la central.

Las dimensiones y magnitudes de estos elementos están calculados en el anejo de predimensionamiento.

3.2.1. Solución número 1

La toma sumergida se sitúa a la cota 683, en el lateral del embalse a 380 metros del estribo derecho de la presa. La conducción hasta las compuertas tiene una longitud de 60 metros, estando la caseta de compuertas situado a la cota 712.3 en la ladera del cerro que parte del estribo derecho de la presa. La profundidad del pozo de maniobra es de 29.66 metros. La longitud total del tramo en túnel es de 1507 metros.

El túnel, dado que el terreno que ha de atravesar son granitos, se llevará a cabo mediante explosivos. El diámetro dicho túnel será de 2.7 metros, que se corresponde con una sección de 6 m^2 , excesiva para el caudal que tenemos, pero necesaria para el proceso constructivo. El túnel lleva un revestimiento de gunita de unos cuarenta centímetros.

El tramo a cielo abierto presenta una pendiente, al igual que el tramo en túnel, de 0.0006 y tiene una longitud de 1936 m. El canal tiene dos posibles secciones; una

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

trapezoidal, que es la que más se utiliza, de base inferior 2.5 metros y altura de 1.7 metros y otra rectangular, que se usa cuando hay que atravesar unidades rocosas, de base 2.5 metros y altura 2.28 metros.

Al final del canal se encuentra la cámara de carga, de 4050 m³ de capacidad y de unas dimensiones de 30*15*9 metros

De la cámara de carga parte la tubería forzada, de 437 metros de longitud, diámetro 0.6 metros y espesor de 6.5 mm. Esta tubería une la cámara de carga con el edificio de la central.

La central, está situada a la cota 635 metros, en la margen derecha del río, a unos 3050 metros aguas abajo de la presa, aprovechando una zona en que la pendiente del terreno se hace más suave, y por ello las excavaciones para la ejecución del edificio serán menores.

El edificio tendrá unas dimensiones de 10 metros de ancho, por diez de largo y quince metros de altura. Como se ha indicado se situará en la margen derecha del río, a escasos metros de éste. A su salida se dispondrá un canal de desagüe revestido de hormigón de 4 metros de longitud.

El salto bruto que ofrece esta solución es de 58.6 metros.

3.2.2. Solución número 2

La toma sumergida se sitúa a la cota 683, en el lateral del embalse a 240 metros del estribo izquierdo de la presa. La conducción hasta las compuertas tiene una longitud de 62 metros, estando la caseta de compuertas situado a la cota 716.7 en la ladera del cerro que parte del estribo izquierdo de la presa, muy cerca de la coronación. La profundidad del pozo de maniobra es de 33.73 metros. La longitud total del tramo en túnel es de 649 metros.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

El túnel, dado que el terreno que ha de atravesar son granitos, se llevará a cabo mediante explosivos. El diámetro dicho túnel será de 2.7 metros, que se corresponde con una sección de 6 m^2 , excesiva para el caudal que tenemos, pero necesaria para el proceso constructivo. El túnel lleva un revestimiento de gunita de unos cuarenta centímetros.

El tramo a cielo abierto presenta una pendiente, al igual que el tramo en túnel, de 0.0006 y tiene una longitud de 1496 m. El canal tiene dos posibles secciones; una trapezoidal, que es la que más se utiliza, de base inferior 2.5 metros y altura de 1.7 metros y otra rectangular, que se usa cuando hay que atravesar unidades rocosas, de base 2.5 metros y altura 2.28 metros.

Al final del canal se encuentra la cámara de carga, de 4050 m^3 de capacidad y de unas dimensiones de $30*15*9$ metros

De la cámara de carga parte la tubería forzada, de 232 metros de longitud, diámetro 0.6 metros y espesor de 4.5 mm. Esta tubería une la cámara de carga con el edificio de la central.

La central, está situada a la cota 645 metros, en la margen izquierda del río, a unos 2150 metros aguas abajo de la presa.

El edificio tendrá unas dimensiones de 10 metros de ancho, por diez de largo y quince metros de altura. Como se ha indicado se situará en la margen izquierda del río, a escasos metros de éste. A su salida se dispondrá un canal de desagüe revestido de hormigón de 4 metros de longitud.

El salto bruto que ofrece esta solución es de 48.6 metros.

3.2.3. Solución número 3

Esta solución comparte trazado con la solución 2 (1250 metros) hasta que esta última se desvía para dar paso a la cámara de carga. Por tanto presenta las mismas características iniciales que la solución 2.

La longitud total de la solución 3 es de 3424 metros, de los cuales 649 corresponden a la sección en túnel, 2461 corresponden a la sección a cielo abierto y 350 pertenecen a la tubería forzada.

Presenta las mismas dimensiones que las otras soluciones en la cámara de carga y en la central, estando esta situada en el margen izquierdo, a unos 2720 metros aguas debajo de la presa.

Para las tres soluciones se construirá un camino de acceso. El de la solución 1 parte del punto kilométrico 41 de la carretera CM-401, discurrendo por el margen derecho del arroyo 1200 metros. El camino de acceso de las soluciones 2 y 3 coincide hasta su llegada a la primera central prevista (solución 3), alargándose después por la orilla izquierda hasta alcanzar la segunda central. Parte del punto kilométrico 42.5 de la CM – 401 y su longitud es de 2500 metros para la solución 2 y 1790 metros para la 3.

La calzada tendrá un ancho de unos 7 metros con una capa de macadam de 30 centímetros de hormigón para el pavimento y zahorra natural para los arcenes (de 1 metro de ancho cada uno) y una ligera inclinación del pavimento (del orden del 2%) para evitar acumulaciones de agua. A ambos laterales de la carretera se situarán cunetas para la recogida de aguas.

3.3. Anejo medioambiental

En este anejo lo importante es el efecto que nuestra obra tiene sobre el medio en el cual se inscribe. Para ello en el anejo se analizan todo tipo de factores que pueden influir o verse influidos por la obra a realizar.

Tras haber descrito en los apartados anteriores el estado actual del entorno, conociendo las obras a realizar en el proyecto de la central y hecha la elección de los conceptos medioambientales a considerar, se valoran las acciones impactantes sobre los diferentes elementos del medio

Se diferencian y separan los efectos producidos sobre el medio durante la fase de ejecución de las obras y en la fase de explotación de la central para cada una de nuestras alternativas. En toda la obra, vamos a diferenciar cuatro zonas distintas: canal, tubería forzada, central y accesos.

Así vamos a crear una matriz donde se califica de 0 a 3 cada uno de los impactos asociados a cada *subconcepto* considerado (contaminación por polvo, efecto barrera, etc...), resultando la puntuación final de cada *subconcepto* la que resulta de sumar las puntuaciones de cada una de las zonas.

Una vez obtenido esto se adoptan unos coeficientes de ponderación para cada uno de los *subconceptos*, teniendo en cuenta la importancia del concepto al que pertenecen y la propia importancia del *subconcepto*. Multiplicando los coeficientes de ponderación por cada uno de los valores obtenido anteriormente obtenemos la puntuación de cada *subconcepto*.

Esta puntuación la expresamos en un intervalo de 0 a 10 (damos a la máxima puntuación un valor de 10, a la mínima un valor de 0 y el resto lo obtenemos por interpolación)

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Esto debe realizarse para la fase de construcción y para la fase de utilización de cada una de las tres alternativas posibles.

Finalmente, para diferenciar las tres soluciones y el grado de afección en cada una de ellas, multiplicamos los valores antes obtenidos por algún factor característico de cada solución como, por ejemplo, la longitud.

La suma de todas las puntuaciones parciales de cada uno de los subconceptos diferenciadores da la puntuación final obtenida por cada una de las soluciones, de tal forma que la solución que menor puntuación obtenga será la más adecuada desde el punto de vista medioambiental.

A continuación mostramos la matriz resumen con los resultados obtenidos de la valoración total de impactos en las diferentes soluciones y en las diferentes situaciones consideradas, construcción y explotación.

CONCEPTO	SUBCONCEPTO	Construcción			Explotación		
		SOL 1	SOL 2	SOL 3	SOL 1	SOL 2	SOL 3
Calidad del aire	Emisión gases por tráfico	13.86	8.49	12.22	0.00	0.00	0.00
	Contaminación por polvo	24.92	15.27	21.98	0.00	0.00	0.00
	Contaminación por máquinas en fase construcción	8.31	5.09	7.33	0.00	0.00	0.00
Ruidos	Producidos por máquinas y plantas industriales	13.86	8.49	12.22	0	0	0
	Producidos por funcionamiento de la obra	0.00	0.00	0.00	3.33	3.33	3.33
	Producidos por	15.07	6.49	6.49	0.00	0.00	0.00

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Geología y Geomorfología	voladuras						
	Cambios en la morfología del relieve	10.16	7.40	12.03	0.00	0.00	0.00
Suelos	Inestabilidad de taludes y laderas	12.70	9.25	15.04	14.83	10.81	17.57
	Destrucción de yacimientos paleontológicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ocupación de terrenos productivos	5.08	7.40	12.03	0.00	0.00	0.00
	Destrucción de estructuras geológicas singulares	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pérdida de suelos cultivables	1.68	4.93	6.02	1.97	5.76	7.03
	Destrucción monte bajo	20.34	7.40	21.08	23.73	8.65	24.60
Hidrología sup. y subt.	Disminución de la productividad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Modificación cauces naturales y efecto barrera	13.55	9.87	20.07	15.80	11.52	23.42
	Influencia en acuíferos subterráneos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Contaminación de cauces por aporte de sólidos	16.94	12.35	20.07	0.00	0.00	0.00
	Disminución de la calidad del agua	1.68	1.23	2.00	0.00	0.00	0.00
	Riesgo de inundaciones	6.76	4.93	10.04	1.97	1.44	2.33
Flora	Destrucción directa de especies vegetales	5.08	3.70	6.02	5.93	4.32	7.03
	Cambios en comunidades vegetales	5.08	3.70	6.02	5.93	4.32	7.03
	Desaparición de especies protegidas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Aumento del riesgo de incendios	6.76	4.93	8.01	-1.97	-1.44	-2.33
Fauna							

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

	Destrucción de especies animales durante construcción	5.08	3.70	6.02	0.00	4.32	7.03
	Destrucción de hábitats	10.16	7.40	12.03	11.87	8.65	14.06
	Efecto barrera	15.23	11.10	18.05	11.87	8.65	14.06
	Desplazamiento de lugares de cría o nidificación	12.70	9.25	15.04	14.83	10.81	17.57
	Afección a especies protegidas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Posible aumento de caza, pesca y furtivismo	0.00	0.00	0.00	3.94	2.87	4.67
	Riesgo de muerte accidental de animales	6.91	5.34	8.79	8.05	6.22	12.31
Vertidos		0.00					
	Ocupación de espacio	33.26	16.99	29.34	0.00	0.00	0.00
	Aumento turbidez del agua	11.06	6.78	9.76	0.00	0.00	0.00
	Movilización sustancias contaminantes	27.71	16.99	24.45	19.41	11.90	17.12
Paisaje							
	Cambios de estructura paisajística general	11.87	7.40	14.06	13.83	8.65	16.39
	Intrusión visual	11.87	8.65	14.06	13.83	10.08	16.39
Población humana							
	Efectos en la salud por ruidos y contaminación	11.06	6.78	9.76	0.00	0.00	0.00
	Cambios en circulación de accesos a núcleos de población	4.15	2.55	3.66	4.85	2.97	4.28
Sociología sector primario							
	Efecto barrera en tractores y ganado	5.08	7.40	10.04	5.93	8.65	11.69
	Cambios de accesibilidad a fincas	3.37	6.17	8.01	0.00	7.19	4.67
Sociología sector secundario							
	Cambio de accesibilidad a	-1.68	-1.23	-2.00	-1.97	-1.44	-2.33

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

	industrias						
	Cambio en la circulación del transporte industrial	-2.76	-1.69	-2.43	-3.22	-1.97	-2.84
	Cambios de puestos de trabajo en sector	-11.06	-2.55	-3.66	-12.92	-7.92	-11.40
TOTAL		335.81	231.94	373.62	161.83	128.31	213.63

Como resumen general de las matrices de valoración de impactos medioambientales tendremos los siguientes resultados:

	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3
CONSTRUCCIÓN	335.81	231.94	373.62
EXPLOTACIÓN	161.83	128.31	213.63
TOTAL	497.64	360.25	587.25

Por lo tanto, vemos que la solución 2 es la mejor desde el punto de vista medioambiental.

El aspecto medioambiental es uno más, aunque con bastante importancia, de todos los aspectos que se analizan para determinar cual será la mejor de las soluciones planteadas.

3.4. Anejo de comparación de soluciones

Aquí es donde se realiza la selección de la solución a adoptar, en función de todos los parámetros que hemos estado viendo hasta ahora, ponderándolos según su importancia y obteniendo la solución que cumple con más de ellos.

A continuación, describiremos los conceptos y subconceptos a considerar, así como el peso que le asignaremos a cada uno de ellos a la hora de hacer la comparación de soluciones, para ajustarnos así más a la realidad:

3.4.1. Conceptos funcionales.

Se refieren al funcionamiento del futuro aprovechamiento hidroeléctrico. Se trata de datos técnicos que permitirán determinar cuál de las soluciones se acerca más a la finalidad buscada, que no es otra que la producción de energía. De ahí que el primero de los conceptos aplicados sea precisamente la energía producida anualmente. Por su gran importancia le asignaremos el coeficiente de ponderación 5.

Otro factor destacable desde el punto de vista funcional es el de la potencia instalada, que puede ser de gran importancia a la hora de satisfacer demandas en puntas diarias (factor 5). Por último, no podemos ignorar que también es significativo el plazo de ejecución de las obras, que consideraremos proporcional a la longitud del túnel, ya que es la unidad de más difícil realización (factor 3).

3.4.2. Conceptos económicos.

No hay duda de que íntimamente ligados a los factores funcionales se encuentran los factores económicos, ya que no puede producirse energía si el coste de la misma es excesivo. Aquí consideraremos como indicadores representativos el precio del Kwh

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

producido anualmente (factor 3), el coste total de la construcción (factor 3) y el coste por conservación y mantenimiento, de menor importancia relativa (factor 1).

3.4.3. Conceptos medioambientales.

En este punto, recogeremos del Estudio de Impacto Ambiental los conceptos que consideramos como más representativos. Estos conceptos son: “Ruidos por funcionamiento de la central”, “estabilidad de taludes y laderas” y “Contaminación de cauces por aporte de sólidos”.

Les asignaremos a todos ellos un factor de ponderación 2, ya que aunque importantes, no suponen un grave impedimento en la construcción, y además la zona ya está afectada por las instalaciones de la Presa del embalse del Torcón.

3.4.4. Conceptos geológicos y geotécnicos

En este apartado tratamos de poner de relieve los aspectos geológicos y geotécnicos que puedan ayudar a decantarnos por una u otra solución. Así, consideraremos la aptitud del terreno para cimentaciones y la dificultad de excavación. Les asignamos al primero de estos conceptos un factor de ponderación 3 y al segundo un factor 4 debido a la importancia relativa que tienen, sólo relevante en la construcción.

3.4.5. Conceptos topográficos y geográficos

En este aspecto analizaremos los condicionantes topográficos y geográficos del proyecto. Consideraremos la distancia de la toma a las compuertas, la profundidad del pozo de compuertas (condicionada por la topografía) y el acceso del personal a la central. Ponderaremos la distancia con el factor 2 por los impedimentos que pueda suponer en la maniobra de las compuertas. El resto son de importancia menor y les asignamos el factor 1.

3.4.6. Conceptos climáticos

Al estar situadas las tres soluciones en zonas cercanas, no habrá diferencias de clima significativas. Pero sí puede ocurrir que la repercusión de los cambios climáticos afecten de forma diferente a cada solución. Se estudiarán así la repercusión de los días de helada y de la variación de temperaturas en las tuberías. El peso de estas valoraciones será de 2 para las heladas y 1 para las variaciones térmicas.

3.4.7. Conceptos sociológicos

En este apartado analizaremos la repercusión de la producción de energía barata en la economía de la zona. Para ello estudiaremos la población servida y el efecto que tendrá la fase de construcción en la mano de obra de la zona. La ponderación que le damos a estos subconceptos es de 3 para los dos.

3.4.8. Cuadros comparativos

En este primer cuadro resumimos las calificaciones antes descritas en los diferentes apartados.

CONCEPTO	SUBCONCEPTO	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3
<u>Funcionales</u>	Energía producida	10	3	6.5
	Potencia instalada	10	3	6.18
	Plazo de ejecución de las obras	4	10	10
<u>Económicos</u>	Relación coste / energía	3	10	9.7
	Coste total	3	10	9.4
	Coste por mantenimiento	6	10	3
<u>Medioambientales</u>	Ruidos producidos por la central	4	4	4
	Estabilidad taludes y laderas. Desprendimientos	4.45	6	3
	Contaminación de cauces	4.36	6	3
<u>Geológicos y Geotécnicos</u>	Aptitud para cimentaciones	5	5	5
	Dificultad de excavabilidad	4	10	10
<u>Topográficos / Geográficos</u>	Distancia toma - compuerta	10	9	9
	Profundidad del pozo	10	8	8
	Distancia del acceso a central	10	3	7.06
<u>Climáticos</u>	Interrupción por heladas	6.2	8	4
	Variaciones térmicas	3	6	4.5
<u>Sociológicos</u>	Población servida	10	3	6.5
	Efecto en la mano de obra	10	3	5.6

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

En este segundo cuadro resumimos las calificaciones definitivas, afectadas ya cada una de ellas por el factor previamente señalado y obtenemos el total.

CONCEPTO	SUBCONCEPTO (FACTOR)	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3
<u>Funcionales</u>	Energía producida (5)	50	15	32.5
	Potencia instalada (5)	50	15	30.9
	Plazo de ejecución obras (3)	12	30	30
<u>Económicos</u>	Relación coste / energía (3)	9	30	29.1
	Coste total (3)	9	30	28.2
	Coste por mantenimiento (1)	6	10	3
<u>Medioambientales</u>	Ruidos producidos por central (2)	8	8	8
	Estabilidad taludes y laderas. Desprendimientos (2)	8.9	12	6
	Contaminación de cauces (2)	8.72	12	6
<u>Geológicos y Geotécnicos</u>	Aptitud para cimentaciones (3)	15	15	15
	Dificultad de excavabilidad (4)	16	40	40
<u>Topográficos / Geográficos</u>	Distancia toma – compuerta (2)	20	18	18
	Profundidad del pozo (1)	10	8	8
	Distancia acceso a central (1)	10	3	7.06
<u>Climáticos</u>	Interrupción por heladas (2)	12.4	16	8
	Variaciones térmicas (1)	3	6	4.5
<u>Sociológicos</u>	Población servida (3)	30	9	19.5
	Efecto en la mano de obra (3)	30	9	16.8

TOTAL

308.02	286	310.56
--------	-----	--------

3.4.9. Resultados y conclusiones

Como hemos visto al final del último cuadro comparativo, la suma total de las calificaciones de cada uno de los subconceptos, afectados de sus respectivos coeficientes de ponderación es la siguiente:

	SUMA TOTAL
SOLUCIÓN 1	308.02
SOLUCIÓN 2	286
SOLUCIÓN 3	310.56

La solución 2 es la que presenta una puntuación inferior al resto, de manera clara además, lo que indica que es la menos adecuada de las tres posibles opciones.

Las soluciones 1 y 3 tienen puntuaciones muy similares, lo que indica que ambas soluciones son muy válidas, pero la solución 3 es la que presenta una mejor puntuación global, por lo que la adoptamos como solución definitiva.

La solución óptima obtenida en el estudio
comparativo de soluciones es la
SOLUCIÓN 3

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

4.1. Introducción

En este epígrafe vamos a realizar un resumen de los anejos que definen perfectamente la solución adoptada para nuestro Proyecto del Aprovechamiento Hidroeléctrico del Embalse del Torcón.

4.2. Hidrología

Los fenómenos hidrológicos son función de muchos fenómenos físicos actuando conjuntamente, sobre todo en lo relacionado con la meteorología, por ello se dan las características idóneas para considerar a estos fenómenos hidrológicos como aleatorios, es decir, regidos por las leyes de azar, por lo que se debe aplicar la metodología estadística.

Desde el momento en que se aplica la estadística a la hidrología pasa a segundo plano el problema de conocer las leyes que rigen los fenómenos hidrológicos, estudiando sólo los datos numéricos o estadísticos de estos fenómenos.

El estudio estadístico de los datos hidrológicos tiene dos niveles, un primer nivel de conocimiento del fenómeno, distribuciones, medias, desviación típica, etc. Un segundo nivel es la inferencia estadística, es decir, el análisis de la naturaleza de la muestra que permite conocer los datos esenciales de la muestra eliminando la variabilidad necesariamente muestral.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

A partir de esta segunda fase se pueden inferir sucesos del futuro partiendo de los datos conocidos. Es esto último lo más importante, ya que nos permitirá el conocimiento de sucesos posibles en el futuro.

Para la realización de este anejo partimos de los datos de aportaciones y caudales, obtenidos de los datos de explotación del embalse por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo y de los datos de precipitaciones en dos estaciones próximas al embalse, obtenidos en el Instituto Nacional de Meteorología.

4.2.1. Determinación de las aportaciones

Una vez que contamos con las aportaciones hacemos una clasificación de los años hidrológicos, dividiéndolos en secos, medios o húmedos.

Los años medios son aquellos en los que su aportación anual se desvía menos de un 15% en uno u otro sentido de la media. Los secos quedan por debajo del intervalo anterior y los húmedos por encima.

La media de las aportaciones durante estos años es de 13.45 Hm³/año. Contamos, por tanto, con 24 años secos (68% del total), 2 años medios (6%) y 9 años húmedos (26%). Representamos en una tabla las aportaciones medias mensuales (apm) para cada tipo de año, así como la media mensual ponderada (mmp)

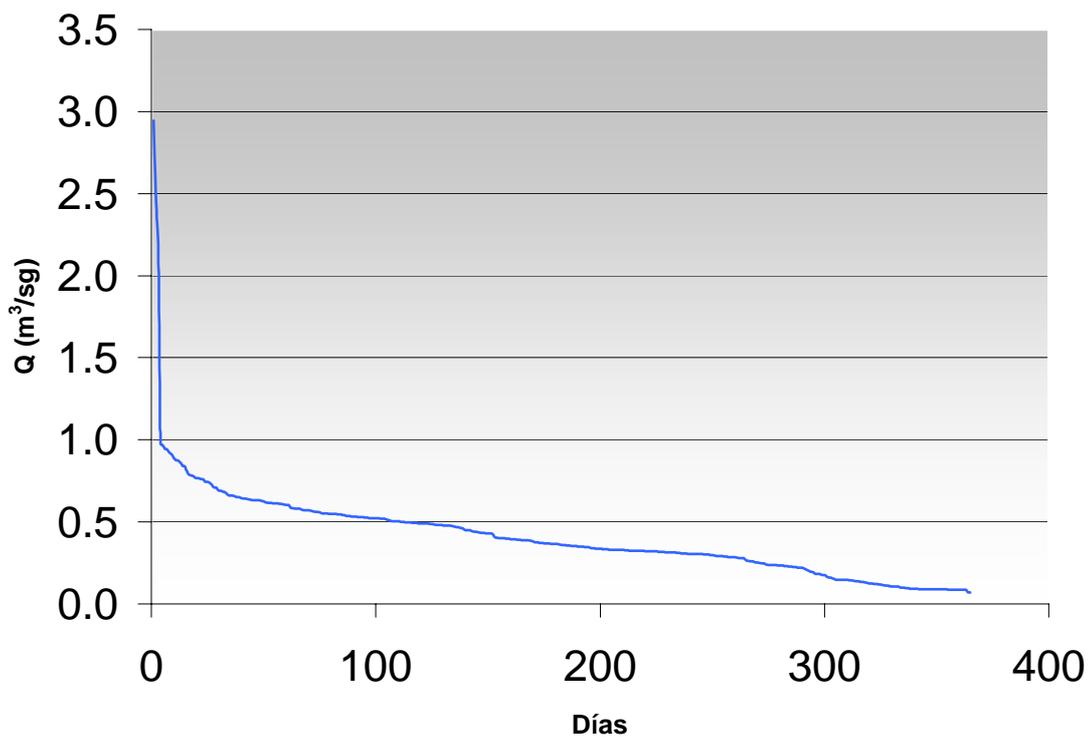
Año Tipo	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.
Húmedo	0.44	0.91	1.64	7.34	7.34	6.37	4.12	3.23	1.03	0.33	0.04	0.10
Medio	0.59	1.69	1.44	0.95	2.07	2.44	2.69	0.51	0.19	0.22	0.10	0.12
Seco	0.24	0.50	1.12	0.89	0.93	0.72	0.76	0.40	0.18	0.16	0.14	0.17
Med. Pond.	0.31	0.67	1.27	2.55	2.64	2.27	1.73	1.13	0.39	0.20	0.11	0.14

4.2.2. Determinación de la curva de caudales clasificados

El objetivo de este apartado es conseguir la curva de caudales clasificados del arroyo del Torcón en un año promedio a través de una ponderación de los años secos, húmedos y medios que se observan en los datos de aforo.

En esta curva se representará el caudal medio diario que pasa en ese año medio en el eje de ordenadas y en las abscisas, el número de días que pasará ese caudal.

Curva de cudales clasificados



4.2.3. Avenidas

Existen dos métodos básicos para obtener los caudales de avenida:

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

a) *Métodos empíricos*

Las fórmulas empíricas son expresión del caudal máximo en función de las características geomorfológicas de la cuenca. Existen muchas (Passeti, Fuller, Bürkli-Ziegler, etc...), siendo algunas de ellas debidas a investigadores de principio de siglo. Su utilidad, aparte del valor histórico, consiste en la obtención de un primer dato para centrar el orden de magnitud, no se utilizan para dimensionar.

Como ejemplo adjuntamos algunos resultados obtenidos al aplicar dichas fórmulas:

Santi: $Q = 472 \text{ m}^3/\text{sg}$ (Tr = 100)

$Q = 715 \text{ m}^3/\text{sg}$ (Tr = 500)

Gómez Quijano: $Q = 591 \text{ m}^3/\text{sg}$

Zapata: $Q = 512 \text{ m}^3/\text{sg}$

b) *Método de Gumbel*

El análisis numérico de los caudales de avenida lo realizaremos basándonos en la distribución de Gumbel (1958) cuya función de distribución corresponde a las máximas extraídas de una distribución normal.

Partimos de una serie de máximos caudales medios diarios por año. Realizamos el mismo proceso que ha sido descrito en el anejo hasta aplicar la fórmula que nos da la distribución de Gumbel:

$$x = \bar{x} - \frac{L(L(\frac{T}{T-1})) + \bar{y}_n}{\sigma_n} * \sigma_x$$

Sustituyendo en la fórmula con diferentes periodos de retorno obtendremos los diferentes caudales de avenida.

Periodo de retorno (años)	10	25	50	100	500	1000
Caudales de avenida (m³/sg)	33.974	47.831	58.111	68.310	91.895	102.032

4.3. Geotecnia

El Anejo de Geotecnia tiene como objeto la estimación de los parámetros resistentes del terreno donde se proyecta la obra para, posteriormente, en el Anejo de Cálculos Estructurales dimensionar adecuadamente las cimentaciones de los elementos del proyecto utilizando dichos parámetros.

Para ello primero se hará una propuesta de los sondeos, calicatas y ensayos necesarios y, posteriormente, se darán los resultados de estos ensayos. Al ser este un Proyecto de Fin de Carrera y no tener capacidad para realizar una campaña de sondeos, calicatas y ensayos geotécnicos, se obtendrán los datos del Proyecto de construcción del nuevo trazado de la carretera CM-401, que discurre próxima a la zona de nuestro proyecto.

4.3.1. Ubicación y determinación del número de ensayos

Debido a lo visto en los estudios geológicos previos, el terreno tendrá una gran capacidad portante y no son esperables problemas de resistencia del terreno ni de asentamientos inadmisibles. Pero aún así es necesario efectuar una campaña de ensayos, sondeos y calicatas para asegurar que a lo largo de la traza del proyecto no hay capas más blandas o que sufran grandes asentamientos.

Si se detectasen zonas problemáticas se intensificará el estudio en esos lugares con nuevos ensayos, sondeos, calicatas,...

Calicatas

Se realizarán cinco calicatas, distanciadas aproximadamente 500 metros, a lo largo de la traza de la conducción en derivación y otras dos, distanciadas unos 100 metros en la zona de la tubería forzada con objeto de determinar las características portantes y de drenaje existentes en el suelo.

Además, realizaremos dos catas, una situada en la traza del acceso y otra en la zona de la explanación del edificio de la central. La primera va encaminada a conocer la categoría de explanada del terreno (obtención del C.B.R.) y la segunda a obtener las características resistentes del suelo para cimentaciones.

Sondeos

Se propone efectuar dos sondeos a lo largo de lo que será el eje del túnel para obtener las características del terreno necesarias para calcular el R.M.R. del macizo en base al cual se calculará el módulo de elasticidad y el sostenimiento del futuro túnel. Se

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

procederá al estudio en laboratorio de los testigos obtenidos en los sondeos para obtener las citadas características.

Geofísica sísmica de refracción

Las prospecciones geofísicas se llevarán a cabo en la zona inicial del canal, que discurre en túnel, utilizando los métodos de propagación de ondas eléctricas o de sonido usuales.

Se propone efectuar tres perfiles sísmicos para obtener datos del macizo rocoso por el que discurrirá el túnel.

Ensayos de penetración dinámica

Se propone efectuar dos ensayos de penetración dinámica: uno en la zona cercana al edificio de la central (por donde se ejecutará el camino de acceso a dicha central) y otro en las proximidades de la toma y la caseta de compuertas (por donde se ejecutará el camino de acceso a dicha caseta).

Ensayos SPT

Se propone efectuar ensayos SPT en los primeros niveles de suelo de los sondeos que se realicen.

Ensayos Lugeon

Se propone realizar ensayos en tramos de 5 m durante la realización del sondeo.

Otros

Se tomarán muestras de las calicatas y los sondeos para efectuar ensayos de:

Humedad (muestras inalteradas)

Densidad aparente (muestras inalteradas)

Límite líquido WL

Límite plástico W_P

Corte directo (muestras de calicatas)

Triaxial consolidado drenado (muestras de calicatas)

CBR

Granulometrias (muestras de calicatas)

Densidad y humedad Proctor (muestras de calicatas)

Compresión simple (muestras de sondeos)

Reacción al CLH

Contenido en SO_3 , carbonatos y materia orgánica.

4.3.2. Sondeos, calicatas y ensayos de campo

En los siguientes cuadros resumimos los resultados obtenidos:

CALICATAS	TIERRA VEGETAL (m)	DIFICULTAD EXCAVACIÓN	TIPO SUELO
C - 1	0.60	1.30	Arena arcillosa
C - 2	0.80	1.50	Arena arcillosa
C - 3	0.50	1.40	Arena arcillosa
C - 4	0.70	1.40	Arena arcillosa

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

C – 5	0.60	1.10	Arena arcillosa
C – 6	0.40	0.75	Arenas cuarcíferas
C – 7	0.25	0.50	Arenas cuarcíferas
C – 8	0,10	0.30	Roca alterada
C – 9	0.40	0.90	Arenas cuarcíferas

SONDEOS	PROFUNDIDAD	RQD. MEDIO	NIVEL FREÁTICO	LUGEON	
				Profundidad (m)	Ud. Lugeon (1 / min. m)
S – 1	1,20	72	No se detecta	25 a 30	3,2
S – 2	1,40	72	No se detecta	22 a 28	2,9

La finalidad de los sondeos, como ya se ha mencionado es conocer las características necesarias para obtener el R.M.R. en base al cual se calcula el módulo de elasticidad de la roca y el sostenimiento.

De los ensayos efectuados obtenemos un R.M.R de 72 para roca sana y 65 para roca decomprimida

El resultado de los perfiles sísmicos y de los ensayos de penetración dinámica son los siguientes:

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

PERFIL	L (m)	Profundidad (m)	Velocidad (m/sg)	Ripabilidad
P - 1	50	0 a 1,5/4,5	534	Ripable
		>1,5/4,5	1792	Marginal
P - 2	50	0 a 3,8	578	Ripable
		>3,8	3627	No Ripable
P - 3	50	0 a 3/5,5	481	Ripable
		3/5,5 a 15/18	979	Ripable
		>15/18	3921	No Ripable

Penetración Dinámica	Profundidad (m)						
	N > 2	N > 4	N > 10	N > 16	N > 25	N > 40	N > 100
PD - 1	0.20	0.40	0.80	1.20	1.20	1.40	1.80
PD - 2	0.20	0.40	0.40	0.60	1.00	1.40	1.60

A continuación exponemos los resultados obtenidos de los ensayos realizados con las muestras extraídas en los sondeos y calicatas antes mencionados.

Tipo de terreno	Roca sana	Roca decomp.	Acceso	Edificio
Compresión simple	2.233-1.996 Kp/cm2	538-429 Kp/cm2		
Peso específico	2,66 T/m3	2,49 T/m3	2,59 T/m3	2,58 T/m3
C.B.R.(100%)			17,5	17,5
C.B.R.(95%)			10,2	10,2
Cohesión efectiva			120-315 Kp/cm2	120-315 Kp/cm2

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Rozamiento			46-52°	46-52°
Proctor Normal (d.máx.)			1,76	1,79
Proctor Normal (hum.ópt.)			8,3	10,7
Hinchamiento (%)			0	0
IP			7,6	8,4
% grava			13,77	35,82
% arena			61,86	51,43
% finos			24,37	12,75
Clasificación Casagrande			SM	SM
Mat. Orgánica (%)			0,367	0,678

4.3.3. Cuadro resumen

En el cuadro que reflejamos a continuación intentamos resumir todos los estudios geotécnicos realizados para el proyecto. Reflejamos el parámetro deducido de los ensayos y su valor y también indicamos a qué elemento estructural va a afectar el mismo.

PARÁMETRO	OBJETO	VALOR
Resistencia a compresión simple en granito sano	Cálculo del R.M.R. (y módulo E de elasticidad) para cálculo de sostenimiento de la galería forzada	2.233 Kp/cm ²

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Resistencia a compresión simple en granito decomprimido.	Claculo del R.M.R. (y módulo E de elasticidad) para cálculo de sostenimiento del tramo en túnel	538 Kp/cm2
R.Q.D. en roca granito sano	Claculo del R.M.R. (y módulo E de elasticidad) para cálculo de sostenimiento del tramo en túnel	75
R.Q.D. en roca granito decomprimido	Claculo del R.M.R. (y módulo E de elasticidad) para cálculo de sostenimiento de sostenimiento del tramo en túnel	66
Peso específico de roca sana	Cálculo de sostenimiento del tramo en túnel	2,66 T/m3
Peso específico de roca decomprimida	Cálculo de sostenimiento del tramo en túnel	2,49 T/m3
Peso específico de terreno en la zona del edificio	Cálculo de zapatas	2,58 T/m3
C.B.R. en la zona del acceso.	Determinación de la categoría de explanada para cálculo de firmes	10,2-17,5
Cohesión en la zona del edificio	Cálculo de zapatas	120 Kg/cm2
Ángulo de rozamiento en la zona del edificio	Cálculo de zapatas	46°
Proctor Normal (d.máx.) en la zona del edificio	Ejecución de las cimentaciones	1,79
Proctor Normal (hum.ópt.) en la zona del edificio	Ejecución de las cimentaciones	10,7
Coefficiente de Poisson	Comprobación pórtico de la central	0.3
Velocidad de onda sísmica	Cálculo de cimentaciones	1500<Z<3500

4.4. Explotación

En el presente anejo, el objetivo que se persigue es la obtención de un plan de explotación. Este plan de explotación definirá la forma de utilizar los recursos que nos va a proporcionar un mayor beneficio en la producción de energía eléctrica.

Una característica particular de nuestra explotación es la doble función que presenta el embalse del Torcón. Por una parte, el embalse sirve para el abastecimiento de agua de la ciudad de Toledo y, a la vez, nos ha de servir como embalse destinado a la producción de energía eléctrica. Esta peculiaridad se ha tener en cuenta a la hora de evaluar las posibles opciones de explotación.

Para la realización de este anejo partiremos del régimen de aportaciones al embalse en un año promedio, obtenido en el anejo de Hidrología, así como del caudal ecológico que se ha de mantener en la explotación.

Inicialmente se plantearán una serie de hipótesis que, posteriormente, se evaluarán de manera que aquella que presente una mejor respuesta será la finalmente elegida.

4.4.1. Hipótesis

Planteamos cuatro posibilidades para la explotación del aprovechamiento, que enumeramos a continuación:

Hipótesis 1. Turbinamos el caudal ecológico los meses de Julio a Octubre y en los restantes turbinamos a caudal constante el resto de la aportación.

Hipótesis 2. Turbinamos el caudal ecológico los meses de Julio a Octubre. En los restantes meses turbinamos los sábados y domingos y 16 horas de los días

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

laborables el caudal ecológico, y en las ocho horas punta turbinamos el resto de la aportación, de modo que satisfacemos las demandas de riego.

Hipótesis 3. Turbinamos el caudal ecológico los meses de Julio a Octubre. En los restantes meses turbinamos los sábados y domingos y 8 horas de los días laborables el caudal ecológico, y en las ocho horas punta y 8 horas llanas turbinamos el resto de la aportación.

Hipótesis 4. Turbinamos el caudal ecológico los meses de Julio a Octubre. En los restantes meses turbinamos los sábados y domingos y 12 horas de los días laborables el caudal ecológico, y en las ocho horas punta y 4 horas llanas turbinamos el resto de la aportación.

Con estas consideraciones obtenemos los caudales de punta para cada una de estas hipótesis. El caudal de punta será aquel que, con el régimen de explotación considerado y en el mes de mayor aportación, nos permite turbinar el total de dicha aportación.

A continuación, calcularemos las pérdidas de energía (ΔH). Consideraremos únicamente las pérdidas lineales, tanto en el canal ($n=0.014$) como en la tubería ($n=0.013$).

Representamos en una tabla los citados datos obtenidos para cada hipótesis:

	<i>Caudal ecológico</i> (m ³ /s)	<i>Caudal Punta</i> (m ³ /s)	<i>Área canal trapecial</i> (m ²)	<i>Diámetro tubería</i> (m)	<i>Pérdidas (m) caudal ecológico</i>	<i>Pérdidas (m) caudal punta</i>
Hipótesis 1	0.3	1.12	0.74	0.59	0.53	16.3

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Hipótesis 2	0.3	3.25	2.16	1.01	0.07	8.41
Hipótesis 3	0.3	2.08	1.38	0.81	0.10	11.2
Hipótesis 4	0.3	2.71	1.8	0.92	0.05	9.45

4.4.2. Salto, potencia y energía

El salto neto lo obtenemos mediante la siguiente fórmula:

$$H_{\text{neto}} = \text{Cota embalse} - \text{Cota central (640 m)} - \Delta H$$

Es decir, para obtener el salto bruto, tenemos que restarle a la cota del embalse la cota a la que está situada la turbina (640 m). La cota del embalse la obtendremos según la hipótesis de explotación que hayamos aplicado.

Una vez obtenido el salto bruto medio para cada mes, le restamos las pérdidas producidas y obtenemos el salto neto, con el que obtenemos la potencia.

Para el cálculo de la potencia consideramos en principio un rendimiento de 0.90 en turbinas y 0.96 en alternadores. Así calculamos la potencia con la expresión:

$$P(Kw) = 9,8 \cdot Q \cdot Hn \cdot 0,9 \cdot 0,96$$

La energía la calculamos multiplicando la potencia por las horas de producción para cada caudal. Distinguimos así para cada hipótesis la energía producida en horas punta de demanda, en horas valle y en horas llano para su posterior evaluación económica.

4.4.3. Ingresos anuales

A la hora de calcular los ingresos anuales producidos por el aprovechamiento, debemos tener en cuenta la existencia de distintas tarifas y por tanto de distintos precios de la energía según el horario de producción. Así, estimamos que el precio del Kwh producido en punta de demanda es de 25 pesetas, el Kwh producido en valle vale 4 pesetas y el producido en llano vale 10 pesetas.

A continuación reflejamos en la tabla siguiente el ingreso que obtenemos en cada hipótesis por mes y el ingreso total obtenido durante todo el año:

INGRESOS (en pesetas)				
	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 4
Octubre	671982	633560	665707	673095
Noviembre	2244577	1560026	4237386	4981579
Diciembre	2161324	1506167	3947471	4644823
Enero	2726142	620901	4538842	5383934
Febrero	2974710	5509850	4817167	5695465
Marzo	3082351	5382815	5025902	5721255
Abril	3163698	6114487	5211955	6097821
Mayo	3170450	6459419	5315753	6201640
Junio	3147889	6689077	5315753	6201642
Julio	760831	6867310	764689	767231
Agosto	753250	6920253	758493	761829
Septiembre	758254	6875321	755792	756507
TOTAL	25615463	55139193	41354914	47886825

4.4.4. Costes fijos

A la hora de evaluar los costes fijos del aprovechamiento, tendremos en cuenta los siguientes aspectos

- Coste de turbinas
- Coste del generador
- Coste del transformador
- Coste del sistema eléctrico y los automatismos
- Coste del edificio de la central

El coste de las turbinas es función del caudal turbinado, mientras que los restantes costes fijos son función de la potencia instalada.

En la tabla que figura a continuación se reflejan todos estos costes fijos para cada hipótesis:

<i>COSTES FIJOS EN MILLONES DE PESETAS</i>				
<i>Concepto</i>	<i>Hipótesis 1</i>	<i>Hipótesis 2</i>	<i>Hipótesis 3</i>	<i>Hipótesis 4</i>
Turbinas	24	43	28	38
Generador	7	18	12	15
Transformador	2.6	5.8	4.2	4.5
Sist. Eléctrico	14.9	26	21	24
Edificio	20	35	26	28
TOTAL	68.5	127.8	91.2	109.5

4.4.5. Costes variables y beneficio anual

Los costes variables que analizaremos son el canon que se debe pagar por la concesión del aprovechamiento y el coste de mantenimiento.

Dicho canon a abonar anualmente, supondremos que consta de una parte fija, independiente de la energía producida y otra proporcional a la misma. De esta forma, la cantidad anual a pagar es la que sigue:

$$C = 20.000.000 + 10 \times Kwh \text{ producidos anualmente}$$

En cuanto al mantenimiento, suponemos que equivale al 3% de los ingresos anuales.

A continuación calculamos el beneficio neto anual, como diferencia entre el ingreso anual y el coste total anual (canon + mantenimiento):

	INGRESO ANUAL (PTAS.)	COSTE ANUAL (PTAS.)	BENEFICIO NETO
Hipótesis 1	25615463	44630686	-19015223
Hipótesis 2	55139193	47296679	7842514
Hipótesis 3	41354914	47794932	-6440018
Hipótesis 4	47886825	49103430	-1216605

4.4.6. Rentabilidad

Para analizar la rentabilidad de cada una de las hipótesis y elegir la conveniente, vamos a utilizar el V.A.N. (Valor Actual Neto), que es un indicador de rentabilidad que consiste en actualizar a la fecha actual los beneficios y costes del aprovechamiento que se produzcan en el periodo de amortización del mismo. Para calcularlo, consideramos un periodo de amortización de 50 años y un interés anual del 8%

Para hallar el V.A.N., tenemos que restar a estos beneficios actualizados el coste de construcción del aprovechamiento (costes fijos), que suponemos que abonamos al comenzar la explotación. En la siguiente tabla, adjuntamos el comentado V.A.N. de cada hipótesis, así como la producción de energía para compararlas y decidir cuál es más apropiada:

<i>V.A.N. (Pesetas)</i>				
	<i>Hipótesis 1</i>	<i>Hipótesis 2</i>	<i>Hipótesis 3</i>	<i>Hipótesis 4</i>
Beneficios	-251232234	103616577	-85086570	-16073984
Costes	68500000	127800000	91200000	109500000
V.A.N.	-319732234	-24183423	-176286570	-125573984
Energía anual (Kwh/año)	2399030	2591820	2676106	2790626

4.4.7. Conclusión

Como hemos dicho, el VAN es un indicador de rentabilidad que tiene la ventaja de introducir de un modo “científico” el factor tiempo (valor cronológico del dinero). El inconveniente principal del método es que no nos permite determinar la rentabilidad de la inversión: sólo da una indicación de si es superior o inferior a la tasa de descuento previamente definida.

Por tanto, que tengamos valores negativos del VAN no indica que la inversión no sea rentable, sino que no lo es para la tasa de descuento previamente definida.

Dentro de las hipótesis consideradas, la que ofrece mejores perspectivas es la hipótesis 2, ya que tiene un valor del VAN mayor. Como, además, la diferencia de energía producida es muy escasa entre las diferentes opciones, será la mencionada hipótesis la que se adoptará, junto con los valores calculados para ella de caudal y dimensiones de las diferentes secciones.

4.5. Optimización

El objetivo que persigue este anejo es la búsqueda del caudal óptimo que nos permita obtener los mayores beneficios a la hora de explotar nuestra instalación.

Para ello, contamos con los resultados obtenidos en el anejo de explotación. En dicho anejo se comparaban varias hipótesis de explotación, obteniéndose un tipo óptimo de explotación que consistía básicamente en turbinar el caudal ecológico los meses de Julio a Octubre, turbinando en el resto de meses los sábados, los domingos y 16 horas en los días laborables el caudal ecológico y en las ocho horas de punta de los días laborables el caudal de equipo.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

En este anejo vamos a comparar una serie de caudales que se encuentran en el entorno del caudal obtenido en el anejo de explotación, siguiendo los mismos pasos que se han definido en el mencionado anejo para, al final, obtener los ingresos y gastos anuales para cada caudal. Aquel caudal con el que obtengamos un mayor beneficio será el caudal óptimo de nuestra explotación.

4.5.1. Hipótesis

En el anejo de explotación hemos obtenido un caudal de $3.25 \text{ m}^3/\text{sg}$. Nuestras hipótesis considerarán unos caudales que se encuentren en el entorno del caudal obtenido.

$$\textit{Hipótesis 1} \rightarrow Q = 0.5 \times Q_{\text{expl}} = 1.65 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$\textit{Hipótesis 2} \rightarrow Q = 0.75 \times Q_{\text{expl}} = 2.43 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$\textit{Hipótesis 3} \rightarrow Q = Q_{\text{expl}} = 3.25 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$\textit{Hipótesis 4} \rightarrow Q = 1.5 \times Q_{\text{expl}} = 4.87 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$\textit{Hipótesis 5} \rightarrow Q = 2 \times Q_{\text{expl}} = 6.5 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Con estas hipótesis realizamos los mismos pasos que se han efectuado en el anejo de explotación, hasta obtener el Beneficio neto anual de cada hipótesis.

4.5.2. Beneficio neto anual

El beneficio neto anual se obtiene como diferencia entre el ingreso anual y el coste total anual (canon + mantenimiento):

	INGRESO ANUAL (PTAS.)	COSTE ANUAL (PTAS.)	BENEFICIO NETO
Hipótesis 1	35490164	41921762	-6431598
Hipótesis 2	53075938	49583842	3492096
Hipótesis 3	71660029	57368786	14291243
Hipótesis 4	109559117	73675666	35883451
Hipótesis 5	148326392	90554068	57772324

4.5.3. Conclusión

Observada la diferencia entre los ingresos medios anuales, se aprecia un crecimiento constante del beneficio con el aumento de caudal, exceptuando la primera hipótesis que no presenta beneficios.

Por tanto, de las tres posibles opciones adoptaremos la correspondiente a la quinta hipótesis ($q = 6.5 \text{ m}^3/\text{sg}$) que es la que nos da un benéfico mayor en relación al caudal utilizado.

Este valor de caudal nos indica que el tipo de turbina a utilizar en nuestra instalación es una turbina Francis, cuyo rango de actuación va de 0.5 a $10 \text{ m}^3/\text{sg}$

4.6. Cálculos hidráulicos

En este anejo se desarrollan los cálculos necesarios para dimensionar los diferentes elementos del aprovechamiento. Se divide en dos partes:

4.6.1. Dimensionamiento

El aprovechamiento constará de una toma formada por unas rejillas y una embocadura. Las rejillas están formadas por cuatro paneles de 2×1.75 m. La embocadura presenta una forma elíptica de semiejes $a=0.825$ m y $b=0.22$ m.

El canal consta de dos tramos. El primero de ellos es subterráneo, de forma circular con 3 metros de diámetro.

El segundo tramo del canal discurre a cielo abierto y puede presentar dos secciones diferentes:

- Rectangular, de base 2.5 m y altura 2.05 m
- Trapecial, de base inferior de 2.5 m, base superior de 4.15 m y una altura de 1.4 m

El canal desemboca en una cámara de carga de dimensiones $8 \times 30 \times 15$ metros, con un aliviadero de 20 metros de longitud útil, dividida en dos tramos de 10 metros cada uno y una altura de 0.5 m

La tubería forzada que parte de la cámara de carga para llevar el agua hasta la turbina tiene un diámetro de 1400 mm, con un espesor de 11.7 mm

4.6.2. Pérdidas

A continuación ofrecemos un resumen de los datos de pérdidas referentes a cada uno de los elementos que conforman nuestra obra:

TOMA

Rejillas = 0.000834 m

Embocadura = 0.334 m

CÁMARA DE COMPUERTAS = 0.0163 m

CANAL = 1.47 m

TUBERÍA FORZADA

Embocadura = 1.17 m

Tubería = 3.95 m

4.6.3. Salto máximo y salto mínimo

El salto neto lo calculamos como la diferencia entre la cota del embalse y la suma de la cota de la central más las pérdidas.

Maximizando o minimizando cada factor podemos hallar el salto máximo y mínimo.

Los resultados obtenidos son:

- *SALTO MÁXIMO* = 54.36 m

- *SALTO MÍNIMO* = 36.26 m

4.7. Cálculos estructurales

En el anejo correspondiente, vamos a realizar los cálculos de los elementos estructurales del aprovechamiento. Así realizaremos los cálculos y dimensionaremos los siguientes elementos:

- Vigas horizontales de la toma por Resistencia de Materiales.
- Pilas de la toma por Resistencia de Materiales.
- Puente grúa en Estado Límite de Servicio (dimensionamiento) y en Estado Límite Último (comprobación).
- Viga carril mediante Estado Límite de Servicio.
- Pilares, estableciendo las hipótesis de carga mediante la NBE-AE-88 y dimensionando con la EH-91.
- Ménsula de apoyo de la viga carril, dimensionando con la EH-91.
- Zapatas, dimensionando la armadura mediante la EH-91 y calculando la carga de hundimiento mediante el Método de Brinch – Hansen.
- Cimentación – refuerzo de la tubería forzada, por Resistencia de Materiales
- Conducción forzada y sostenimiento, calculando el RMR por el método de Bienawski y las tensiones en la roca por el método de Hoek y Brown.

Así, tenemos los resultados que resumimos en el siguiente cuadro:

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

ELEMENTO	DIMENSIONES	PROPIEDADES
Puente grúa	2 HEB 400	9.5 m de luz
Viga carril	HEB 300	4.67 m de luz libre
Pilares	0.5 x 0.5	Armado: Long. 6 ϕ 32 en cada cara Cortante: 1 ϕ 10 cada 30 cm
Ménsula de apoyo	Ancho: 0.28m Alto: 0.3+0.3 m	Armado: Armadura principal: 1 ϕ 32 Armadura secund.: 4 ϕ 10
Rejilla (toma)	20 x 150mm	150 mm de separación, 2.4 metros de luz libre
Vigas horizontales (toma)	Ancho max: 0.6m Canto max 0.33m	Armado: 3 ϕ 8 + armado de piel
Pilas de la toma	Ancho max:1.5m Canto max:0.6m	Armado: Exterior: 6 ϕ 12 Interior: 3 ϕ 12
Zapatas	3 x 2 m	Armado: Sección de 3m: 14 ϕ 16 Sección de 2m: 9 ϕ 20
Conducción forzada: Roca sana:	Sostenimiento primario: Anillo de 5cm de gunita Sostenimiento definitivo: Hormigón inyectado	
Conducción forzada: Roca decomprimida:	Sostenimiento primario: Anillo de 15 cm de gunita. Sostenimiento definitivo: Hormigón inyectado	

4.8. Firmes y pavimentos

Los firmes de carretera están constituidos por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales y de varios centímetros de espesor, de diferentes materiales, adecuadamente compactados.

Estas estructuras estratificadas se apoyan en la explanada obtenida por el movimiento de tierras y han de soportar las cargas de tráfico durante un periodo de varios años sin deterioros que afecten a la seguridad, a la comodidad de los usuarios o a la propia integridad del firme.

La finalidad del presente Anejo no es otra que la de establecer la sección óptima de la citada estructura para la carretera de acceso al edificio de la central.

Como instrumento a la hora de consultar los posibles métodos de dimensionamiento y ejecución hemos utilizado el libro “Firmes y pavimentos” de Carlos Kraemer y Miguel Angel del Val.

4.8.1. Metodología

A la hora de dimensionar el firme del acceso a nuestra obra optamos por uno de los métodos expuestos en la citada publicación. Este es el método que describe la Instrucción 6.1 y 2 IC.

De entre las categorías posibles, nuestro acceso soportará el tráfico correspondiente a la categoría T4, es decir, su I.M.D.P. (intensidad media diaria de vehículos pesados) es inferior a 50. Además, de acuerdo con los ensayos realizados en la traza del acceso al

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

edificio de la central, (ver Anejo de Geotecnia), el C.B.R. queda entre 10 y 20, correspondiendo, por lo tanto, una categoría de explanada E2.

Con estos datos de partida, elegimos los firmes de la sección 421 de las propuestas por la Instrucción 6.1 y 2 IC, con 20 centímetros de zahorra natural como subbase, base de 30 centímetros de zahorra artificial y capa de rodadura de 5 centímetros de mezclas bituminosas.

La capa bituminosa estará constituida por una mezcla abierta en frío (AF) con emulsión EAM.

Tanto para el riego de imprimación como para la capa de rodadura, utilizaremos emulsiones bituminosas catiónicas, debido a su gran adhesividad con áridos silíceos, que son los que abundan en la zona de obras.

Para la capa de rodadura utilizaremos una emulsión ECM, emulsión catiónica de rotura media. Para el riego de imprimación utilizaremos una emulsión ECI. Es una emulsión especial para los riegos de imprimación.

El firme del arcén es prolongación del de la calzada, siendo su construcción simultánea a la misma.

4.9. Medidas correctoras de impacto ambiental

Prevenir el impacto ambiental significa introducir medidas protectoras, correctoras o compensatorias en la actuación o en el medio. Por tales se entienden las modificaciones o incorporaciones que se hacen a un proyecto para evitar, disminuir, modificar, curar o compensar el efecto del proyecto en el ambiente.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Prevenir el impacto ambiental significa también aprovechar mejor las oportunidades que brinda el medio para el éxito del proyecto

4.9.1. Afecciones más importantes

Una vez evaluadas las diferentes soluciones y siendo la solución 3 la adoptada, vamos a describir las afecciones medioambientales más importantes que presenta dicha solución a la vista de los resultados obtenidos en las matrices de impacto.

El estudio lo dividiremos en dos partes, afecciones en la construcción y afecciones en la explotación

Afecciones en la construcción

Las actividades agrícolas se verán alteradas, dada la extensión de superficie cultivable que afecta esta solución, destacándose el efecto barrera que se producirá en el sector primario por la circulación de las máquinas. Además, también se verán afectadas zonas de monte bajo, con el consiguiente perjuicio para la fauna y la flora, debido a la destrucción de habitats, tala de árboles y destrucción de especies autóctonas.

Los movimientos de maquinaria afectarán al paisaje por la introducción de elementos extraños y por su alteración. Este movimiento influirá negativamente sobre la calidad del aire; y además será causa principal, junto con las voladuras a realizar, de contaminación sonora (ruidos).

Los movimientos de tierra necesarios para la instalación de la tubería, el canal y la construcción de la central incidirán en el suelo aumentando el riesgo de erosión, provocando intrusión visual y cambiando en parte el aspecto de las laderas y los taludes alterando, por tanto, el paisaje. Dicho movimiento de tierras podría producir una mayor turbidez del agua por posibles vertidos accidentales, así como la modificación de cauces, con el consiguiente e indeseable efecto barrera.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Los puntos establecidos como vertederos de tierras pueden repercutir visualmente en el paisaje, aunque se ha tratado de realizar estos vertidos de la manera más integradora posible.

Se destaca que el conjunto de estas obras producirá efectos beneficiosos en las rentas tanto municipales como privadas, dado el importante aumento de actividad industrial en la zona.

Afecciones en la explotación

Las modificaciones producidas en la presa por la realización de la toma y las producidas por la construcción de la central no van a afectar a la calidad del agua, sin embargo pueden tener consecuencias negativas los posibles vertidos accidentales de aceites de los sistemas asociados al grupo de generación.

El paso del agua por la turbina y por el desagüe, hasta la restitución, favorecen la oxigenación del agua y facilita la limpieza del cauce cuando se produce de forma intermitente.

Respecto al suelo, los efectos negativos a este respecto son los que se pueden producir en los taludes de las obras a realizar por la formación de erosiones superficiales debidas a la circulación del agua..

El canal, en el tramo que no presente tipología subterránea, será también motivo de impacto negativo, al impedir el paso normal tanto a los animales como a las personas, siendo necesario prever alguna obra de paso que permita paliar el efecto barrera. Además, dicho canal puede suponer un peligro tanto para personas como animales que caigan en su interior.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Negativo será el impacto del tendido eléctrico, principalmente sobre las aves; de un lado por el peligro de electrocución y de otro por el choque con los cables, principalmente en aves de cierto un tamaño.

La central influirá en el paisaje de la zona, así como en la generación de ruidos por su funcionamiento.

4.9.2. Medidas correctoras

A continuación incluimos las diferentes tablas resumen de las medidas correctoras de impacto ambiental, diferenciándolas según el tipo de impacto ambiental:

- Calidad del agua
- Calidad del aire
- Ruidos
- Procesos Erosivos
- Fauna terrestre
- Aves
- Paisaje
- Seguridad

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Impacto ambiental	CALIDAD DEL AGUA			
Carácter genérico del impacto	Adverso			
Tipo de acción del impacto	Directo			
Acumulación o sinergia	Si			
Proyección en el espacio	Localizada			
Proyección en el tiempo	Temporal			
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente			
Reversibilidad	Reversible			
Recuperación	Recuperable			
MEDIDA CORRECTORA	Evitar vertidos accidentales	Reducción del movimiento de máquinas por el cauce	Reducción de las excavaciones en el cauce	Balsa remansadora
Probabilidad de ocurrencia	Media	Media	Baja	Baja
Afección a recursos protegidos	No	No	No	No
Ubicación	Central	Central y restitución	Central y restitución	Central y restitución

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Impacto ambiental	CALIDAD DEL AIRE
Carácter genérico del impacto	Adverso
Tipo de acción del impacto	Directo
Acumulación o sinergia	Si
Proyección en el espacio	Extensivo
Proyección en el tiempo	Temporal
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente
Reversibilidad	Reversible
Recuperación	Recuperable
MEDIDA CORRECTORA	Regado de caminos de obra
Probabilidad de ocurrencia	Alta
Afección a recursos protegidos	No
Ubicación	Toda la obra

Impacto ambiental	RUIDOS
Carácter genérico del impacto	Adverso
Tipo de acción del impacto	Directo
Acumulación o sinergia	Si
Proyección en el espacio	Extensivo
Proyección en el tiempo	Permanente
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente
Reversibilidad	Irreversible
Recuperación	Recuperable
MEDIDA CORRECTORA	Pantalla vegetal
Probabilidad de ocurrencia	Alta
Afección a recursos protegidos	No
Ubicación	Central

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Impacto ambiental	PROCESOS EROSIVOS						
Carácter genérico del impacto	Adverso						
Tipo de acción del impacto	Directo						
Acumulación o sinergia	Si						
Proyección en el espacio	Localizada						
Proyección en el tiempo	Permanente						
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente						
Reversibilidad	Irreversible						
Recuperación	Recuperable						
MEDIDA CORRECTORA	Buena compactación zonas de relleno	Recuperación del suelo vegetal	Revegetación de taludes	Cunetas de guarda	Suavizado de taludes	Escollera en restitución al canal	
Probabilidad de ocurrencia	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
Afección a recursos protegidos	No	No	No	No	No	No	
Ubicación	Accesos	Zonas de desmonte	Vertederos, terraplenes, desmontes	Taludes de desmonte	Vertederos	Restitución al cauce	

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Impacto ambiental	FAUNA TERRESTRE
Carácter genérico del impacto	Adverso
Tipo de acción del impacto	Indirecto
Acumulación o sinergia	No
Proyección en el espacio	Localizado
Proyección en el tiempo	Permanente
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente
Reversibilidad	Irreversible
Recuperación	Recuperable
MEDIDA CORRECTORA	Pasos inferiores para animales
Probabilidad de ocurrencia	Alta
Afección a recursos protegidos	No
Ubicación	Canal

Impacto ambiental	AVES	
Carácter genérico del impacto	Adverso	
Tipo de acción del impacto	Indirecto	
Acumulación o sinergia	No	
Proyección en el espacio	Localizado	
Proyección en el tiempo	Permanente	
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente	
Reversibilidad	Irreversible	
Recuperación	Recuperable	
MEDIDA CORRECTORA	Zonas de nidificación	Aisladores de suspensión
Probabilidad de ocurrencia	Alta	Medio
Afección a recursos protegidos	No	No
Ubicación	Alrededor de la obra	Zona tendido eléctrico

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Impacto ambiental	PAISAJE	
Carácter genérico del impacto	Adverso	
Tipo de acción del impacto	Indirecto	
Acumulación o sinergia	Si	
Proyección en el espacio	Extensivo	
Proyección en el tiempo	Permanente	
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente	
Reversibilidad	Irreversible	
Recuperación	Recuperable	
MEDIDA CORRECTORA	Gunitado de taludes	Pantalla vegetal
Probabilidad de ocurrencia	Medio	Medio
Afección a recursos protegidos	No	No
Ubicación	Taludes	Central

Impacto ambiental	SEGURIDAD	
Carácter genérico del impacto	Adverso	
Tipo de acción del impacto	Indirecto	
Acumulación o sinergia	No	
Proyección en el espacio	Extensivo	
Proyección en el tiempo	Permanente	
Cuenca espacial de impacto	Próximo a la fuente	
Reversibilidad	Irreversible	
Recuperación	Recuperable	
MEDIDA CORRECTORA	Quitamiedos	Elementos de seguridad en canal
Probabilidad de ocurrencia	Medio	Medio
Afección a recursos protegidos	No	No
Ubicación	Accesos	Canal

5. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el *Anejo de Justificación de Precios* se pretende realizar un estudio detallado de los precios que intervienen en el presupuesto de la obra, mediante el desglosamiento de todas las partes que componen un precio.

Estos precios, que posteriormente se verán reflejados en los Cuadros de Precios nº 1 y nº 2, se componen de *Costes Directos* (CD) y *Costes Indirectos* (CI).

Los *Costes Directos* son los que sólo pueden ser atribuidos a una única unidad de obra y se componen de *Costes de Mano de Obra* (CMO), *Maquinaria* (MAQ) y *Materiales* (MAT).

Los *Costes Indirectos* son los que se producen en la obra en general y no pueden ser atribuidos a una unidad de obra en particular.

El *Coste de Ejecución Material* (CEM) es la suma de *Costes Directos* y *Costes Indirectos* en cada unidad, o sea, $CEM = CD + CI = CD (1+KI)$, siendo KI el *Coefficiente de Costes Indirectos* en tanto por uno.

A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos en las diferentes unidades de obra.

5. 1. M³ de excavación en túnel realizada con explosivos, incluyendo carga y transporte a vertedero.

RESUMEN COSTES DIRECTOS	
FASE 1: PERFORACIÓN	1418
FASE 2: CARGA DE EXPLOSIVOS VOLADURA.	476
FASE 3: CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	1332
TOTAL COSTES DIRECTOS	3226
6 % COSTES INDIRECTOS	194
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	3420 PTAS.

DESCOMPOSICIÓN PARA EL CUADRO DE PRECIOS N ° 2		
FASE 1: PERFORACIÓN	1418	1503
FASE 2: CARGA DE EXPLOSIVOS VOLADURA.	476	505
FASE 3: CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	1332	1412
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		3420 PTAS.

5. 2. M³ de excavación en pozo realizada con explosivos, con carga y transporte a vertedero

RESUMEN COSTES DIRECTOS	
FASE 1: PERFORACIÓN	2080
FASE 2: EXTRACCIÓN DEL MATERIAL	332
FASE 3: CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	1332
TOTAL COSTES DIRECTOS	3744
6 % COSTES INDIRECTOS	225
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	3969 PTAS.

DESCOMPOSICIÓN PARA EL CUADRO DE PRECIOS N ° 2		
FASE 1: PERFORACIÓN	2080	2205
FASE 2: EXTRACCIÓN DEL MATERIAL	332	352
FASE 3: CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	1332	1412
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		3969 PTAS.

5.3. M³ suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm colocado en soleras, vibrado y curado

RESUMEN COSTES DIRECTOS	
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	11686
FASE 2: PUESTA EN OBRA	572
FASE 3: VIBRADO Y CURADO	712
TOTAL COSTES DIRECTOS	12970
6 % COSTES INDIRECTOS	778
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	13748 PTAS.

DESCOMPOSICIÓN PARA EL CUADRO DE PRECIOS N ° 2		
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	11686	12387
FASE 2: PUESTA EN OBRA	572	606
FASE 3: VIBRADO Y CURADO	712	755
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		13748 PTAS.

5.4. M³ Suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm colocado en muros, vibrado y curado

RESUMEN COSTES DIRECTOS	
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	11674
FASE 2: PUESTA EN OBRA	911
FASE 3: VIBRADO Y CURADO	1424
TOTAL COSTES DIRECTOS	14009
6 % COSTES INDIRECTOS	841
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	14850 PTAS.

DESCOMPOSICIÓN PARA EL CUADRO DE PRECIOS N ° 2		
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	11674	12374
FASE 2: PUESTA EN OBRA	911	966
FASE 3: VIBRADO Y CURADO	1424	1509
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		14850 PTAS.

5.5. M² Encofrado plano de madera, con acabado, incluyendo recortes, latiguillos apeos, apuntalamientos y desencofrado

RESUMEN COSTES DIRECTOS	
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	734
FASE 2: PUESTA EN OBRA	922
FASE 3: DESENCOFRADO	462
TOTAL COSTES DIRECTOS	2118
6 % COSTES INDIRECTOS	127
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	2245 PTAS.

DESCOMPOSICIÓN PARA EL CUADRO DE PRECIOS N ^o 2		
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	734	778
FASE 2: PUESTA EN OBRA	922	977
FASE 3: DESENCOFRADO	462	490
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		2245 PTAS.

5.6. Kg acero especial AEH-400 en redondos corrugados, colocados

RESUMEN COSTES DIRECTOS	
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	73
FASE 2: PUESTA EN OBRA	24
FASE 3: DESENCOFRADO	19
TOTAL COSTES DIRECTOS	116
6 % COSTES INDIRECTOS	7
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	123 PTAS.

DESCOMPOSICIÓN PARA EL CUADRO DE PRECIOS N ^o 2		
FASE 1: ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE	73	77
FASE 2: PUESTA EN OBRA	24	25
FASE 3: DESENCOFRADO	19	20
TOTAL COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		123 PTAS.

5.7. Resumen de Precios

En la siguiente tabla resumimos el conjunto de los precios de las diferentes unidades de obra.

UNIDAD DE OBRA	PRECIO (pts)
m ³ DE EXCAVACIÓN EN TÚNEL REALIZADA CON EXPLOSIVOS, INCLUYENDO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO.	3240
m ³ DE EXCAVACIÓN EN POZO REALIZADA CON EXPLOSIVOS, CON CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO.	3969
m ³ SUMINISTRO Y PUESTA EN OBRA DE HORMIGÓN H-200 CON ÁRIDO DE 20 MM COLOCADO EN SOLERAS, VIBRADO Y CURADO	13748
m ³ SUMINISTRO Y PUESTA EN OBRA DE HORMIGÓN H-200 CON ÁRIDO DE 20 MM COLOCADO EN MUROS, VIBRADO Y CURADO	14850
m ² ENCOFRADO PLANO DE MADERA, CON ACABADO, INCLUYENDO RECORTES, LATIGUILLOS, APEOS, APUNTALAMIENTO Y DESENCOFRADO	2245
Kg DE ACERO ESPECIAL AEH-400 EN REDONDOS CORRUGADOS, COLOCADOS	123

6. PLAN DE OBRA

En el *Anejo de Planificación de Obra* analizaremos las unidades de obra de que se compone el Proyecto de Construcción del Aprovechamiento Hidroeléctrico del embalse del Torcón. Se realizará la asignación de medios de ejecución y se elaborará un plan de obra teniendo en cuenta la relación de actividades entre sí y las precedencias de cada una de ellas.

6.1. Criterios de organización y programación de la obra

Los aspectos básicos a considerar en este tipo de proyectos son los siguientes:

- Calidad
- Cantidad
- Coste
- Plazo.

El cumplimiento de estos aspectos depende de una correcta planificación de la ejecución, basada en una adecuada organización y dimensionamiento de los recursos y medios a emplear.

La magnitud e importancia de las instalaciones fijas para la construcción de una obra, así como los rendimientos horarios necesarios para su ejecución en el plazo programado, hace muy difícil variar las condiciones que no se hayan previsto ya en su dimensionamiento, tanto en ritmos a conseguir, como en mejoras de calidad que posteriormente pueda desearse introducir o ser necesarias por no alcanzar las específicas.

Por otra parte, hay que evitar incurrir en un dimensionamiento excesivo de la producción posible que, además de un encarecimiento de la misma, daría lugar a

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

irregularidades en el ritmo que inevitablemente se traducen en mayores dificultades para mantener la uniformidad de la calidad y su control.

Se ha buscado por tanto dotar a la obra de unas instalaciones que garanticen, no solo las producciones necesarias, sino también su uniformidad, así como la de la calidad de los productos, teniendo en cuenta la climatología de la zona, para así asegurar al máximo el cumplimiento del plazo fijado.

Es necesario buscar la coordinación de todas las actividades y tener la capacidad de decisión para resolver sin demora los problemas que se puedan presentar, sin merma de las funciones del control de calidad.

Los *criterios de programación de obra* son los siguientes:

1. Fecha de inicio de las obras y fecha de terminación de las obras.
2. Plazos para los montajes de cada una de las instalaciones, asegurando en cada caso la terminación de la obra civil correspondiente, para garantizar dichos plazos.
3. El sistema de trabajo adoptado es el de un solo relevo o turno durante cinco días semanales de trabajo. Esta programación permitirá en los casos en que sea necesario, la utilización de un segundo relevo para garantizar los plazos parciales a lo largo de la obra.
4. Se ha dividido la obra en ocho zonas o recintos fundamentales:

Obra de toma.

Caseta y pozo de compuertas.

Canal en túnel

Canal de derivación
Cámara de carga
Tubería forzada
Edificio de la central
Acceso

5. Teniendo en cuenta los volúmenes de hormigón que es necesario colocar se toma el hormigón de la planta de hormigonado que hay en Navahermosa y a partir de ella se repartirá el hormigón mediante hormigoneras a lo largo de la traza de la obra.

6. Todas las actividades se han estudiado con detalle, adoptando los equipos humanos y de maquinaria más adecuados en cada caso y tratando de lograr una continuidad en su utilización a lo largo de la obra que repercuta en una mayor economía en la ejecución de la misma.

Teniendo en cuenta estos criterios y mediante el estudio detallado de cada unidad de obra y los rendimientos previstos de acuerdo con la asignación de los equipos de personal y maquinaria que se exponen en el Anejo, se ha confeccionado el programa de obra.

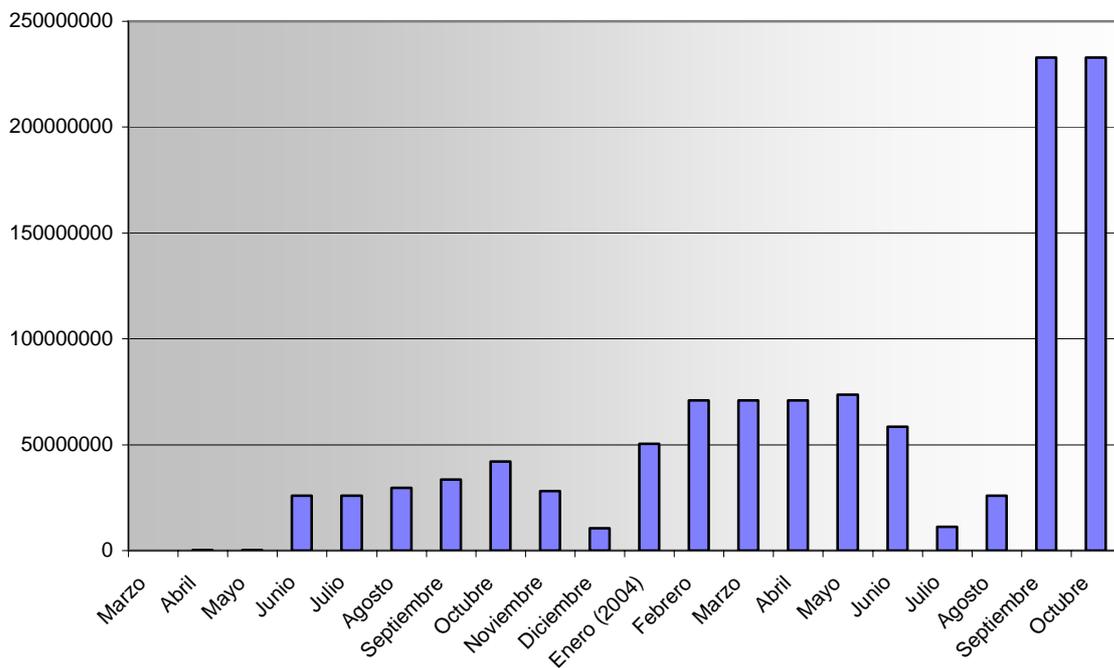
6.2. Gráfico de inversiones. Diagrama de barras

A continuación, a modo de resumen, adjuntamos un gráfico en el que se muestra de forma muy clara la evolución de la inversión a lo largo del tiempo de realización de la obra.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

En el gráfico se puede apreciar un pico en los dos meses antes de la conclusión de la obra, que corresponde a la instalación de la maquinaria más costosa.

Inversiones mensuales (pts)



En el diagrama que adjuntamos en la página siguiente se aprecia de forma gráfica la planificación de la obra y el programa de actividades. También se refleja el coste mensual de cada actuación, así como la inversión mensual total.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

7. CONTROL DE CALIDAD

El objetivo del *Anejo de Control de Calidad* es programar y preparar los medios necesarios, tanto de mano de obra como de vehículos, materiales, aparatos y edificios, para que se puedan cumplir las condiciones prescritas en el Pliego.

La redacción del anejo se debe a la obligatoriedad impuesta por la circular nº 29 de 21 de marzo de 1964 de la Dirección General de Obras Hidráulicas, que impone la necesidad de redactar un anejo de control de calidad a todos los proyectos cuyo presupuesto de ejecución por contrata supere los veinticinco millones de pesetas.

Se incluirán en el anejo los costes de funcionamiento del laboratorio de ensayos que habrá de instalarse en obra, así como el coste de la inspección de la obra, su control de calidad, etc. Únicamente no se incluirán en el presupuesto de la partida "Control de Calidad" la remuneración y gastos del personal funcionario, encargado de la dirección de los trabajos, incluyéndose, por el contrario, a todo el personal que deba residir a pie de obra.

A continuación incluimos un resumen de las mediciones y presupuestos previstos para llevar a cabo el control de calidad del proyecto que nos ocupa.

**7.1. m³ de excavación en túnel, realizada con explosivos,
incluyendo carga y transporte a vertedero**

<i>Tipo de control</i>	<i>Norma</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Nº total</i>	<i>Precio unidad</i>	<i>Precio total</i>
<i>Tipo de explosivo</i>	Inspección visual por perito	1 por partida.	3	500	1500
<i>Características físicas y químicas.</i>	Inspección por perito de las certificaciones del fabricante	1 por partida.	3	500	1500
<i>Arranque</i>	Realización de una voladura experimental.	1 por partida.	3	50000	150000
<i>Determinación del radio de excavación</i>	Medida de precisión del radio de excavación.	Cada 50 metros	17	5000	85000
<i>Determinación de la pendiente</i>	Nivelación de precisión	Cada 50 metros	17	7000	119000
<i>Localización de bloques inestables</i>	Inspección visual	Cada 100 metros excavados	9	1500	13500
<i>Determinación de la convergencia de la roca.</i>	Medición mediante gatos hidráulicos	Cada 50 metros excavados	17	50000	850000

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

<i>Estabilidad de bloques</i>	Inspección visual	Cada 300 metros excavados	3	1500	4500
<i>Comprobación topográfica</i>	Realizada por un ingeniero topógrafo con el uso de giróscopo	Uno cada 25 metros.	33	2000	66000
TOTAL					1.291.000

7.2. m³ de excavación en pozo, realizada con explosivos, con carga y transporte a vertedero

<i>Tipo de control</i>	<i>Norma</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Nº total</i>	<i>Precio unidad</i>	<i>Precio total</i>
<i>Tipo de explosivo</i>	Inspección visual por perito	1 por partida.	1	500	500
<i>Características físicas y químicas</i>	Inspección por el perito de las certificaciones del fabricante	1 por partida.	1	500	500
<i>Arranque</i>	Realización de una voladura experimental.	1 por partida.	1	50000	50000

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

<i>Comprobación del contorno de excavación</i>	Medida de precisión del contorno de la excavación.	Cada 10 metros excavados	7	5000	35000
<i>Localización de bloques inestables</i>	Inspección visual	Cada 10 metros excavados	7	1500	10500
<i>Comprobación de la profundidad del pozo.</i>	Medición con cinta métrica	Uno al finalizar la obra	1	1500	1500
<i>Comprobación topográfica</i>	Realizada por un ingeniero topógrafo.	Uno al finalizar la obra	1	50000	50000
<i>Inestabilidad provocada</i>	Riego de agua a presión en zonas dudosas.	En las zonas dudosas	1	50000	50000
TOTAL					198.000

7.3. m³ de suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm. colocado en soleras, vibrado y curado

<i>Tipo de control</i>	<i>Norma</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Nº total</i>	<i>Precio unidad</i>	<i>Precio total</i>
<i>Granulometría por tamizado</i>	NLT-104-148-150-151-152	1 cada 10.000 m ³	4	5.150	20.600
<i>Equivalencia de arena</i>	NLT-113/72	1 cada 10.000 m ³	4	2.920	11.680
<i>Límites de Atterberg y plasticidad</i>	NLT-105-106	1 cada 10.000 m ³	4	4.725	18.900
<i>Peso específico y absorción de áridos gruesos</i>	NLT/76	1 cada 10.000 m ³	4	3.000	12.000
<i>Desgaste "Los Angeles"</i>	NLT-149/72	1 cada 10.000 m ³	4	15.128	60.512
<i>Materia orgánica</i>	NLT-117	1 cada 15.000 m ³	4	7.225	28.900
<i>Ataque al sulfato magnésico o sódico</i>	UNE-7136	1 cada 15.000 m ³	8	8.715	69.720
<i>Granulometría por tamizado</i>	NLT-104-148-150-151-152	1 cada 10.000 m ³	4	5.150	20.600
<i>Equivalencia de arena</i>	NLT-113/72	1 cada 10.000 m ³	4	2.920	11.680
<i>Límites de Atterberg y plasticidad</i>	NLT-105-106	1 cada 10.000 m ³	4	4.725	18.900

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

<i>Peso específico y absorción de áridos gruesos</i>	NLT/76	1 cada 10.000 m ³	4	3.000	12.000
<i>Desgaste "Los Angeles"</i>	NLT-149/72	1 cada 10.000 m ³	4	15.128	60.512
<i>Materia orgánica</i>	NLT-117	1 cada 15.000 m ³	4	7.225	28.900
<i>Ataque al sulfato magnésico o sódico</i>	UNE-7136	1 cada 15.000 m ³	8	8.715	69.720
<i>Exponente de hidrógeno pH</i>	UNE-7234	al inicio	2	1.150	2.300
<i>sustancias disueltas</i>	UNE-7130	al inicio	2	1.150	2.300
<i>sulfatos</i>	UNE-7131	al inicio	2	3.450	6.900
<i>ion cloro Cl⁻¹</i>	UNE-7178	al inicio	2	1.150	2.300
<i>Hidratos de carbono</i>	UNE-7132	al inicio	2	2.425	4.950
<i>Sustancias orgánicas solubles en agua</i>	UNE-7235	al inicio	2	1.150	2.300
<i>volumen %cemento</i>	UNE-83200/84	1 /5 T cemento	2	3750	7.500
<i>Inspección visual de la superficie a hormigonar</i>		1 al comienzo de cada tongada de hormigonado	4	6.299	25.196
<i>Ensayos del cemento</i>	PG-3 art. 202	1 cada 3 meses	6	2.525	15.150
<i>Agua</i>	PG-3 art. 280	1 en toda la obra			
<i>Terrones de arcilla en áridos</i>	UNE 7133	1 por cada zona de áridos	4	4.725	18.900
<i>Compuestos de Azufre</i>	UNE 7245	1 por cada zona de áridos	8	8.715	69.720

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

<i>Resistencia a compresión a 7 días</i>	UNE-7240-7242	6 probetas cada 100 m ³ de hormigón	200	14.725	2.945.000
<i>Resistencia a compresión a 28 días</i>	UNE 7240-7242	6 probetas cada 100 m ³ de hormigón	850	14.725	12.516.250
<i>Asiento en el cono Abrams</i>	UNE 7103	3 por cada 100 m ³ de hormigón	300	2.825	847.500
<i>Espesor de tongadas</i>	PG3.331.5.5	1 por tongada			
<i>Vibración.</i>	PG3.331.5.6	1 cada 20.000 m ³			
<i>Colocación de encofrados</i>		En un 10% de la superficie encofrada			
TOTAL					16.928.560

7.4. Kg de acero especial AEH-400 en redondos corrugados colocados

<i>Tipo de control</i>	<i>Norma</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Nº total</i>	<i>Precio unidad</i>	<i>Precio total</i>
<i>Doblado simple a 180°</i>	UNE-36088/1/88	1 cada 50 T	10	3.450	34.500
<i>Doblado y desdoblado a90°</i>	UNE-36068/88	1 cada 50 T	10	3.750	37.500
<i>Límite elástico</i>	UNE-36468/80	1 cada 50 T	10	2.250	22.500

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

<i>Alargamiento de rotura</i>	UNE-36462/80	1 cada 50 T	10	2.250	22.500
<i>Rotura por tracción</i>	UNE-36462/80	1 cada 50 T	10	2.250	22.500
<i>Adherencia</i>	UNE-36068/88	1 cada 50 T	10	2.250	22.500
<i>Correcta colocación según planos</i>		En todos los tajos			
<i>Inspección visual</i>		En todos los tajos			
TOTAL					162.000

7.5. m3 de suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm. colocado en muros, vibrado y curado

<i>Tipo de control</i>	<i>Norma</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Nº total</i>	<i>Precio unidad</i>	<i>Precio total</i>
<i>Granulometría por tamizado</i>	NLT-104-148-150-151-152	1 cada 10.000 m ³	4	5.150	20.600
<i>Equivalencia de arena</i>	NLT-113/72	1 cada 10.000 m ³	4	2.920	11.680
<i>Límites de Atterberg y plasticidad</i>	NLT-105-106	1 cada 10.000 m ³	4	4.725	18.900
<i>Peso específico y absorción de áridos gruesos</i>	NLT/76	1 cada 10.000 m ³	4	3.000	12.000
<i>Desgaste "Los Angeles"</i>	NLT-149/72	1 cada 10.000 m ³	4	15.128	60.512
<i>Materia orgánica</i>	NLT-117	1 cada 15.000 m ³	4	7.225	28.900

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

<i>Ataque al sulfato magnésico o sódico</i>	UNE-7136	1 cada 15.000 m ³	8	8.715	69.720
<i>Granulometría por tamizado</i>	NLT-104-148-150-151-152	1 cada 10.000 m ³	4	5.150	20.600
<i>Equivalencia de arena</i>	NLT-113/72	1 cada 10.000 m ³	4	2.920	11.680
<i>Límites de Atterberg y plasticidad</i>	NLT-105-106	1 cada 10.000 m ³	4	4.725	18.900
<i>Peso específico y absorción de áridos gruesos</i>	NLT/76	1 cada 10.000 m ³	4	3.000	12.000
<i>Desgaste "Los Angeles"</i>	NLT-149/72	1 cada 10.000 m ³	4	15.128	60.512
<i>Materia orgánica</i>	NLT-117	1 cada 15.000 m ³	4	7.225	28.900
<i>Ataque al sulfato magnésico o sódico</i>	UNE-7136	1 cada 15.000 m ³	8	8.715	69.720
<i>Exponente de hidrógeno pH</i>	UNE-7234	al inicio	2	1.150	2.300
<i>sustancias disueltas</i>	UNE-7130	al inicio	2	1.150	2.300
<i>sulfatos</i>	UNE-7131	al inicio	2	3.450	6.900
<i>ion cloro Cl⁻¹</i>	UNE-7178	al inicio	2	1.150	2.300
<i>Hidratos de carbono</i>	UNE-7132	al inicio	2	2.425	4.950
<i>Sustancias orgánicas solubles en agua</i>	UNE-7235	al inicio	2	1.150	2.300
<i>volumen %cemento</i>	UNE-83200/84	1 / 5 T cemento	2	3750	7.500

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

<i>Inspección visual de la superficie a hormigonar</i>		1 al comienzo de cada tongada de hormigonado	4	6.299	25.196
<i>Ensayos del cemento</i>	PG-3 art. 202	1 cada 3 meses	6	2.525	15.150
<i>Agua</i>	PG-3 art. 280	1 en toda la obra			
<i>Terrones de arcilla en áridos</i>	UNE 7133	1 por cada zona de áridos	4	4.725	18.900
<i>Compuestos de Azufre</i>	UNE 7245	1 por cada zona de áridos	8	8.715	69.720
<i>Resistencia a compresión a 7 días</i>	UNE-7240-7242	6 probetas cada 100 m ³ de hormigón	200	14.725	2.945.000
<i>Resistencia a compresión a 28 días</i>	UNE 7240-7242	6 probetas cada 100 m ³ de hormigón	850	14.725	12.516.250
<i>Asiento en el cono Abrams</i>	UNE 7103	3 por cada 100 m ³ de hormigón	300	2.825	847.500
<i>Espesor de tongadas</i>	PG3.331.5.5	1 por tongada			
<i>Vibración.</i>	PG3.331.5.6	1 cada 20.000 m ³			
<i>Colocación de encofrados</i>		En un 10% de la superficie encofrada			
TOTAL					16.928.560

7.6. Resumen de presupuesto referido a los ensayos en cada unidad de obra

Unidad de obra	Precio de los ensayos
m ³ de excavación en túnel, realizada con explosivos, incluyendo carga y transporte a vertedero	1.291.000
m ³ de excavación en pozo, realizada con explosivos, con carga y transporte a vertedero.	198.000
m ³ de suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm. colocado en soleras, vibrado y curado.	16.928.560
Kg de acero especial AEH-400 en redondos corrugados colocados	162.000
m ³ de suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm. colocado en soleras, vibrado y curado.	16.928.560
TOTAL	35.408.120

Estos ensayos son comunes a la práctica totalidad de las unidades de obra. Se considera que en el resto de unidades de obra el control de calidad representará un 10% del

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

total anterior para las unidades de obra semejantes. Tan solo será necesario aumentarlo en un 5% para las unidades de obra menos significativas tales como carpintería, pinturas, montajes eléctricos, etc.

Así obtenemos un presupuesto total para los ensayos de 40.719.338 pesetas

7.7. Presupuesto total referente a Control de Calidad

Las partidas analizadas en el Anejo de Control de Calidad se resumen en los siguientes términos económicos:

<i>PRESUPUESTO DE PERSONAL</i>	37.576.710
<i>PRESUPUESTO DE LOCOMOCION</i>	7.480.020
<i>PRESUPUESTO DE MATERIALES</i>	12.471.010
<i>PRESUPUESTO DE EDIFICIO</i>	8.677.750
<i>PRESUPUESTO DE ENSAYOS</i>	40.719.338

Por tanto, el Presupuesto total referente a Control de Calidad ascenderá a:

TOTAL CONTROL DE CALIDAD	106.924.828
---------------------------------	-------------

8. SEGURIDAD Y SALUD

En el *Anejo de Seguridad y Salud* se establecen las previsiones respecto a prevención de accidentes y enfermedades laborales en la obra de construcción del proyecto, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se considera que el plan de seguridad e higiene en una obra no puede ser nunca un documento excesivamente exhaustivo. En los momentos iniciales no pueden ser conocidos todos los detalles ni incidencias que se producirán. Sin embargo una adecuada planificación y previsión mejorará notablemente la situación. El Real Decreto 555/86 así lo recoge al facultar al contratista a modificar o sustituir las medidas tomadas en este plan, siempre que esta modificación no suponga variación del importe total.

En este Anejo se darán las directrices básicas así como el coste de las mismas. Se entiende que también será un documento útil para la dirección de obra sin que en ningún momento se pretenda que se acomode plenamente a él, ya que el criterio de la dirección es decisivo en la seguridad.

8.1. Identificación de riesgos y medidas de prevención

En este punto pasamos a indicar los principales riesgos que conlleva la realización de seis unidades de obra del proyecto.

También se procederá a la descripción de las medidas de prevención a tomar para prevenir esos accidentes.

8.1.1. m³ de excavación en túnel realizada con explosivos, incluyendo carga y transporte a vertedero

Riesgos	Medidas de prevención.
<p>A) Maquinaria.</p> <p>Inestabilidad provocada por el jumbo al perforar barrenos. Vuelco de vehículos y máquinas. Ruidos procedentes de la perforación. Polvo. Caída de camiones al verter.</p>	<p>Identificación y estudio de la zona antes de proceder a la perforación. Utilización del material de protección adecuado, en especial casco, botas, guantes y protectores contra el ruido. Utilización adecuada de los sistemas de captación de polvo de que dispongan los equipos. Guardar la distancia prudente de vertido indicada en los planos a bordes y taludes inestables.</p>
<p>B) Materiales. Debido al uso de explosivos:</p> <p>Proyecciones a mayor distancia de la prevista. Explosiones e incendios. Explosivo no activado tras voladura. Perfiles irregulares que pueden provocar desprendimientos.</p>	<p>Extintores. Utilización de protecciones individuales (casco y gafas). Comprobar la continuidad de la línea de explosión mediante óhmetro. No fumar ni encender fuego en las cercanías de los almacenes de explosivos y detonadores. Almacenar los detonadores en lugares secos.</p>
<p>C) Mano de obra.</p> <p>Inhalación de gases tóxicos. Desprendimientos y proyecciones de roca. Ruidos provocados por las voladuras.</p>	<p>Verificación de ventilación suficiente en el túnel. Utilización de protecciones individuales, en especial cascos y gafas contra impactos y polvo, protecciones antirruído. Inspección de la superficie para comprobar la existencia de bloques inestables y proceder a su derribo. Proceder al revestimiento primario con gunita inmediatamente después de la voladura.</p>
<p>C) Riesgos a terceros.</p> <p>Atropello y colisiones. Alcance por proyecciones.</p>	<p>Señalización y balizamiento correctos. Prohibición de acceso a la zona de riesgo.</p>

8.1.2. m³ de excavación en pozo realizada con explosivos, incluyendo carga y transporte a vertedero

Riesgos	Medidas de prevención.
<p>A) Maquinaria. Inestabilidad provocada por los martillos neumáticos al perforar barrenos. Vuelco de vehículos y máquinas. Ruidos procedentes de la perforación. Polvo. Caída de camiones al verter. Vibraciones provocadas en la perforación. Caída de vehículos en la excavación.</p>	<p>Identificación y estudio de la zona antes de proceder a prudente de vertido la perforación. Utilización del material de protección adecuado, en especial casco, botas, guantes y protectores contra el ruido. Utilización adecuada de los sistemas de captación de polvo de que dispongan los equipos. Guardar la distancia indicada en los planos a bordes y taludes inestables. Correcto balizamiento.</p>
<p>B) Materiales. Debido al uso de explosivos: Proyecciones a mayor distancia de la prevista. Explosiones e incendios. Explosivo no activado tras voladura. Perfiles irregulares que pueden provocar desprendimientos.</p>	<p>Extintores. Utilización de protecciones individuales (casco y gafas). Comprobar la continuidad de la línea de explosión mediante óhmetro. No fumar ni encender fuego en las cercanías de los almacenes de explosivos y detonadores. Almacenar los detonadores en lugares secos. Prohibición de acceso a los almacenes.</p>
<p>C) Mano de obra. Caída de personas a la excavación. Desprendimientos y proyecciones de roca. Ruidos provocados por las voladuras. Atropellos.</p>	<p>Barandillas. Redes de protección anticaídas. Redes o telas metálicas para protección frente a desprendimientos localizados. Uso del cinturón de seguridad. Utilización de protecciones individuales, en especial cascos y gafas contra impactos y polvo, protecciones antirruído. Inspección de la superficie para comprobar la existencia de bloques inestables y proceder a su derribo. Los operarios que trabajen junto a maquinaria móvil deben ir ataviados con monos reflectantes. Accesos de vehículos independientes de accesos de peatones.</p>
<p>D) Riesgos a terceros. Atropello y colisiones. Alcance por proyecciones. Caída de personas al vertedero.</p>	<p>Señales acústicas y luminosas en maquinaria. Señalización y balizamiento correctos. Prohibición de acceso a la zona de riesgo. Correcto balizamiento.</p>

8.1.3. m³ Suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm colocado en soleras, vibrado y curado

Riesgos	Medidas de prevención.
<p>Maquinaria.</p> <p>Golpes sufridos por la cuba de hormigonado Atropellos, vuelcos... Producción de polvo y humos.</p>	<p>Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo, botas, guantes, casco y protecciones antipolvo. Control sobre el tráfico de la obra</p>
<p>Materiales.</p> <p>Dermatitis y otros problemas provocados por el contacto con el hormigón. Proyección de partículas a los ojos.</p>	<p>Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo, botas y gafas antiproyecciones. Disposición de agua en el tajo para el lavado</p>
<p>C) Mano de obra.</p> <p>Golpes con los elementos de encofrado. Heridas y cortes por los elementos punzantes del hormigonado y las armaduras. Rotura de elementos de encofrado mal afianzados por la presión del hormigón fresco. Atropellos por vehículos.</p>	<p>Marquesinas o pasillos de seguridad. Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo, botas, guantes, casco y protecciones antipolvo. Los operarios que trabajen junto a maquinaria móvil deben ir ataviados con monos reflectantes.</p>
<p>D) Riesgos a terceros.</p> <p>Atropellos por vehículos de hormigonado.</p>	<p>Señales acústicas y luminosas en maquinaria. Señalización y balizamiento correctos.</p>

8.1.4. m³ Suministro y puesta en obra de hormigón H-200 con árido de 20 mm colocado en muros, vibrado y curado

Riesgos	Medidas de prevención.
<p>A) Maquinaria.</p> <p>Vertidos accidentales del hormigón sobre personas. Producción de polvo y humos. Atropellos, vuelcos...</p>	<p>Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo, botas, guantes, casco y protecciones antipolvo. Control sobre el tráfico de la obra</p>
<p>C) Materiales.</p> <p>Dermatitis y otros problemas por el cemento. Proyección de partículas a los ojos.</p>	<p>Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo y gafas antiproyecciones. Disposición de agua en el tajo para el lavado</p>
<p>C) Mano de obra.</p> <p>Golpes y caída de los elementos de encofrado. Heridas y cortes por los elementos punzantes del hormigonado y las armaduras. Caídas desde alturas al colocar el encofrado o el hormigón. Rotura de elementos de encofrado mal afianzados por la presión del hormigón fresco. Atropellos por vehículos.</p>	<p>Marquesinas o pasillos de seguridad. Redes o lonas de protección frente a caídas. Presencia de abundantes cables de sujeción de los cinturones de seguridad. Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo, botas, guantes, casco y protecciones antipolvo. Los operarios que trabajen junto a maquinaria móvil deben ir ataviados con monos reflectantes.</p>
<p>D) Riesgos a terceros.</p> <p>Atropellos por vehículos de hormigonado.</p>	<p>Señales acústicas y luminosas en maquinaria. Señalización y balizamiento correctos.</p>

8.1.5. m² Encofrado plano de madera, con acabado, incluyendo recortes, latiguillos apeos, apuntalamientos y desencofrado

Riesgos	Medidas de prevención.
<p>A) Maquinaria.</p> <p>Cortes producidos por sierras de madera Ruido producido por la sierra Atropellos, golpes y vuelco de vehículos</p>	<p>.</p> <p>Formación adecuada Protección de oídos Disposición de un control del tráfico de la obra.</p>
<p>B) Materiales.</p> <p>Vuelco de elementos del encofrado durante su colocación Pinchazos ocasionados por la madera y los clavos empleados</p>	<p>Asegurar la estabilidad de los elementos del encofrado Guantes de protección Elementos de seguridad</p>
<p>C) Mano de obra.</p> <p>Golpes y caída de los elementos de encofrado. Heridas y cortes por los elementos punzantes del hormigonado y las armaduras. Caídas desde alturas al colocar el encofrado o el hormigón. Rotura de elementos de encofrado mal afianzados por la presión del hormigón fresco. Atropellos por vehículos.</p>	<p>Marquesinas o pasillos de seguridad. Redes o lonas de protección frente a caídas. Presencia de abundantes cables de sujeción de los cinturones de seguridad. Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo, botas, guantes, casco y protecciones antipolvo. Los operarios que trabajen junto a maquinaria móvil deben ir ataviados con monos reflectantes.</p>
<p>D) Riesgos a terceros.</p> <p>Atropellos por vehículos de transporte</p>	<p>Señales acústicas y luminosas en maquinaria. Señalización y balizamiento correctos.</p>

8.1.6. Kg Acero especial AEH-400 en redondos corrugados, colocados

Riesgos	Medidas de prevención.
<p>A) Maquinaria.</p> <p>Proyección o caída de partículas incandescentes en procesos de soldadura.</p> <p>Riesgo eléctrico por contacto con equipos de soldadura, líneas o equipos eléctricos.</p> <p>Cortes en el empleo de maquinaria de cortado de barras.</p> <p>Atrapamiento en doblado de barras</p>	<p>Formación adecuada del personal encargado de la realización de las actividades.</p> <p>Existencia de extintores en la zona de obra.</p> <p>Además de la conveniente protección general, es recomendable el uso de guantes y botas dieléctricos.</p>
<p>B) Materiales.</p> <p>Pinchazos y cortes ocasionados por las armaduras</p> <p>Irritaciones cutáneas por el manejo de la ferralla</p> <p>Torceduras al caminar sobre la ferralla</p>	<p>Protección adecuada de los trabajadores mediante el uso del mono de trabajo y gafas</p> <p>Uso de botas de seguridad.</p>
<p>C) Mano de obra.</p> <p>Afecciones del aparato respiratorio por humos y gases de la soldadura</p> <p>Afecciones derivadas del trabajo a la intemperie.</p>	<p>Elementos de seguridad</p> <p>Operaciones de soldeo en lugares ventilados.</p> <p>Uso del impermeable en determinadas circunstancias</p>
<p>D) Riesgos a terceros.</p> <p>Entrada a la obra</p>	<p>Señales acústicas y luminosas en maquinaria.</p> <p>Señalización y balizamiento correctos.</p>

8.2. Presupuestos

En este epígrafe se resume el presupuesto correspondiente al Anejo de Seguridad y Salud, que está compuesto por cuatro presupuestos parciales coincidentes con los cuatro capítulos en que se han realizado las mediciones:

- Protecciones individuales
- Protecciones colectivas
- Instalaciones de Higiene y Bienestar
- Medicina Preventiva y Primero Auxilios

También se presenta al final el Presupuesto de Ejecución Material, suma de los cuatro presupuestos parciales.

PROTECCIONES INDIVIDUALES					
Núm	Ud.	Descripción unidad	Unidades	Precio	Total
01	Ud.	Casco de seguridad	100	230	23000
02	Par	Gafas anti-polvo y anti-impacto	20	1,250	25000
03	Ud.	Mascarilla respiración anti-polvo	20	1,600	32000
04	Ud.	Filtro para mascarilla anti-polvo	20	150	3000
05	Ud.	Protector auditivo	20	1,900	38000
06	Ud.	Cinturón de seguridad	20	2,750	55000
07	Ud.	Cinturón de seguridad caída	20	5,500	110000
08	Ud.	Mono de trabajo	150	1,900	285000
09	Ud.	Impermeable	75	1,800	135000
10	Ud.	Mandil de cuero para soldador	10	1,600	16000
11	Ud.	Pantalla de seguridad para soldador	10	1,800	18000
12	Par	Manguitos para soldador	10	550	5500
13	Par	Polainas para soldador	10	800	8000
14	Par	Guantes para soldador	10	850	8500
15	Par	Gafas para soldador	10	1,250	12500
16	Par	Guantes dieléctricos	10	3,500	35000

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

17	Par	Botas impermeables al agua y humedad	75	1,800	135000
18	Par	Botas de seguridad de cuero	20	3,200	64000
19	Par	Botas dieléctricas	10	4,000	40000
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL					968,500

PROTECCIONES COLECTIVAS					
Núm	Ud.	Descripción unidad	Unidades	Precio	Total
20	Ud.	Señal normalizada de tráfico incluso soporte metálico y colocación	40	10,000	400000
21	Ud.	Cartel indicativo de riesgo incluso soporte metálico y colocación	20	1,050	21000
22	M	Cordón de balizamiento reflectante incluso soporte metálico, colocación y desmontaje	500	190	95000
23	m	Valla autónoma metálica de contención de peatones	50	1,320	66000
24	Ud.	Tubo para sujeción de cinturón de seguridad apoyado en tubos horizontales a 1m de altura incluso placas de anclaje, montaje y desmontaje	250	1,100	275000
25	H	Mano de obra de señalista	180	1,176	211680
26	H	Mano de obra de Brigada de Seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protectores.	225	3,592	808200
27	H	Vigilante de seguridad	750	1,290	967500
28	M	Cable de anclaje de seguridad	40	500	20000
29	Ud.	Topes para camión en movimiento de tierras	20	4,600	92000
30	Ud.	Extintor de polvo polivalente incluso soporte y colocación	40	9,720	388800
31	Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra en masas metálicas	5	37,000	185000
32	Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300 mA) incluso instalación	5	25,400	127000
33	Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA) incluso instalación	5	29,200	146000
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL					3,803,180

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR					
Núm	Ud.	Descripción unidad	Unidades	Precio	Total
34	Mes	Alquiler local para vestuarios	19	45,000	855000
35	Mes	Alquiler local para comedor	19	45,000	855000
36	Mes	Alquiler local para aseos	19	35,000	665000
37	Mes	Alquiler local para sala de primeros auxilios y curas	19	50,000	950000
38	M ²	Instalación provisional de local de vestuario incluso electricidad e iluminación, totalmente terminado y montado	27	691	18657
39	M ²	Instalación provisional de local para comedor incluso electricidad, iluminación, agua, saneamiento, fregadero y grifería totalmente terminado y montado	27	1,257	33939
40	M ²	Instalación provisional de local para aseos incluso electricidad, iluminación, agua, saneamiento, aparatos sanitarios y grifería totalmente terminado y montado	21	9,724	204204
41	M ²	Instalación provisional de local para sala de primeros auxilios incluso electricidad, iluminación, agua, saneamiento, pileta, lavabo y grifería totalmente terminado y montado	30	6,494	194820
42	M ²	Amueblamiento provisional de local para vestuarios	27	2,074	55998
43	Ud.	Amueblamiento provisional de local para comedor	27	879	23733
44	Ud.	Amueblamiento provisional de local para aseos	21	911	19131
45	Ud.	Amueblamiento provisional de local para primeros auxilios	30	2,529	75870
46	H	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de locales e instalaciones	192	1,300	249600
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL					4,200,952

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS					
Núm	Ud.	Descripción unidad	Unidades	Precio	Total
47	Ud.	Botiquín instalado en obra	1	50,000	50000
48	Ud.	Reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra	19	5,000	95000
49	Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	75	3,800	285000
50	Ud.	Camilla para evacuar a los heridos	2	12,555	25110
51	Mes	A.T.S.	19	225,000	4275000
52	Mes	Vehículo ambulancia en obra	19	72,000	1368000
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL					6,098,110

Ascenderá, por tanto, el Presupuesto de Ejecución Material en concepto de Seguridad y Salud a la cantidad de QUINCE MILLONES SETENTA MIL SETECIENTAS CUARENTA Y DOS pesetas (15,070,742 pts), es decir, a NOVENTA MIL QUINIENTOS SETENTA Y SIETE euros (90,577 €)

9. MEDICIONES

El objetivo de las mediciones es cuantificar de forma cierta el volumen de la obra a realizar, indicando los distintos volúmenes parciales de los capítulos que componen la obra, para poder determinar, aplicando los cuadros de precios, los costes de ejecución de cada capítulo.

Hemos dividido la obra en los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Obra de Toma
- Capítulo 2: Caseta y pozo de compuertas
- Capítulo 3: Canal en túnel
- Capítulo 4: Canal de derivación
- Capítulo 5: Cámara de carga
- Capítulo 6: Tubería forzada
- Capítulo 7: Edificio de la central
- Capítulo 8: Acceso

Para cada capítulo se desarrollan las mediciones realizadas a partir de los planos.

Se incluye en este punto un resumen de los valores obtenidos, ordenándolos de forma adecuada para poder usarlos en la confección de presupuestos.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Capítulo 1: Obra de toma			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
1.1. Movimiento de tierras.			
1.1.1.	m3	Excavación a cielo abierto (desmontes), realizada con explosivos, incluso carga y transporte a vertedero.	1.66
1.2. Encofrados.			
1.2.1.	m2	Encofrado de muros y losas, liso y con acabado visto	10.5
1.2.2.	m2	Encofrado de pilas y viguetas, curvo y con acabado visto	5.37
1.3. Hormigones.			
1.3.1.	m3	Hormigón H -250 para armar, incluso recepción, colocación, vibrado y curado, totalmente terminado.	2.8
1.4. Aceros para armar y perfiles			
1.4.1.	Kg	Acero corrugado AEH-400 para armar, incluso suministro, cortado, doblado, recortes, alambres de atar, separadoras y puesta en obra.	4998.84
1.4.2.	Kg	Perfiles laminados UPN 160 para encaje de rejilla en pilas	38.4
1.4.3.	Kg	Perfiles laminados UPN 140 para apoyo de rejilla.	92.04
1.4.4.	Kg	Acero para formación de rejilla	147.10

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Capítulo 2: Caseta y pozo de compuertas.			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
2.1. Movimiento de tierras.			
2.1.1.	m2	Despeje y desbroce por medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero.	48
2.1.2.	m3	Excavación en pozo, realizada con explosivos, incluso carga y transporte a vertedero	1490,7
2.2. Encofrados.			
2.2.1.	m2	Encofrado de paredes de pozo, liso y con acabado visto	1073,2
2.2.2.	m2	Encofrado de paredes de pozo, curvo y con acabado visto	492,75
2.2.3.	m2	Encofrado de pilares, liso y con acabado visto	200,2
2.3. Hormigones.			
2.3.1.	m3	Hormigón H -250 para armar, incluso recepción, colocación, vibrado y curado, totalmente terminado	1271,9
2.4. Aceros para armar y perfiles.			
2.4.1.	Kg	Acero corrugado AEH-400 para armar, incluso suministro, cortado, doblado, recortes, alambres de atar, separadoras y puesta en obra	41311,6
2.4.2	Kg	Perfiles laminados HEB - 320 para puente grúa	1141,2
2.4.3	Kg	Perfiles laminados HEB - 220 para viga carril	827,55
2.4.4.	Kg	Acero en perfiles de cerchas de la cubierta	300,0
2.5. Albañilería			
2.5.1.	m2	Fábrica de ladrillo cara vista a dos caras de 1 pie de espesor, tomada con mortero de cemento II-350 (1:6)	164,0

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

2.5.2	m2	Guarnecido maestrado de yeso negro y enlucido de yeso blanco en paramentos verticales	164,0
2.6. Acabados.			
2.6.1.	m2	Ventana, incluso suministro y colocación.	6
2.6.2.	m2	Puerta, incluso suministro y colocación,	18
2.6.3.	m	Pate, incluso suministro y colocación.	71,8
2.6.4.	Ud.	Ataguía, incluso suministro, colocación y ensayos	1
2.6.5.	Ud.	Compuerta, incluso suministro, colocación y ensayos	1
2.6.6.	Ud.	Cuadro de mando, incluso suministro y colocación	1
2.6.7.	Ud.	Puente grúa, incluso suministro y colocación	1

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Capítulo 3: Canal en túnel.			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
3.1. Movimiento de tierras.			
3.1.1.	m3	Excavación en túnel, realizada con explosivos, incluso carga y transporte a vertedero.	8793.95
3.2. Encofrados.			
3.2.1	m2	Encofrado para revestimiento de túnel, curvo y con acabado visto.	5008
3.2.2.	m2	Encofrado para revestimiento de zona de transición, recto y con acabado visto.	294.4
3.3. Hormigones			
3.3.1.	m2	Hormigón proyectado (gunita) de 480 Kg/m3 de dosificación colocado.	1068.93
3.3.2.	m3	Hormigón H-250 para revestimiento de túnel, incluyendo recepción, colocación, vibrado y curado, totalmente terminado.	3865.5
3.5. Aceros para armar			
3.5.1.	m2	Mallazo electrosoldado de 10 mm y 10 x 10 cm para clave de conducción, incluso recepción, soldadura y puesta en obra.	7009.2

Capítulo 4: Canal de derivación.			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
5.1. Movimiento de tierras.			
5.1.1.	m3	Excavación en zanja, sin entibación, realizada con explosivos, incluso carga, transporte a vertedero y refino de taludes de cajeros, totalmente terminada	14766
5.2. Encofrados.			
5.2.1.	m2	Encofrado liso con acabado visto en los cajeros	25692
5.3. Hormigones.			
5.3.1.	m3	Hormigón H-200 en masa para solera de canal, incluso recepción, vertido, vibrado, alisado y curado, totalmente terminado, según plano 10.1.	5138
5.3.2.	m3	Hormigón H-250 para armar en cajeros del canal, incluso recepción, colocado, vibrado y curado, totalmente terminado.	10514
5.4. Aceros para armar.			
5.4.1.	Kg	Acero corrugado AEH-400 para armar, incluso suministro, cortado, doblado, recortes, alambres de atar, separadoras y puesta en obra.	19318

Capítulo 5: Cámara de carga.			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
5.1. Movimiento de tierras.			
5.1.1.	m3	Excavación en zanja, sin entibación, realizada con explosivos, incluso carga, transporte a vertedero y refino de taludes de cajeros, totalmente terminada	4060
5.2. Encofrados.			
5.2.1.	m2	Encofrado liso con acabado visto en los cajeros	550
5.3. Hormigones.			
5.3.1.	m3	Hormigón H-200 en masa para solera de cámara de carga, incluso recepción, vertido, vibrado, alisado y curado, totalmente terminado	180
5.3.2.	m3	Hormigón H-250 para armar en cajeros de la cámara de carga, incluso recepción, colocado, vibrado y curado, totalmente terminado.	288
5.4. Compuertas			
5.4.1.	m2	Compuerta metálica situada en la toma	1
5.4.2.	m2	Compuerta de comunicación con tubería forzada	0.135

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Capítulo 6: Tubería forzada.			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
5.1. Movimiento de tierras.			
5.1.1.	m3	Excavación en túnel, realizada con explosivos, incluso carga y transporte a vertedero.	525
5.2. Relleno material filtrante			
5.2.1	m2	Relleno con material filtrante en el fondo de la zanja donde se aloja la tubería	200
5.3. Hormigones			
5.3.1.	m3	Hormigón H-200 en masa para macizo de unión cámara-tubería..	45
5.3.2	m3	Hormigón H-250 para macizos de anclaje.	25894.5
5.4. Relleno			
5.4.1.	m3	Relleno de material compactado en la zanja	361
5.5. Tuberías.			
5.5.1.	m	Tubería de fundición de 1400 mm de diámetro, incluso suministro, ensayos, soldadura, juntas de dilatación y montaje.	350

Capítulo 7: Edificio de la central.			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
4.1. Movimiento de tierras.			
4.1.1.	m2	Despeje y desbroce por medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero, según planos	1936,0
4.1.2.	m3	Excavación a cielo abierto (desmontes), realizada con medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero, según planos	3872,0
4.1.3.	m3	Excavación a cielo abierto (desmontes), realizada con explosivos, incluso carga y transporte a vertedero, según planos.	38720,0
4.1.4.	m3	Excavación en zanja, sin entibación, realizada con explosivos, incluso carga, transporte a vertedero y refino de taludes de cajeros, totalmente terminada.	195,0
4.1.5.	m3	Excavación en pozo, realizada con explosivos, incluso carga y transporte a vertedero.	344,0
4.2. Encofrados.			
4.2.1.	m2	Encofrado de pilares, liso y con acabado visto.	234,8
4.2.2.	m2	Encofrado de muros y solera, liso y con acabado visto	555,8
4.3. Hormigones.			
4.3.1.	m3	Hormigón H -250 para armar, incluso recepción, colocación, vibrado y curado, totalmente terminado.	368,4
4.3.2.	m3	Hormigón H -150 en masa (2ª fase), incluso recepción, colocación, vibrado y curado, totalmente terminado.	60,0
4.4. Aceros para armar y perfiles.			

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

4.4.1.	Kg	Acero corrugado AEH-400 para armar, incluso suministro, cortado, doblado, recortes, alambres de atar, separadoras y puesta en obra.	21076,5
4.4.2	Kg	Perfiles laminados HEB - 320 para puente grúa	2282,4
4.4.3	Kg	Perfiles laminados HEB - 220 para viga carril	1655,1
4.4.4.	Kg	Acero en perfiles de cerchas de la cubierta	500,0
4.5. Albañilería			
4.5.1.	m2	Fábrica de ladrillo cara vista a dos caras de 1 pie de espesor, tomada con mortero de cemento II-350 (1:6).	537,2
4.5.2	m2	Guarnecido maestrado de yeso negro y enlucido de yeso blanco en paramentos verticales.	537,2

nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	
			Total
4.6. Acabados.			
4.6.1.	m2	Ventana, incluso suministro y colocación.	12
4.6.2.	m2	Puerta, incluso suministro y colocación.	18
4.6.4.	Ud.	Turbina Francis de eje vertical, incluso suministro, colocación y ensayos.	1
4.6.5.	Ud.	Generador síncrono, incluso suministro, colocación y ensayos	1
4.6.6.	Ud.	Válvula de chorro hueco, incluso suministro y colocación	1
4.6.7.	Ud.	Puente grúa, incluso suministro y colocación.	1
4.6.8.	Ud.	Cuadro de mando para puente grúa, incluso suministro y colocación.	1
4.6.9.	Ud.	Cuadro de mando para grupo generador, incluso suministro y colocación.	1

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Capítulo 8: Acceso			
nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	Total
6.1 Movimiento de tierras			
6.1.1.	m2	Despeje y desbroce por medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero	1661
6.1.2.	m3	Excavación a cielo abierto (desmontes), realizada con medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero	691.74
6.1.3.	m3	Excavación a cielo abierto (desmontes), realizada con explosivos, incluso carga y transporte a vertedero	325.4
6.1.4.	m3	Terraplén realizado con productos procedentes de la traza, incluso extensión, riego y compactación	643.9
6.2. Afirmado			
6.2.1.	m3	Extensión, compactación y riego de zahorra natural.	2205,9
6.2.2.	m3	Extensión, compactación y riego de zahorra artificial.	3392,7
6.2.3.	m2	Riego de imprimación.	10770,4
6.2.4.	m3	Extendido y compactado de un metro cúbico de mezcla bituminosa en caliente para capa de rodadura.	541,9
6.3.Drenaje longitudinal			
6.3.1.	m	Cuneta trapezial revestida de hormigón, de 5 cm de espesor, en coronación de desmontes	2173.1
6.4. Drenaje transversal.			
6.4.1. Obra de drenaje Nº 1			
6.4.1.1.	m3	Suelo seleccionado	6,3
6.4.1.2.	m3	Relleno de tierras localizado	71,5
6.4.1.3.	m	Tubo prefabricado de hormigón armado de 1500 mm de diámetro	12,6

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

6.4.1.4.	m3	Excavación sin clasificar para emplazamiento de cimientos	90,1
6.4.1.5.	Kg	Acero corrugado de límite elástico 4100 Kg/m2 a emplear en hormigón armado, puesto en obra	2875,1
6.4.1.6.	m3	Hormigón en masa H-150 de nivelación y limpieza, puesto en obra	13,32
6.4.1.7.	m3	Hormigón en masa o para armar H-200, puesto en obra	8,9

nº de orden	Ud.	Designación de la unidad	Total
6.4.1.8.	m3	Hormigón para armar H-250 puesto en obra	13,7
6.4.1.9.	m2	Encofrado de madera en paramentos rectos ocultos	41,0
6.4.1.10.	m2	Encofrado de madera en paramentos rectos vistos	34,9
6.4.2. Obra de drenaje Nº 2			
6.4.2.1.	m3	Suelo seleccionado	8,4
6.4.2.2.	m3	Relleno de tierras localizado	93,8
6.4.2.3.	m	Tubo prefabricado de hormigón armado de 1500 mm de diámetro	14,7
6.4.2.4.	m3	Excavación sin clasificar para emplazamiento de cimientos	108,4
6.4.2.5.	Kg	Acero corrugado de límite elástico 4100 Kg/m2 a emplear en hormigón armado, puesto en obra	1586,0
6.4.2.6.	m3	Hormigón en masa H-150 de nivelación y limpieza, puesto en obra	20,5
6.4.2.7.	m3	Hormigón en masa o para armar H-200, puesto en obra	6,6
6.4.2.8.	m3	Hormigón para armar H-250 puesto en obra	18,6

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

6.4.2.9.	m2	Encofrado de madera en paramentos rectos ocultos	44,3
6.4.2.10.	m2	Encofrado de madera en paramentos rectos vistos	35,8
6.5. Señalización			
6.5.1.	m	Señalización horizontal.	4038,9
6.5.2.	Ud.	Señalización vertical	6

10. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

10.1 Fórmula de revisión de precios

Por ser una obra de duración superior a medio año, se incluye la fórmula de revisión de precios nº 9, vigente según el Real Decreto 2167/1981 (B.O.E. 24-9-81), en donde se actualizan los coeficientes de las variables que pasamos a definir.

Estamos tratando con una obra hidráulica, exactamente con un aprovechamiento hidroeléctrico, por lo tanto la fórmula de revisión de precios que utilizaremos será la que aparece en la Nueva Ley de Contratos con las Administraciones Públicas como tipo 33, es decir “Instalaciones Eléctricas y electrónicas: instalaciones de centrales Eléctricas”, que será:

$$K_t = 0.24 * H_t / H_0 + 0.10 * E_t / E_0 + 0.40 * S_t / S_0 + 0.01 * M_t / M_0 \\ + 0.02 * A_t / A_0 + 0.08 * C_t / C_0 + 0.15$$

siendo:

K_t - Coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución t.

H_0 - Índice de coste de la mano de obra en la fecha de licitación.

H_t - Índice de coste de mano de obra en el momento de la ejecución t.

E_0 - Índice de coste de la energía en la fecha de licitación.

E_t - Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.

C_0 - Índice de coste del cemento en la fecha de licitación.

C_t - Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución.

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

S_0 - Índice de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.

S_t - Índice de los materiales siderúrgicos en la fecha de ejecución t

En este caso, al tratarse de una construcción muy heterogénea, consideraremos además varias fórmulas, de acuerdo con la clase de obra de que se trate. Así para la explanación de la central y del camino, parece apropiado utilizar la N°2, referente a explanaciones con explosivos:

$$Kt=0,31 (Ht/Ho) + 0,37 (Et/Eo) + 0,17 (St/So) + 0,15$$

Sin embargo para la construcción del túnel y el pozo de compuertas parece más apropiado utilizar la definida como número tres: “Túneles de pequeña sección.”

$$Kt=0,32 (Ht/Ho) + 0,15 (Et/Eo) + 0,17 (Ct/Co) + 0,13 (St/So) + 0,08 (Mt/Mo) + 0,15$$

La construcción del edificio de la central se encajaría en la N°4, referente a construcciones con predominio de obras de fábrica:

$$Kt=0,34 (Ht/Ho) + 0,18 (Et/Eo) + 0,18 (Ct/Co) + 0,13 (St/So) + 0,02 (Mt/Mo) + 0,15$$

En estas fórmulas, el significado de los términos es igual al antes mostrado

10.2 Clasificación del contratista.

Para la realización de esta obra, el contratista deberá acreditar poseer la clasificación siguiente, de acuerdo a lo explicitado en el Artículo 25 de la nueva Ley de Contratos de las Administraciones públicas:

Grupo E: por ser una obra hidráulica.

Categoría f: por ser la anualidad superior a 400.000.000 pesetas.

11. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

RESUMEN DE PRESUPUESTOS POR CAPÍTULO

CAPÍTULO 1: OBRA DE TOMA:

CAPÍTULO 2: CASETA Y POZO DE COMPUERTAS 49.742.442 PTAS.

CAPÍTULO 3: CANAL EN TÚNEL: 135.330.330 PTAS.

CAPÍTULO 4: CANAL DE DERIVACIÓN: 317.242.788 PTAS.

CAPÍTULO 5: CAMARA DE CARGA: 16.349.935 PTAS.

CAPÍTULO 6: TUBERÍA FORZADA: 70.799.605 PTAS.

CAPÍTULO 7: EDIFICIO DE LA CENTRAL 322.785.842 PTAS.

CAPÍTULO 8: ACCESOS 11.754.724 PTAS

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

Total de Presupuestos Parciales: **924.786.981 Ptas.**

Seguridad y salud **15.070.742 Ptas.**

Control de Calidad **106.924.828 Ptas.**

TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL: **1.046.782.551 Ptas.**
(6.291.289 €)

“ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA DEL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO DEL EMBALSE DEL TORCÓN A LA CANTIDAD DE MIL CUARENTA Y SEIS MILLONES SETECIENTAS OCHENTA Y DOS MIL QUINIENTAS CINCUENTA Y UNA PESETAS, ES DECIR, SEIS MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS”.

Madrid, Junio del 2002

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Francisco Javier Pérez de la Cruz

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de Ejecución Material:	1.046.782.551 Ptas.
Gastos Generales de la Empresa: (17 % sobre Presupuesto de Ejecución Material)	177.953.033 Ptas.
Beneficio Industrial: (6 % sobre Presupuesto de Ejecución Material)	62.806.953 Ptas.
Total Parcial:	1.287.542.537 Ptas.
I.V.A.: (16 % sobre Total Parcial)	206.006.805 Ptas.
<u>TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:</u>	1.493.549.342 Ptas. (8.976.412 €)

“ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA DE LA OBRA DEL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO DEL EMBALSE DEL TORCÓN A LA CANTIDAD DE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES MILLONES QUINIENTAS CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTAS CUARENTA Y DOS PESETAS, ES DECIR, OCHO MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS DOCE EUROS”.

Madrid, Junio del 2002

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Francisco Javier Pérez de la Cruz

PRESUPUESTO GENERAL PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Total Presupuesto de Ejecución por Contrata: 1.493.549.342 Ptas.

Control de Calidad: 106.924.828 Ptas.

TOTAL PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO

DE LA ADMINISTRACIÓN : 1.600.474.170 Ptas.

(9.619.043 €)

“ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA DE LA OBRA DEL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO DEL EMBALSE DEL TORCÓN A LA CANTIDAD DE MIL SEISCIENTOS MILLONES CUATROCIENTAS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO SETENTA PESETAS, ES DECIR, NUEVE MILLONES SEISCIENTOS DIEZ Y NUEVE MIL CUARENTA Y TRES EUROS”.

Madrid, Junio del 2002

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Francisco Javier Pérez de la Cruz.

12. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

A continuación incluimos una relación detallada de los documentos que constituyen el Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Embalse del Torcón.

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA Y ANEJOS

TOMO I - MEMORIA

TOMO II - ANEJO COMPARATIVO DE SOLUCIONES

Datos Previos
Geología
Hidrología
Planteamiento de Soluciones
Predimensionamiento
Medio Ambiente
Comparación de Soluciones
Replanteo

TOMO III - ANEJO DE HIDROLOGÍA

ANEJO DE GEOTECNIA

ANEJO DE EXPLOTACIÓN

ANEJO DE OPTIMIZACIÓN

ANEJO DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO DE CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO DE MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL

TOMO IV - ANEJO DE JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
ANEJO DE CONTROL DE CALIDAD
ANEJO DE PLANIFICACIÓN DE OBRA
ANEJO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N° 2: PLANOS

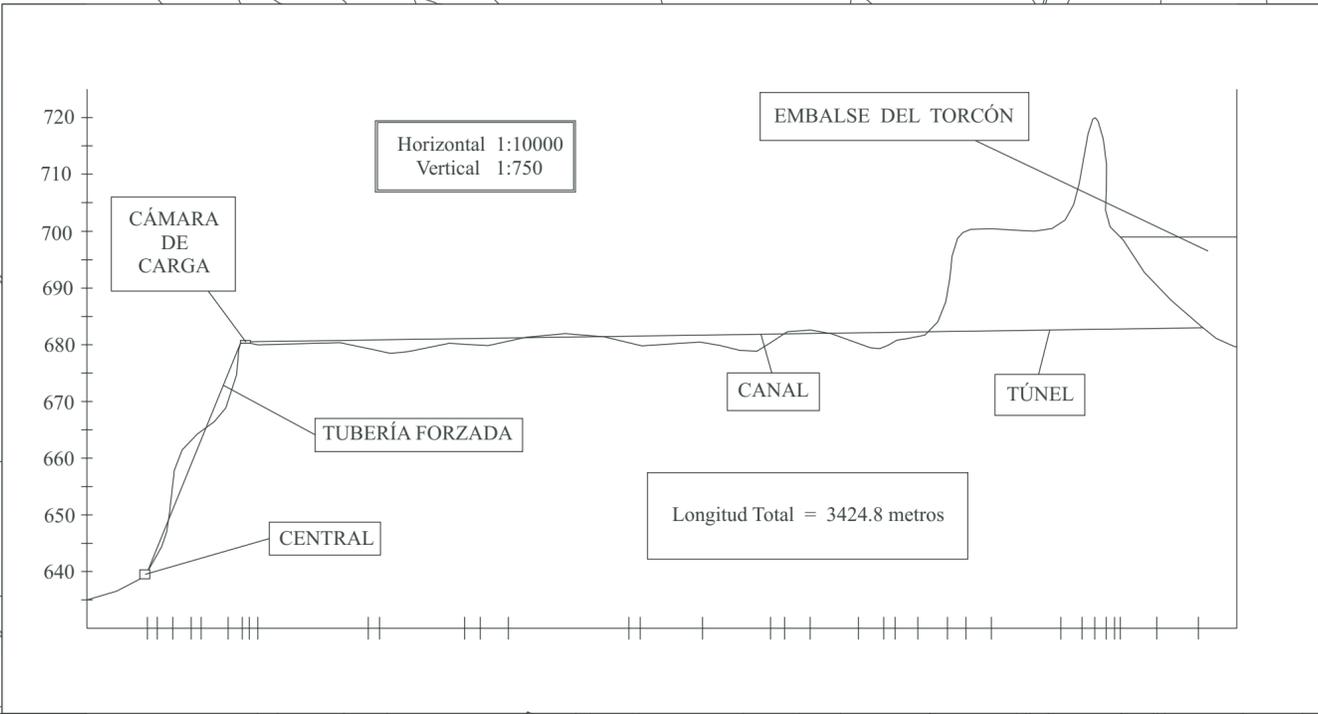
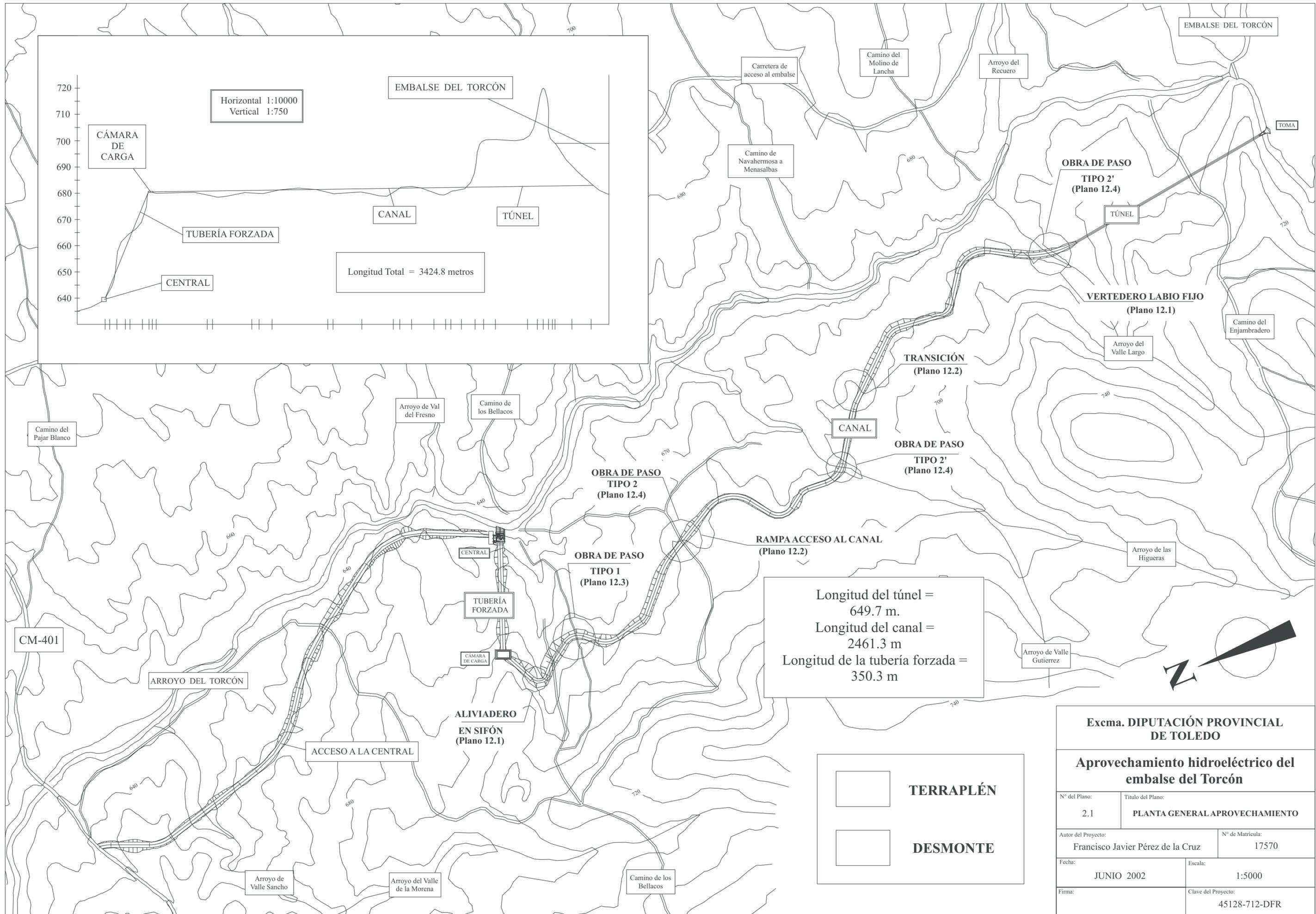
TOMO I - PLANOS DE COMPARACIÓN DE SOLUCIONES
TOMO II - PLANOS DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA
TOMO III - PLANOS DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA
TOMO IV - PLANOS DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO N° 4: PRESUPUESTO

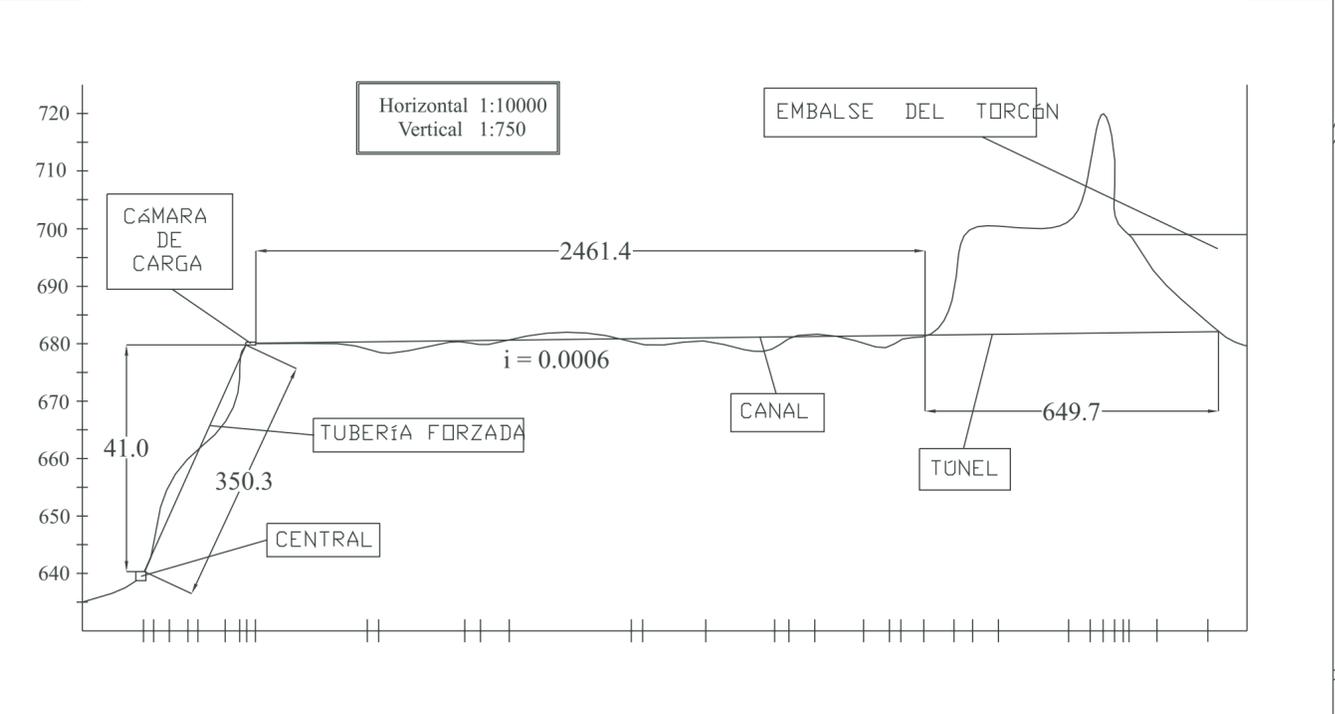
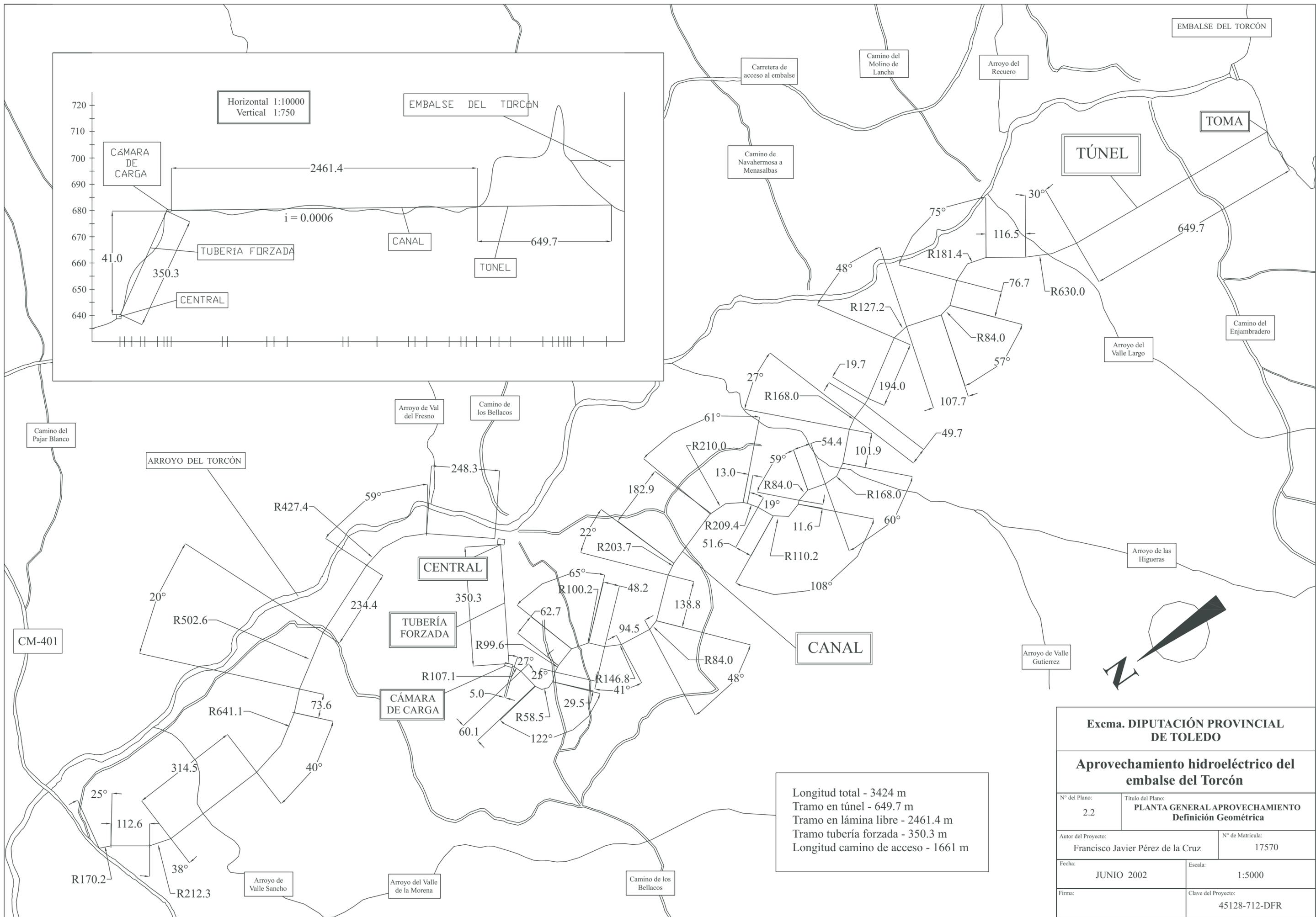
MEDICIONES
CUADRO DE PRECIOS N° 1
CUADRO DE PRECIOS N° 2
PRESUPUESTOS PARCIALES Y TOTALES



Longitud del túnel = 649.7 m.
 Longitud del canal = 2461.3 m
 Longitud de la tubería forzada = 350.3 m

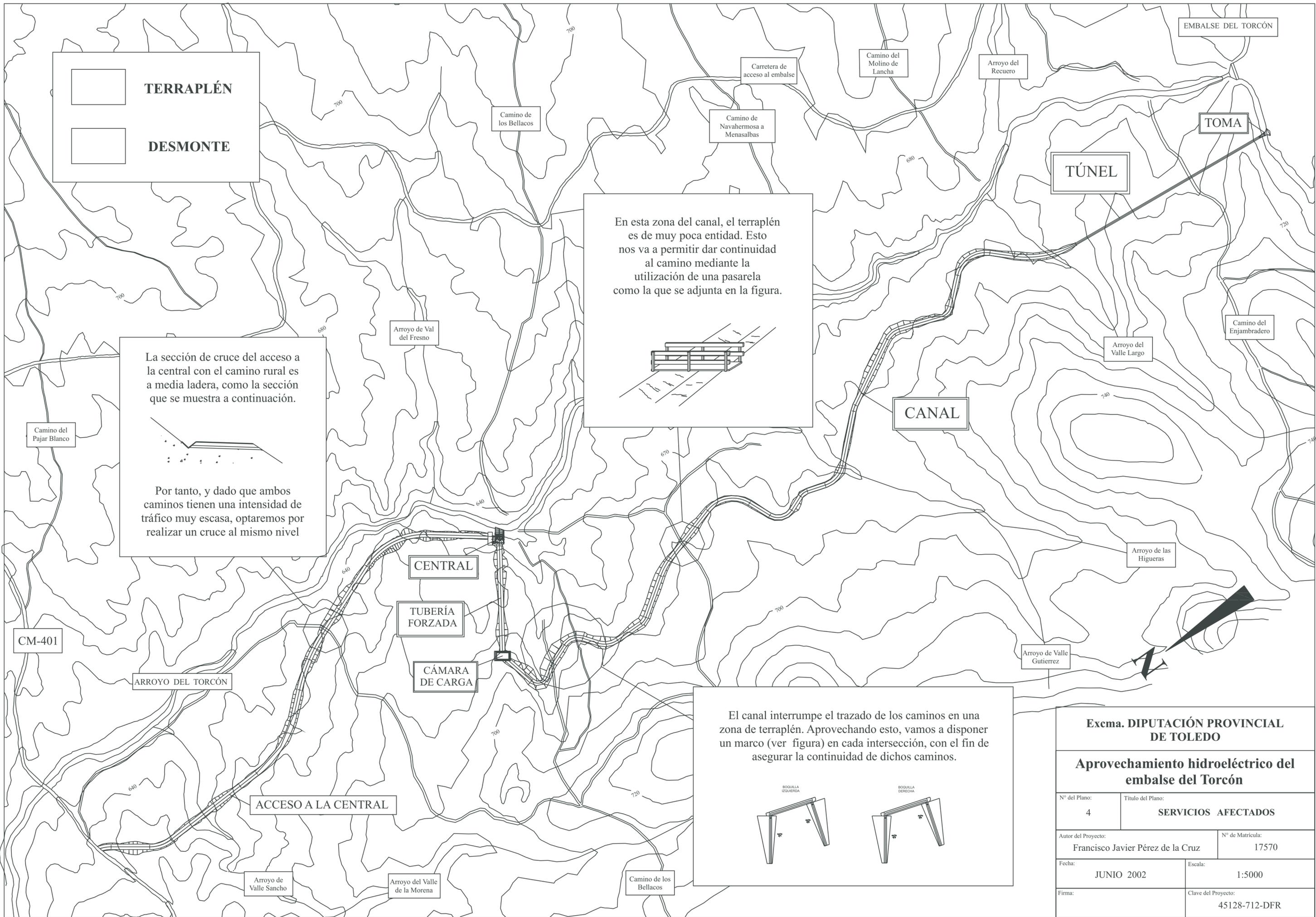
 **TERRAPLÉN**
 **DESMONTE**

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 2.1	Título del Plano: PLANTA GENERAL APROVECHAMIENTO
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:5000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



Longitud total - 3424 m
 Tramo en túnel - 649.7 m
 Tramo en lámina libre - 2461.4 m
 Tramo tubería forzada - 350.3 m
 Longitud camino de acceso - 1661 m

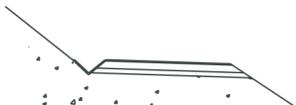
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 2.2	Título del Plano: PLANTA GENERAL APROVECHAMIENTO Definición Geométrica
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matriculación: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:5000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



TERRAPLÉN

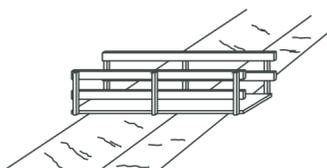
DESMONTE

La sección de cruce del acceso a la central con el camino rural es a media ladera, como la sección que se muestra a continuación.

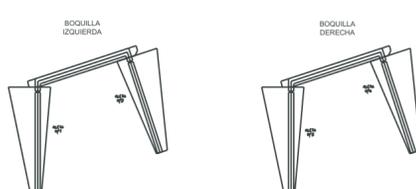


Por tanto, y dado que ambos caminos tienen una intensidad de tráfico muy escasa, optaremos por realizar un cruce al mismo nivel.

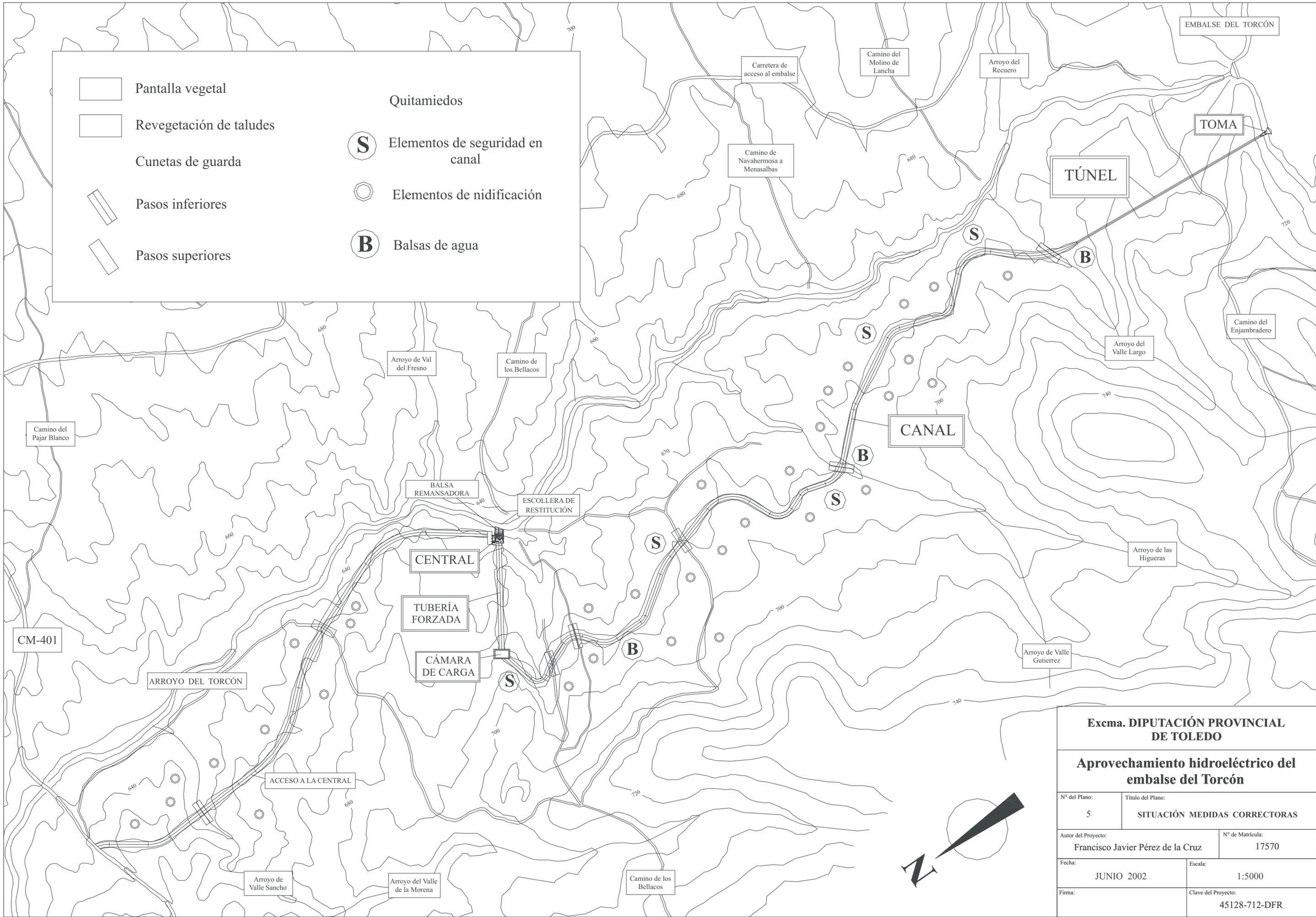
En esta zona del canal, el terraplén es de muy poca entidad. Esto nos va a permitir dar continuidad al camino mediante la utilización de una pasarela como la que se adjunta en la figura.



El canal interrumpe el trazado de los caminos en una zona de terraplén. Aprovechando esto, vamos a disponer un marco (ver figura) en cada intersección, con el fin de asegurar la continuidad de dichos caminos.

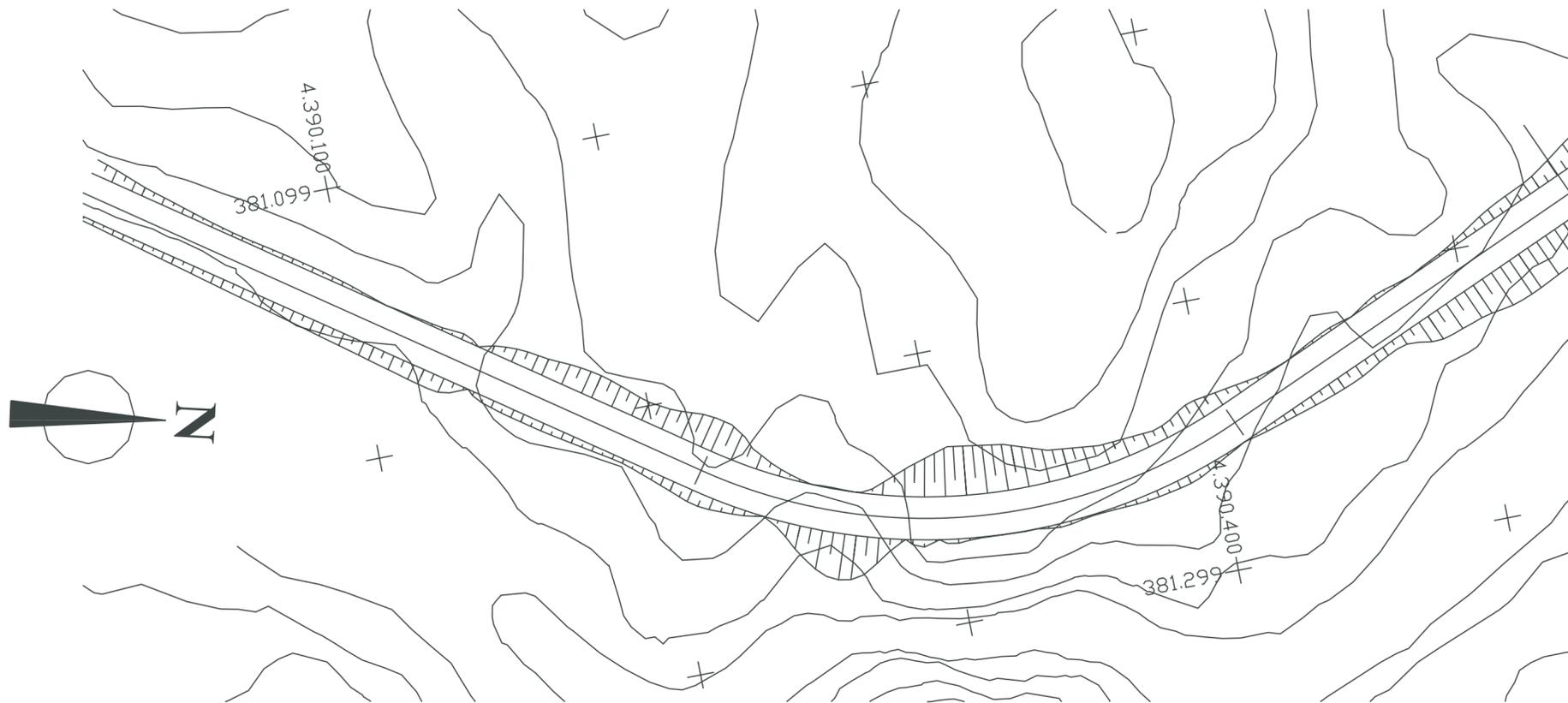


Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 4	Título del Plano: SERVICIOS AFECTADOS
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:5000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



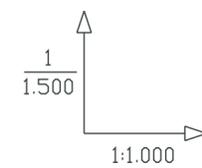
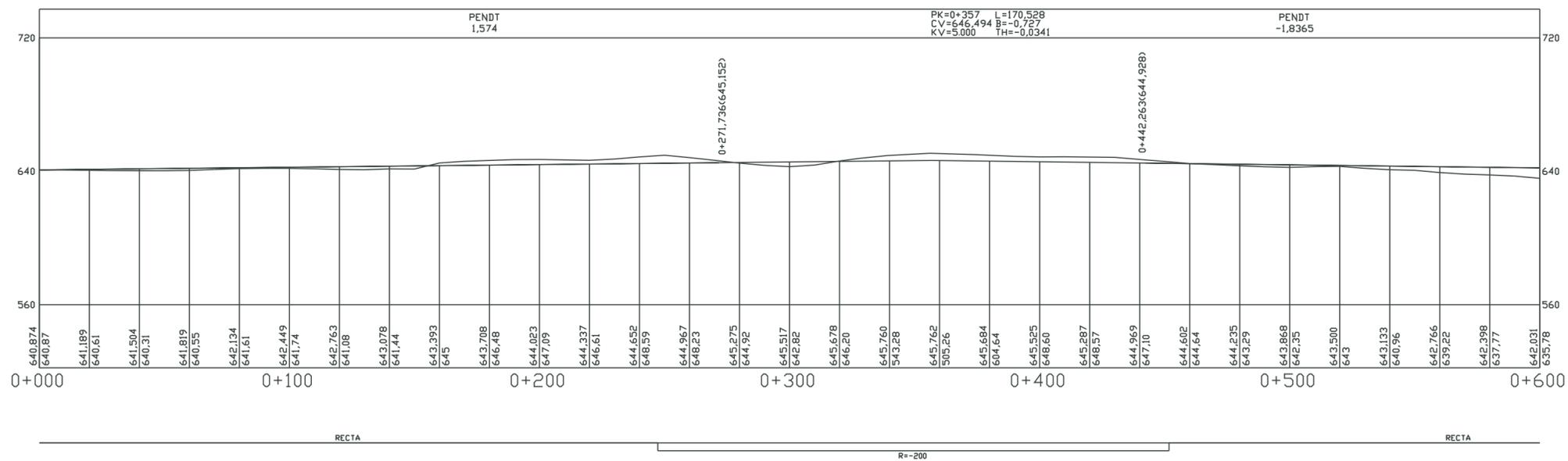
	Pantalla vegetal		Quitamiedos
	Revegetación de taludes		Elementos de seguridad en canal
	Cunetas de guarda		Elementos de nidificación
	Pasos inferiores		Balsas de agua
	Pasos superiores		

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 5	Título del Plano: SITUACIÓN MEDIDAS CORRECTORAS
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:5000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

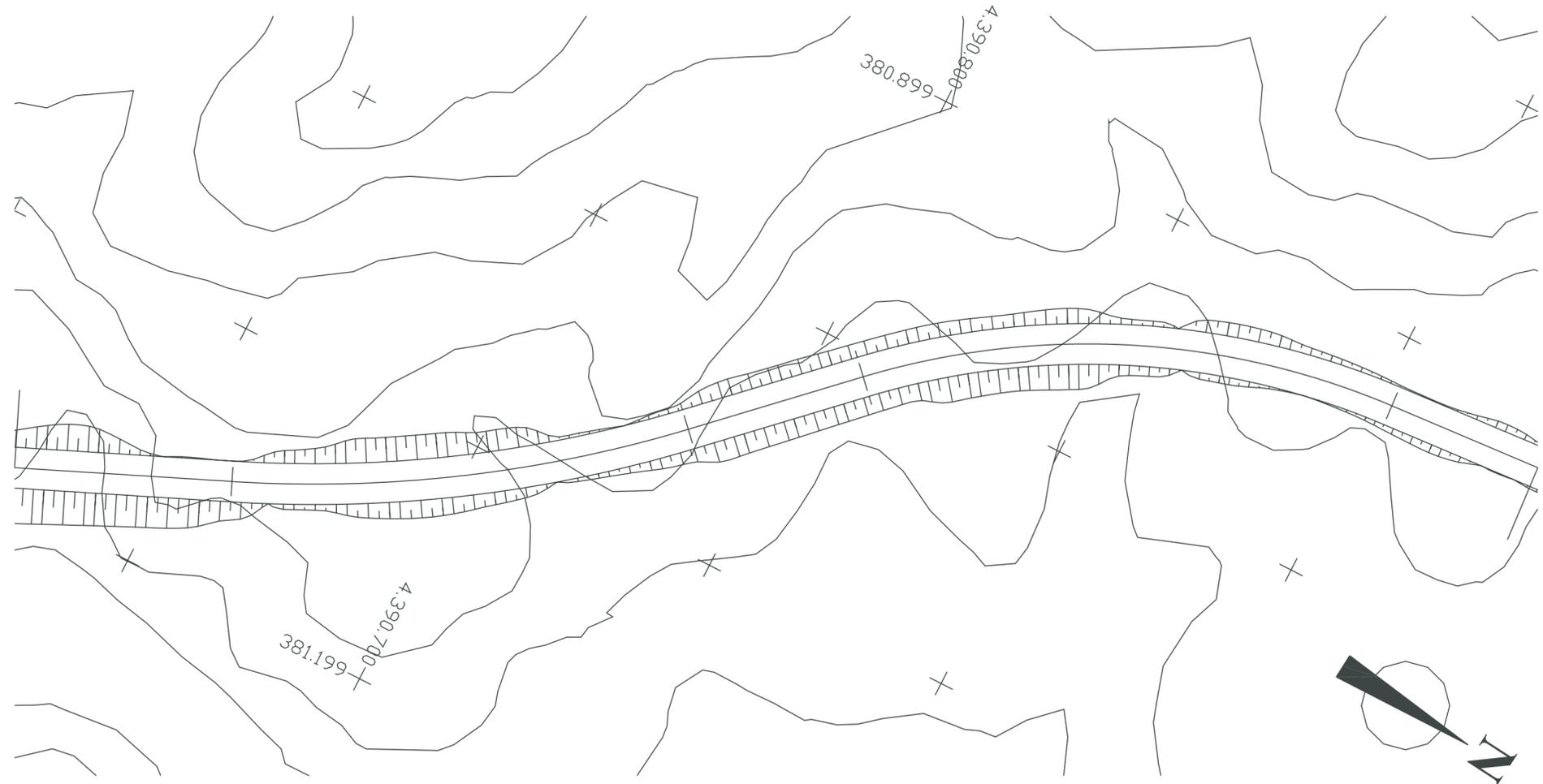


	TERRAPLÉN
	DESMONTE

ESCALA 1:1000

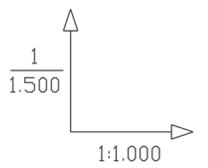
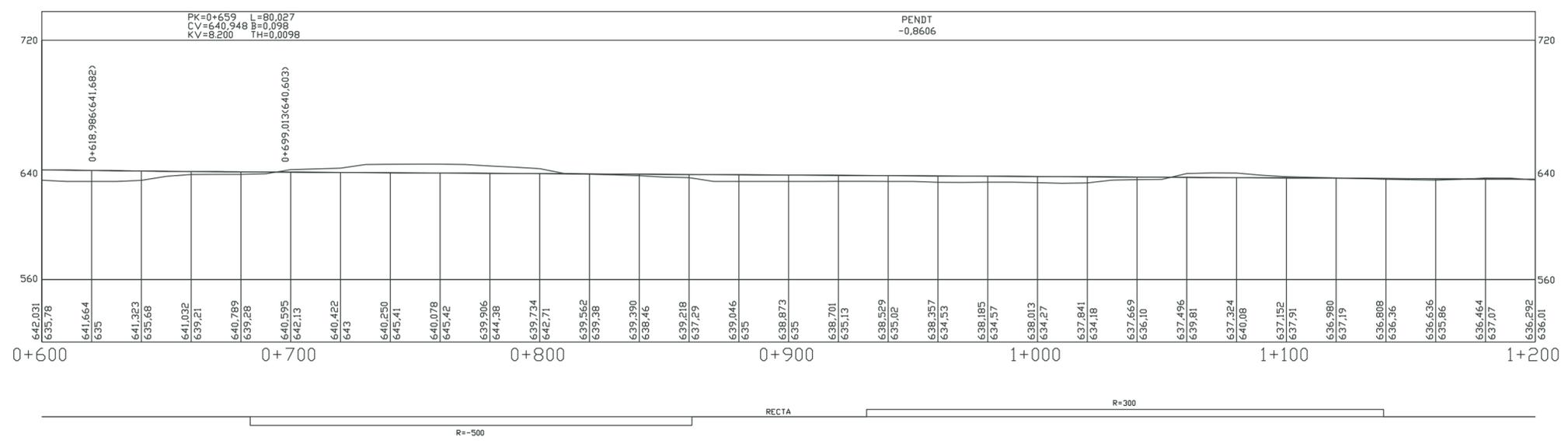


Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 6.1	Título del Plano: ACCESO A CENTRAL (1/3)
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

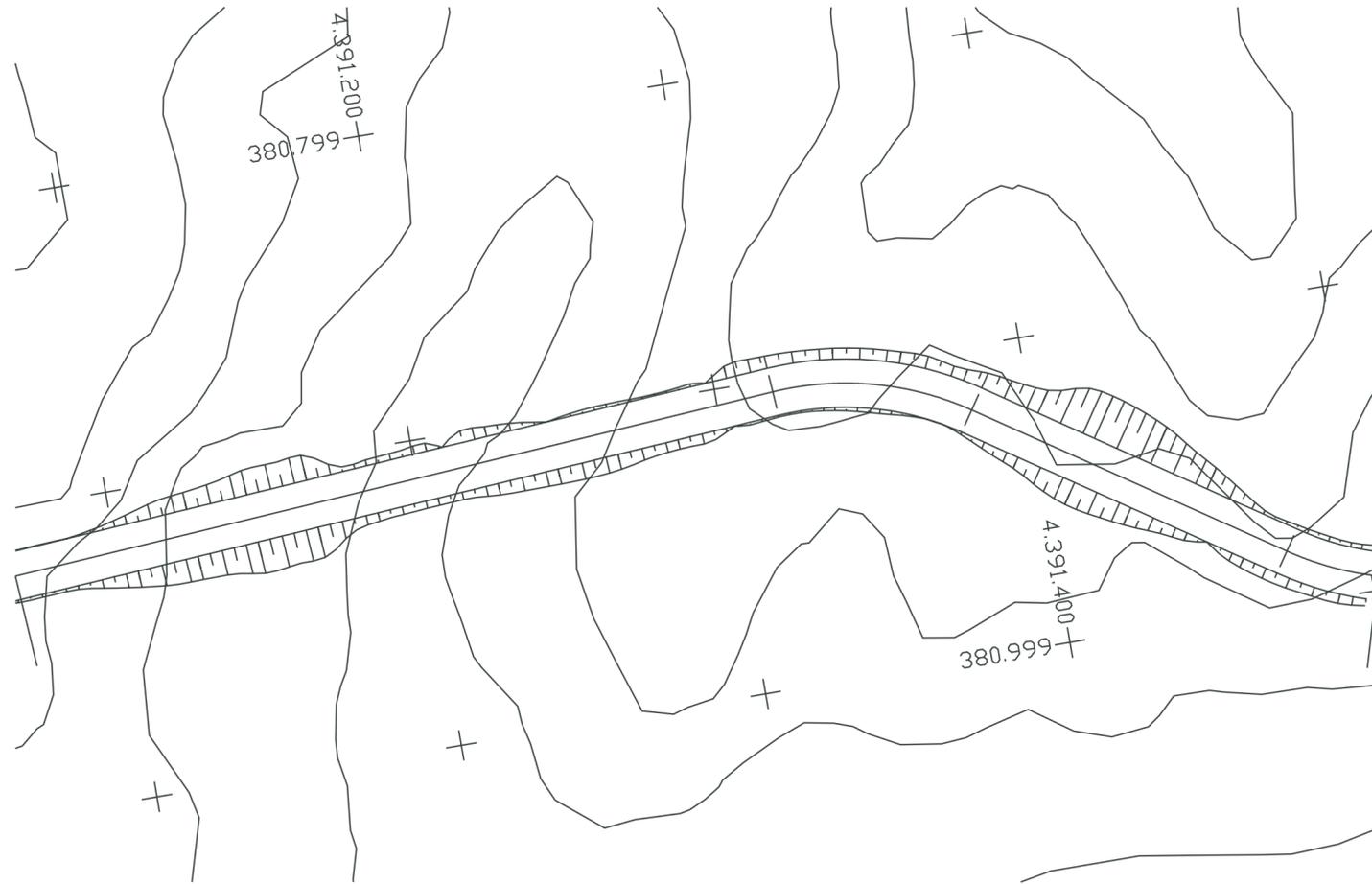


	TERRAPLÉN
	DESMONTE

ESCALA 1:1000

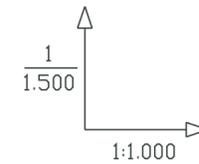
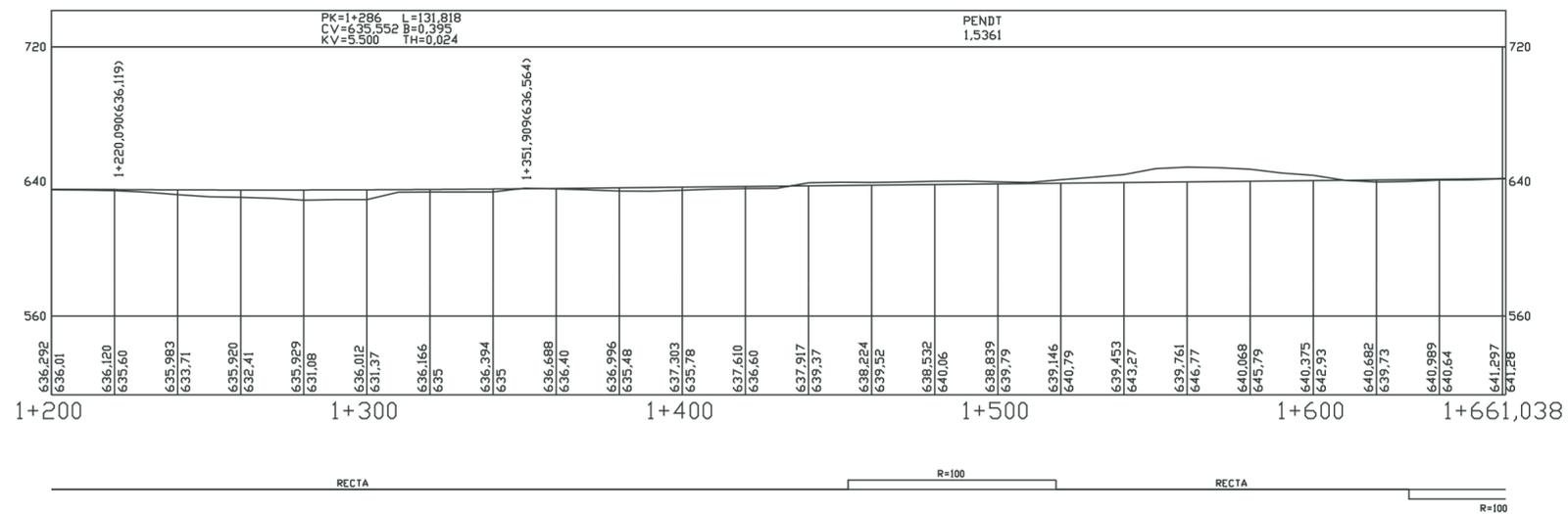


Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 6.2	Título del Plano: ACCESO A CENTRAL (2/3)
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



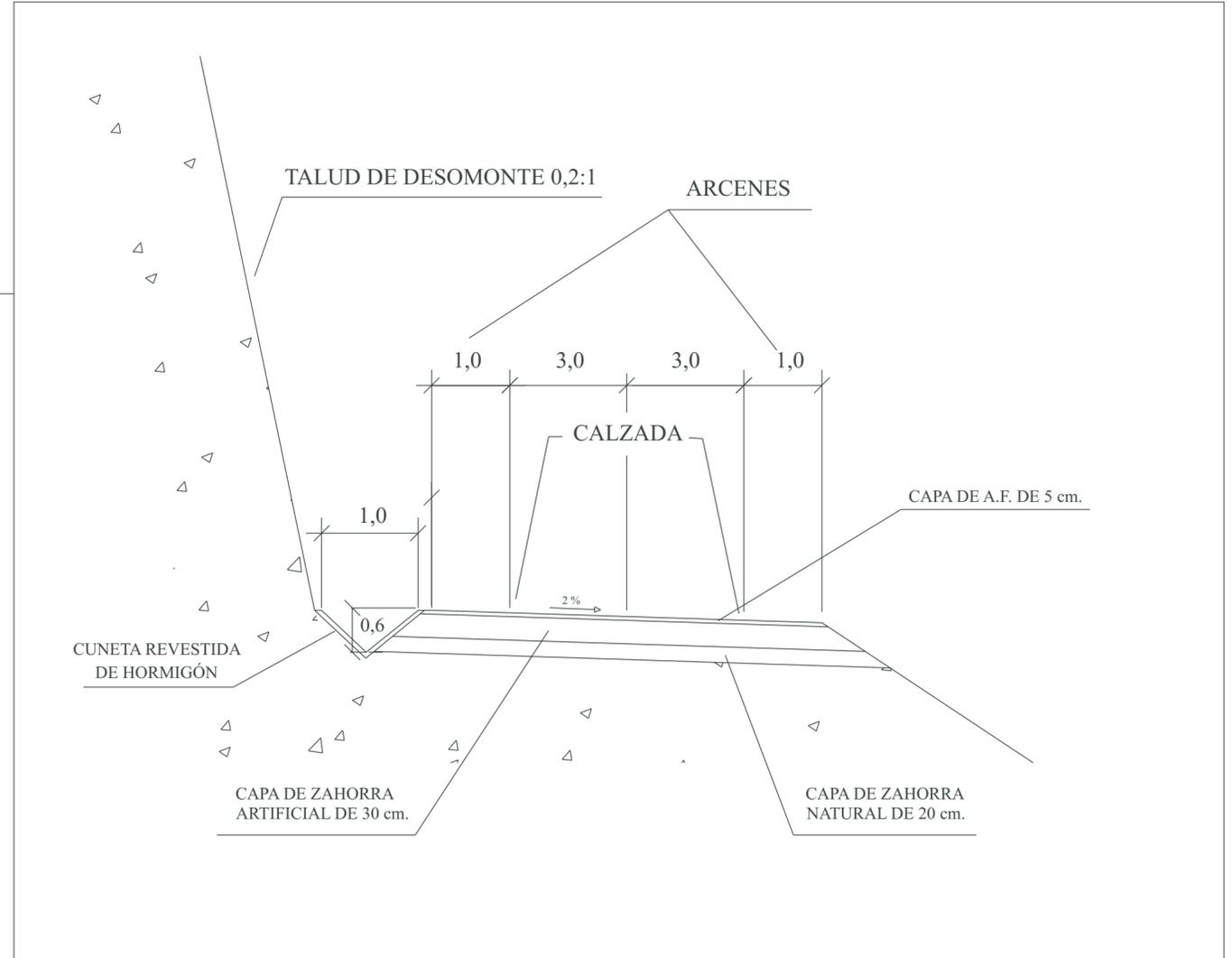
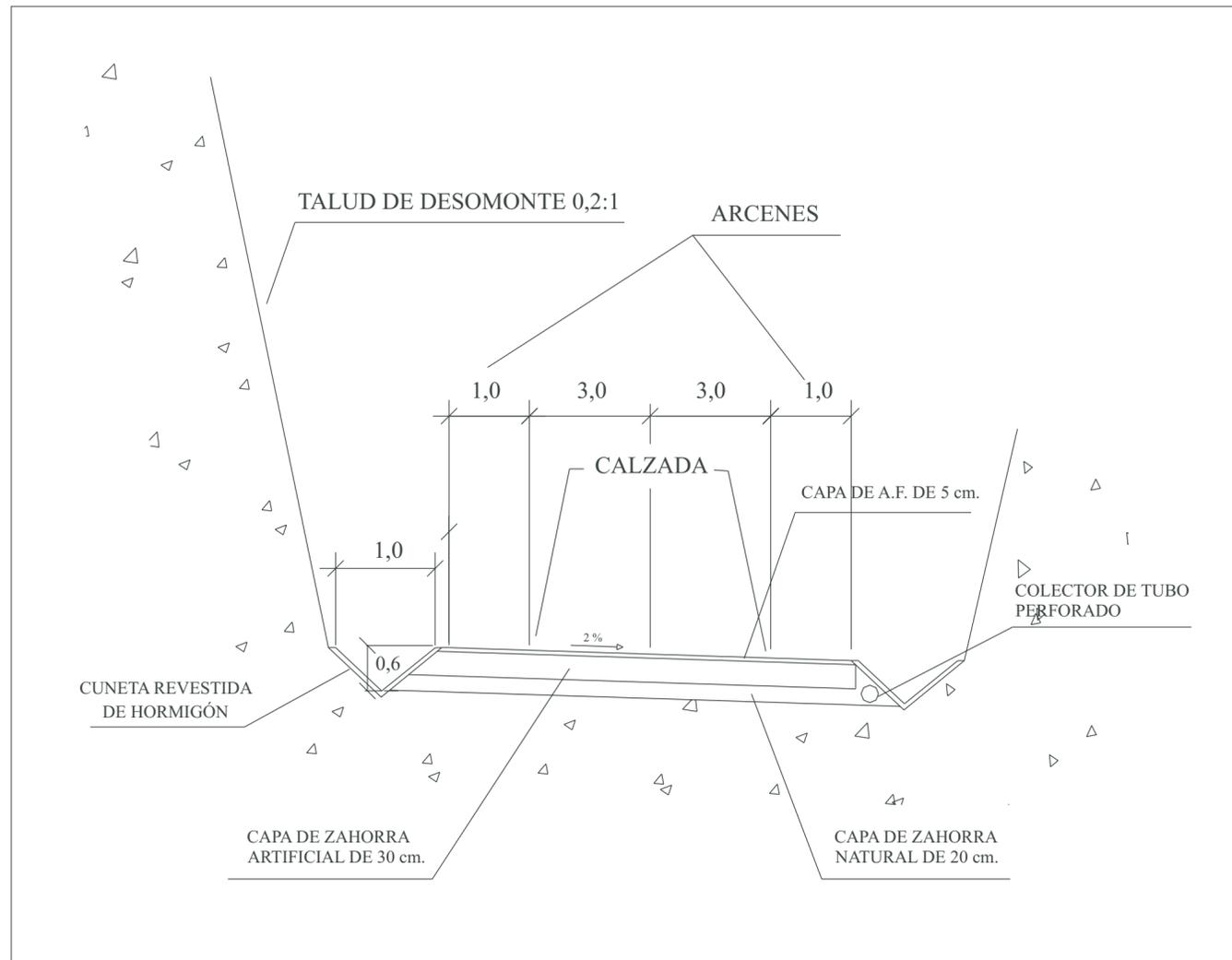
	TERRAPLÉN
	DESMONTE

ESCALA 1:1000



Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 6.3	Título del Plano: ACCESO A CENTRAL (3/3)
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

SECCIÓN TIPO 1 A MEDIA LADERA

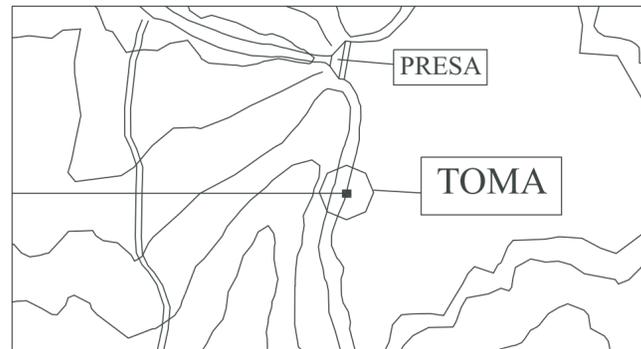


SECCIÓN TIPO 2 EN TRINCHERA

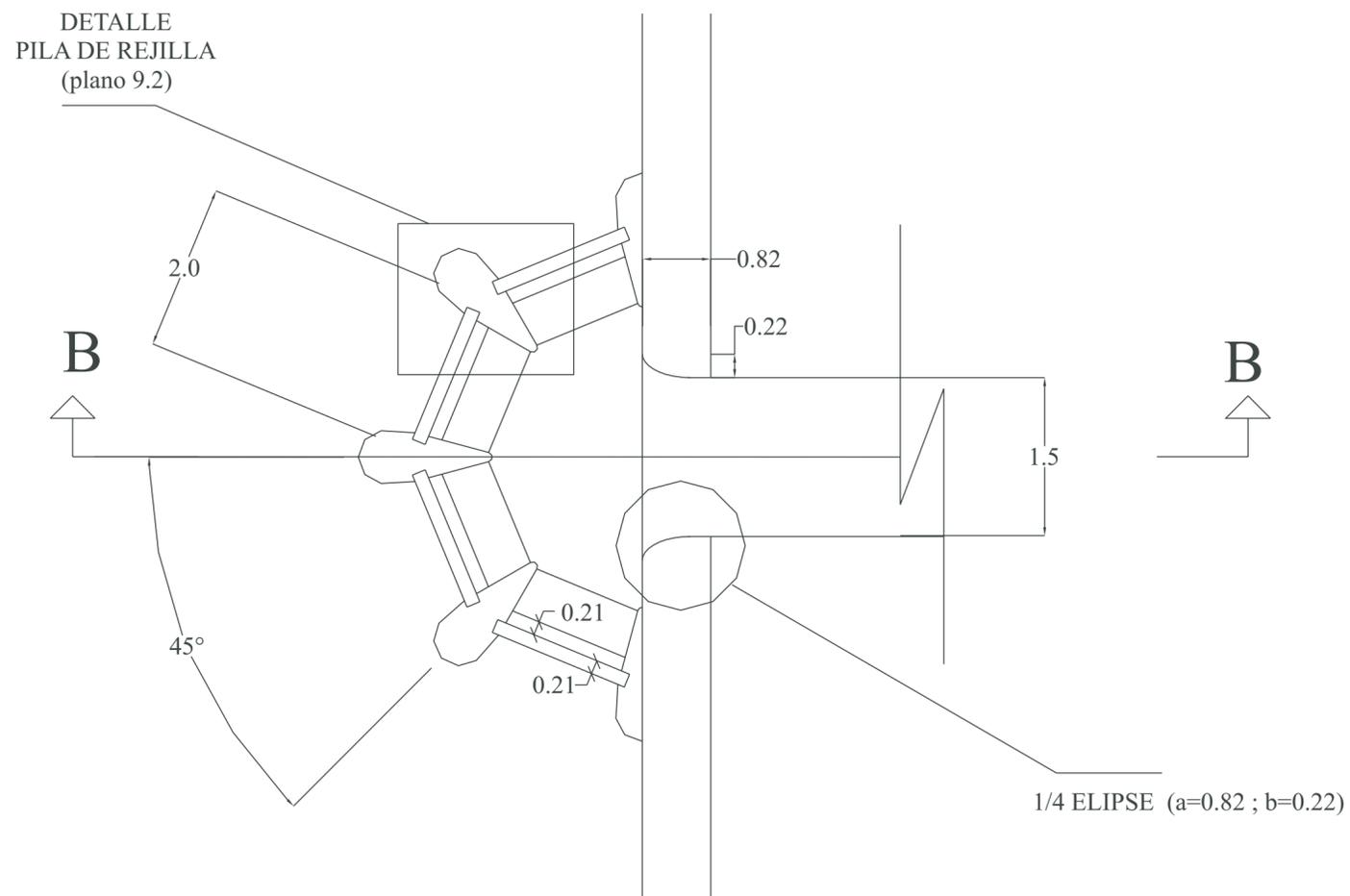
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL
DE TOLEDO

Aprovechamiento hidroeléctrico del
embalse del Torcón

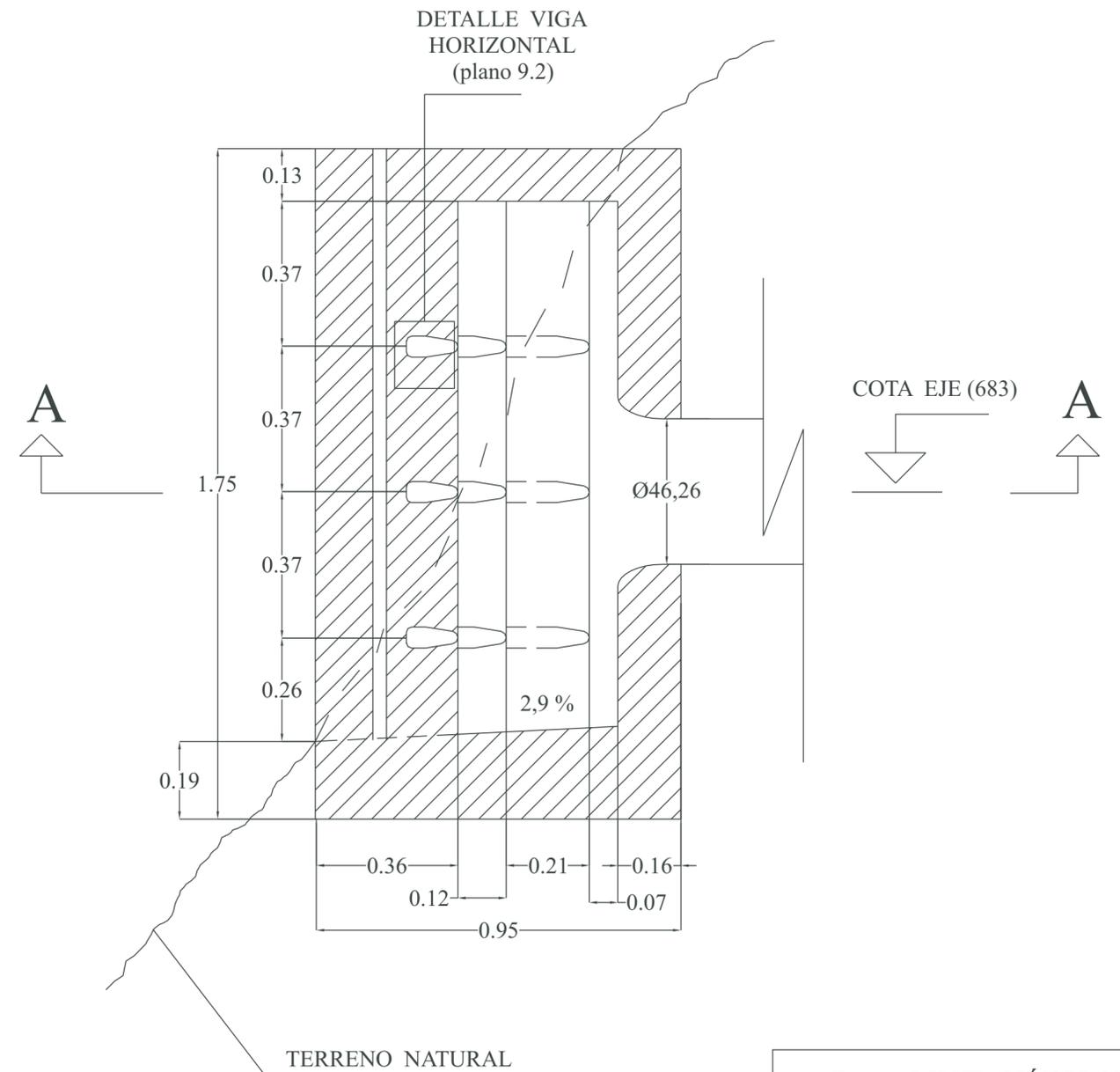
Nº del Plano: 7	Título del Plano: SECCIONES ACCESO A LA CENTRAL
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:100
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



SECCIÓN A-A

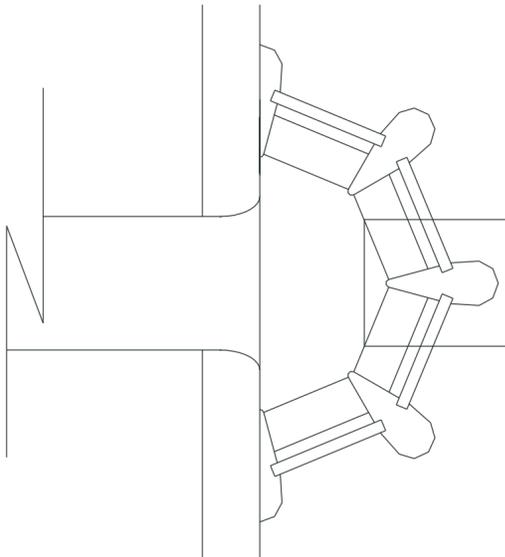


SECCIÓN B-B

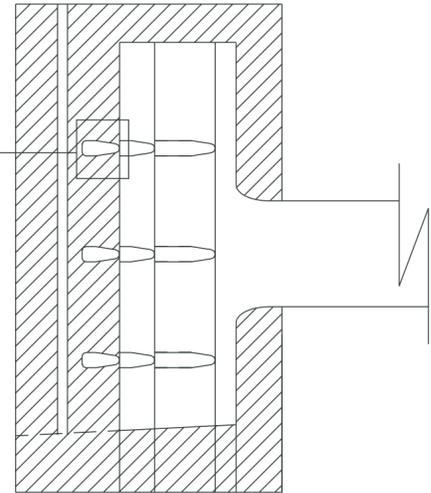
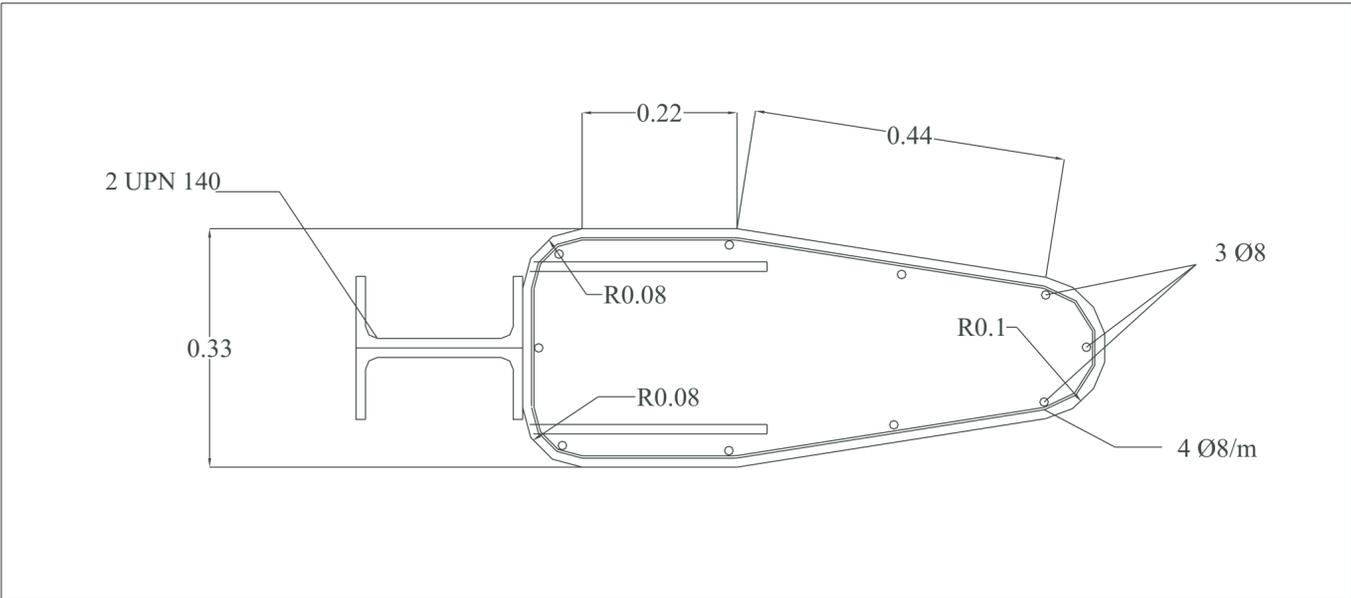
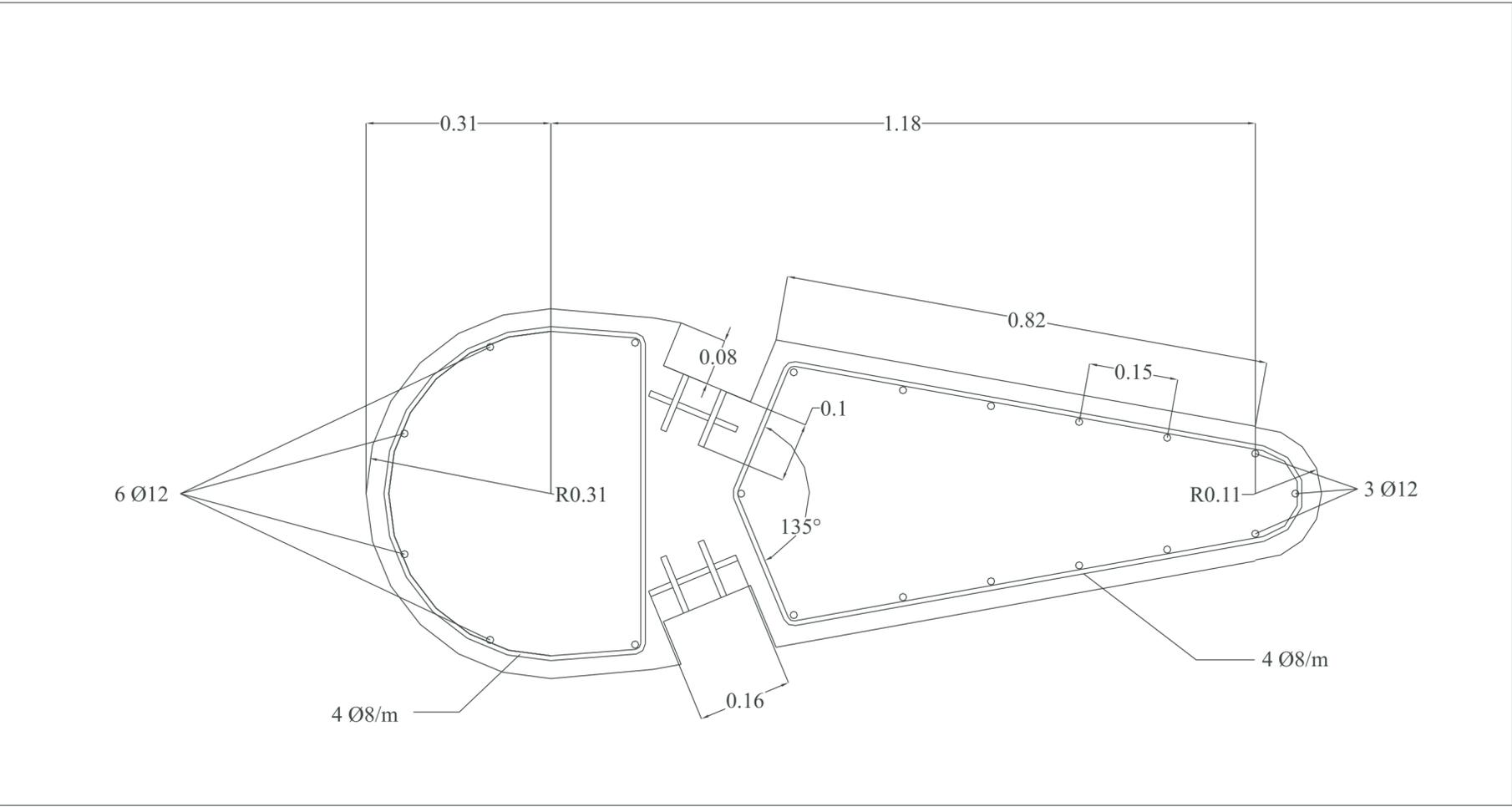


Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 9.1	Título del Plano: TOMA Secciones de planta y alzado
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:10
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

DETALLE PILA DE REJILLA

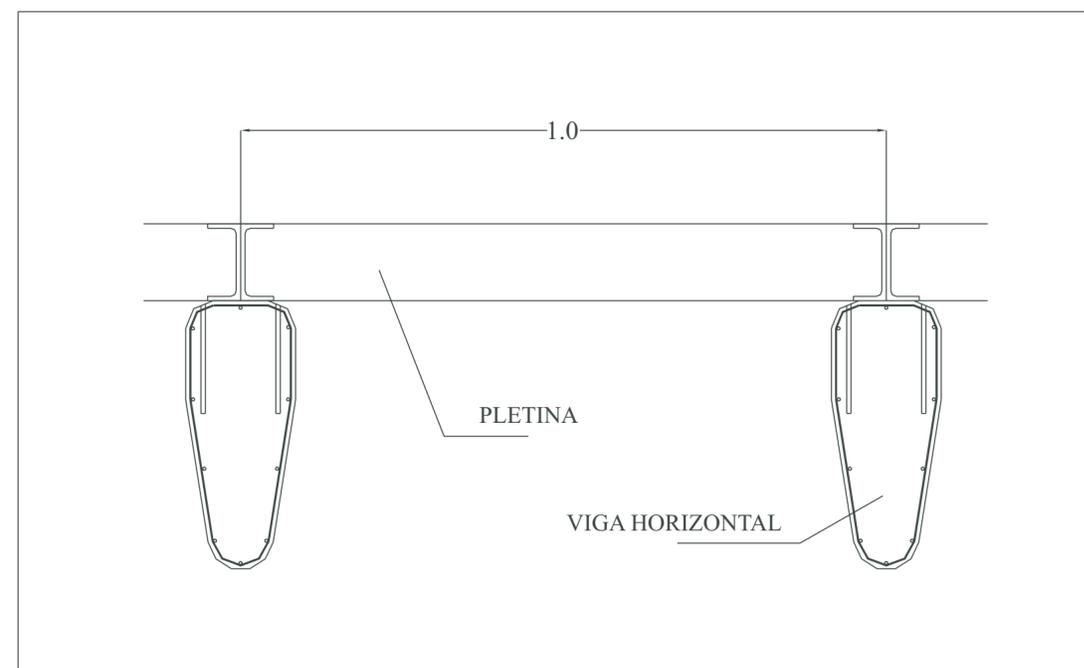
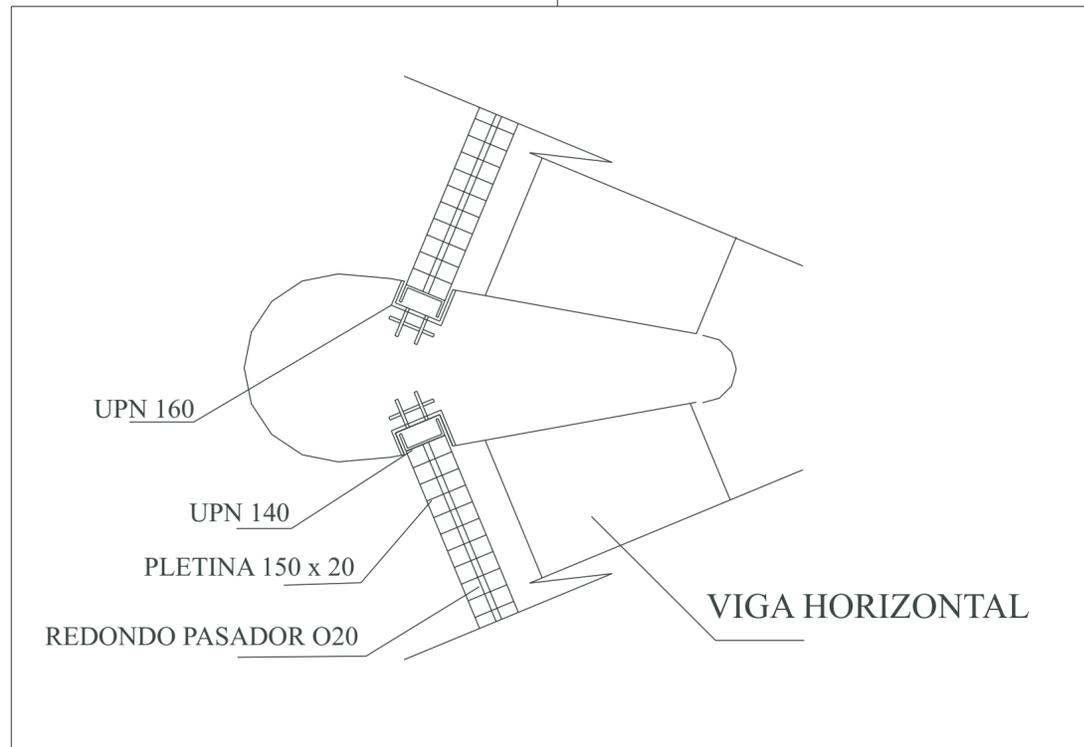


DETALLE VIGA HORIZONTAL

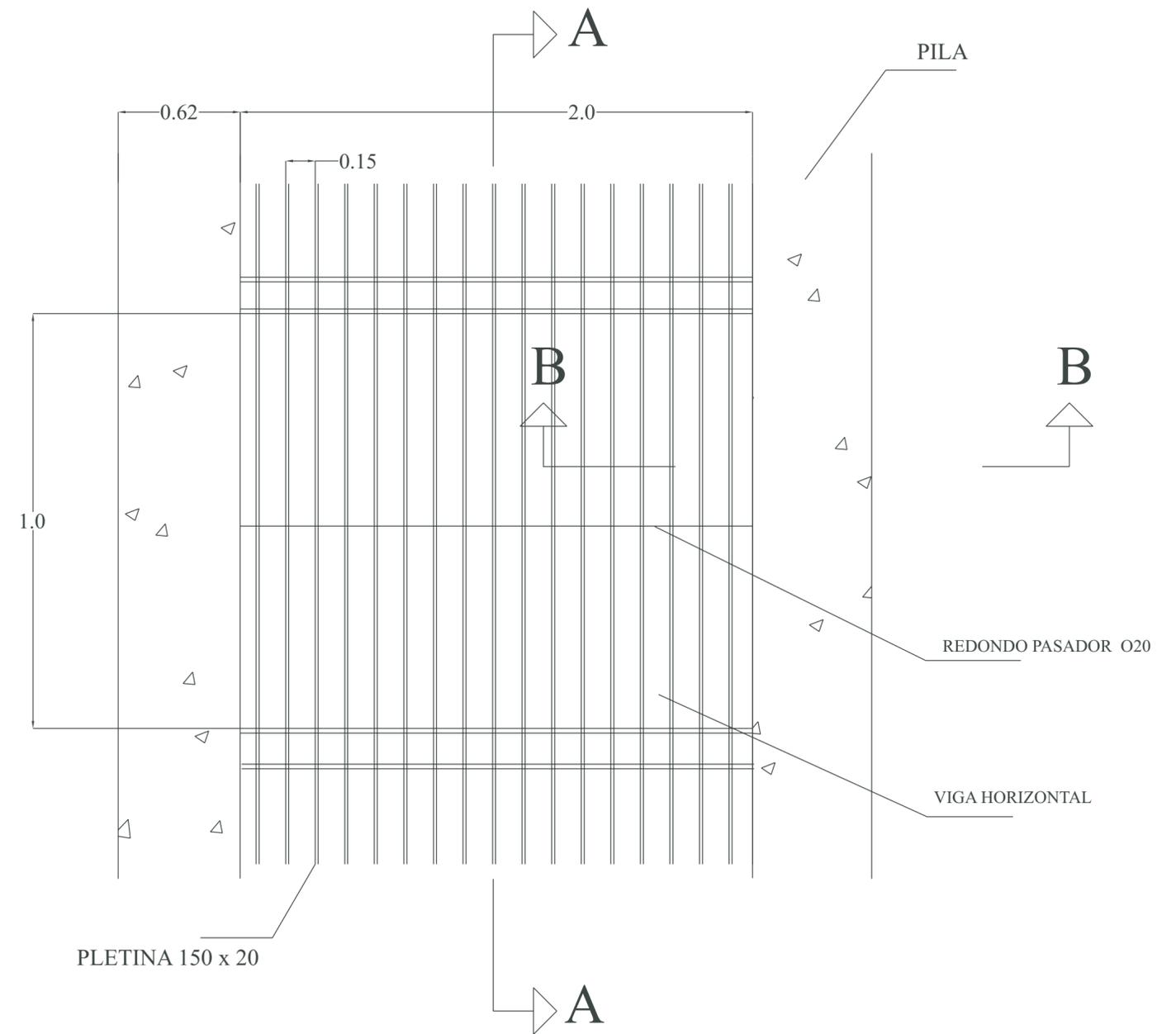


Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 9.2	Título del Plano: TOMA Detalle de pilas y vigas
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:5
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

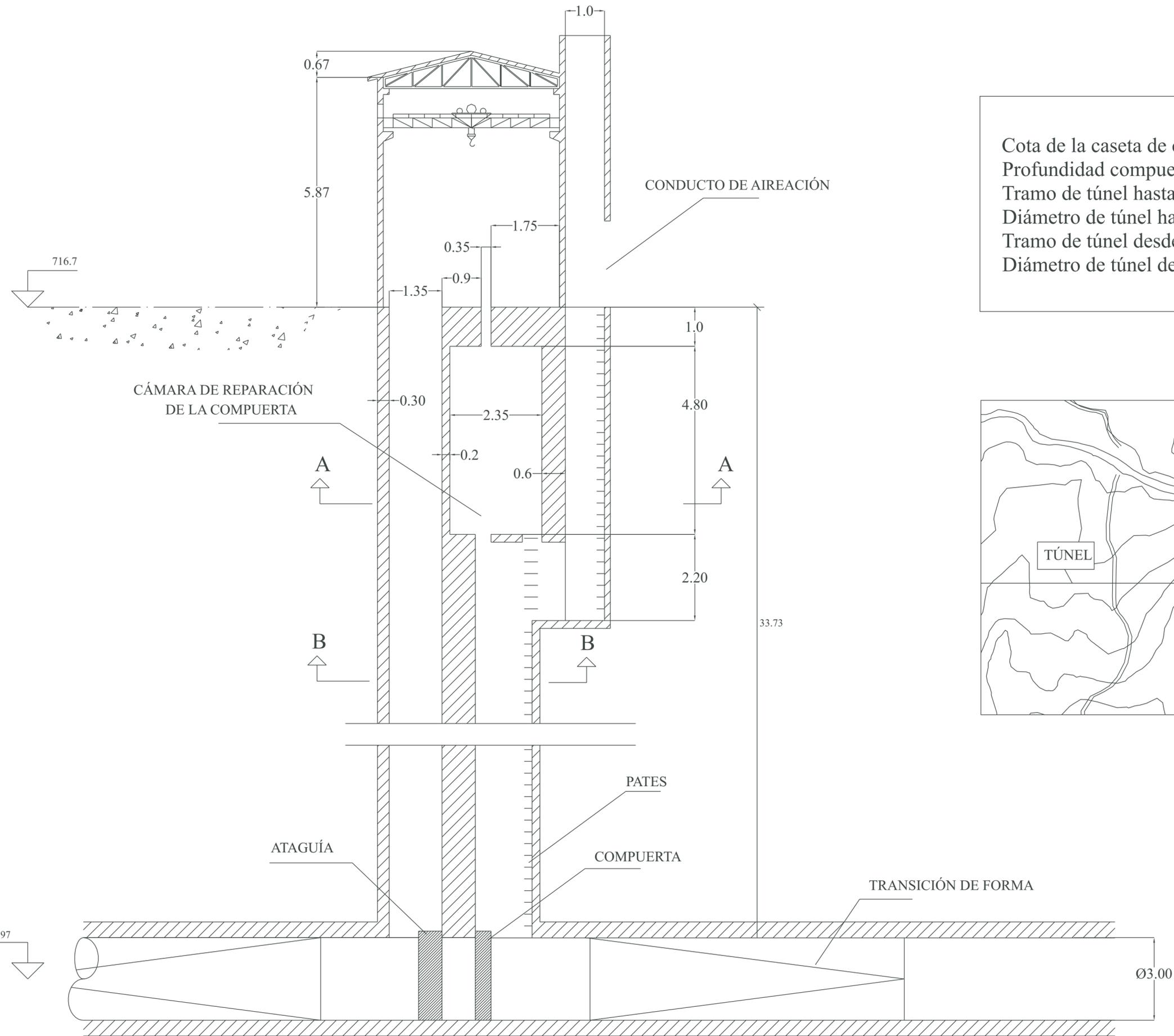
SECCIÓN B-B



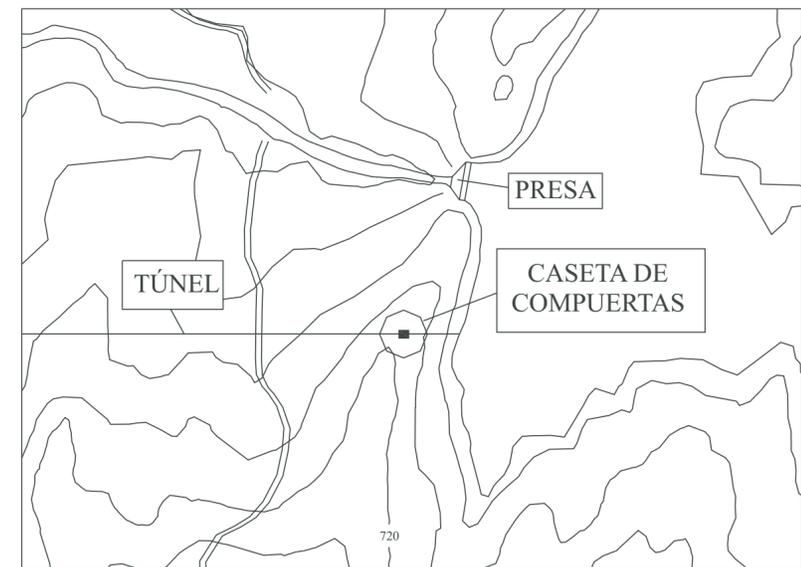
SECCIÓN A-A



Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO		
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón		
Nº del Plano: 9.3	Título del Plano: TOMA Detalles de rejilla	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz		Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:10	
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR	

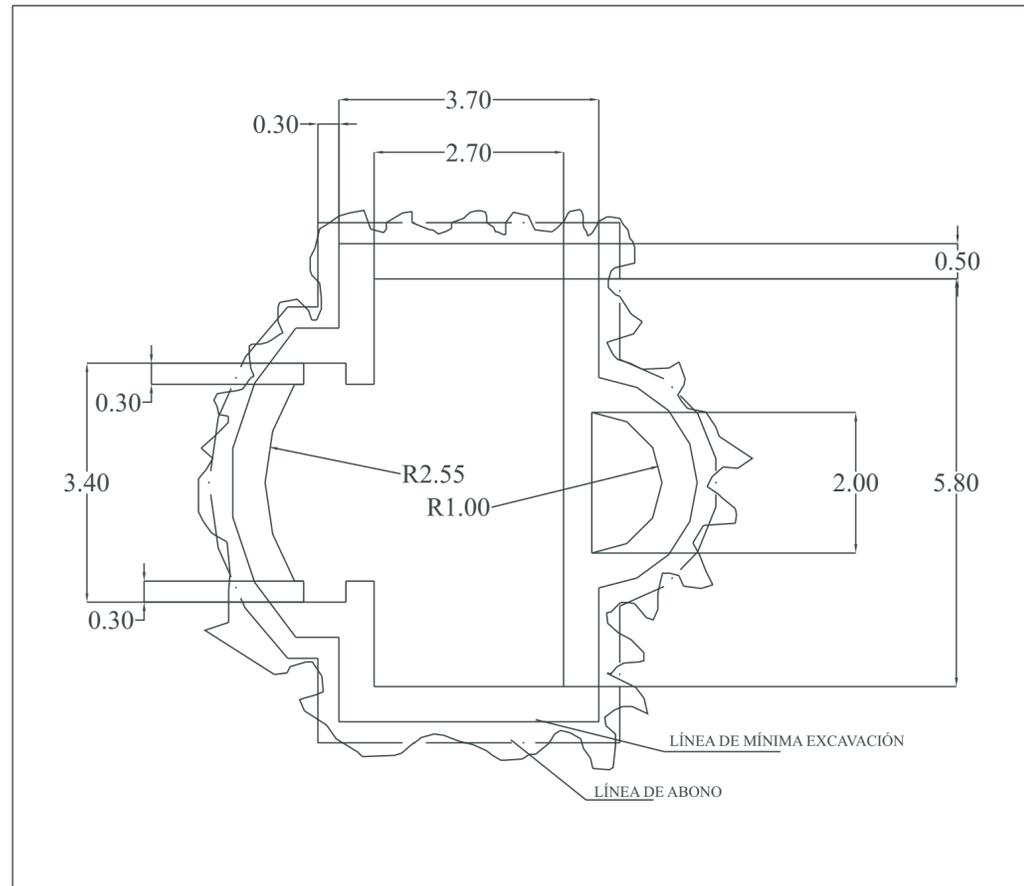


Cota de la caseta de compuertas - 716.7 m
 Profundidad compuertas - 33.73 m
 Tramo de túnel hasta compuertas - 62 m
 Diámetro de túnel hasta compuertas - 1.5 m
 Tramo de túnel desde compuertas - 587 m
 Diámetro de túnel después de compuertas - 3 m

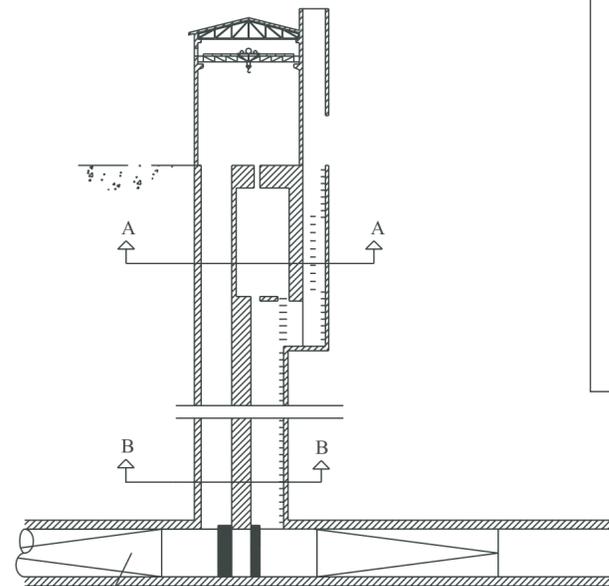
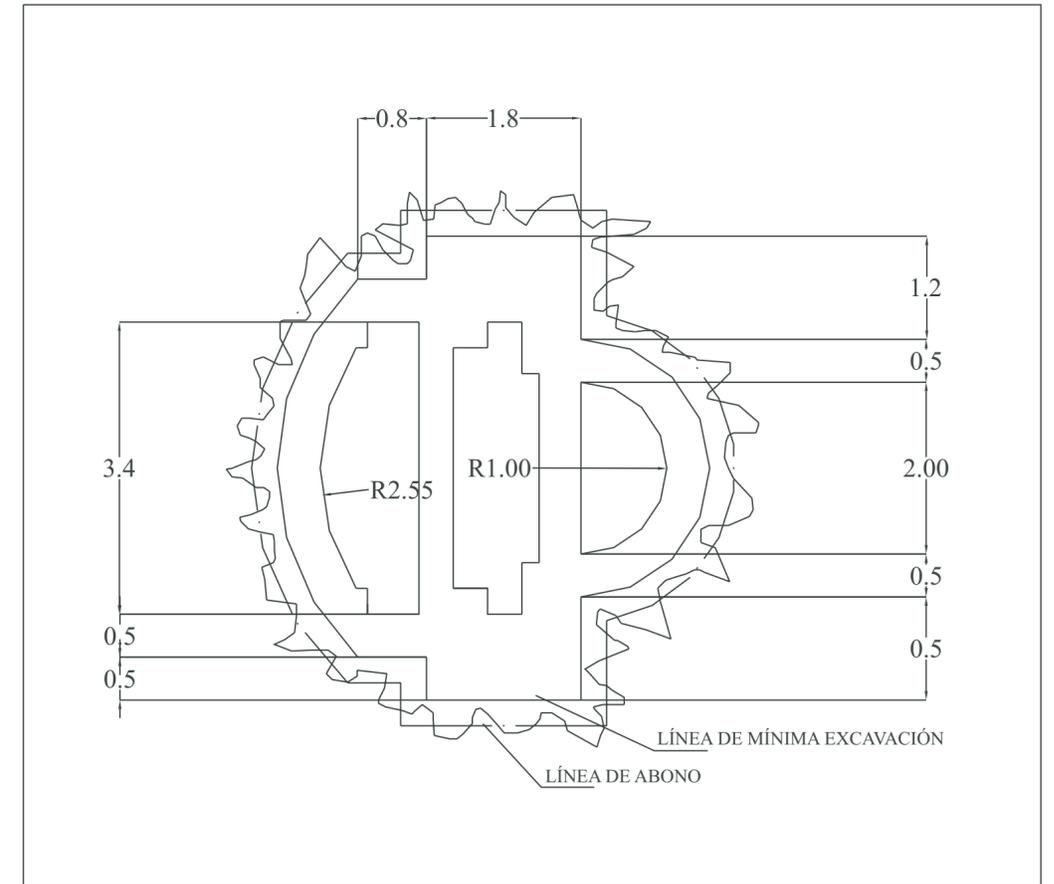


Excm. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO		
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón		
Nº del Plano: 10.1	Título del Plano: POZO DE COMPUERTAS Sección y situación	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz		Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:10	
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR	

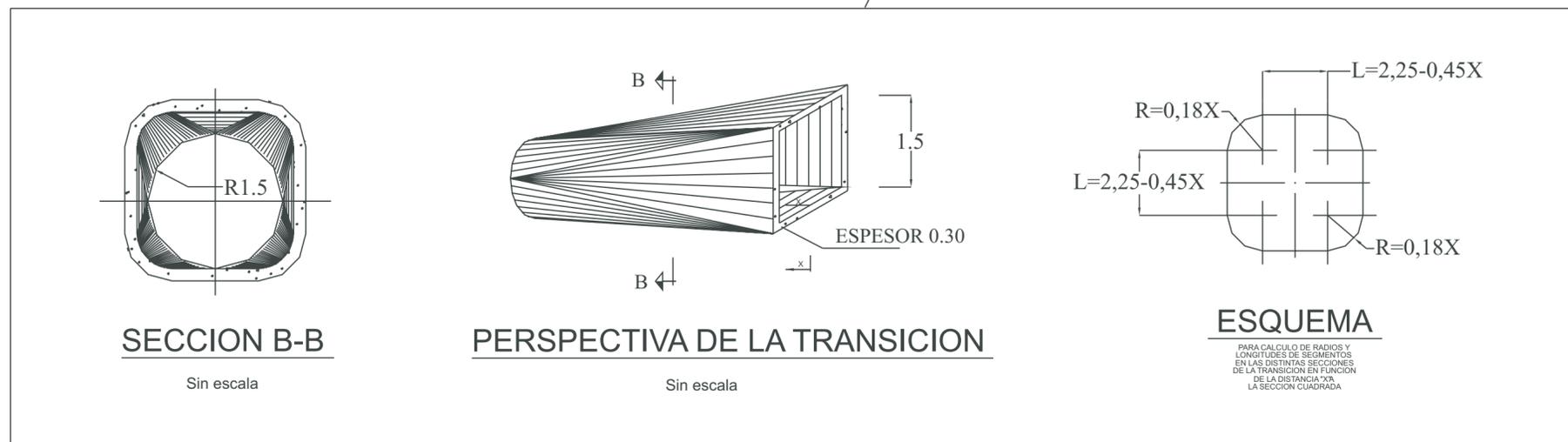
SECCIÓN A-A



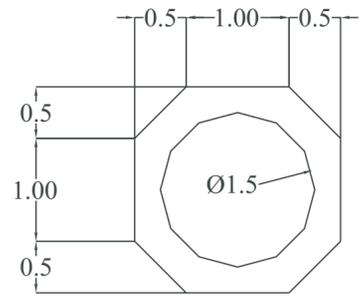
SECCIÓN B-B



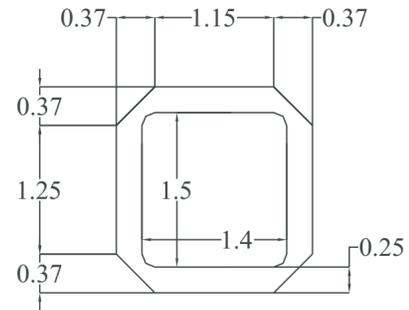
TRANSICIÓN



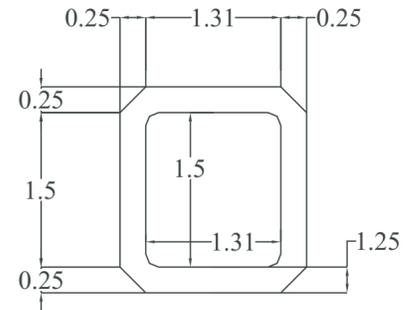
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 10.2	Título del Plano: POZO DE COMPUERTAS Secciones y transición
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



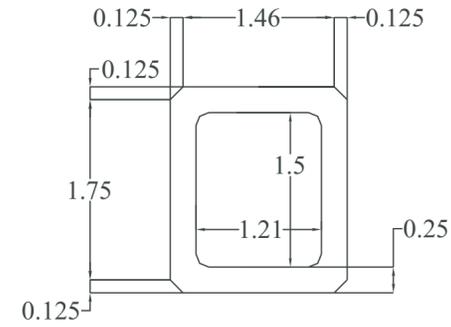
SECCIÓN 1



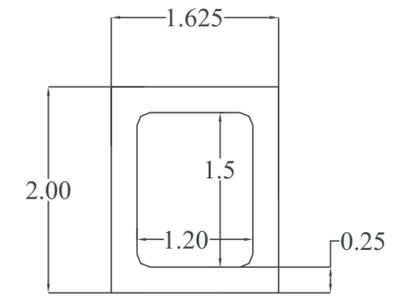
SECCIÓN 2



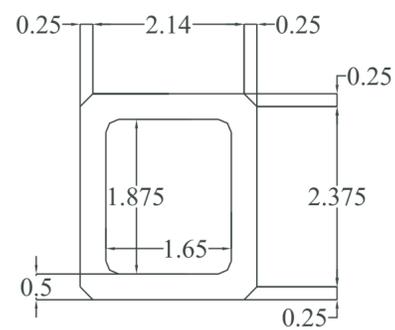
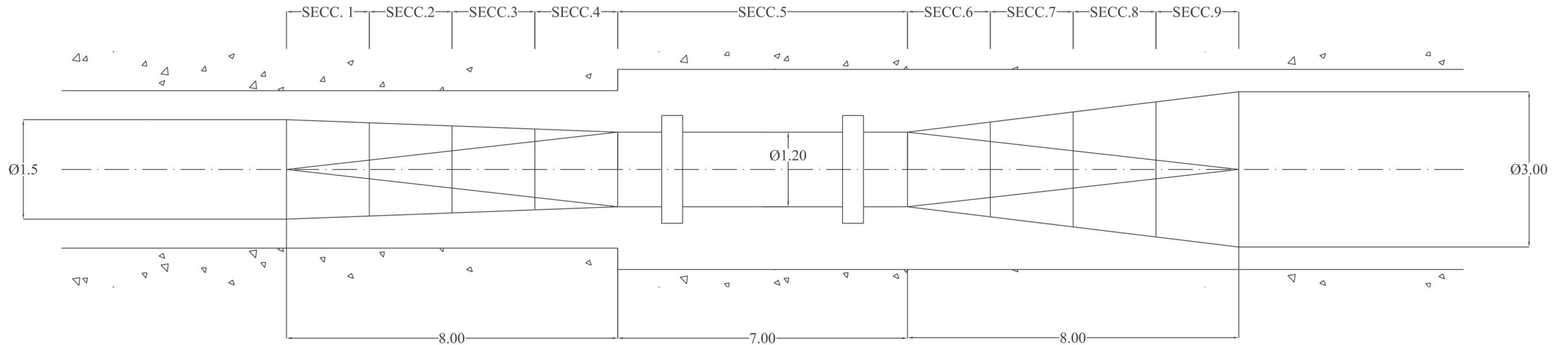
SECCIÓN 3



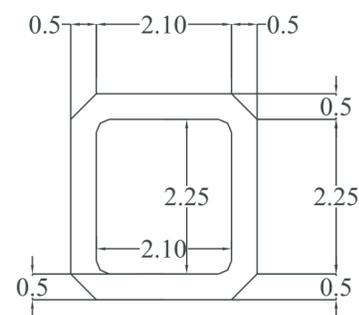
SECCIÓN 4



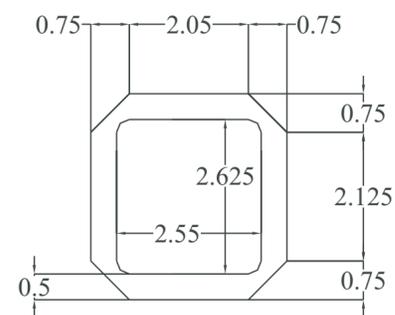
SECCIÓN 5



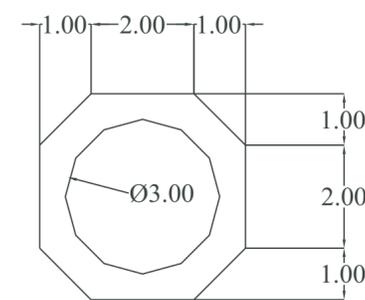
SECCIÓN 6



SECCIÓN 7

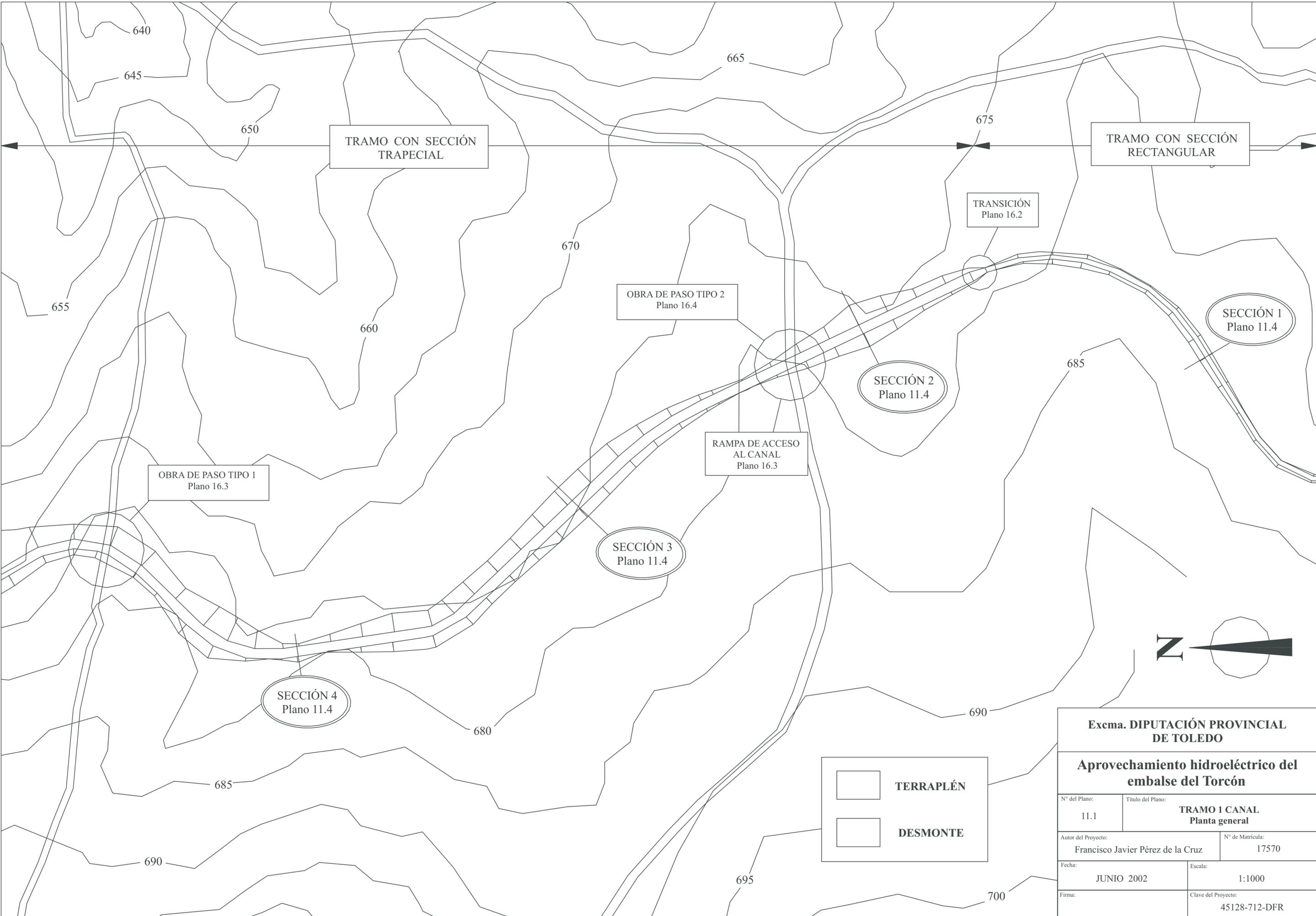


SECCIÓN 8

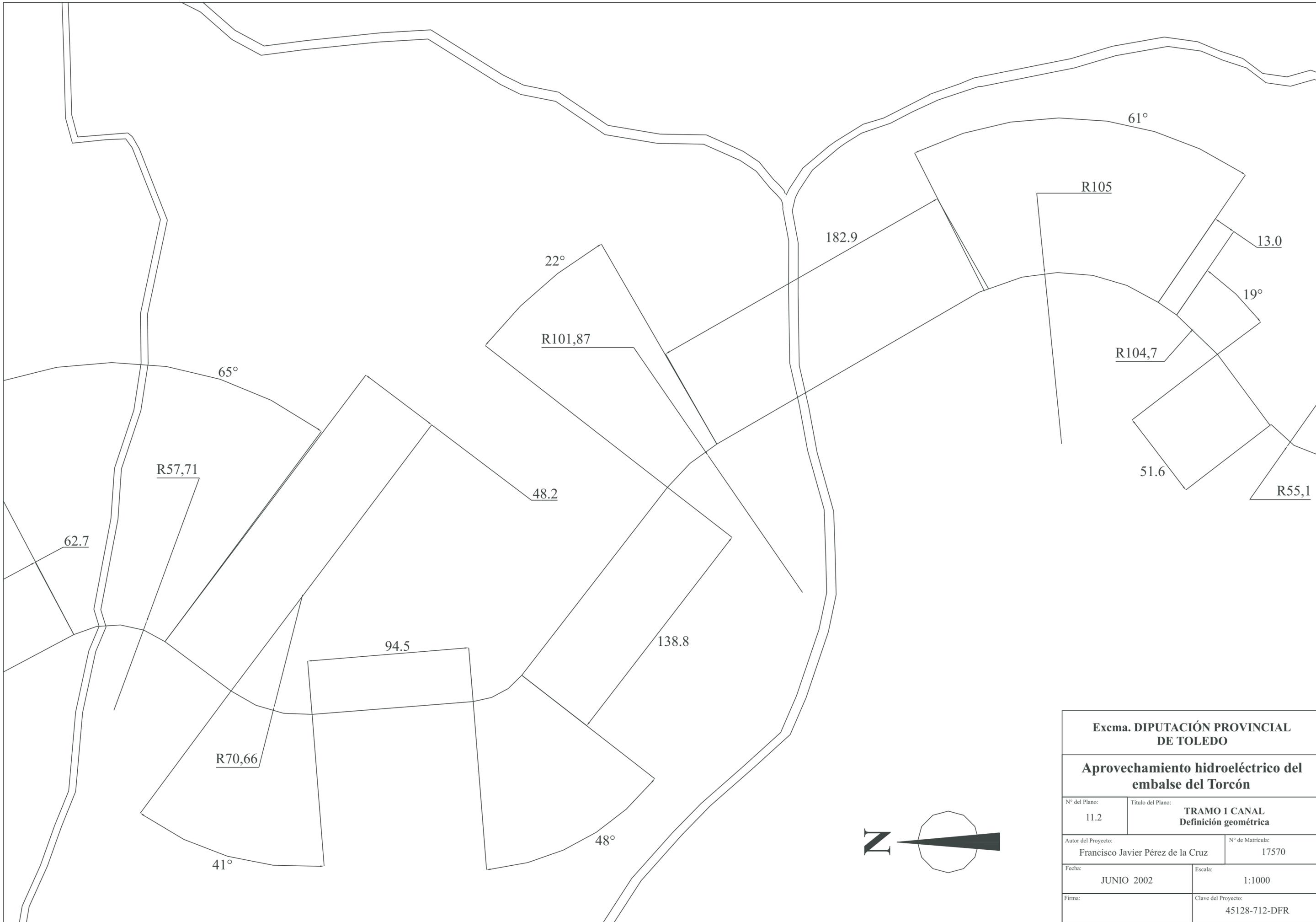


SECCIÓN 9

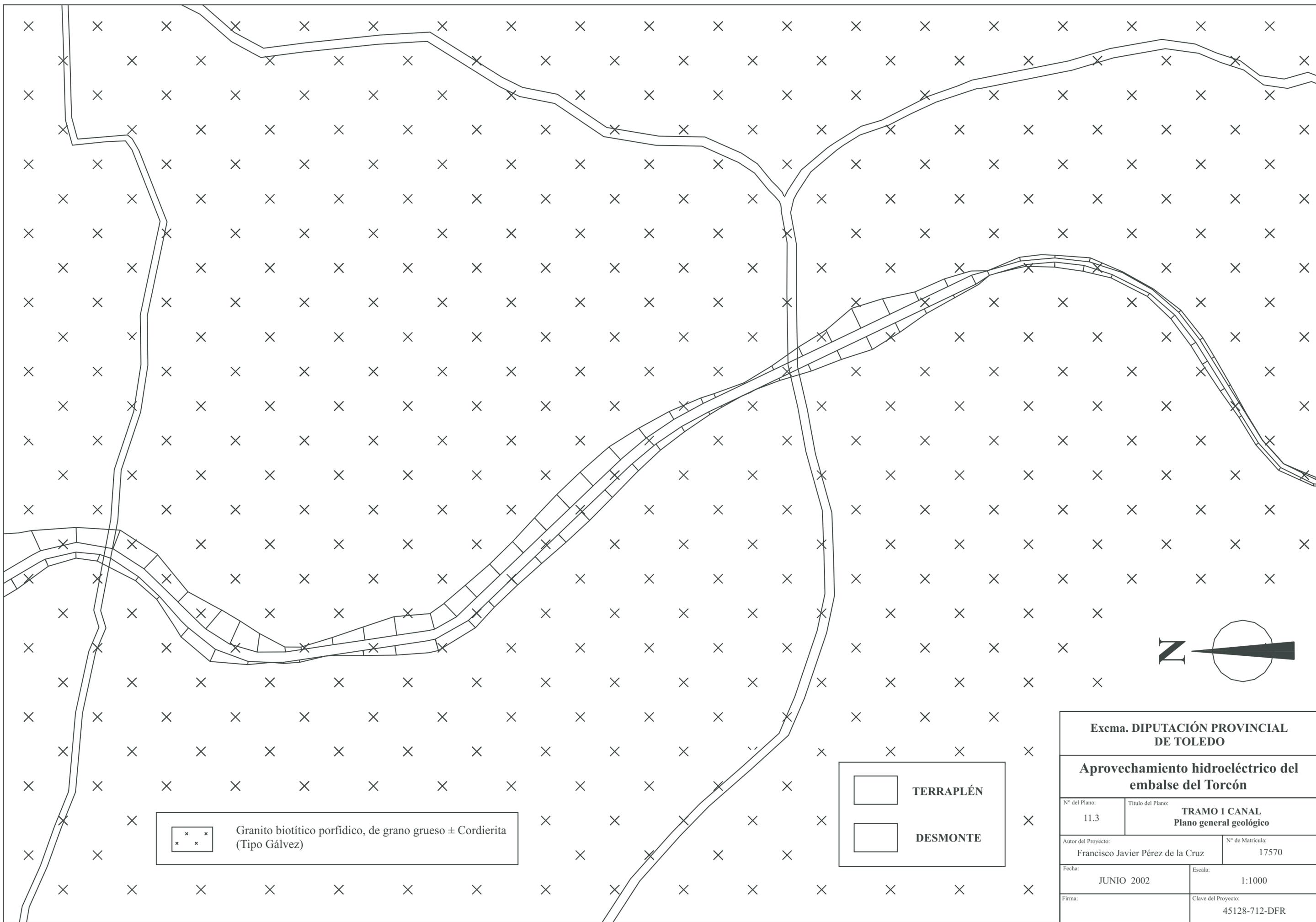
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 10.3	Título del Plano: POZO DE COMPUERTAS Planta de la transición
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 11.1	Título del Plano: TRAMO 1 CANAL Planta general
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matriculación: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:1000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



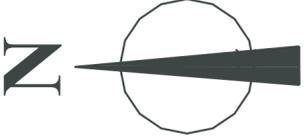
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 11.2	Título del Plano: TRAMO 1 CANAL Definición geométrica
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:1000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



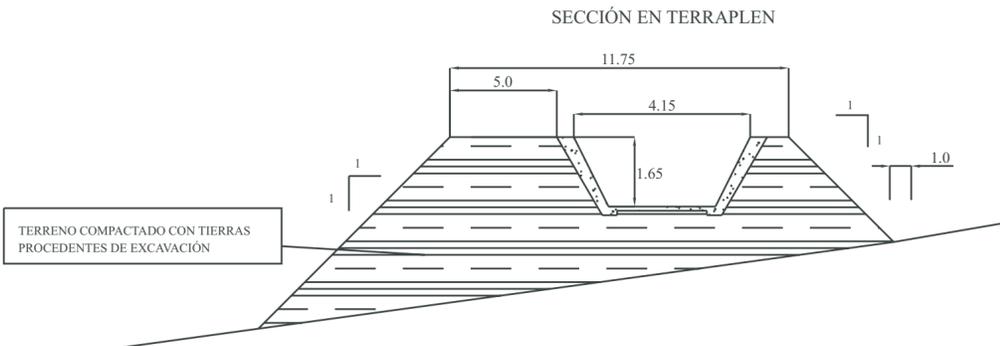
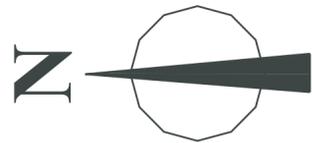

 Granito biotítico porfídico, de grano grueso ± Cordierita
 (Tipo Gálvez)


TERRAPLÉN

DESMONTE



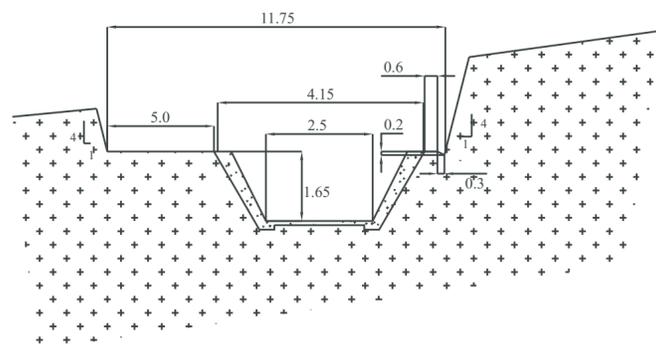
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 11.3	Título del Plano: TRAMO 1 CANAL Plano general geológico
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	
Nº de Matricula: 17570	
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:1000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



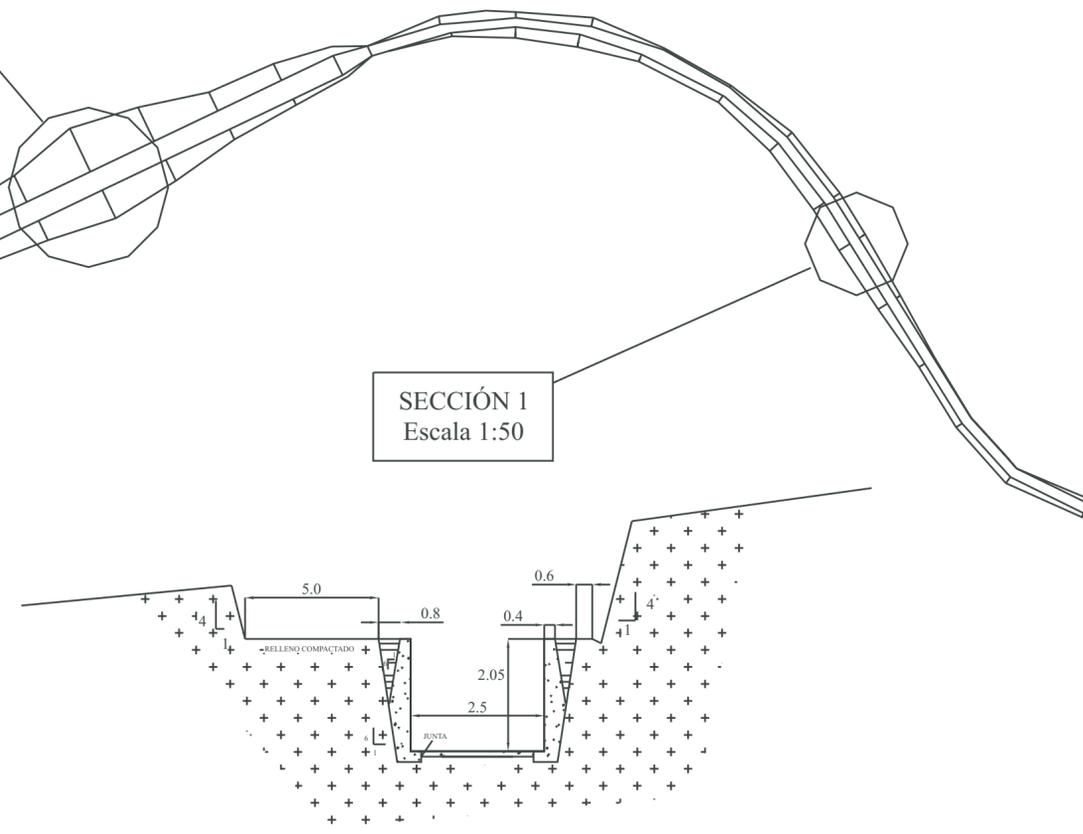
TERRENO COMPACTADO CON TIERRAS
PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN

SECCIÓN 2
Escala 1:75

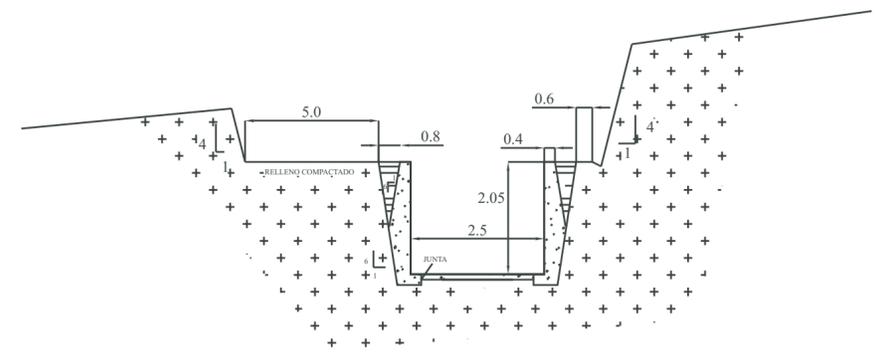
SECCIÓN A MEDIA LADERA



SECCIÓN 4
Escala 1:75

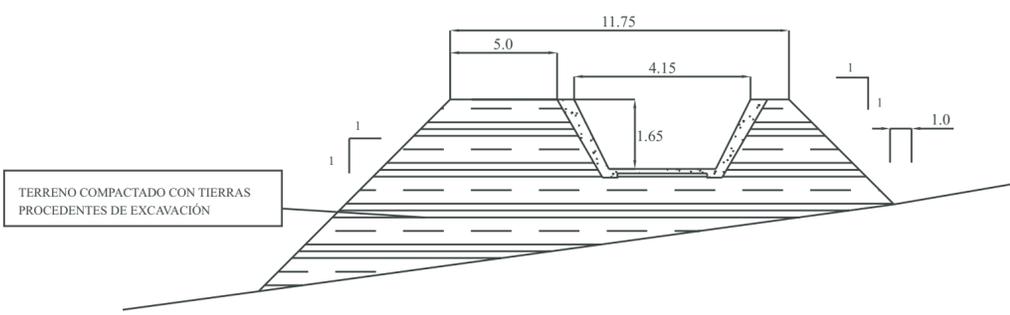


SECCIÓN 1
Escala 1:50



SECCIÓN EN DESMONTE

SECCIÓN 3
Escala 1:75

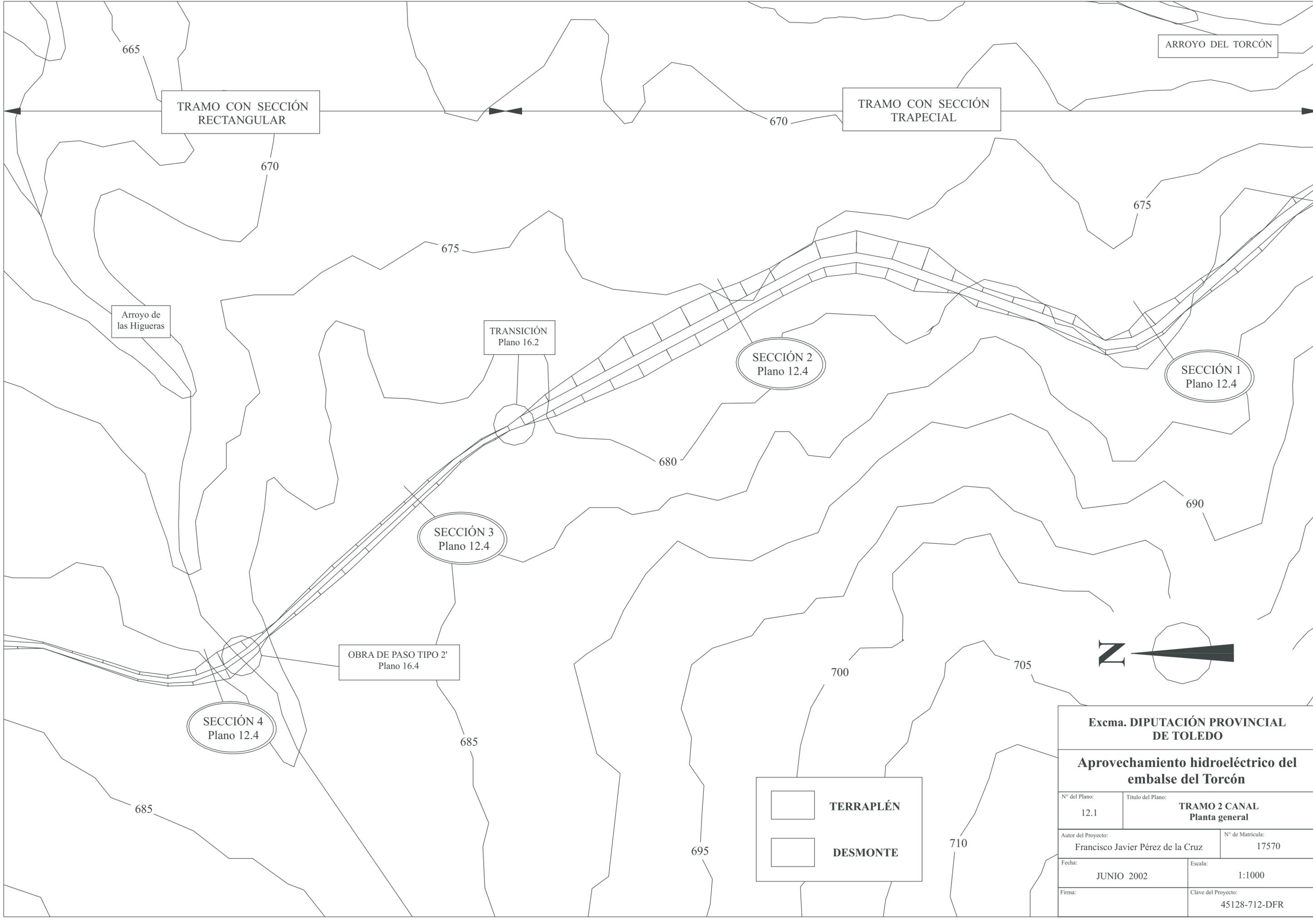


TERRENO COMPACTADO CON TIERRAS
PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN

SECCIÓN EN TERRAPLEN

	TERRAPLÉN
	DESMONTE

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 11.4	Título del Plano: TRAMO 1 CANAL Secciones
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



TRAMO CON SECCIÓN RECTANGULAR

TRAMO CON SECCIÓN TRAPEZIAL

ARROYO DEL TORCÓN

Arroyo de las Higueras

TRANSICIÓN
Plano 16.2

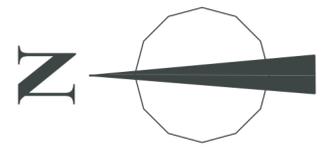
SECCIÓN 2
Plano 12.4

SECCIÓN 1
Plano 12.4

SECCIÓN 3
Plano 12.4

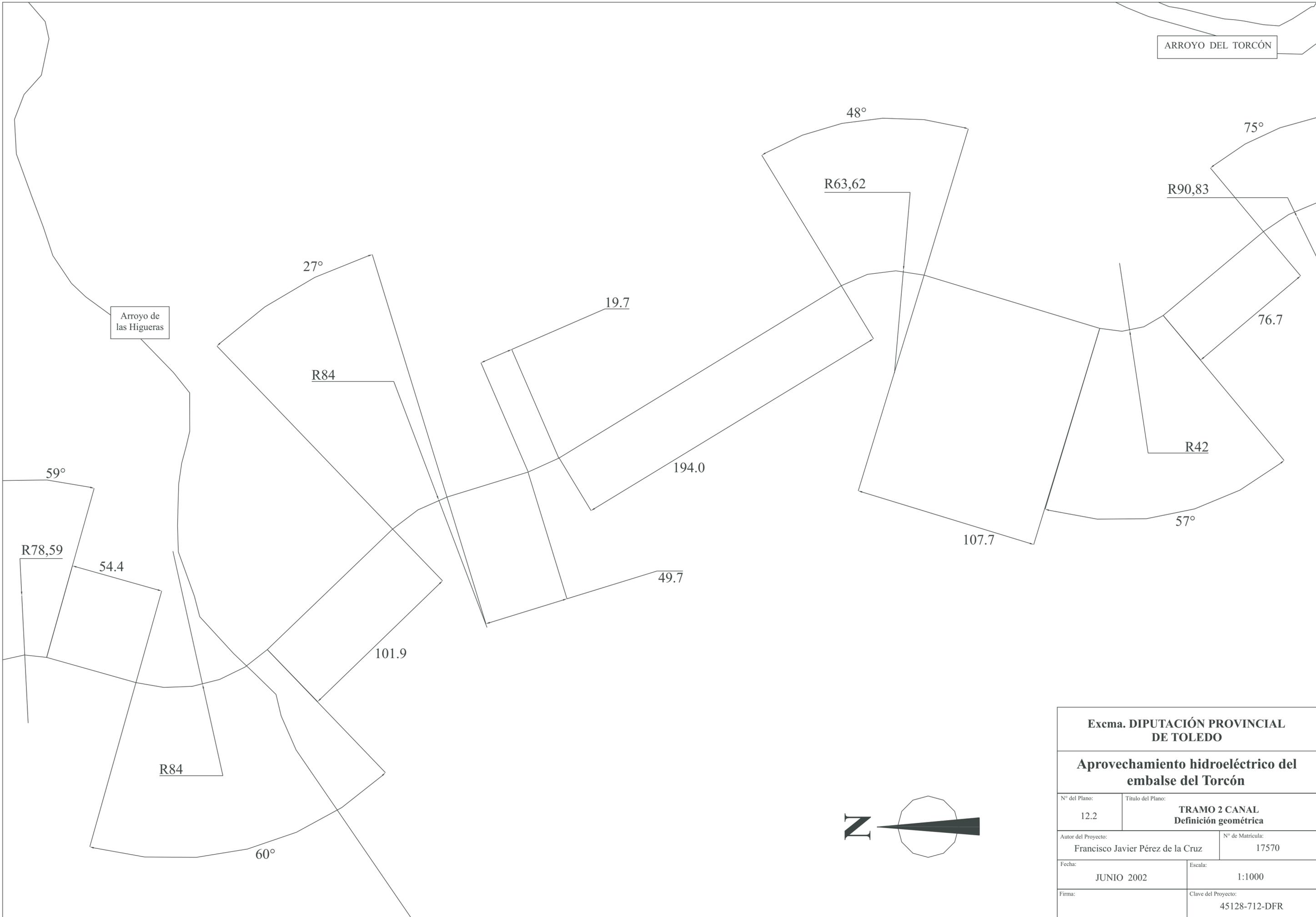
OBRA DE PASO TIPO 2'
Plano 16.4

SECCIÓN 4
Plano 12.4



	TERRAPLÉN
	DESMONTE

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 12.1	Título del Plano: TRAMO 2 CANAL Planta general
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:1000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



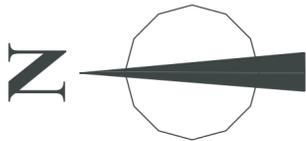
ARROYO DEL TORCÓN

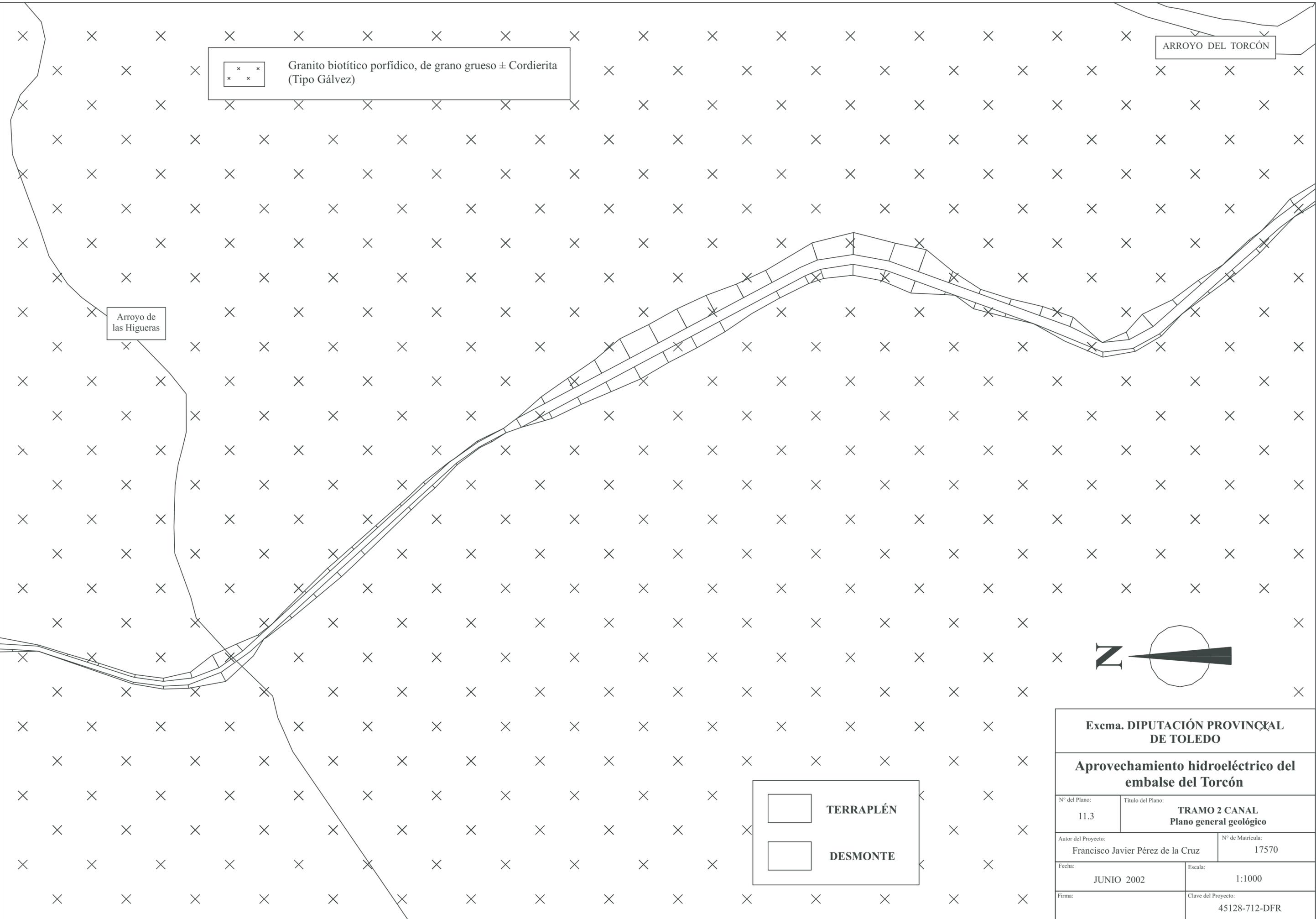
Arroyo de las Higueras

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

Nº del Plano: 12.2	Título del Plano: TRAMO 2 CANAL Definición geométrica	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz		Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:1000	
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR	





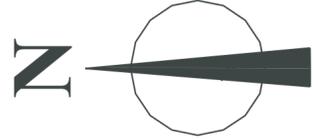

 Granito biotítico porfídico, de grano grueso ± Cordierita
 (Tipo Gálvez)

ARROYO DEL TORCÓN

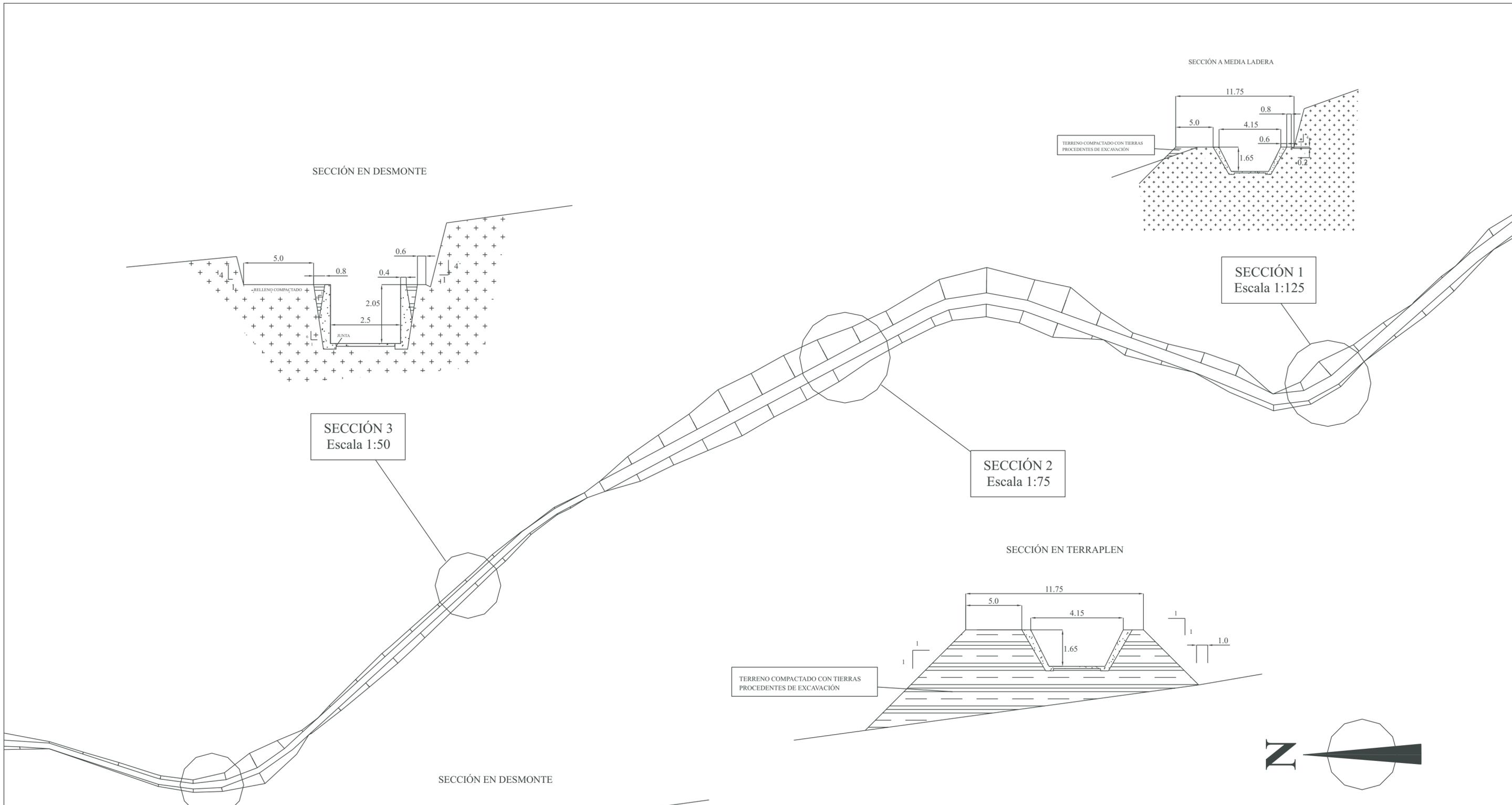
Arroyo de las Higueras


TERRAPLÉN

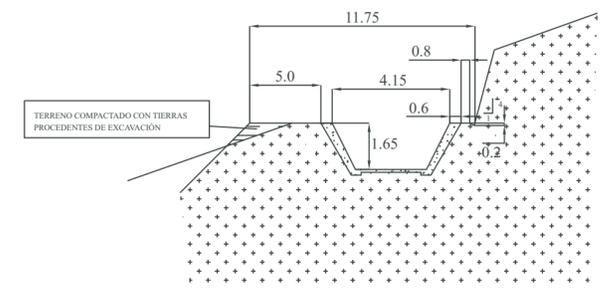
DESMONTE



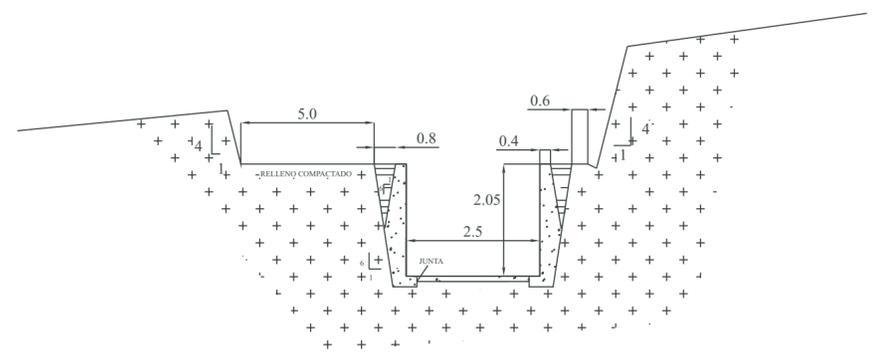
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 11.3	Título del Plano: TRAMO 2 CANAL Plano general geológico
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:1000
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



SECCIÓN A MEDIA LADERA



SECCIÓN EN DESMONTE

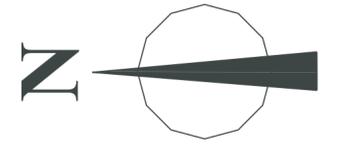
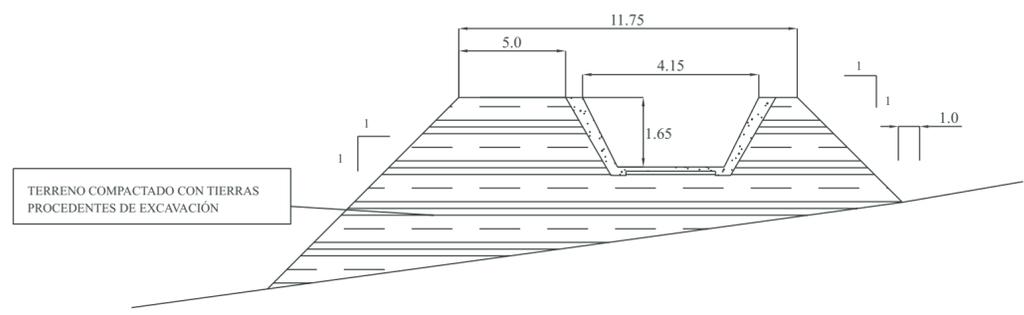


SECCIÓN 1
Escala 1:125

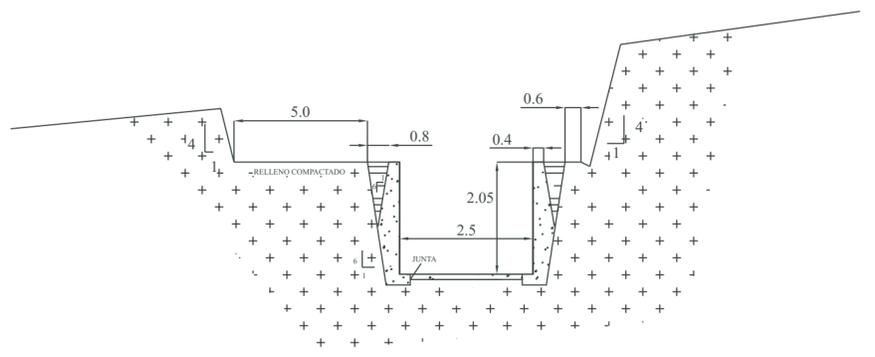
SECCIÓN 2
Escala 1:75

SECCIÓN 3
Escala 1:50

SECCIÓN EN TERRAPLEN



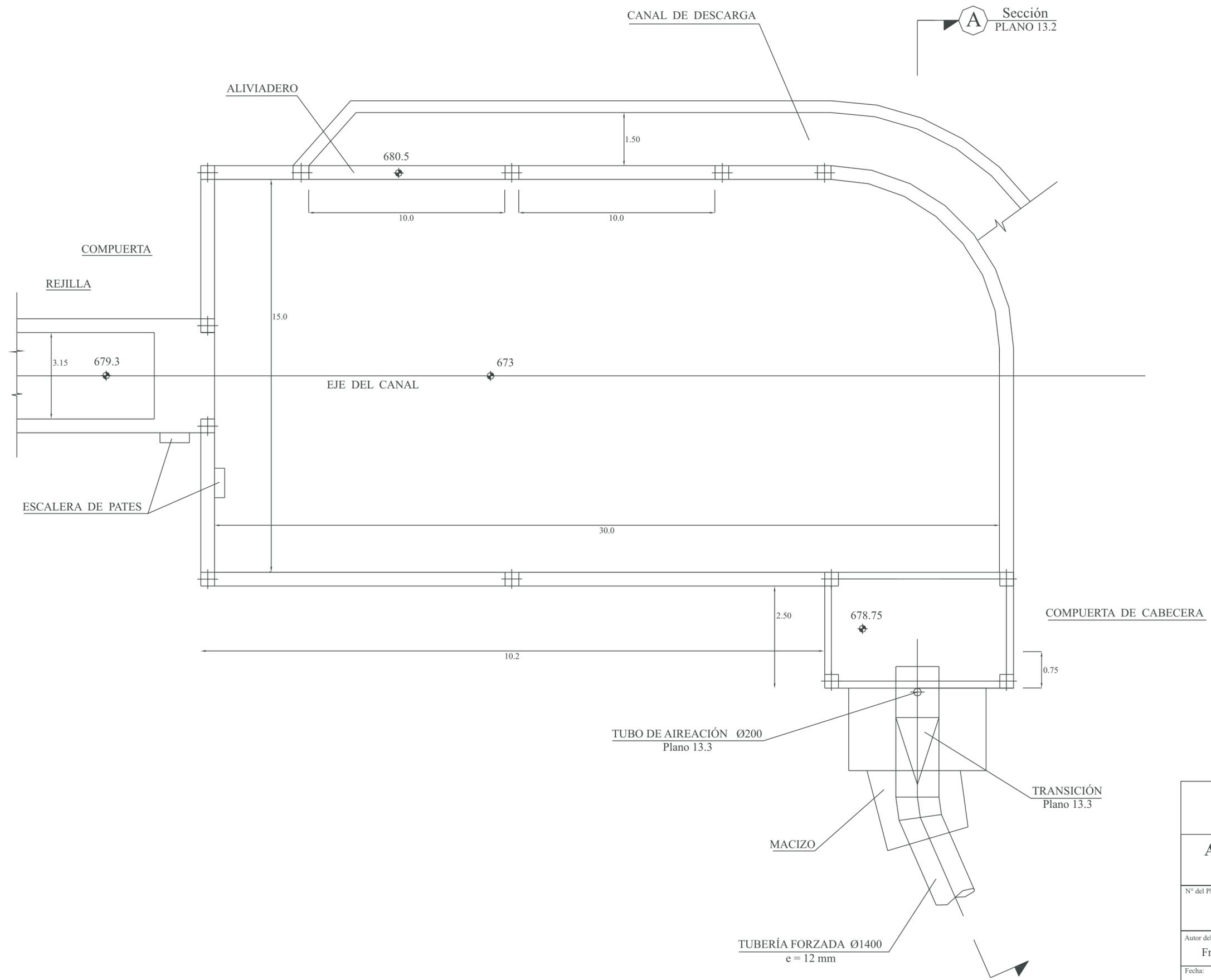
SECCIÓN EN DESMONTE



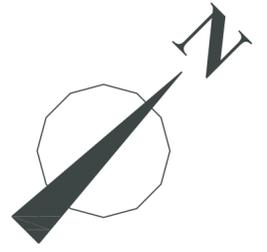
SECCIÓN 4
Escala 1:50

	TERRAPLÉN
	DESMONTE

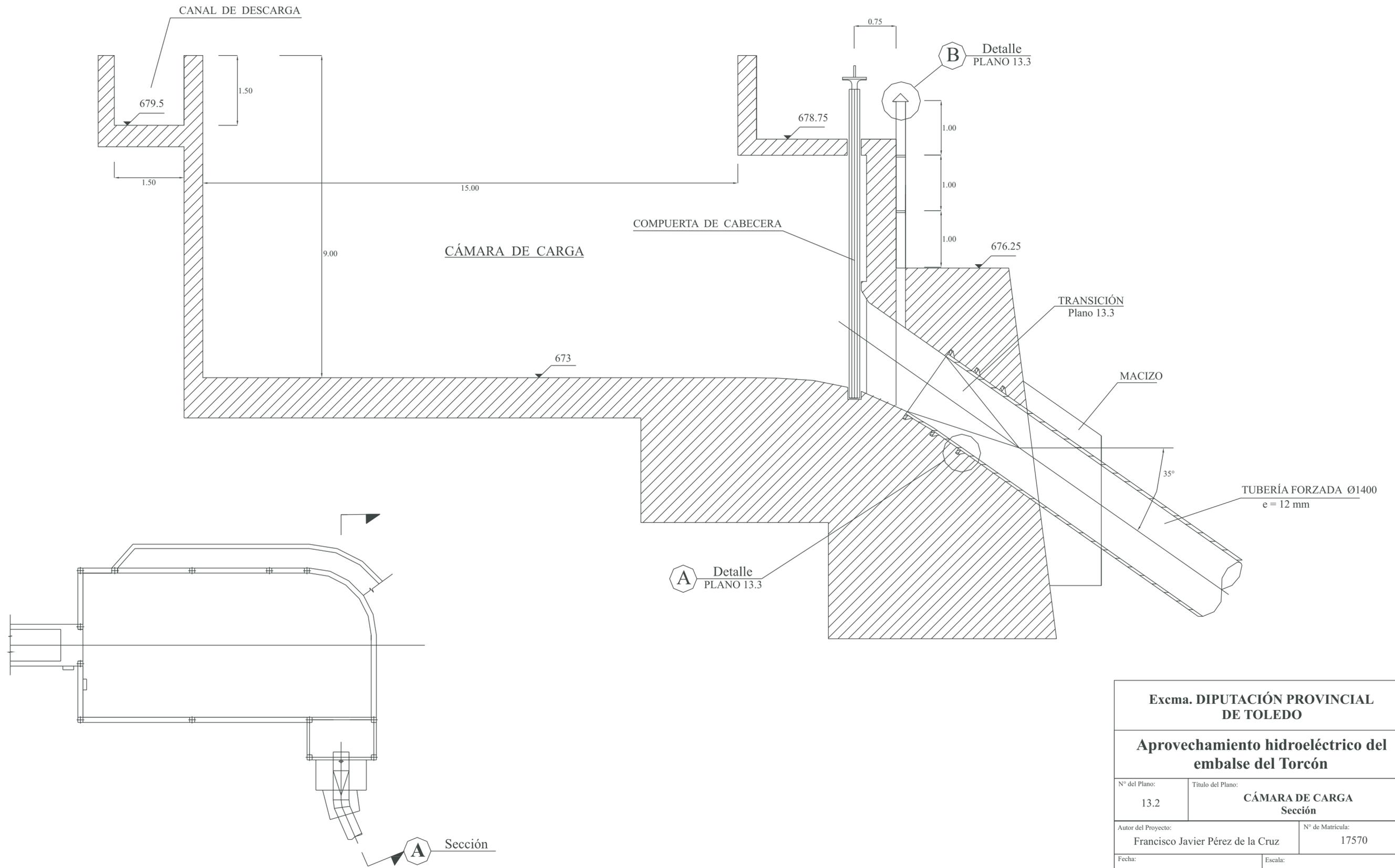
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 12.4	Título del Plano: TRAMO 2 CANAL Secciones
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



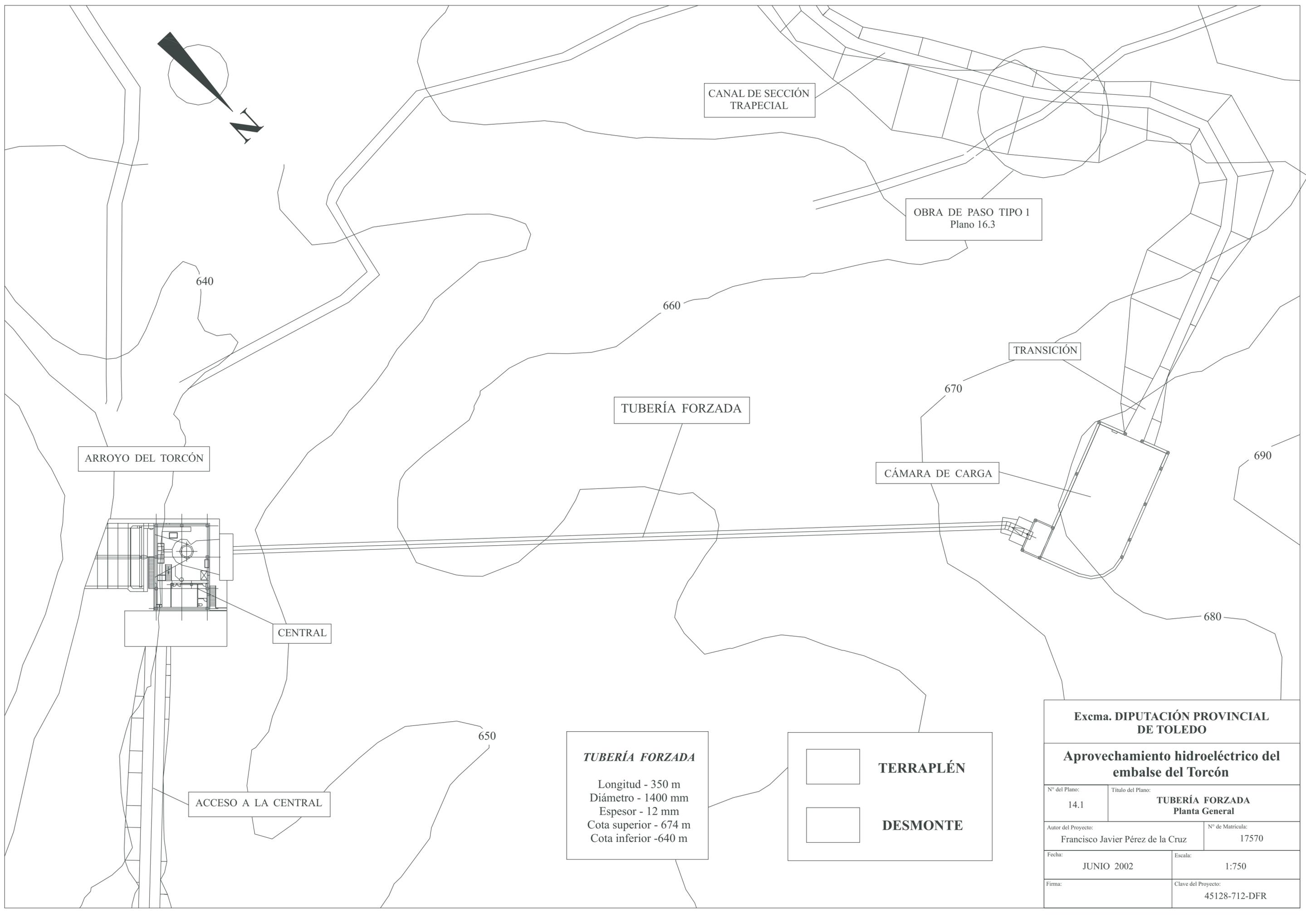
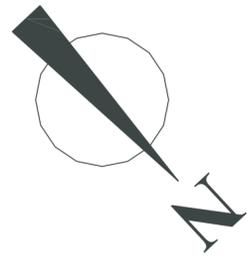
Sección
PLANO 13.2



Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 13.1	Título del Plano: CÁMARA DE CARGA Planta General
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:75
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 13.2	Título del Plano: CÁMARA DE CARGA Sección
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



ARROYO DEL TORCÓN

CANAL DE SECCIÓN TRAPEZIAL

OBRA DE PASO TIPO 1
Plano 16.3

TRANSICIÓN

TUBERÍA FORZADA

CÁMARA DE CARGA

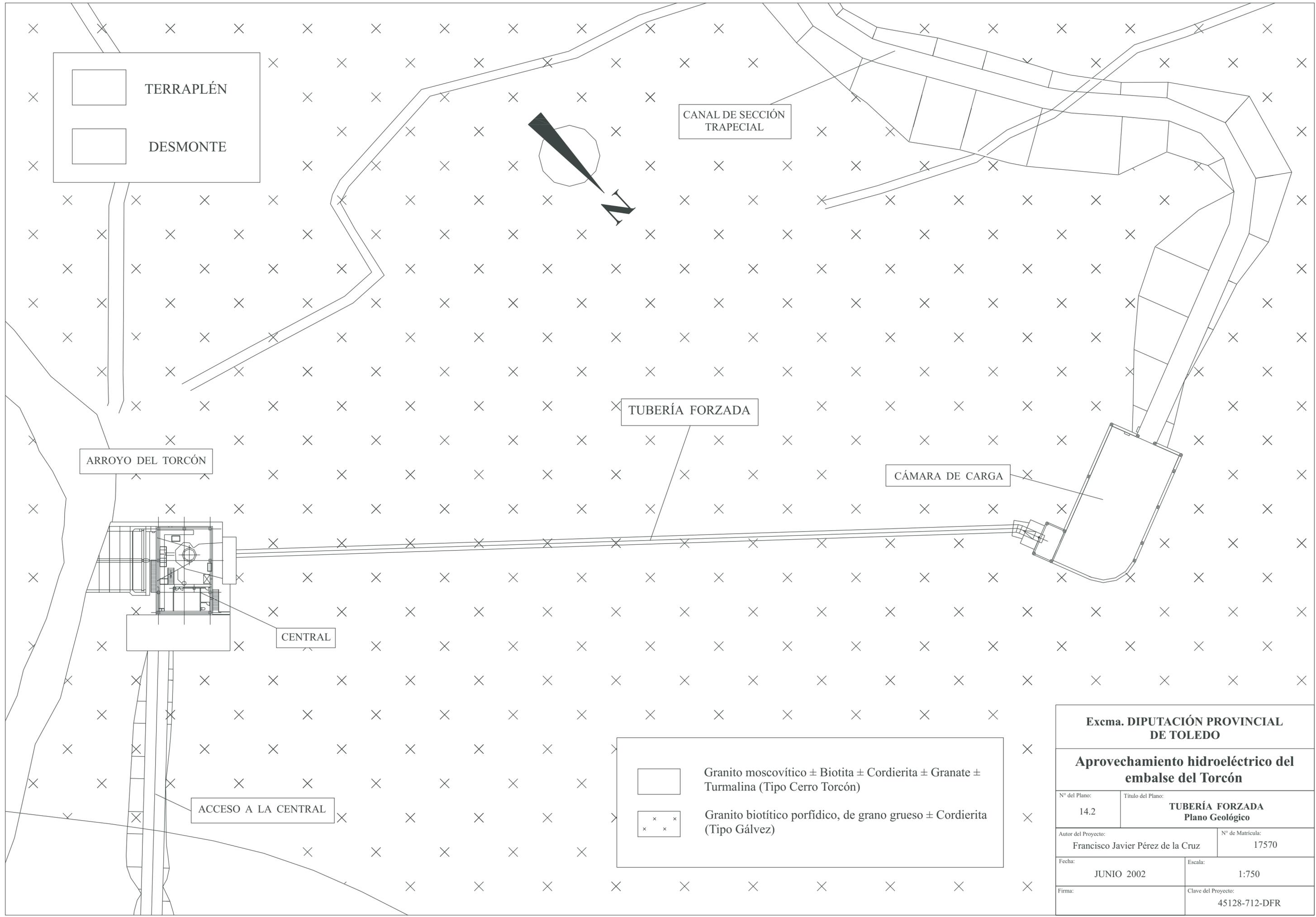
CENTRAL

ACCESO A LA CENTRAL

TUBERÍA FORZADA
Longitud - 350 m
Diámetro - 1400 mm
Espesor - 12 mm
Cota superior - 674 m
Cota inferior - 640 m

TERRAPLÉN
DESMONTE

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO		
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón		
Nº del Plano: 14.1	Título del Plano: TUBERÍA FORZADA Planta General	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz		Nº de Matriculación: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:750	
Firma:		Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



TERRAPLÉN

DESMONTE

CANAL DE SECCIÓN TRAPEZIAL

TUBERÍA FORZADA

CÁMARA DE CARGA

ARROYO DEL TORCÓN

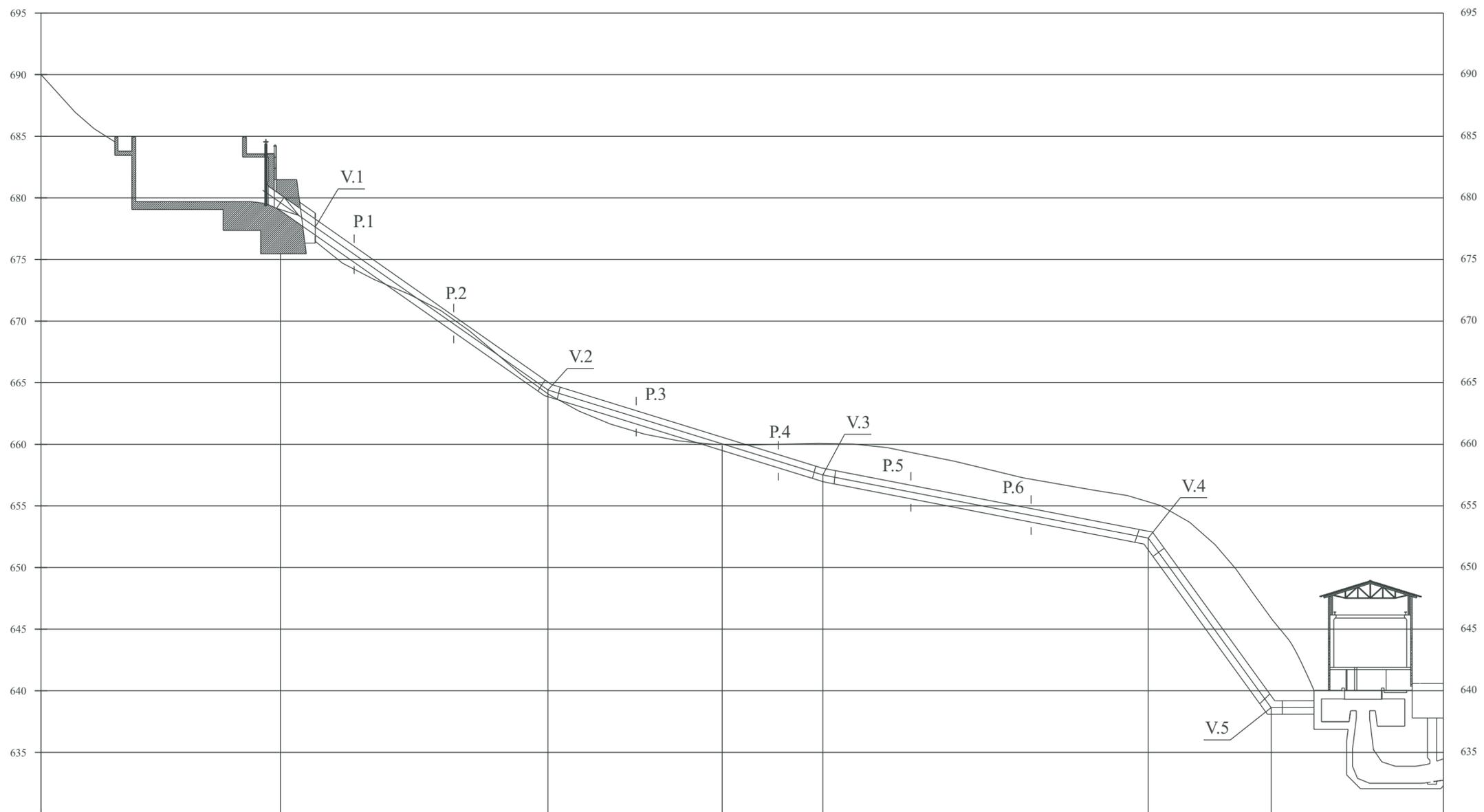
CENTRAL

ACCESO A LA CENTRAL

Granito moscovítico ± Biotita ± Cordierita ± Granate ± Turmalina (Tipo Cerro Torcón)

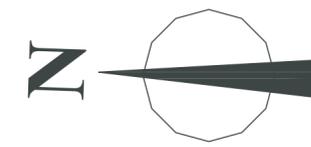
Granito biotítico porfídico, de grano grueso ± Cordierita (Tipo Gálvez)

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO		
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón		
Nº del Plano: 14.2	Título del Plano: TUBERÍA FORZADA Plano Geológico	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570	
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:750	
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR	



Cota terreno	675	670	665	660	660	655	650	645
Cota tubería	676.2	668.5	664.3	660	656.4	650	644.3	638.4
Nº de apoyos y refuerzos	10 apoyos TIPO Nº 1		6 apoyos TIPO Nº 2		4 refuerzos	11 refuerzos		
Nº de perfil	P.1	P.2	P.3		P.4	P.5	P.6	
Pendiente de la tubería (%)	17.5		8.5		4.5		34.2	
Diámetro interior	1400 mm							
Espesor chapa	12 mm							

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO		
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón		
Nº del Plano: 14.3	Título del Plano: TUBERÍA FORZADA Perfil longitudinal	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz		Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: Horizontal 1:750 Vertical 1:200	
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR	



ACCESO A LA CENTRAL

DIFUSOR

ARROYO DEL TORCÓN

Sección
PLANO 15.9



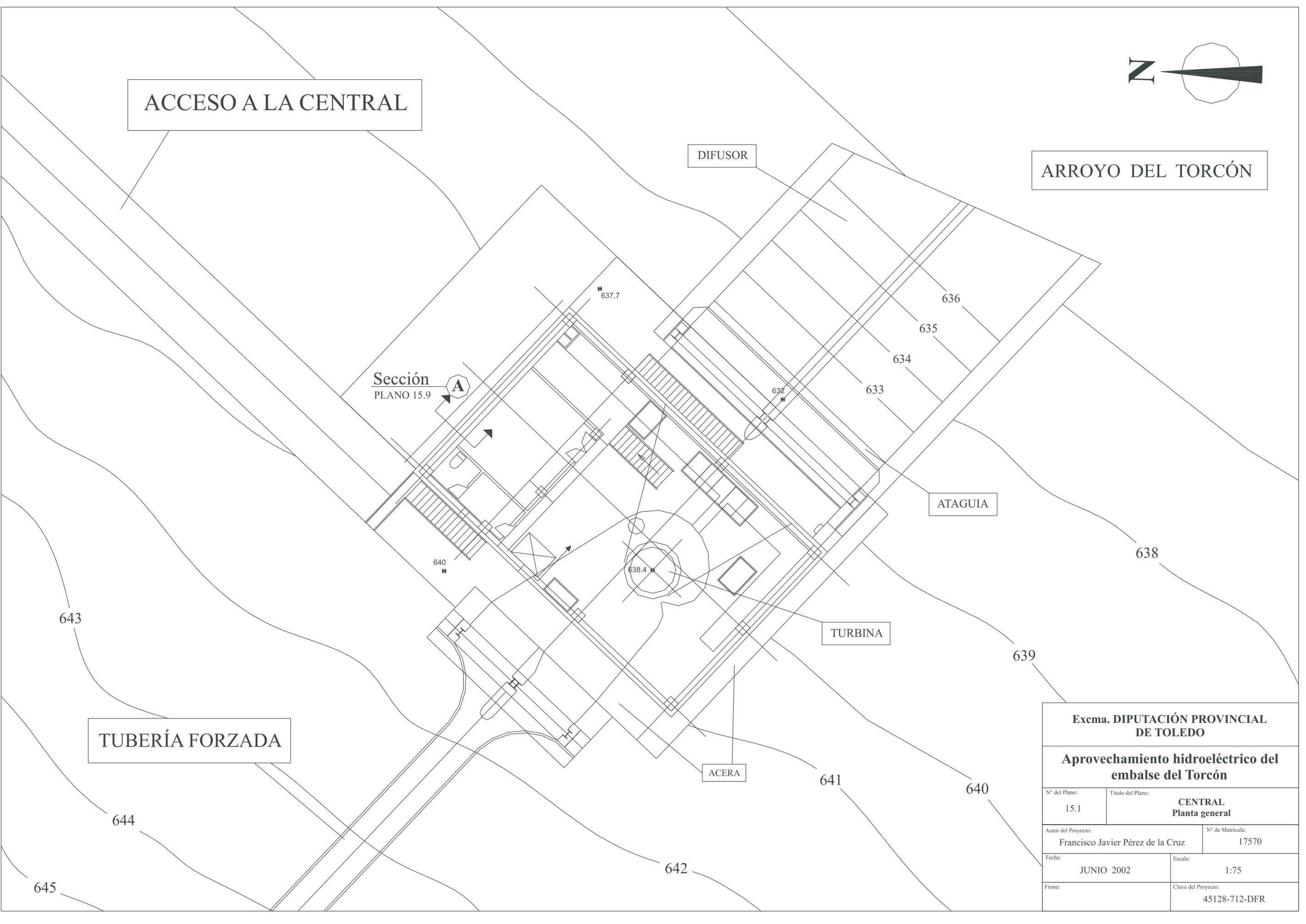
ATAGUIA

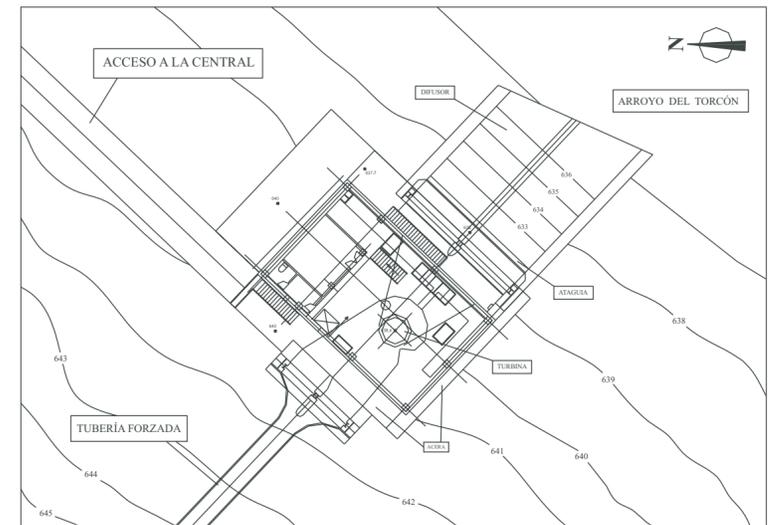
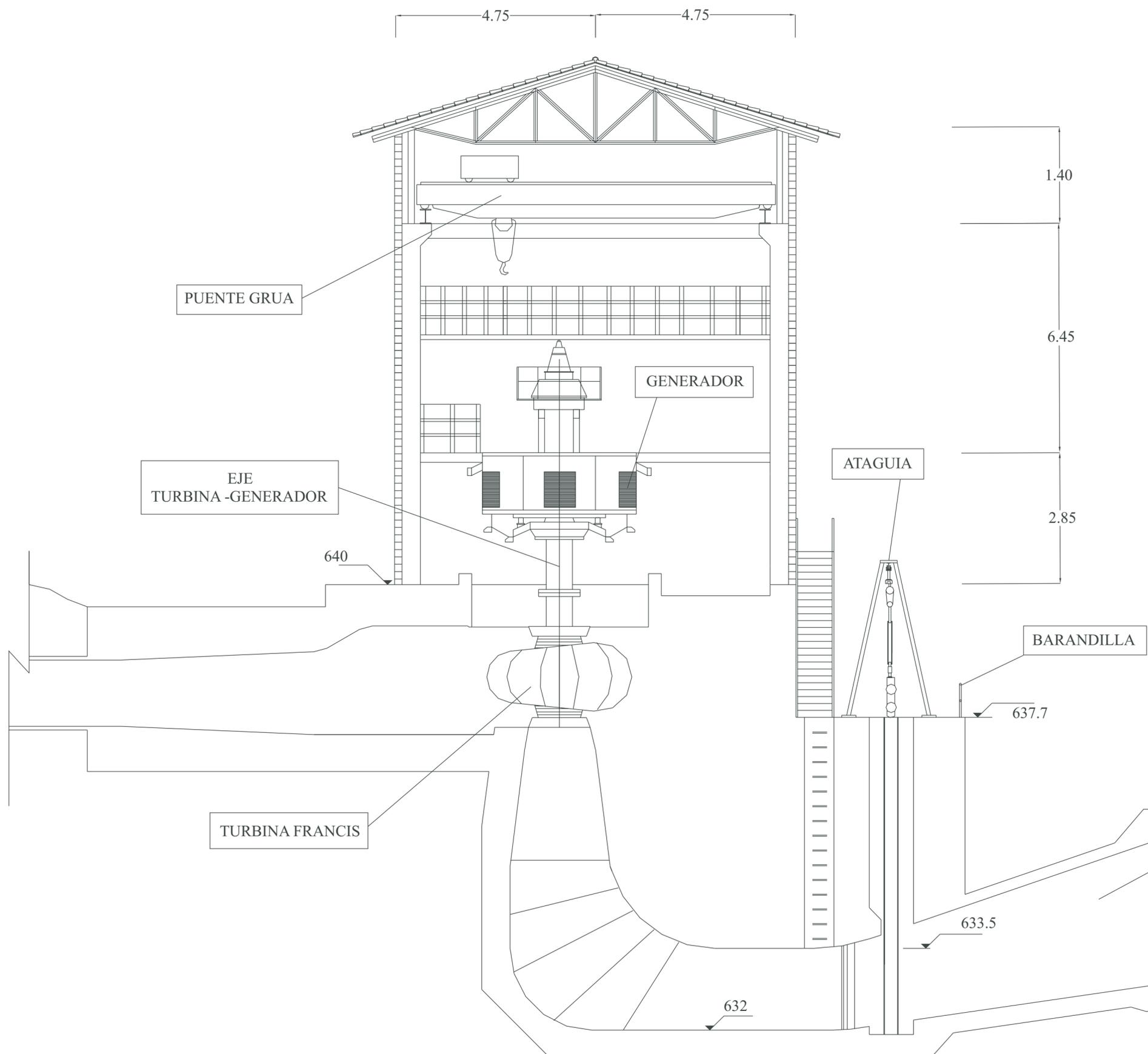
TURBINA

ACERA

TUBERÍA FORZADA

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.1	Título del Plano: CENTRAL Planta general
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matriculación: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:75
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



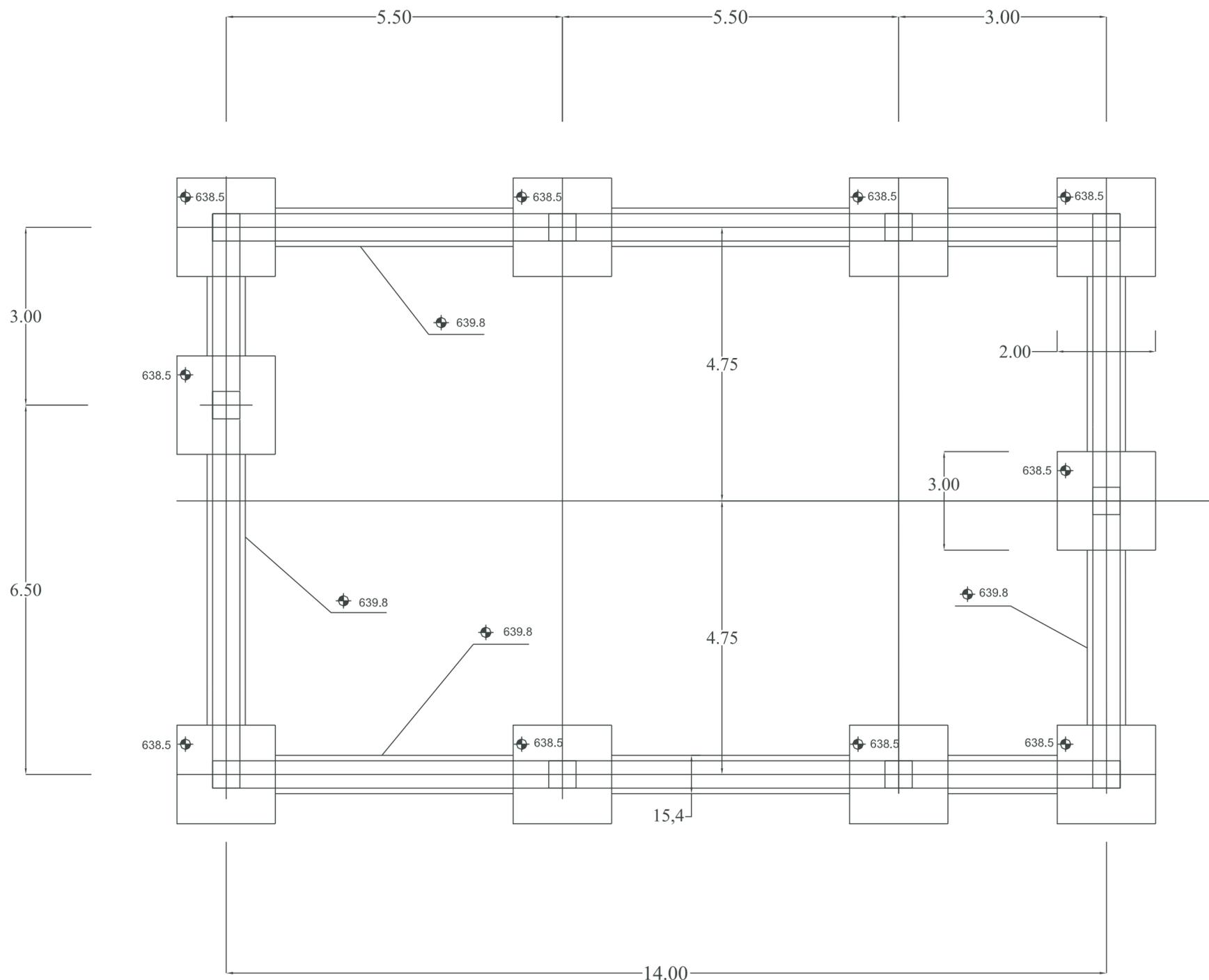


PLANTA GENERAL
Escala 1:250

Excm. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.2	Título del Plano: CENTRAL Sección del alzado
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

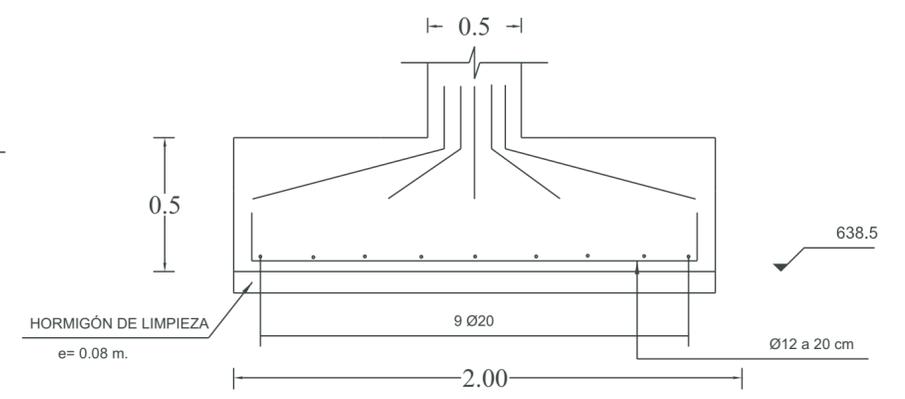
PLANTA DE CIMENTACIÓN

Cota 638.5
Escala 1:50

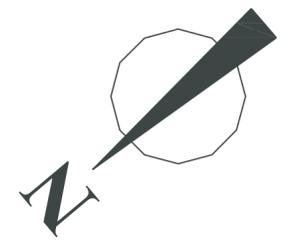


NOTAS :

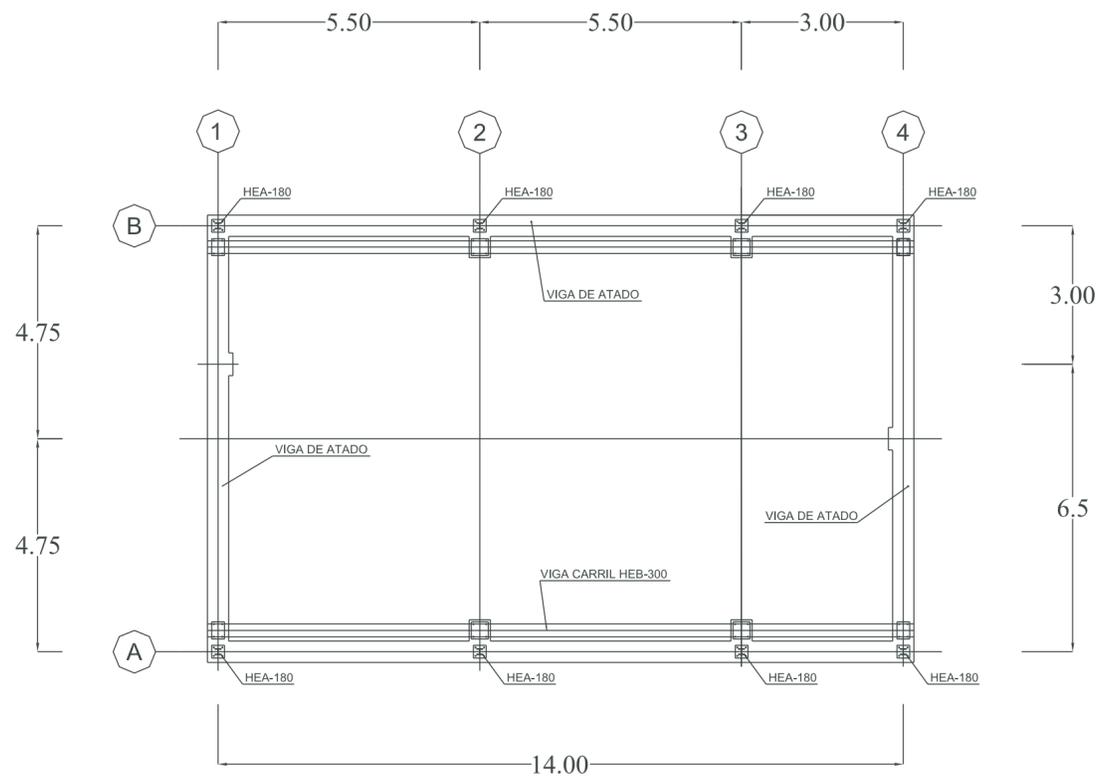
- 1.- RESISTENCIA DEL HORMIGÓN $f_c=200 \text{ Kg/cm}^2$
- 2.- RESISTENCIA DEL ACERO $f_y=2520 \text{ Kg/cm}^2$
- 3.- RECUBRIMIENTOS EN VIGAS : 2.5 cm, EN COLUMNAS : 4.0 cm.
- 4.- EL NIVEL +640 CORRESPONDE AL NIVEL ± 0.00 DEL EDIFICIO
- 5.- EL HORMIGÓN DE LIMPIEZA SERÁ DE $f_c= 140 \text{ Kg/cm}^2$



CORTE DE ZAPATA TIPO
Escala 1:15



Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.3	Título del Plano: CENTRAL Planta de cimentación
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



PLANTA A LA COTA 648

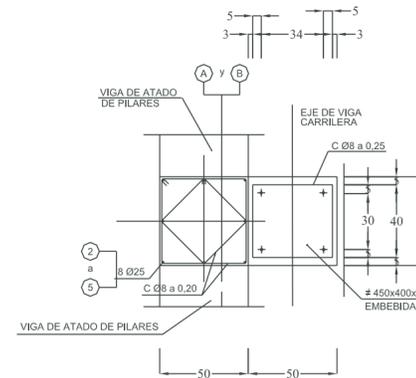
ESCALA 1:100

EL SUBINDICE 1 Y 2 EN LAS LONGITUDES DE SOLAPE Y ANCLAJE DE LA TABLA SE REFIERE A LA POSICION DE LA BARRA, A ANCLAR O SOLAPAR, EN LA PIEZA RESPECTO A LA DIRECCION DEL HORMIGONADO.

- a) POSICION 1. DE ADHERENCIA BUENA, PARA LAS ARMADURAS QUE DURANTE EL HORMIGONADO FORMAN CON LA HORIZONTAL UN ANGULO COMPREDIDO ENTRE 45° Y 90° O QUE EN EL CASO DE FORMAR UN ANGULO INFERIOR A 45°, ESTAN SITUADAS EN LA MITAD INFERIOR DE LA SECCION O A UNA DISTANCIA IGUAL O MAYOR DE 30cm DE LA CARA SUPERIOR DE UNA CAPA DE HORMIGONADO.
- b) POSICION 2. DE ADHERENCIA BUENA, PARA LAS ARMADURAS QUE DURANTE EL HORMIGONADO NO SE ENCUENTRAN EN NINGUNO DE LOS CASOS ANTERIORES.

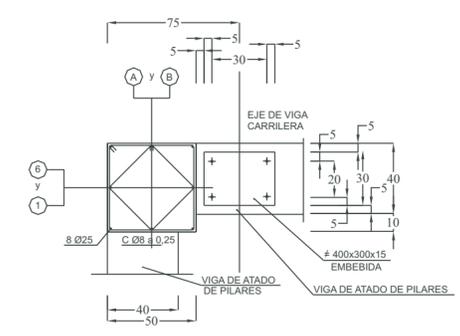
RECUBRIMIENTOS MINIMOS (e)

- FORJADOSe min. = 3 cm
- PILARES.....e min. = 3 cm
- CIMENTACION.....e min. = 5 cm
- MUROSe min. = 3 cm

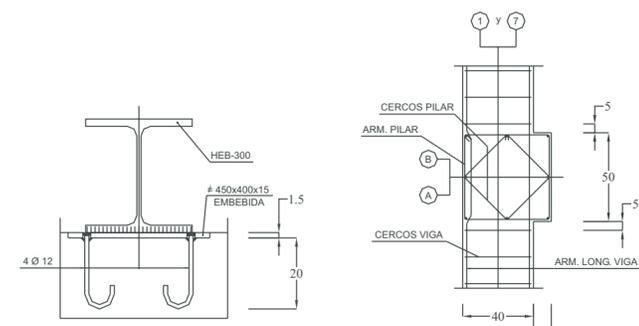


PLANTA ESCALA 1:10 COTAS EN CM

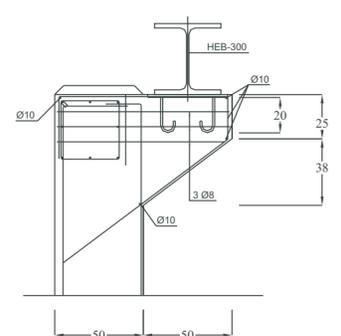
BARRAS	SOLAPE (Ls) (cm)		ANCLAJE (Lb) (cm)	
	Ls1	Ls2	Lb1	Lb2
Ø				
10	55	75	30	40
12	65	90	35	45
16	90	120	45	60
20	120	170	60	85
25	190	270	95	135



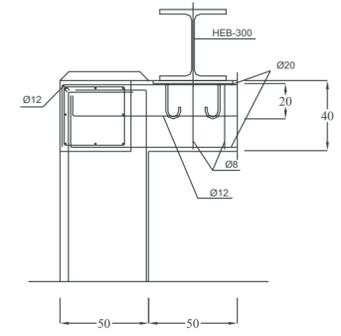
PLANTA ESCALA 1:10 COTAS EN CM



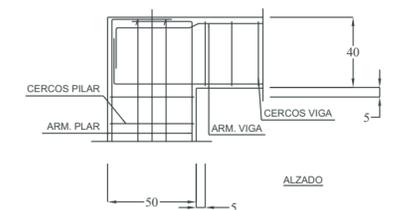
DETALLE PLACA PARA VIGA CARRIL



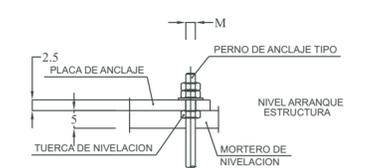
DETALLE MENSULA



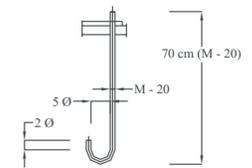
DETALLE DE APOYO EN VIGA DE ATADO



ENCUENTRO VIGA DE ATADO CON PILAR

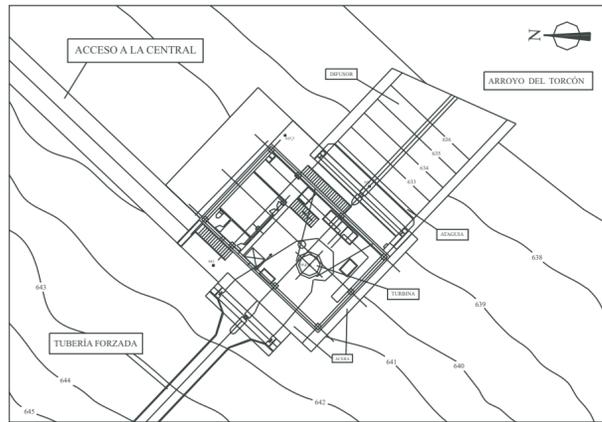


DETALLE DE NIVELACION DE PLACAS

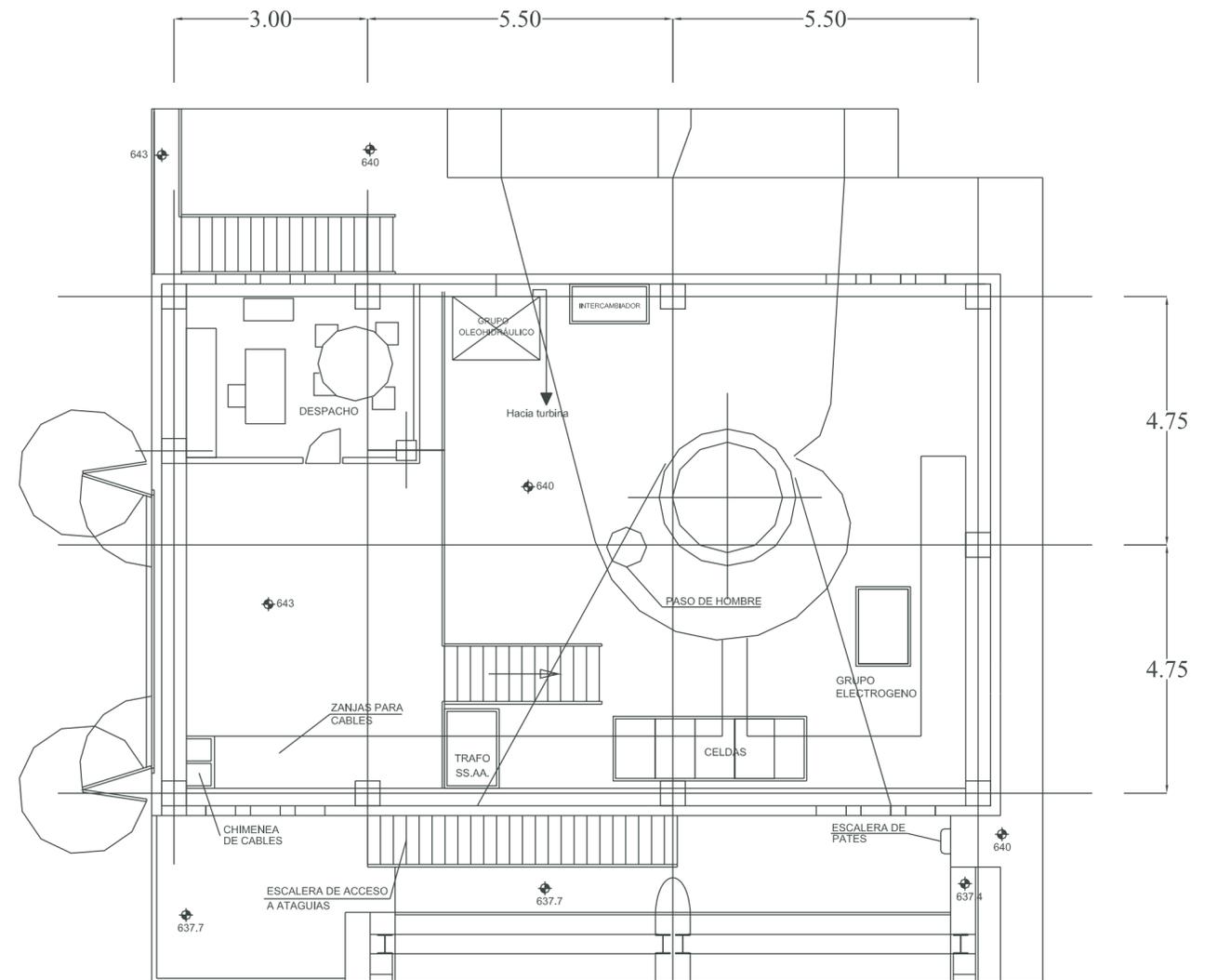
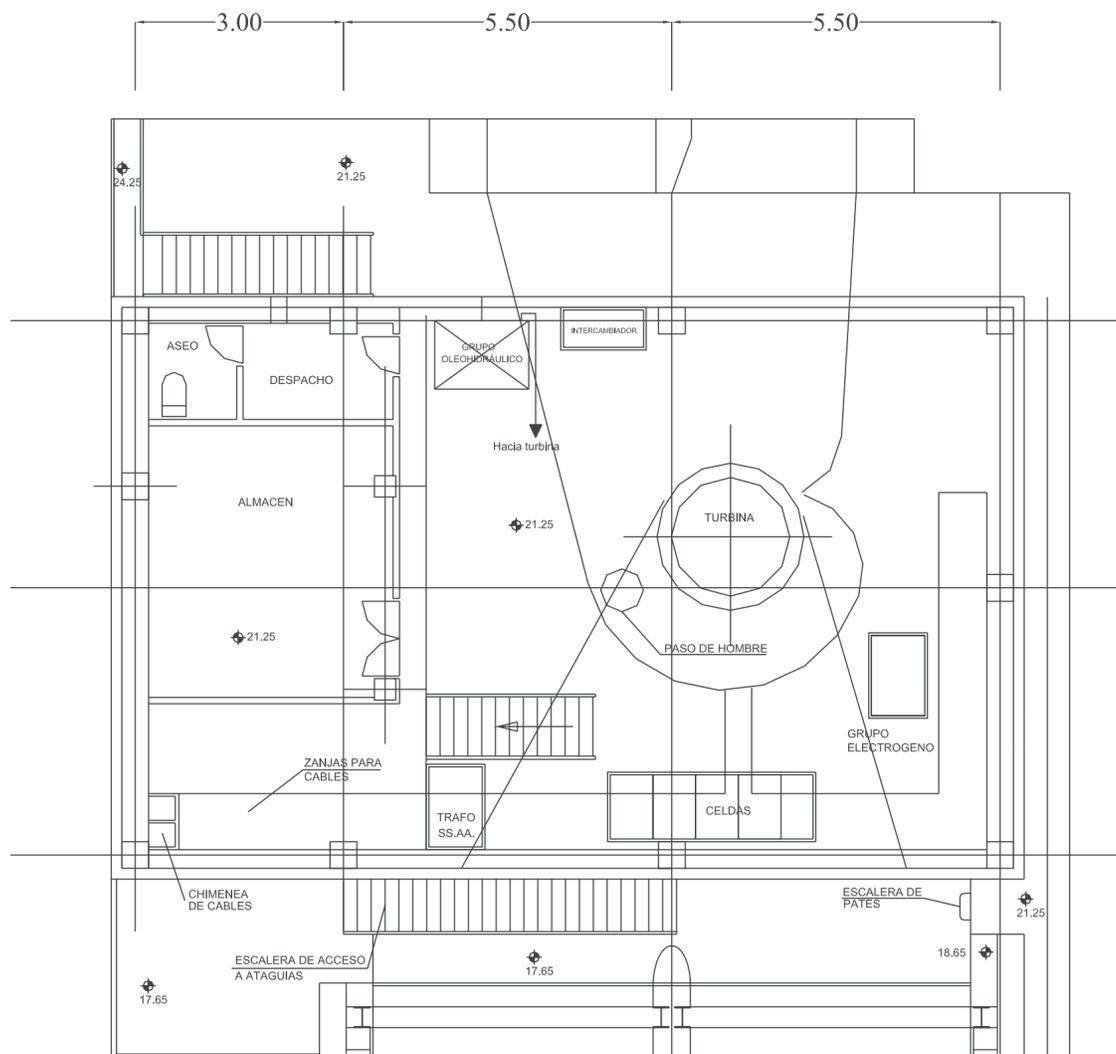


PERNO TIPO

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.4	Título del Plano: CENTRAL Estructura de hormigón
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



PLANTA GENERAL
Escala 1:250

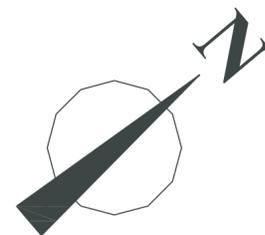


SECCIÓN A LA COTA 640

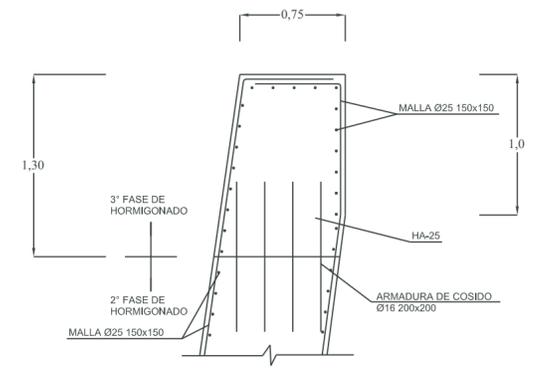
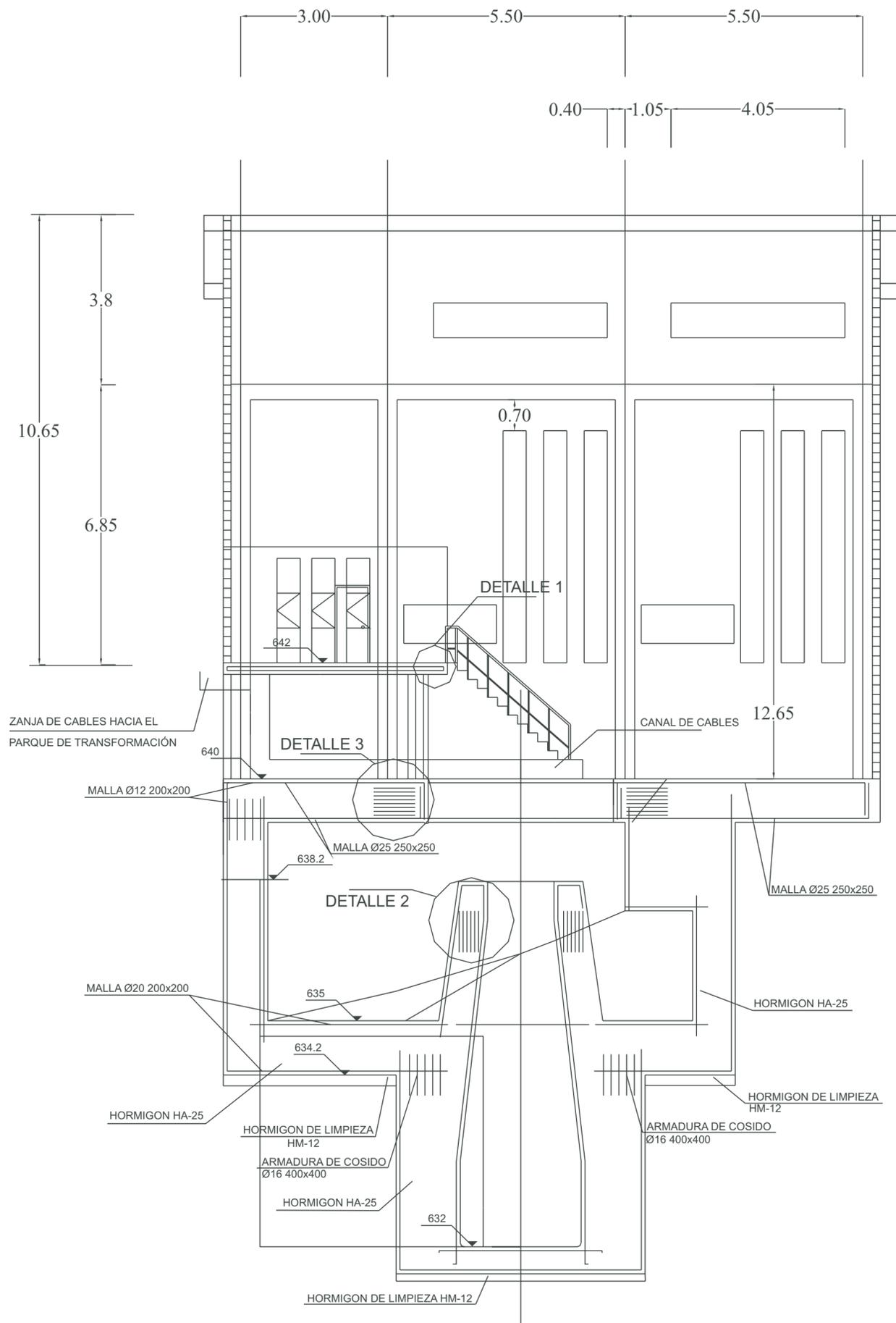
ESCALA 1:100

SECCIÓN A LA COTA 643

ESCALA 1:100

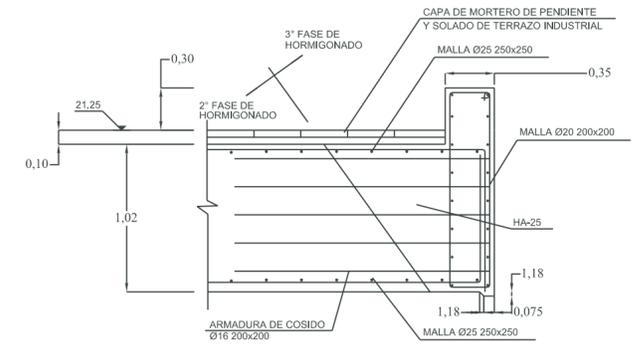
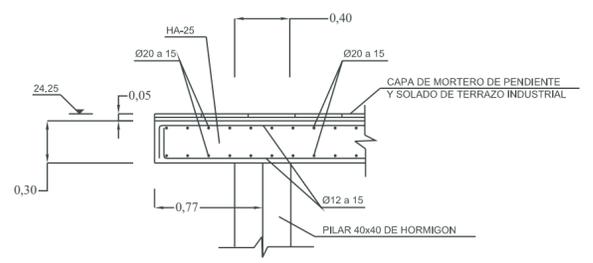


Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.5	Título del Plano: CENTRAL Secciones de planta
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



DETALLE 1
ARMADO LOSA A LA COTA 24.25
ESCALA 1:25

DETALLE 2
APOYO DEL DISTRIBUIDOR DE LA TURBINA
ESCALA 1:25

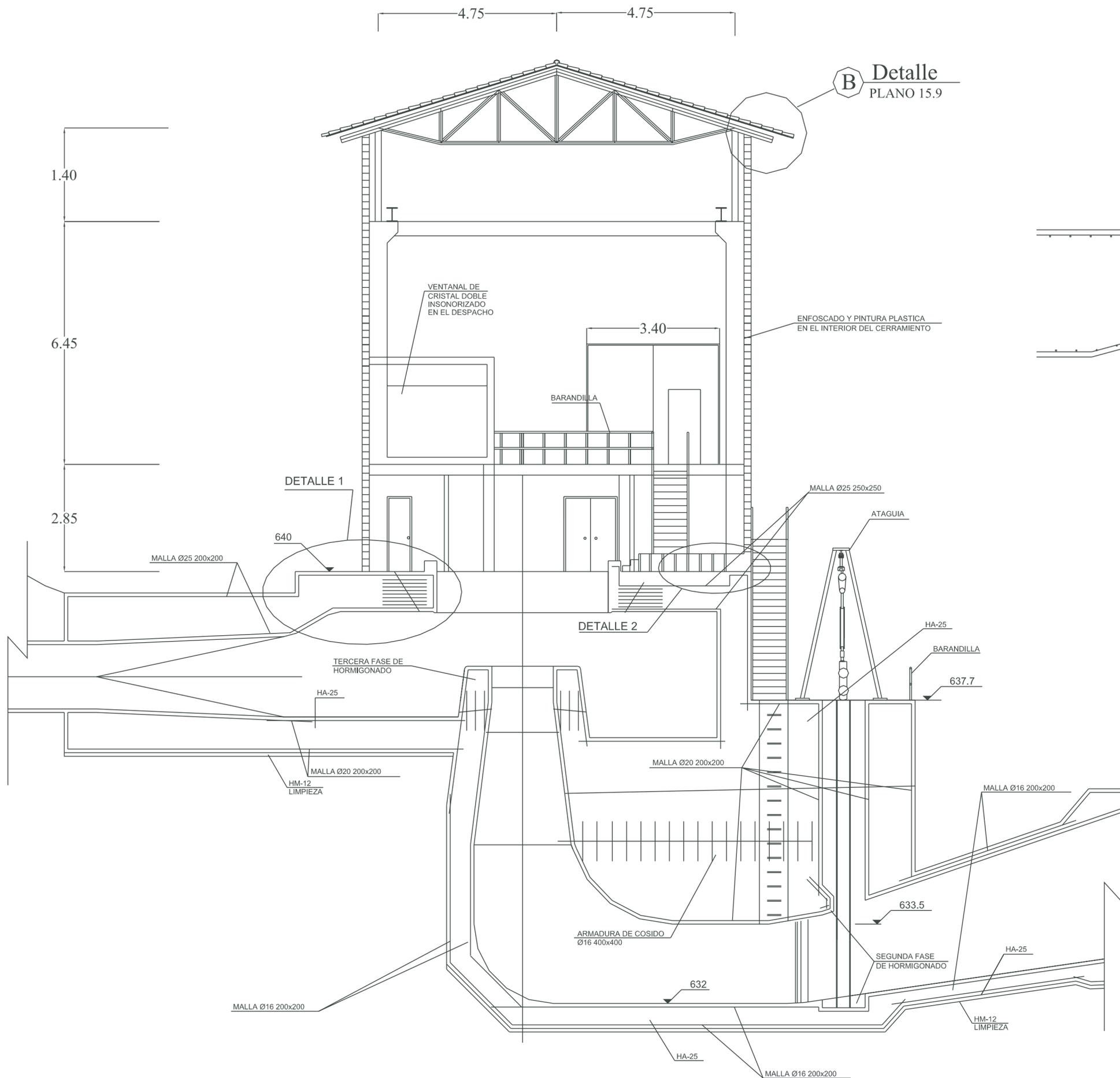


DETALLE 3
APOYO DE LA BANCADA DEL MULTIPLICADOR
ESCALA 1:25

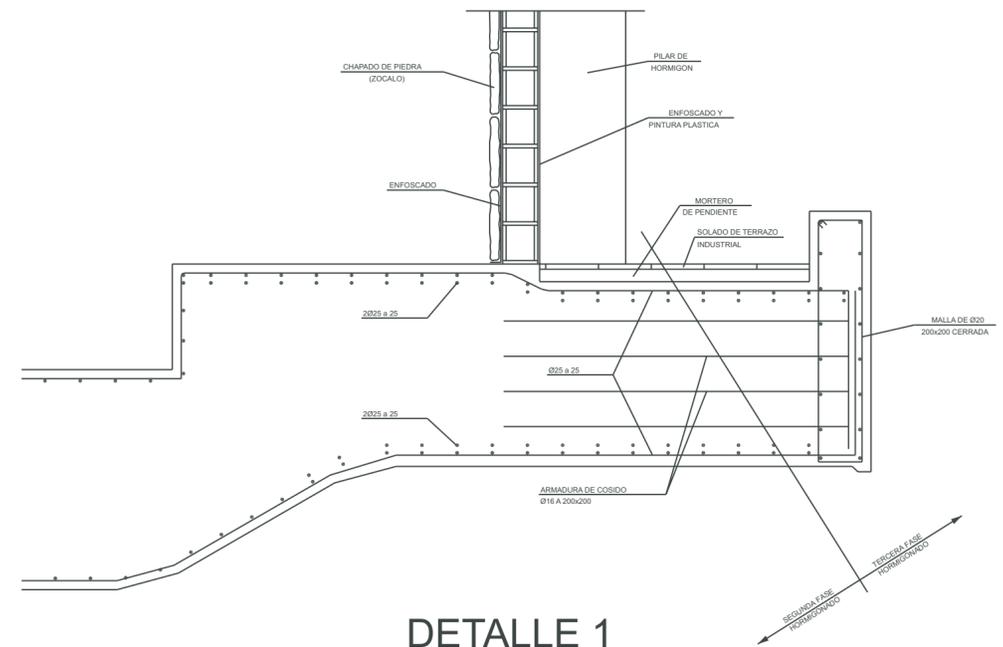
SECCION TRANSVERSAL

ESCALA 1:100

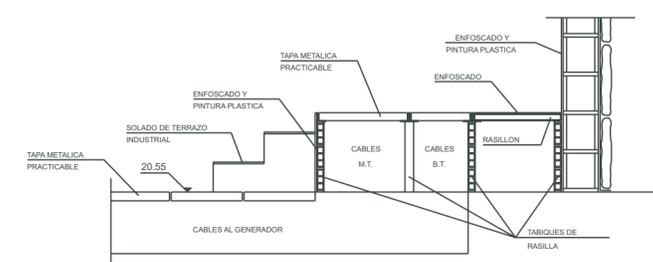
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.6	Título del Plano: CENTRAL Sección transversal
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR



B Detalle
PLANO 15.9



DETALLE 1
ESCALA 1:20



DETALLE 2
ESCALA 1:20

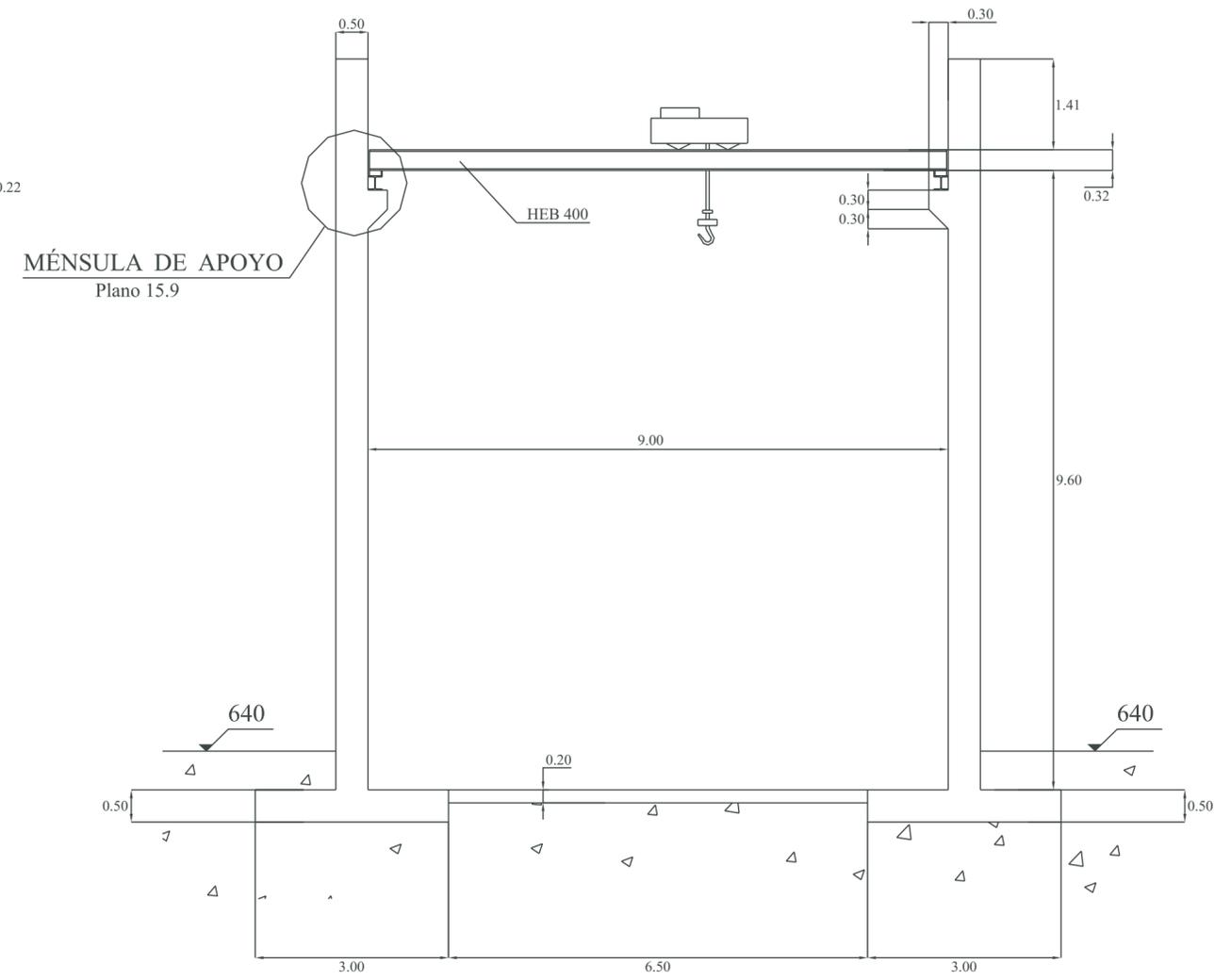
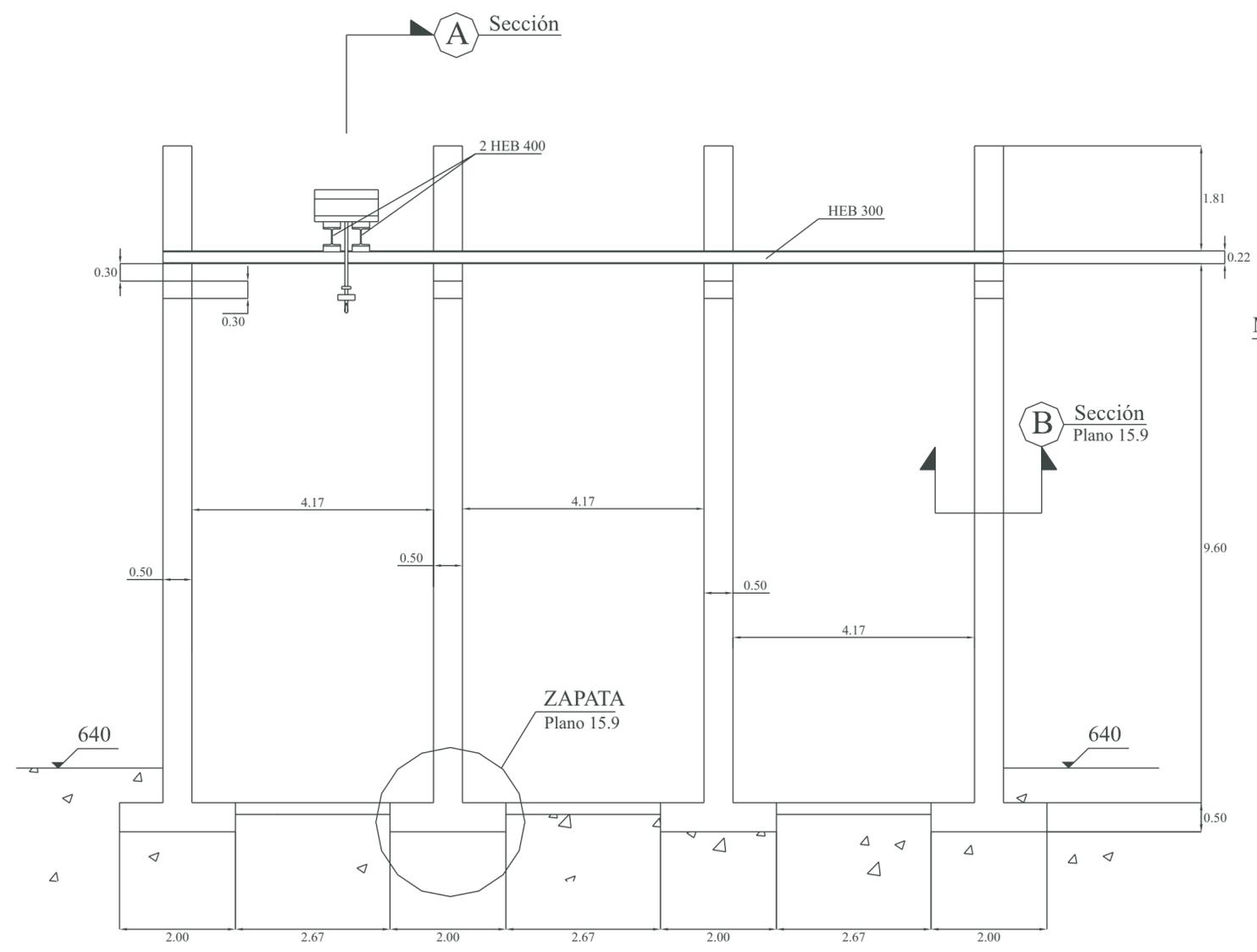
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.7	Título del Plano: CENTRAL Sección longitudinal
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

ALZADO ESTRUCTURA

ESCALA 1:50

SECCIÓN A

ESCALA 1:50

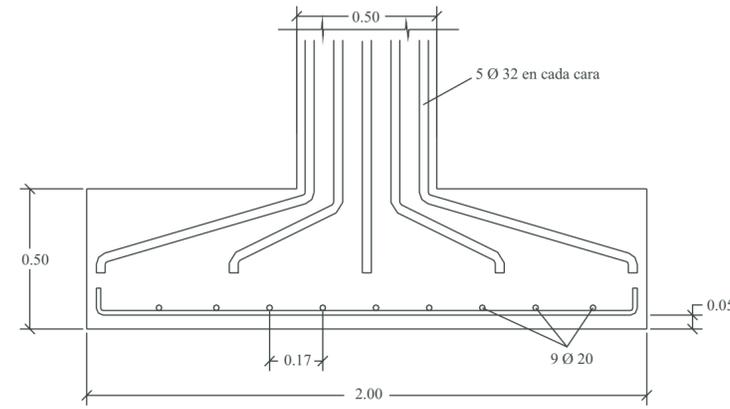


EJECUCION DE OBRA: CONTROL NORMAL (Coef. Mayoración de acciones = 1,60)			
HORMIGONES		ARMADURAS	
TIPO	COEF. MINORACION	TIPO	COEF. MINORACION.
PARA ARMAR: H-250. (fck >= 250 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,50	ESPECIAL: AEH-400 (fyk >= 4100 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,15
EN MASA: H-150 (fck >= 150 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,50		
LIMPIEZA: H-125. (fck >= 125 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,50		
RECUBRIMIENTO DE ARMADURAS = 3cm.			

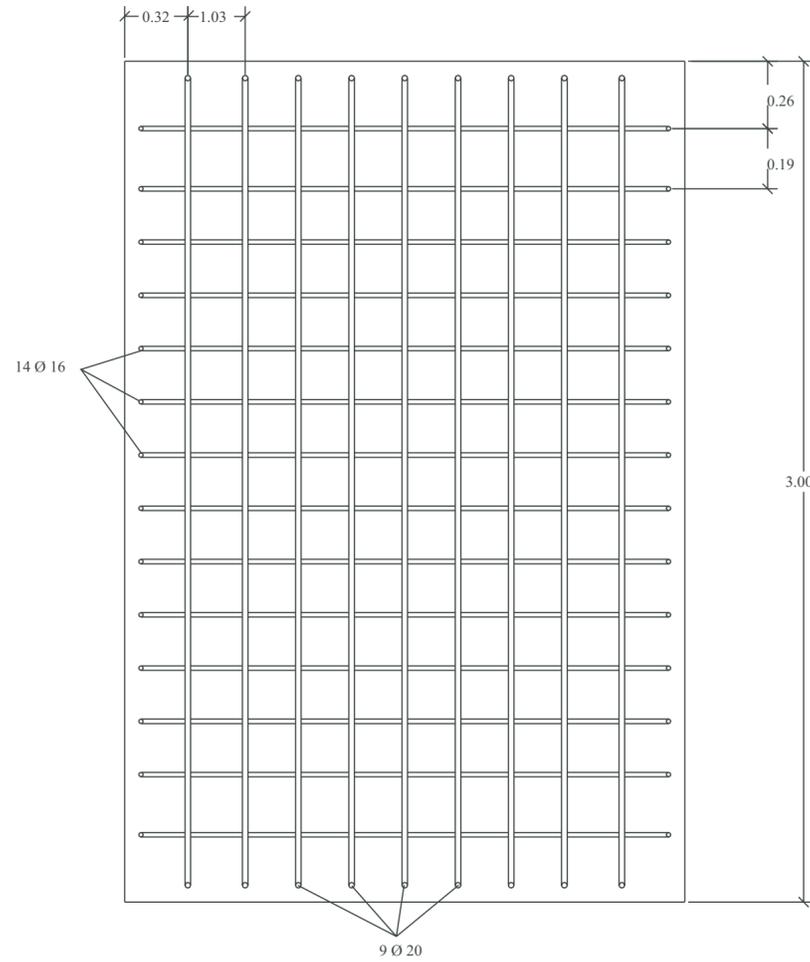
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.8	Título del Plano: CENTRAL Puente Grua
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	
Nº de Matricula: 17570	
Fecha: JUNIO 2002	Escala: 1:50
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

ZAPATA DE CIMENTACIÓN

ESCALA 1:10

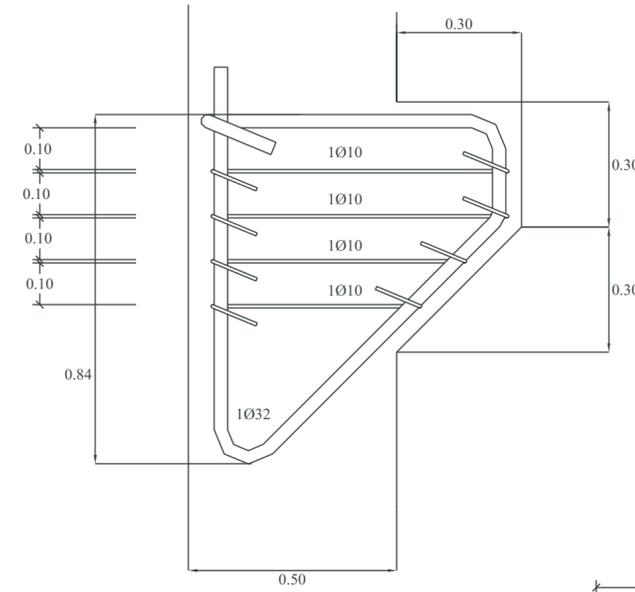


Sección A



SECCIÓN A

ESCALA 1:10

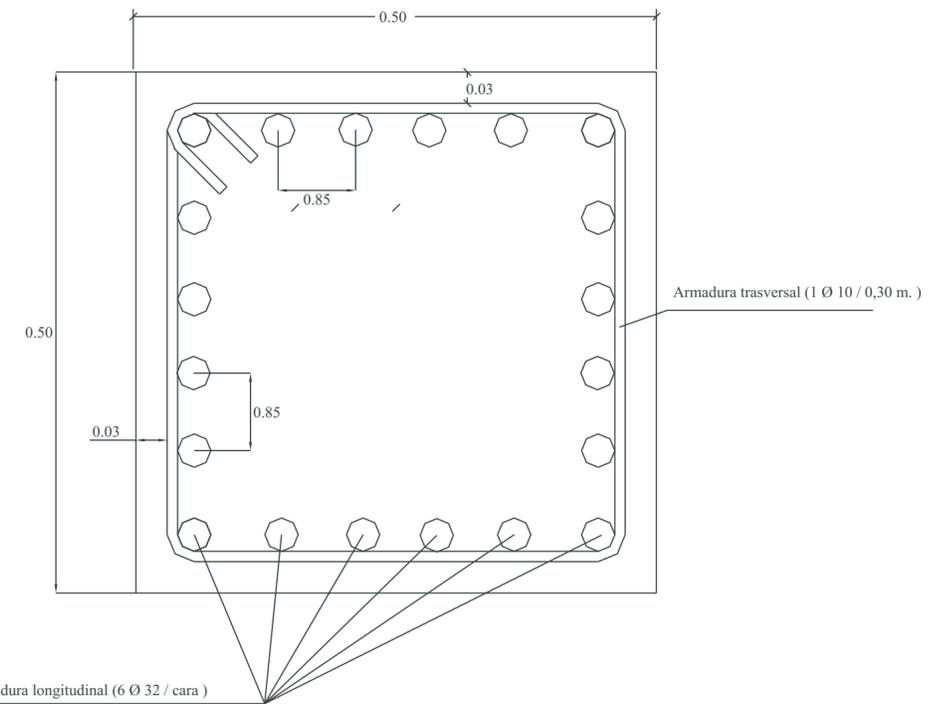


MÉNSULA DE APOYO

ESCALA 1:10

SECCIÓN B

ESCALA 1:3

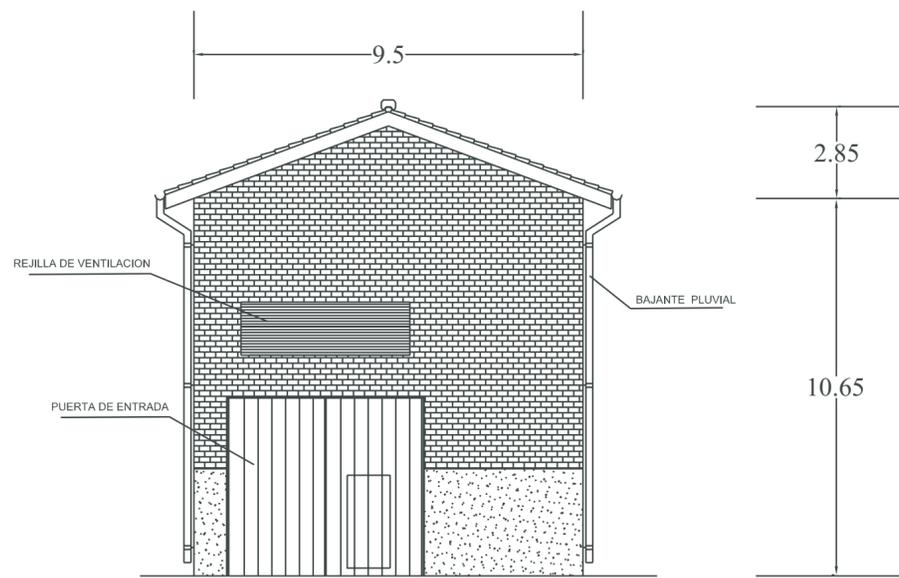


EJECUCION DE OBRA: CONTROL NORMAL (Coef. Mayoración de acciones = 1,60)			
HORMIGONES		ARMADURAS	
TIPO	COEF. MINORACION	TIPO	COEF. MINORACION.
PARA ARMAR: H-250. (fck >= 250 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,50	ESPECIAL: AEH-400 (fyk >= 4100 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,15
EN MASA: H-150. (fck >= 150 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,50		
LIMPIEZA: H-125. (fck >= 125 kp/cm ²)	CONTROL NORMAL 1,50		
RECUBRIMIENTO DE ARMADURAS = 3cm.			

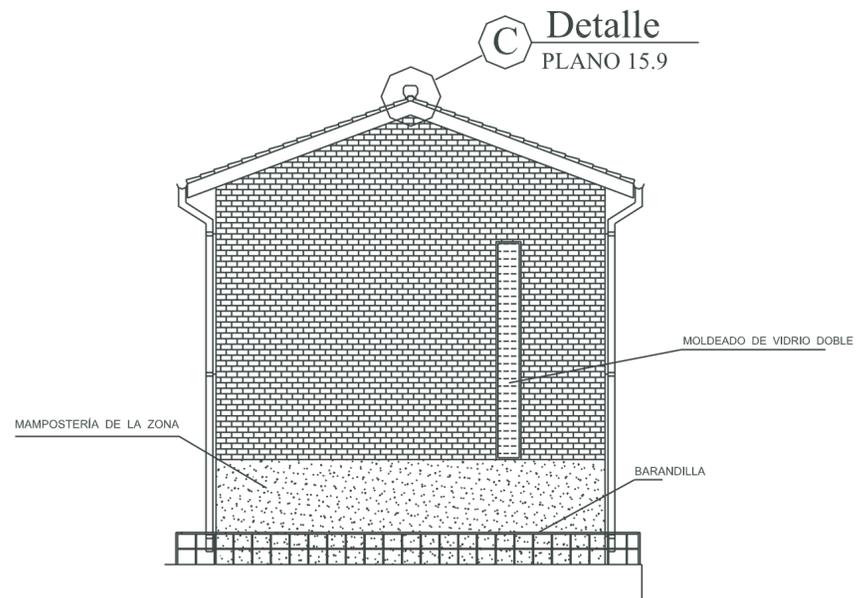
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

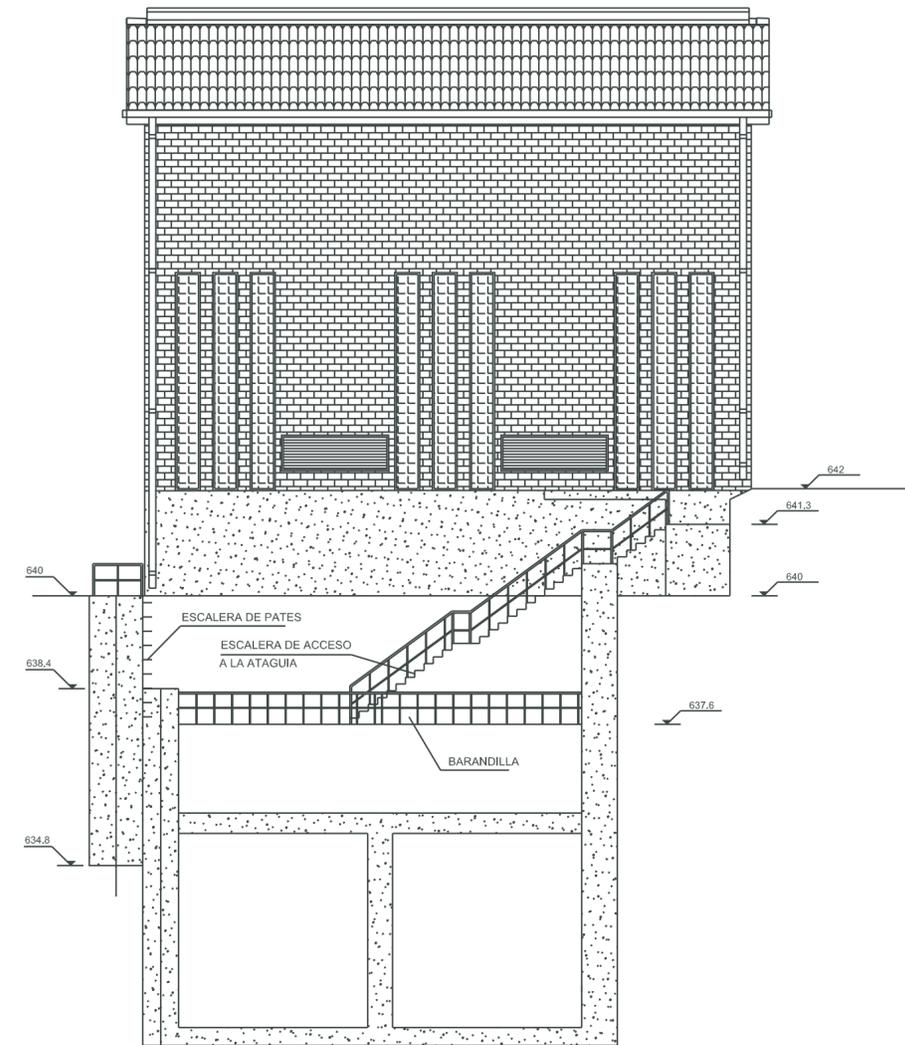
Nº del Plano: 15.9	Titulo del Plano: CENTRAL Detalles puente grua	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz		Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS	
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR	



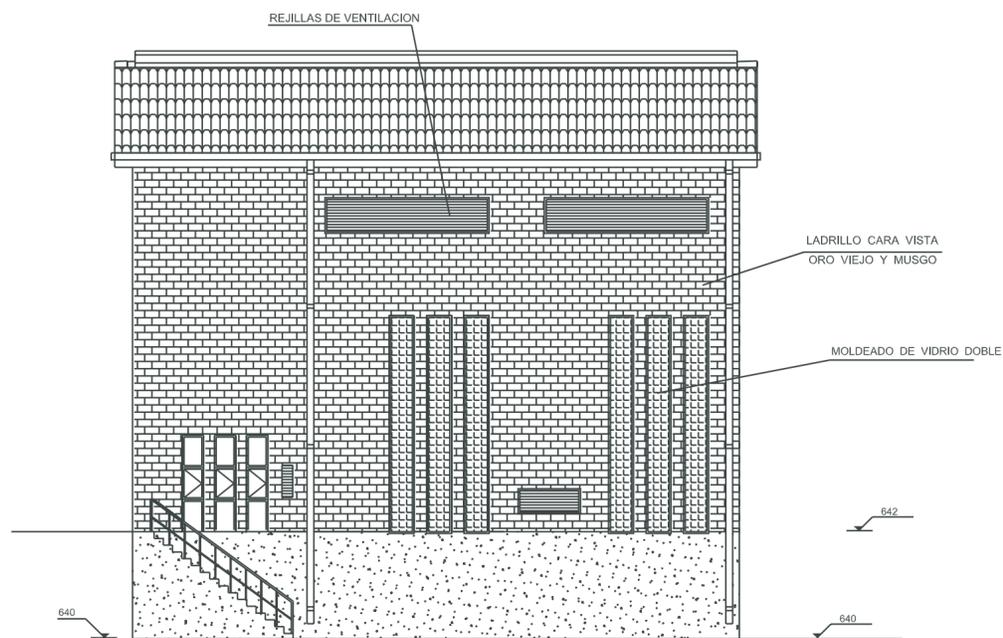
ALZADO NORTE
Escala 1:100



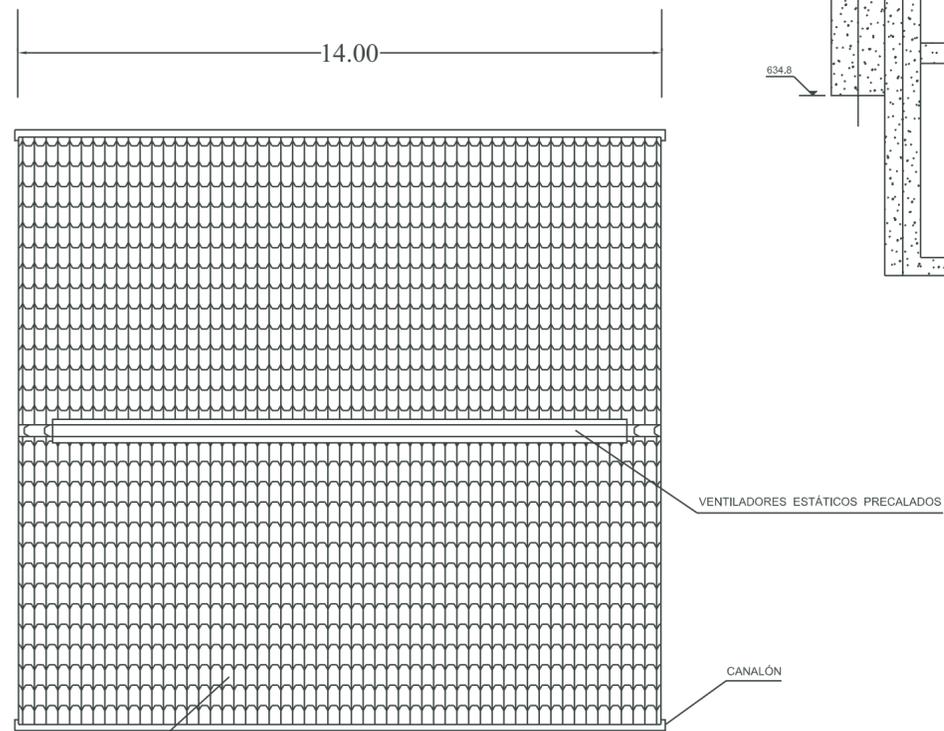
ALZADO SUR
Escala 1:100



ALZADO ESTE
Escala 1:75



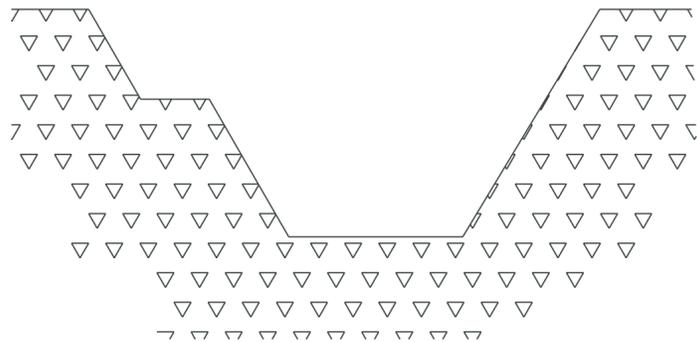
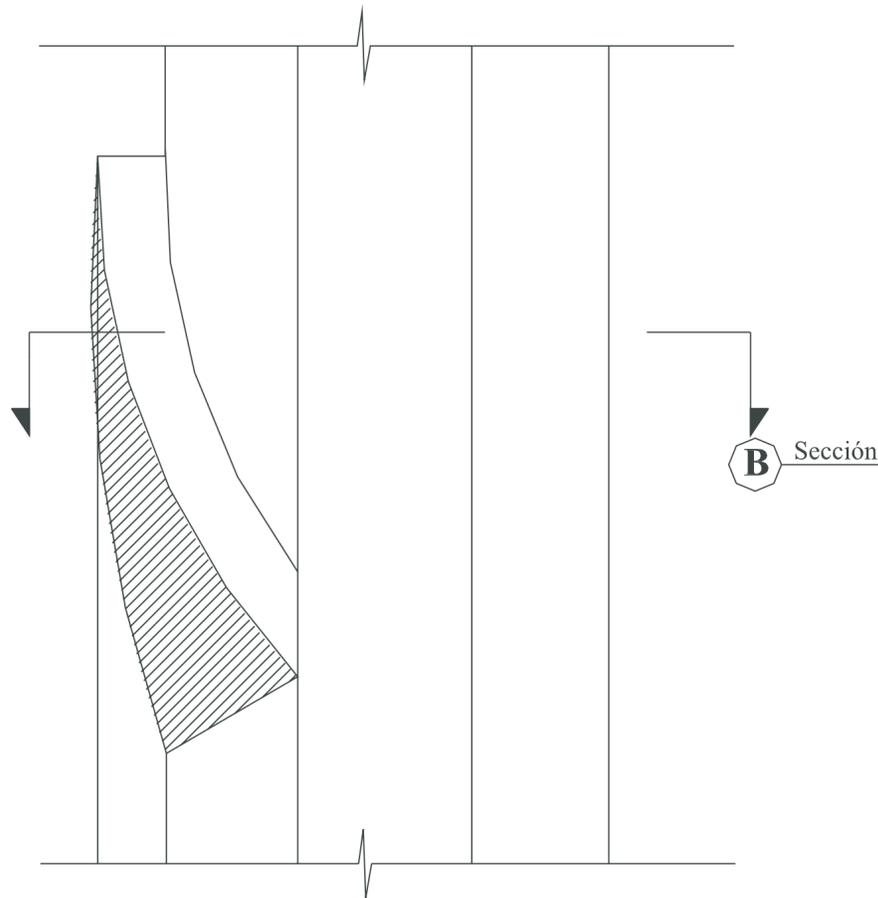
ALZADO OESTE
Escala 1:75



PLANTA CUBIERTA
Escala 1:75

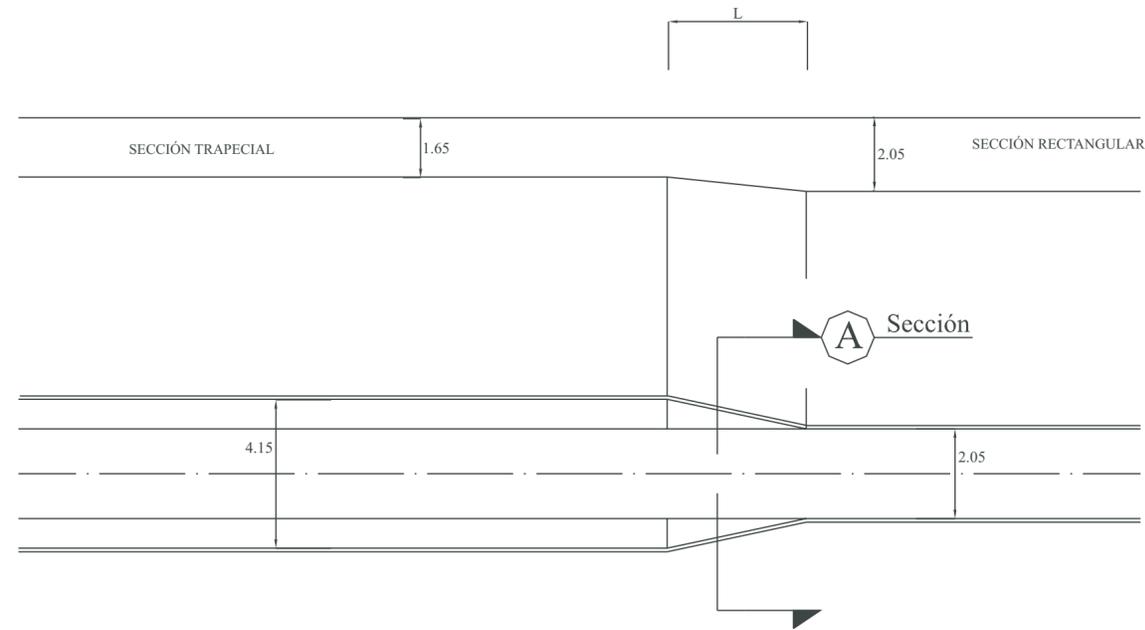
Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 15.10	Título del Plano: CENTRAL Alzados exteriores
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

RAMPA DE ACCESO AL CANAL

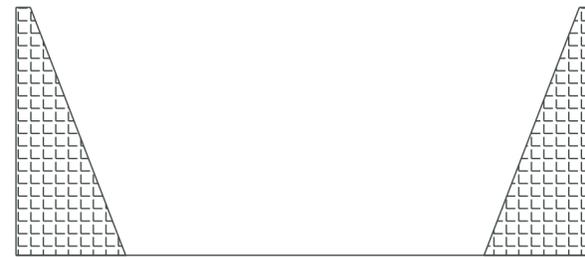


SECCIÓN B
SIN ESCALA

TRANSICIÓN



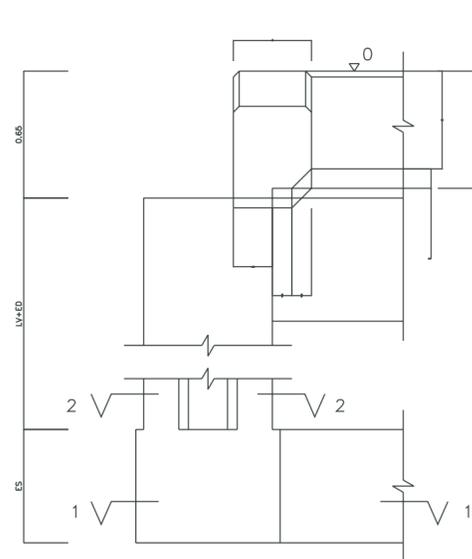
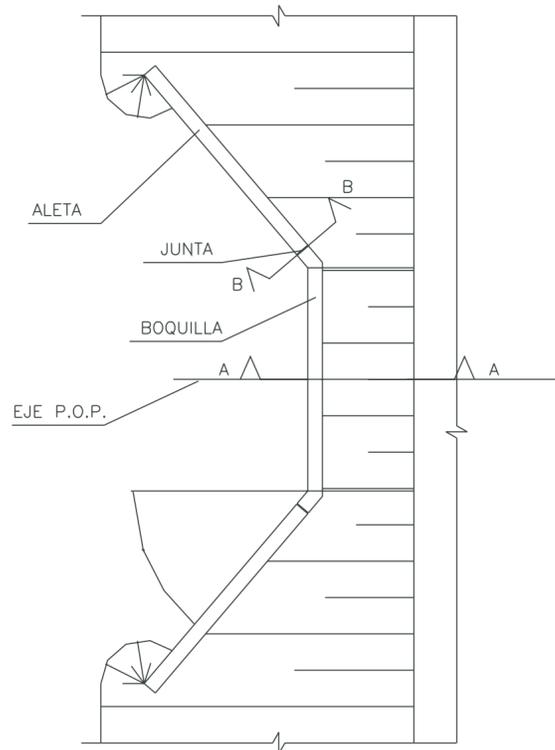
El valor de L, a fin de que la pérdida de carga sea pequeña, debe ser como mínimo seis veces la máxima diferencia entre los anchos superiores de las secciones. En nuestro caso, obtenemos un valor de L = 10 metros



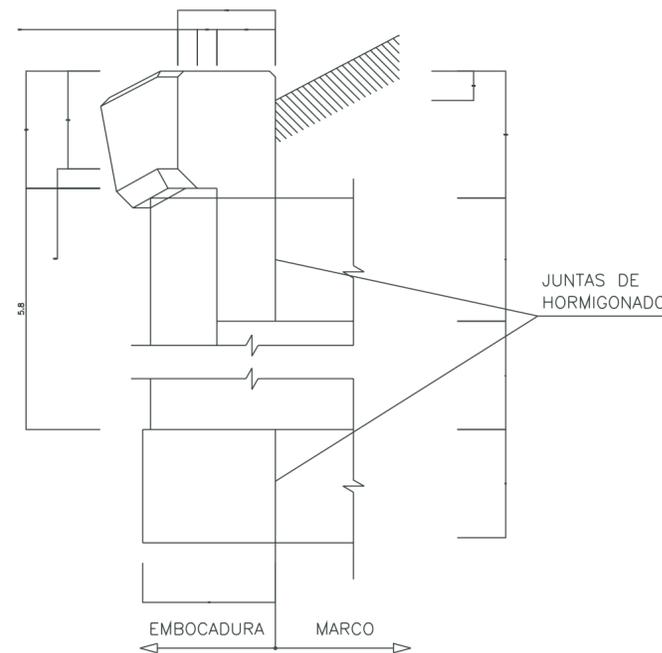
SECCIÓN A
SIN ESCALA

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 16.2	Título del Plano: PLANOS DE DETALLE Transición y rampa de acceso
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matrícula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: Sin escala
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR

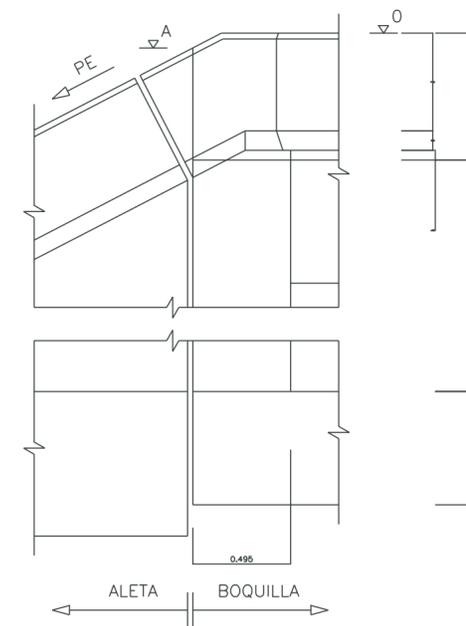
ESQUEMA DE LA EMBOCADURA



ALZADO A



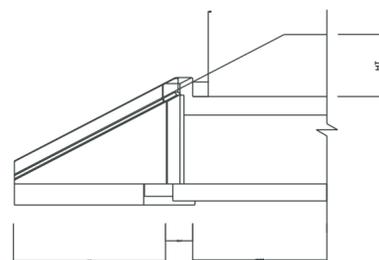
SECCION 3-3



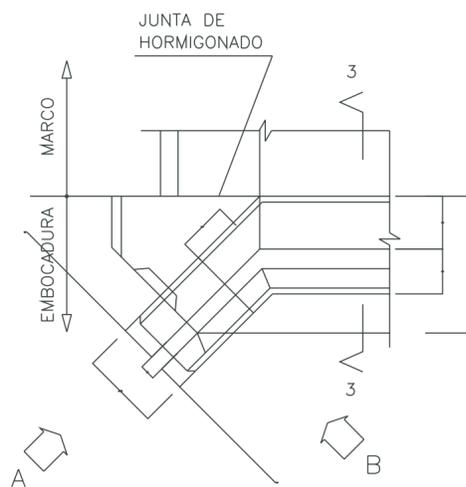
ALZADO B



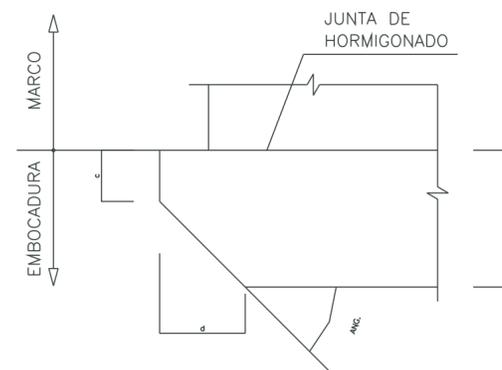
SECCION B-B
SIN ESCALA



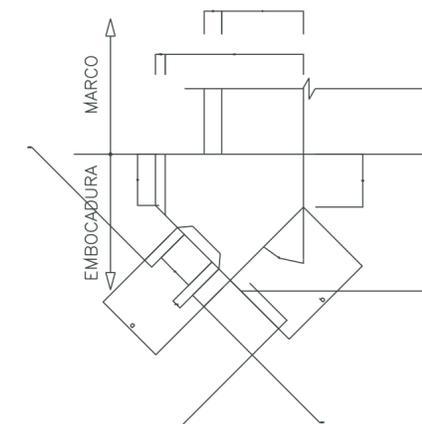
SECCION A-A
SIN ESCALA



PLANTA - DETALLE



SECCION 1-1



SECCION 2-2

ANG	PENDIENTE PE				PENDIENTE PE	
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	Pendiente 2/3	Talud (P) 1/2
15°	0,675	0,180	0,285	1,550	1/1,552	1/2,071
30°	0,606	0,350	0,270	0,745	1/1,731	1/2,309
45°	0,495	0,495	0,250	0,450	1/2,120	1/2,828
60°	0,350	0,606	0,215	0,280	1/3,000	1/4,000

CONTROL DE CALIDAD MATERIAL	EMPLEO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON H-125	LIMPIEZA Y NIVELACION	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
HORMIGON H-200	ZAPATAS	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
HORMIGON H-250	ALZADOS	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
ACERO AEH400N o F	BARRAS CORRUGADAS	-	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION	DAÑOS MEDIOS	-	$\gamma_f = 1,60$

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO

Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón

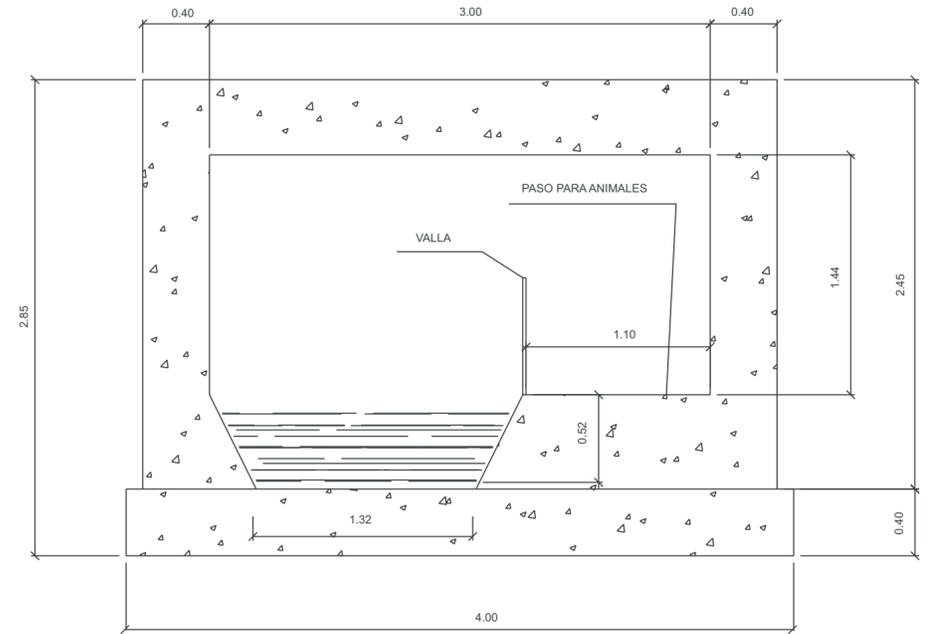
Nº del Plano: 16.3	Titulo del Plano: PLANOS DE DETALLE Obra de paso Tipo 1	
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz		Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS	
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR	

TIPOS DE ARMADURAS	
1	NO EXISTE
2	Ø10 A 0,20
3	Ø10 A 0,40+Ø12 A 0,40
4	Ø12 A 0,20
5	Ø16 A 0,30
6	Ø12 A 0,40+Ø16 A 0,40
7	Ø16 A 0,20
8	Ø16 A 0,40+Ø20 A 0,40
9	Ø20 A 0,20
10	Ø16 A 0,10
11	Ø25 A 0,20
12	Ø20 A 0,10
13	Ø20 A 0,20+Ø25 A 0,20
14	Ø25 A 0,10
15	Ø16 A 0,20+Ø25 A 0,10
16	Ø16 A 0,10+Ø25 A 0,10
17	Ø20 A 0,10+Ø25 A 0,10

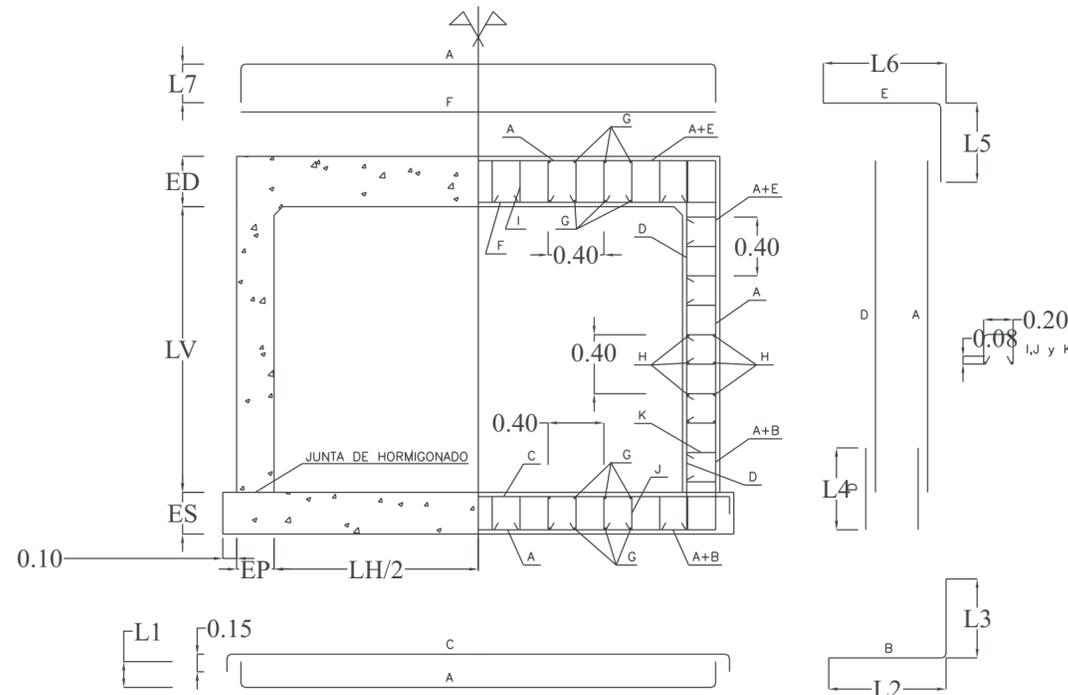
ARMADURAS DE CORTANTE	
1	NO EXISTE
2	Ø8 A 0,25
3	Ø8 A 0,20
4	Ø10 A 0,25
5	Ø10 A 0,20

DIMENSIONES			ESPEORES				LONGITUD DE ARMADURAS							TIPO DE ARMADURA											MEDICION POR M.L.		DISTANCIA MAXIMA ENTRE JUNTAS
LH	LV	HT	ES	ED	EP	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	HORM.	ACERO		
2	3	0.80	0.40	0.45	0.30	0.20	0.85	1.00	0.80	1.40	0.90	0.25	7	9	14	6	7	14	9	5	2	2	2	15,45	1,765,5	18,0	

CONTROL DE CALIDAD	EMPLEO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
MATERIAL			
HORMIGON H-125	LIMPIEZA Y NIVELACION	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
HORMIGON H-200	ZAPATAS	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
HORMIGON H-250	ALZADOS	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
ACERO AEH400N o F	BARRAS CORRUGADAS	-	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION	DAÑOS MEDIOS	-	$\gamma_f = 1,60$

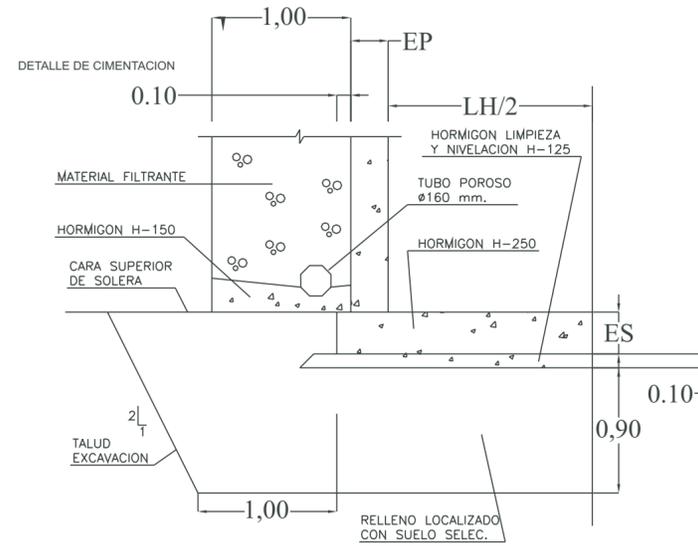
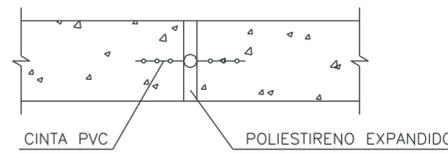


ALZADO - SECCION
(ARMADURAS)



OBRA DE PASO TIPO 2

JUNTA DE DILATACION



OBRA DE PASO TIPO 2'

La obra de paso tipo 2' es una variante de la obra tipo 2, que permite salvar el doble efecto barrera que ejerce el canal en la zona, ya que, además de interrumpir el curso del arroyo dificulta en muchas ocasiones el paso de los animales.

Excma. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO	
Aprovechamiento hidroeléctrico del embalse del Torcón	
Nº del Plano: 16.4	Título del Plano: PLANOS DE DETALLE Obra de paso Tipo 2
Autor del Proyecto: Francisco Javier Pérez de la Cruz	Nº de Matricula: 17570
Fecha: JUNIO 2002	Escala: VARIAS
Firma:	Clave del Proyecto: 45128-712-DFR