



REF. CRONOLÓGICA:

03/22

Clave DGA:

09.284-0016/2111

Clave CANASA:

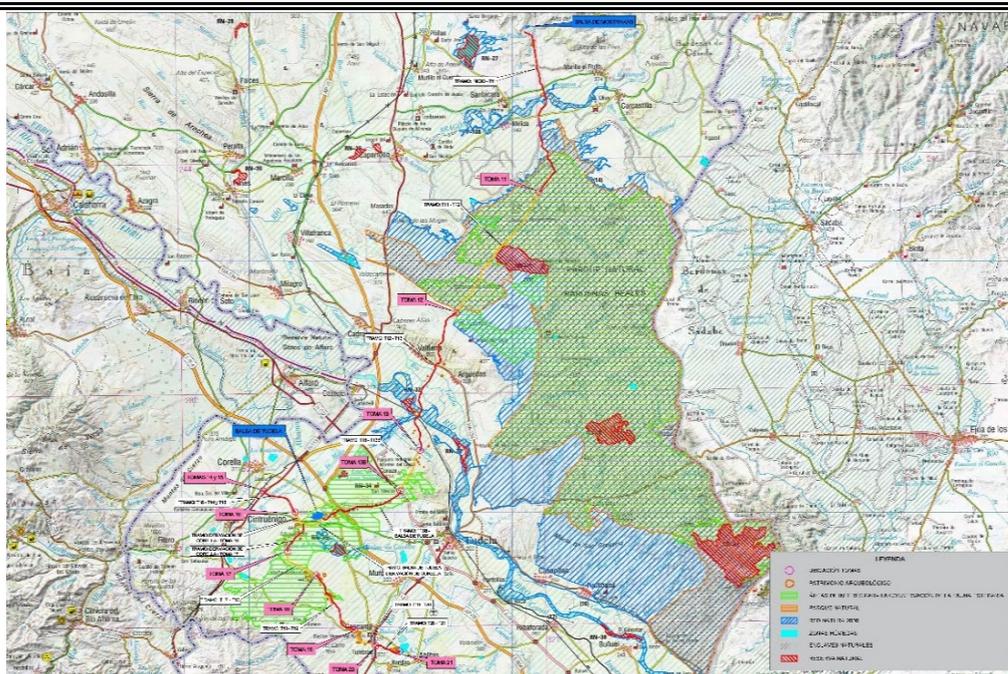
CAN/P-CN-24

ACTUACIÓN:

CANAL DE NAVARRA

PROYECTO:

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA**



DOCUMENTO N° 1

MEMORIA Y ANEJOS

PROVINCIA:

NAVARRA

PRESUPUESTO:

291.883.946,82 €

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

D. José María Serra Llena, ICCP.

EMPRESA CONSULTORA:



INGENIEROS AUTORES

D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera, ICCP.

DEL PROYECTO:

D. Juan Ortas González, ICCP.

DOCUMENTO N° 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO 0. Ficha técnica del proyecto.

ANEJO 1. Antecedentes.

ANEJO 2. Cartografía y Topografía.

ANEJO 3. Geología y Geotecnia.

ANEJO 4. Estudio de caudales.

ANEJO 5. Estudio de alternativas.

ANEJO 6. Cálculos hidráulicos.

ANEJO 7. Conducciones.

ANEJO 8. Balsa de Tudela.

ANEJO 9. Balsa de Mostrakas.

ANEJO 10. Obra de toma de Pikarana.

ANEJO 11. Reposición de servicios.

ANEJO 12. Expropiaciones.

ANEJO 13. Integración Ambiental.

ANEJO 14. Gestión de residuos de construcción y demolición.

ANEJO 15: Estudio de Explotación.

ANEJO 16. Programa de trabajos.

ANEJO 17: Procedimientos constructivos.

ANEJO 18. Justificación de Precios.

ANEJO 19. Presupuesto para conocimiento de la Administración.

ANEJO 20. Estudio de Seguridad y Salud.



REF. CRONOLÓGICA:

03/22

Clave DGA:

09.284-0016/2111

Clave CANASA:

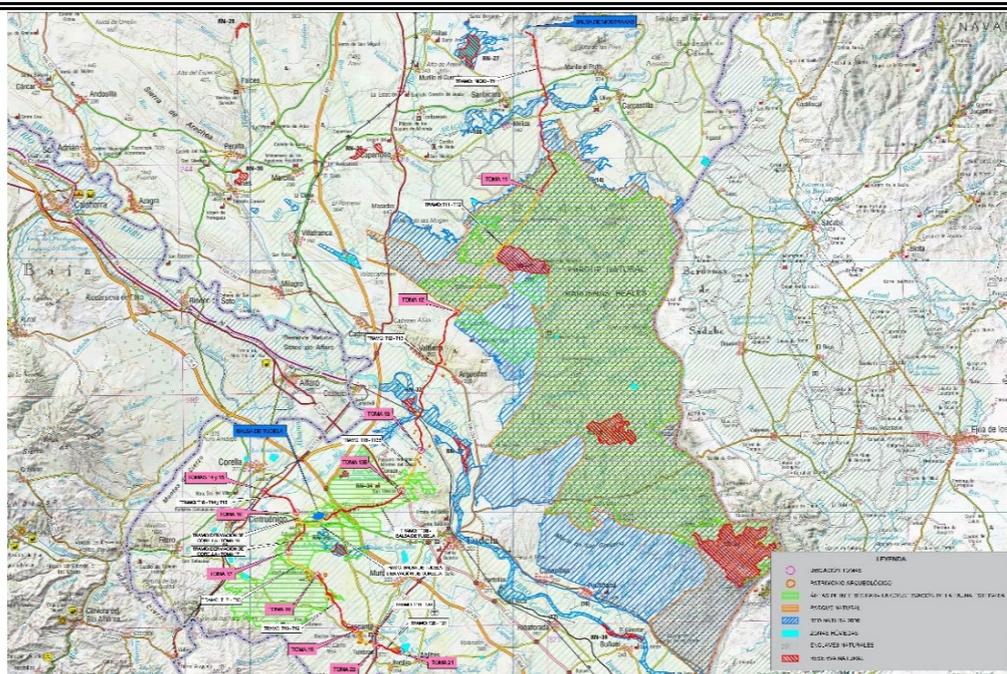
CAN/P-CN-24

ACTUACIÓN:

CANAL DE NAVARRA

PROYECTO:

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA**



MEMORIA

PROVINCIA:

NAVARRA

PRESUPUESTO:

291.883.946,82 €

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

D. José María Serra Llena, ICCP.

EMPRESA CONSULTORA:



**INGENIEROS AUTORES
DEL PROYECTO:**

D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera, ICCP.
D. Juan Ortas González, ICCP.

MEMORIA.

ÍNDICE

	Página
1. HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	1
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	2
3. ALCANCE	2
4. ANTECEDENTES	4
5. NORMAS Y REFERENCIAS	6
5.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	6
5.2. PROGRAMAS DE CÁLCULO	9
6. ALCANCE DE LAS OBRAS	9
6.1. CONCEPCIÓN GLOBAL DEL SISTEMA	9
6.2. CONDUCCIONES	11
6.2.1. Conducciones	11
6.2.2. Secciones tipo.....	13
6.2.3. Trazado.....	14
6.2.4. Movimiento de tierras y reutilización de materiales	17
6.2.5. Excedentes de tierras	19
6.2.6. Tomas	19
6.2.7. Elementos de la conducción	24
6.2.8. Hincas	28
6.2.9. Caminos.....	32
6.2.10. Protección catódica.....	33
6.2.11. Instalaciones eléctricas de las conducciones	33
6.2.12. Control y automatismo de las conducciones.....	35
6.3. OBRA DE TOMA DE PIKARANA. ALMENARA DE PIKARANA	36
6.3.1. Características generales de la almenara.....	36

6.3.2.	Estructura de filtros.....	37
6.3.3.	Obra de toma del canal	37
6.3.4.	Aliviadero.....	38
6.3.5.	Accesos	39
6.4.	BALSA DE MOSTRAKAS	39
6.4.1.	Ubicación.....	40
6.4.2.	Características de la Balsa	40
6.4.3.	Características generales de la balsa.....	40
6.4.4.	Sección tipo de la balsa.....	41
6.4.5.	Balance de tierras.....	41
6.4.6.	Drenaje de la balsa.....	42
6.4.7.	Conducción de llenado-vaciado de la balsa.	42
6.4.8.	Desagüe de fondo	44
6.4.9.	Aliviadero.....	45
6.4.10.	Auscultación e instrumentación de la balsa.....	45
6.4.11.	Accesos	45
6.4.12.	Reposición de servicios afectados.	46
6.5.	BALSA DE TUDELA.....	46
6.5.1.	Ubicación.....	46
6.5.2.	Características del embalse	47
6.5.3.	Características generales de la balsa.....	47
6.5.4.	Sección tipo de la balsa.....	48
6.5.5.	Préstamos	49
6.5.6.	Balance de tierras.....	50
6.5.7.	Tratamiento del cimiento	51
6.5.8.	Auscultación de la balsa.....	51
6.5.9.	Desagüe de fondo	52

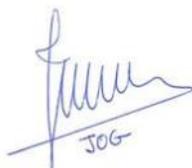
6.5.10.	Aliviadero	57
6.5.11.	Arqueta de toma	58
6.5.12.	Edificio de control.....	60
6.5.13.	Accesos	60
6.5.14.	Servicios afectados.....	61
7.	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	61
8.	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	62
8.1.	ENCUADRE GEOLÓGICO.....	62
8.2.	GEOTECNIA DE LAS CONDUCCIONES	63
8.3.	GEOTECNIA DE LA Balsa DE TUDELA.....	67
8.3.1.	Introducción	67
8.3.2.	Geología-geotecnia.....	68
8.3.3.	Estudio de materiales	72
8.4.	GEOTECNIA DE LA Balsa DE MOSTRAKAS	72
9.	ESTUDIO DE CAUDALES	76
10.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	78
11.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	80
12.	CÁLCULOS DE LA CONDUCCIÓN.....	83
12.1.	TRAZADO Y REPLANTEO	83
12.2.	CÁLCULOS MECÁNICOS.....	83
12.3.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES	84
12.4.	CÁLCULOS DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA.....	84
12.5.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	85
12.6.	CONTROL Y AUTOMATISMO	86
13.	CÁLCULOS DE LA Balsa DE TUDELA.....	87
13.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CLIMATOLÓGICO	87
13.1.1.	Estudio de avenidas.....	88

13.1.2.	Estudio del viento	89
13.1.3.	Altura de ola y remonte.....	90
13.2.	SECCIÓN TIPO DE Balsa	90
13.2.1.	Estabilidad y deformabilidad.....	90
13.2.2.	Materiales para el cuerpo de la balsa.....	93
13.2.3.	Tratamiento del cemento	98
13.3.	DISEÑO DE LOS ÓRGANOS DE DESAGÜE DE LA Balsa.....	99
13.3.1.	Desagües de fondo.....	100
13.3.2.	Aliviadero.....	104
13.3.3.	Canal de descarga del desagüe y del aliviadero	105
13.4.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	106
13.5.	INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS	108
13.6.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	109
13.6.1.	Acometida.....	109
13.6.2.	Actuaciones previstas.....	109
13.7.	CONTROL Y AUTOMATISMO	110
13.7.1.	Elementos a controlar.....	111
13.7.2.	Dimensionamiento del PLC	111
13.8.	PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA Balsa.....	112
13.8.1.	Normativa	112
13.8.2.	Propuesta de clasificación	112
13.9.	PLAN DE EMERGENCIA DE LA Balsa.....	113
13.9.1.	Normativa	113
13.9.2.	Contenido del plan de emergencia	114
13.10.	NORMAS PROVISIONALES DE EXPLOTACIÓN.....	114
13.10.1.	Normativa	114
13.10.2.	Contenido de las normas provisionales de explotación	114

13.11.	PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA	115
13.11.1.	Definición y objeto del proyecto de implantación del plan de emergencia	115
13.11.2.	Contenido del proyecto de implantación del plan de emergencia	115
14.	CÁLCULOS DE LA Balsa DE MOSTRAKAS	116
14.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CLIMATOLÓGICO	116
14.1.1.	Estudio de avenidas.....	117
14.1.2.	Estudio del viento.....	118
14.1.3.	Altura de ola y remonte.....	118
14.2.	SECCIÓN TIPO DE Balsa	119
14.3.	DISEÑO DE LOS ELEMENTOS HIDRÁULICOS Y LOS ÓRGANOS DE DESAGÜE DE LA Balsa DE MOSTRAKAS	120
14.3.1.	Conducción de llenado-vaciado.....	121
14.3.2.	Desagües de fondo.....	122
14.3.3.	Aliviadero	122
14.4.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES	124
14.5.	INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS.....	124
14.6.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	124
14.6.1.	Acometida.....	125
14.6.2.	Actuaciones previstas	126
14.7.	CONTROL Y AUTOMATISMO	127
14.7.1.	Elementos a controlar	127
14.7.2.	Dimensionamiento del PLC	128
14.8.	PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA Balsa	128
14.8.1.	Normativa.....	128
14.8.2.	Propuesta de clasificación	129
14.9.	PLAN DE EMERGENCIA Y PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA.....	130
14.10.	NORMAS DE EXPLOTACIÓN	130

15.	REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	131
16.	EXPROPIACIONES.....	132
17.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL.....	139
18.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	141
19.	EXPLOTACIÓN.....	143
20.	PROGRAMA DE TRABAJOS.....	143
21.	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	145
22.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	145
23.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	145
24.	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS.....	146
24.1.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	146
24.2.	CLASIFICACIÓN CPV.....	147
24.3.	FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	148
24.4.	PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO.....	149
24.5.	PLAZO DE GARANTÍA.....	149
24.6.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	149
24.7.	DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO.....	150
24.8.	PRESUPUESTO.....	151
24.8.1.	CUADROS DE PRECIOS.....	151
24.8.2.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	151
24.8.3.	VALOR ESTIMADO DE CONTRATO.....	152
24.8.4.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	153
24.8.5.	PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.....	153
24.8.6.	CONSIDERACIÓN FINAL Y DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	155

1. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

ACTUACIÓN	CANAL DE NAVARRA	
PROYECTO	PROYECTO DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA	
CÓD. CANASA	CAN/P-CN-24	
CLAVE DGA	09.284-0016/2111	
TIPO	Proyecto de construcción	
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	Comunidad Foral	Provincia
	Navarra	Navarra
	Términos Municipales:	
	TT.MM. Pitillas, Ujué, Santacara, Mélida, Valtierra, Arguedas, Tudela, Corella, Cintruénigo, Cascante y Tulebras y el territorio de Bardenas Reales de Navarra (no adscrito a ningún T.M.)	
CLIENTE	S.M.E. CANAL DE NAVARRA, S.A. (CANASA)	
	DIRECCIÓN	C/Agustín de Betancourt, 25-4ª planta
		28003 Madrid
	TELÉFONO	91 598 62 70
	FAX	91 535 23 77
DIRECTOR DEL PROYECTO	D. José María Serra Llena, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	
AUTORES DEL PROYECTO	D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera, Ing. de Caminos, Canales y Puertos D. Juan Ortas González, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	
EMPRESA ADJUDICATARIA	"UTE Canal de Navarra FII", EPTISA – INGIOPSA CIF U-88072269	
	DIRECCIÓN	c/Vicente Jimeno,20 28035 Madrid
	TELÉFONO	913734000
FECHA	Marzo de 2022	
FIRMA	<i>Autores del proyecto</i>	
		
	Rafael Fdez-Ordóñez Cervera	Juan Ortas González
	<i>Ing. Caminos, Canales y Puertos</i>	<i>Ing. Caminos, Canales y Puertos</i>
	Colegiado Nº: 11.444	Colegiado Nº: 10.726

2. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto de la Segunda Fase del Canal de Navarra tiene por objeto atender las demandas presentes y futuras de la Ribera de Navarra (TT.MM. Pitillas, Ujué, Santacara, Mélida, Valtierra, Arguedas, Tudela, Corella, Cintruénigo, Cascante y Tulebras y el territorio de Bardenas Reales de Navarra), tanto en el abastecimiento de agua de boca a poblaciones como en el regadío.

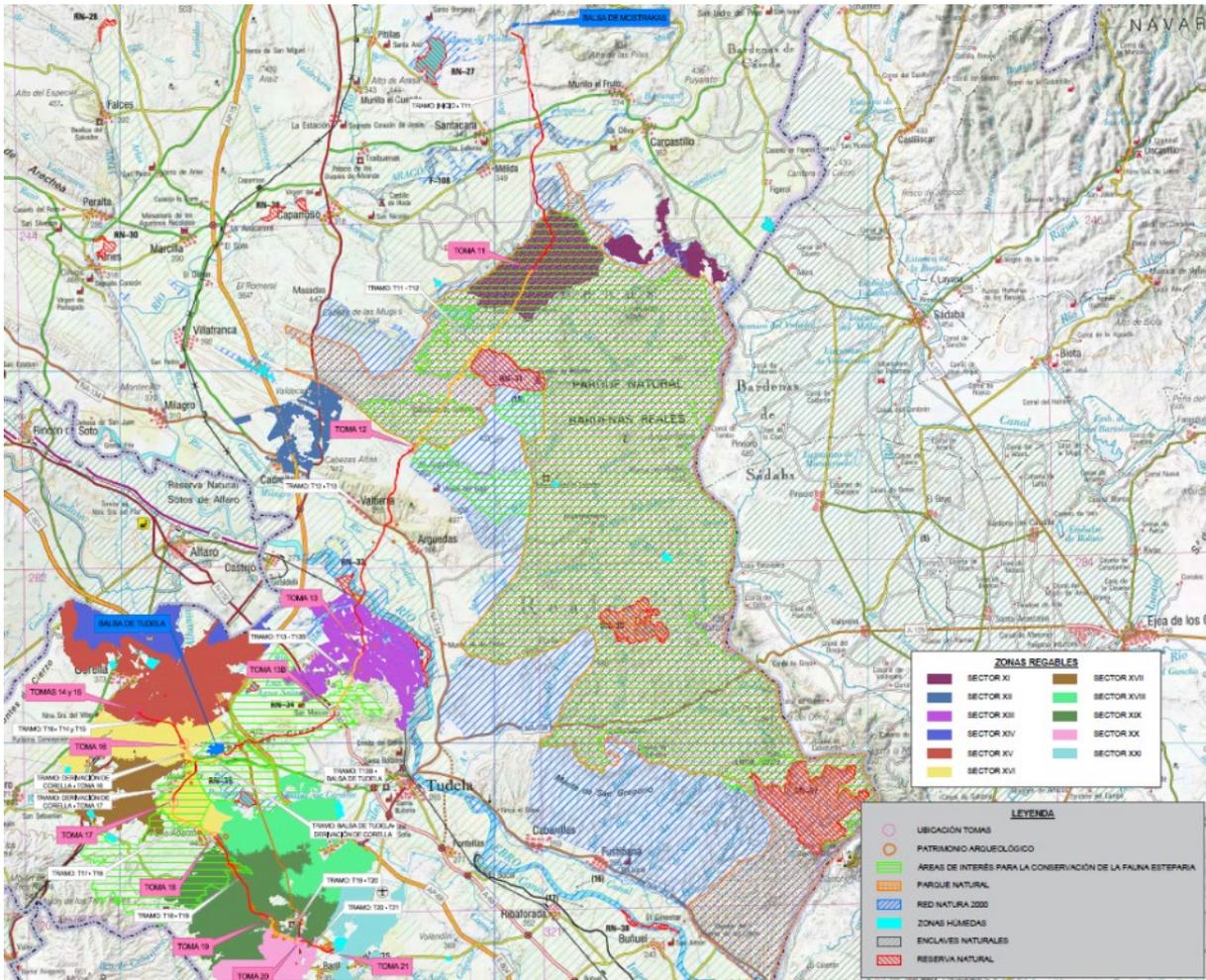
3. ALCANCE

La segunda fase del Canal de Navarra contempla la construcción de conducciones de acero helicoidal a presión en un trazado de 71,4 kilómetros de longitud con doce tomas de abastecimiento y riego, y dos balsas de 109.078 m³ y 7.953.703,4 m³ que permitirán dotar de regulación y garantía de suministro al sistema.

La infraestructura partirá del tramo final del canal actual (1ª Fase) tras el túnel de Pikarana en el término municipal de Pitillas, y finalizará en la Laguna de Lor, en el término municipal de Ablitas. Además, de la conducción principal se ejecutará un ramal para regar la zona del río Alhama, que terminará entre Cintruénigo y Corella.

Dicha infraestructura permitirá el abastecimiento de agua de boca de calidad a diversos núcleos de la Ribera de Navarra y la puesta en riego de hasta un máximo de 20.214 ha con un caudal total en origen de 20 m³/s.

Los caudales en las diversas tomas de abastecimiento y riego se recogen en el cuadro adjunto.



TOMA	SECTOR	ZONAS	DENOMINACIÓN	Tipo	Total Sup (ha)	Total sup (ha)	Caudal riego (l/s)	Caudal abastecimiento (l/s)	Total (l/s) sin coef. punta	Patrón
11	XI	1	Carcastillo, Mérida y plano de la Bardena	Con bombeo	2.852	2.852	2.769	0,00	2.768,52	2
12	XII	2a	SAT de Valcardena de Cadreita	Sin bombeo	257	662	642,62	0,00	642,62	1
		2b	SAT de Valcardena de Cadreita	Sin bombeo	405					
13	XIII	3a	Comunal de Tudela Montes de Cierzo I	Sin bombeo	622	1.780	1.728	0,00	1.727,90	1
		3b	Comunal de Tudela Montes de Cierzo II	Sin bombeo	1.158					
13b								320,00	320,00	
14-15-16	XIV	4a	Sindicato de Riegos de Corella (presión natural)	Con bombeo	1.059	1.059	1.028	0,00	1.028,00	2
	XV	4b	Sindicato de Riegos de Corella (BBP)	Sin bombeo	2.700	2.700	2.621	0,00	2.620,97	1
	XVI	5a	CR Cintruénigo (BBP)	Sin bombeo	2.048	2.048	1.988	0,00	1.988,05	1
17	XVII	5b	CR Cintruénigo (BAP)	Con bombeo	1.348	1.348	1.309	74,00	1.382,54	2
18	XVIII	6a	Sindicato de Riegos de Cascante (presión natural)	Con bombeo	391	2.345	2.276	0,00	2.276,36	1

TOMA	SECTOR	ZONAS	DENOMINACIÓN	Tipo	Total Sup (ha)	Total sup (ha)	Caudal riego (l/s)	Caudal abastecimiento (l/s)	Total (l/s) sin coef. punta	Patrón
		12	CR Murchante (presión natural)	Sin bombeo	1.095					
		13a	CR La Encomienda de Urzante (presión natural)	Sin bombeo	464					
			comunal Camponuevo	Sin bombeo	332					
		13b	comunal La Torre	Sin bombeo	63					
19	XIX	6b	Sindicato de Riegos de Cascante (BBP +BAP)	Con bombeo	2.933					
			CR Murchante (BBP)	Con bombeo	152	3.167	3.074	0,00	3.074,30	2
			CR La Encomienda de Urzante (BBP)	Con bombeo	82					
20	XX	9	C.R. Tulebras	Con bombeo	348					
		10a	C.R. Monteagudo (BBP)	Con bombeo	366	1.246	1.210	0,00	1.209,53	2
		10b	C.R. Monteagudo (BAP)	Con bombeo	532					
21	XXI	11a	C.R. Ablitas	Con bombeo	318					
		15	C.R. Saso Pedriz	Sin bombeo	689	1.007	978	0,00	977,52	1
					20.214	19.622	394	20.016		

4. ANTECEDENTES

Desde la década de los 80 del siglo pasado, en que se ejecutaron los estudios previos relativos al Canal de Navarra y su zona regable, ha habido una evolución constante fundamentalmente en lo relativo a las demandas del canal y, más en concreto, en lo relativo a las superficies de riego y a las dotaciones.

En este sentido el Gobierno de Navarra encargó dos estudios: el primero en el año 2010 a la extinta Riegos de Navarra, S.A., titulado Asistencia Técnica para los trabajos de Ampliación de la 1ª fase y Definición de la 2ª fase del Canal de Navarra y el segundo fue encargado a INTIA en el año 2016 y llevaba por título Asistencia técnica para la definición de alternativas para las necesidades de riego en la Ribera de Navarra (Estudio en la Ribera Sur de Navarra).

En la 7ª reunión de la Comisión de Seguimiento del Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y la Comunidad Foral de Navarra para la construcción del Canal de Navarra, celebrada en fecha 4 de mayo de 2010, se evidenció la necesidad de modificar determinados criterios de regabilidad en la 2ª fase del Canal de Navarra, en especial por razones energéticas, ya que contemplaba transformaciones sometidas a grandes alturas de bombeo (en los 5 últimos años el coste de la energía se había incrementado un 80%) y por el solape existente entre la zona a transformar en la 2ª fase con áreas que ya se regaban a través del Canal de Lodosa y se acordó que la sociedad "Riegos de Navarra, S.A." abordara un estudio en orden a definir tanto el número de hectáreas de la 2ª fase del Canal de Navarra en la margen derecha del río Ebro, como la posibilidad de identificar nuevas zonas regables en su margen izquierda, en terrenos de la Comunidad Foral, que sustituyeran a las eliminadas.

Dicho estudio, en forma de **Asistencia Técnica para los trabajos de Ampliación de la 1ª fase y Definición de la 2ª fase del Canal de Navarra**, fue encomendado a la citada sociedad (ahora INTIA S.A.) por Resolución

993/2011, de 26 de agosto, del Director General de Desarrollo Rural.

En relación únicamente a la definición de la 2ª Fase del Canal de Navarra, el Resumen Ejecutivo de dicha Asistencia Técnica detalla el proceso de la nueva selección de las áreas regables del Canal de Navarra en su 2ª Fase que dominará 21.522 ha, de conformidad con las recomendaciones de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro y atendiendo a criterios energéticos que procuran un ahorro anual de 10,6 GWh y establece un caudal de diseño de la 2ª Fase de 20 m³/s en base a la superficie regable seleccionada.

Con todo lo anterior, el total de la superficie regable del Canal de Navarra alcanzaría las 59.160 ha, cuyo consumo no superaría el límite de la actual concesión 340 hm³/año, lo que supone un incremento del 11,4% sobre la superficie concesional actual de 53.125 ha, cuyo titular es la Comunidad General de Regantes del Canal de Navarra.

Tras los trabajos llevados a cabo por la Oficina de Planificación Hidrológica y la Comunidad de Regantes del Canal de Lodosa, así como del análisis de los costes energéticos de la 2ª Fase, en el Consejo de Administración de CANASA de 17 de mayo de 2010, se presentó por Riegos de Navarra, S.A. el documento denominado "Sectorización de la zona regable de la 2ª Fase del Canal de Navarra, caudales de diseño en las tomas y datos para el estudio de regulación del Canal", abril de 2010, versión 02, Riegos de Navarra, S.A.

Con la finalidad de informar a la Administración de la Comunidad Foral y a los potenciales usuarios sobre las condiciones que deberán asumir con la incorporación a la 2ª Fase del Canal de Navarra, INTIA, S.A., por encargo del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, desarrolló durante 2016, en tres bloques, el "Estudio en la Ribera Sur de Navarra" para la definición de alternativas para las necesidades de riego en la Ribera Sur de Navarra. Asimismo, Navarra de Infraestructuras Locales, S.A. (NILSA), por encargo del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, desarrolló durante 2016, el estudio denominado "Abastecimiento de agua para uso urbano e industrial en la Ribera de Navarra. Diagnóstico de la situación actual y alternativas de mejora" para la definición de alternativas para las necesidades de agua de uso urbano e industrial en la Ribera Sur de Navarra.

Durante los meses de febrero y marzo de 2017 el Gobierno de Navarra convocó a las entidades locales y regantes incluidos en el ámbito del estudio para presentar las diferentes alternativas y los costes de inversión y explotación de cada una de las opciones.

Se inició así un proceso de consultas oficiales con los futuros usuarios, de manera que en julio de 2017 quedaron precisados los compromisos de las partes.

Por acuerdo del Consejo de Administración de CANASA, de 30 de octubre de 2017, se autorizó el gasto y se aprobó la licitación del Proyecto de construcción de la Segunda Fase del Canal de Navarra, con arreglo al Pliego de Cláusulas Particulares y al Pliego Técnico, para una superficie de riego de 21.522 ha y un caudal en origen de 20 m³/s.

Por Acuerdo del Consejo de Administración de CANASA, de fecha 14 de marzo de 2018, se adjudicó el contrato

de servicios de asistencia técnica para la redacción del “Proyecto de construcción de la Segunda Fase del Canal de Navarra” a la Unión Temporal de Empresas denominada UTE CANAL DE NAVARRA FII, formada por INGIOPSA INGENIERÍA, S.L. y EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERÍA, S.L. El correspondiente contrato entre CANASA y la UTE adjudicataria, se firmó en Zaragoza, en fecha 12 de abril de 2018.

5. NORMAS Y REFERENCIAS

5.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

Serán de aplicación lo referido a la Normativa vigente en su última redacción, y en general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

A continuación, se resume las principales normativas:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, por el que aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre y a la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes modificada por la Ley 21/2015, de 20 de julio, y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE n 38, de 13 de febrero de 2008).
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del RITE.
- Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio).
- Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/1975), con las modificaciones posteriores.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. (BOE nº269 de 10 de noviembre de 1995), y los Reales Decretos que la complementan.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE nº298 del 13 de diciembre de 2003).

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (BOE nº71, de 23 de marzo de 2010).
- Reglamento Técnico LE Alta Tensión RD223/2008
- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley Foral 6/1987, de 10 de abril, de normas urbanísticas regionales para protección y uso del territorio.
- Ley Foral 4/2021, de 22 de abril, para la modificación del artículo 192 del Texto Refundido de la Ley Foral de Ordenación del Territorio y Urbanismo aprobado mediante Decreto Foral Legislativo 1/2017, de 26 de julio.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 7/2018, de 20 de julio, de modificación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 334/1987, de 27 de febrero, de Transmisión a la Comunidad Foral de Navarra, del dominio de los montes de titularidad del Estado.
- Decreto Foral 120/2017, de 27 de diciembre, por el que se designa el Lugar de Importancia Comunitaria denominado "Bardenas Reales" como Zona Especial de Conservación, se aprueba el Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación, de la ZEPA ES0000171 "El Plano-Blanca Alta", de la ZEPA ES0000172 "Rincón del Bu-La Nasa-Tripazul" y del enclave Natural "Pinar de Santa Águeda" (EN-4), y se actualiza el Plan Rector de Uso y Gestión de las reservas naturales "Vedado de Eguaras" (RN-31), "Rincón del Bu" (RN-36) y

“Caídas de la Negra” (RN-37).

- Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses.

Otra documentación de referencia.

- Reglamento 305/2011 de la Unión Europea por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
- Guía técnica sobre Depósitos para Abastecimiento de agua potable. CEDEX. 2009.
- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX 2006.
- Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado (IET). Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Madrid 2007.
- Recomendaciones del I.E.T.C.C. para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa.
- UNE-EN 545:2011. Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- Decreto 189/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces.
- Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Orden de 6 de agosto de 2018, conjunta de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la utilización de lodos tratados de depuradora en el sector agrario.

Si de la aplicación conjunta de los Pliegos y Disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y sólo en el caso de que aun así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación de la Administración siempre que no se modifiquen las bases

económicas establecidas en el Contrato, en cuyo caso se considerará a lo dispuesto en la vigente Ley de Contratos del Sector Público.

5.2. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Se contemplan en este apartado la relación de los principales programas utilizados para el desarrollo de los cálculos realizados:

Elemento	Programa de cálculos
Climatológico	- GIS - Hojas de cálculos de desarrollo propio
Hidrología e Hidráulicos ríos y arroyos	- Hec-Ras - GIS
Geotécnicos	- SLOPE
Estudio de caudales	- Hojas de cálculos de desarrollo propio
Trazado	- MDT (INSTOP)
Cálculos estructuras	- CYPE (nº lic.3061) - TRICAL - SAAP - Hojas de cálculo de desarrollo propio
Cálculos mecánicos. Macizos de anclaje	- Hojas de cálculos de desarrollo propio
Cálculos mecánicos tuberías de acero helicoidal	- Hojas de cálculos de desarrollo propio
Cálculos mecánicos. tuberías de acero inoxidable y helicoidal	- Hojas de cálculos de desarrollo propio
Cálculos mecánicos de hincas	- Hojas de cálculos de desarrollo propio - Programa ATHA (tuberías de hormigón)
Cálculos justificativos del proceso	- Hojas de cálculos de desarrollo propio a partir de fórmulas reconocidos internacionalmente - Modelizaciones con Biowin - ATV alemana
Cálculos hidráulicos	- Hojas de cálculos de desarrollo propio a partir de fórmulas reconocidas en manuales
Modelos hidráulicos	- EPANET - Diagats (transitorios) - SURGE (Transitorios) - Allievi - Hojas de cálculo propias
Expropiaciones	- GIS - Autocad - Hojas de cálculos de desarrollo propio
Delineación	- GIS - Autocad
Anejos y otros	- Word, Excel y Project (Microsoft)

6. ALCANCE DE LAS OBRAS

6.1. CONCEPCIÓN GLOBAL DEL SISTEMA

La actuación se desarrolla en los municipios de Arguedas, el territorio de las Bardenas Reales (no pertenece a ningún T.M.), Cascante, Cintruénigo, Corella, Mélida, Pitillas, Santacara, Tudela, Tulebras, Ujué y Valtierra, sobre

terrenos clasificados, en su mayoría, como suelo rústico de secano (cereal, viñas...) y de regadío (frutales, maíz...), albergando, entre otros, cultivos leñosos de almendro y olivar, principalmente en el municipio de Tudela. Si bien el ámbito del proyecto es predominantemente agrícola, a lo largo del trazado la infraestructura atraviesa diversos espacios dotados de interés medioambiental.

El sistema se conceptualiza mediante una red de distribución lineal ejecutada con conducciones de acero helicoidal y en cuyo trazado se encuentran las tomas de riego y abastecimiento.

Dicha conducción parte del tramo final del Canal de Navarra fase-1 donde se ubicará la Balsa de Mostrakas, la cual actuará como balsa de seguridad y cola de canal, y termina en la Laguna de Lor en el término municipal de Ablitas, cruzando las Bardenas Reales, el río Aragón, el río Ebro, la A-68 y la AP-68 con un ramal hacia el río Alhama.

La segunda fase del canal de Navarra se ha dividido en diferentes tramos correspondientes a los puntos de partida y conexiones entre tomas, además del ramal de Corella, que partía del tronco del Canal y se dirigía hacia el Norte hasta el término municipal de Corella.

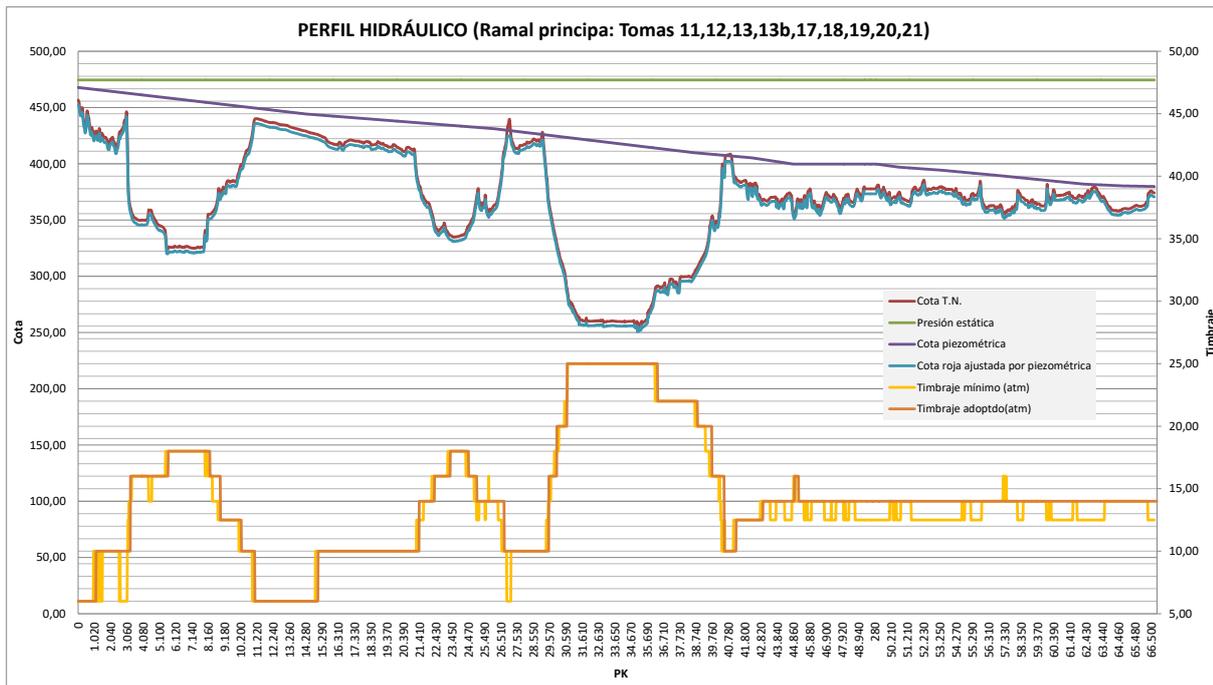
Para la adecuada regulación del sistema y con objeto de minimizar el diámetro de las conducciones, se ha diseñado la balsa de Tudela con una capacidad de 7.953.703,4 m³ ubicada en el término municipal de Tudela, y de cuya regulación dependerán las tomas 17 a 21, y el ramal de Corella (Tomas 14, 15 y 16).

El sistema funcionará siempre por gravedad aprovechando la cota disponible en la balsa de Mostrakas por lo que la red siempre estará presurizada. El llenado y caudal transportado hasta la balsa de Tudela estará por lo tanto condicionado por la cota de explotación de la balsa de Mostrakas y/o canal en la obra de toma de Pikarana, la cota de nivel de la balsa de Tudela en cada momento, y la demanda de las tomas a lo largo de las conducciones.

La demanda en cada toma será variable a lo largo del día y en los diferentes meses del año, presentando momentos en los que coincidirán los caudales punta en todas las tomas. La capacidad de recuperación del volumen de la balsa de Tudela y las dimensiones de las conducciones se han diseñado teniendo en cuenta el volumen máximo consumido en el mes de máxima demanda.

Hidráulicamente el sistema funcionará a la demanda cubriendo las puntas requeridas, si bien con las limitaciones concesionales establecidas en el máximo volumen consumido anual y máximo volumen mensual conforme a la resolución de 14 de abril de 2004 de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Al estar la red siempre presurizada se permitirá dotar de presión a las tomas en los diversos escenarios de explotación, con el consecuente ahorro energético frente a la solución en canal a cielo abierto.



6.2. CONDUCCIONES

6.2.1. Conducciones

El presente proyecto contempla la construcción de una conducción de acero helicoidal presurizada de de 71,4 km de longitud la cual se ha tramificado en diversos tramos comprendidos entre las tomas de riego y abastecimiento y derivaciones a la Balsa de Tudela (BT) y Ramal de Corella (DC).

A continuación se adjunta la tramificación y principales características de las conducciones:

Tramo	P.Ki. tramo	P.Kf. tramo	P.K. Acumulado	Toma	Nº tuberías	DN tuberías (mm)	Long. tramo (m)	Long. tubería (m)	Long. Total tuberías(m)	Denominación de las hincas	Tipo de hinca	Long (m) hincas
Conexión	0	137	137	CN. Pikarana	2	2.000	137	274	52.534	N/A	N/A	--
CN-T11	0	14.290	14.427	TOMA 11	2	2.000	14.290	28.580		Río Aragón	2x2500 mm HA. esc. Cerrado	153
										NA-128	2x2500 mm HA. esc. Cerrado	35
T11-T12	0	11.840	26.267	TOMA 12	2	1.800	11.840	23.680		N/A	N/A	--

Tramo	P.Ki. tramo	P.Kf. tramo	P.K. Acumulado	Toma	Nº tuberías	DN tuberías (mm)	Long. tramo (m)	Long. tubería (m)	Long. Total tuberías(m)	Denominación de las hincas	Tipo de hinca	Long (m) hincas
T12-T13	0	12.500	38.767	TOMA 13	2	1.800	12.500	25.000	49.424	Cerro	2x2500 mm HA. esc. Abierto	200
										NA-134	2x2500 mm HA. esc. Cerrado	50
										Río Ebro	2x2500 mm HA. esc. Cerrado	500
										FFCC Alsasua-Zaragoza	2x2500 mm HA. esc. Cerrado	50
T13-T13B	0	3.640	42.407	TOMA 13BIS	2	1.800	3.640	7.280	AP68	2x2000 mm HA. esc. Abierto	115	
T13B-BT	0	6.928	49.335	Derivación Tudela	2	1.600	6.928	13.855	N/A	N/A	--	
BT-DC	0	1.644	50.979	Deriv Corella	2	1.900	1.644	3.289	N/A	N/A	--	
DC-T17	0	2.730	53.709	TOMA 17	2	1.800	2.730	5.460	26.416	NA-160	2x2500 mm HA. Esc. Abierto	40
T17-T18	0	3.230	56.939	TOMA 18	2	1.600	3.230	6.460		N/A	N/A	--
T18-T19	0	5.610	62.549	TOMA 19	1	1.800	5.610	5.610		N/A	N/A	--
T19-T20	0	2.440	64.989	TOMA 20	1	1.500	2.440	2.440		N/A	N/A	--
T20-T21	0	2.055	67.044	TOMA 21	1	1.300	2.055	2.055		N/A	N/A	--
DC-T16	0	1.150	1.150	TOMA 16	1	1.800	1.150	1.150		N/A	N/A	--
T16-T14	0	3.241	4.391	TOMA 14 Y TOMA 15	1	1.600	3.241	3.241	N-113	1x2000 mm HA. Exc. Abierto	50	
								71.435	128.374			

La conducción se ejecutará con tubería de acero conforme a norma UNE-EN 10224 según normativa vigente, helicosoldada, de diámetro nominal y espesor mínimo determinado por los cálculos hidráulicos y mecánicos.

La tubería dispondrá de revestimiento interior de 500 micras de pintura epoxi, apta para el contacto con agua para consumo humano y exterior de 3 mm de polietileno extruido en caliente o 1.000 micras de poliuretano, previa preparación de ambas superficies a grado SA 2 ½ con manga termorretráctil de protección exterior, pintado interior de las mismas.

Para timbrajes menores a 20 atm se utilizará tubería de acero de calidad mínima L275 conforme a norma UNE-EN 10224 de acero helicosoldada. Para timbrajes mayores o iguales a 20 atm se utilizará tubería de acero de calidad mínima L355.

Los espesores de las tuberías han sido calculados teniendo en cuenta los condicionantes mecánicos de los materiales de relleno de la zanja, carga de tránsito de tráfico pesado y presencia freática. Para el desarrollo de las obras se han homogenizado espesores en longitudes mínimas de 500 m, a excepción de los tramos de conexión a hincas.

6.2.2. Secciones tipo

Para el desarrollo de las obras se ha considerado 11 secciones tipo, función de la altura de excavación, cruce de carreteras a cielo abierto, ubicación de arquetas de ventosa o desagües, cruce de arroyos erosivos, cauces o ramblas singulares, cruce con canales y secciones a adoptar entre pantallas o en tramos con pendiente mayor al 30%.

- Sección tipo Z1: Zanja trapezoidal en terreno natural con altura de excavación menor $Ht \leq 6,0$ m
- Sección tipo Z2: Zanja trapezoidal en terreno natural con altura de excavación mayor $Ht > 6,0$ m y menor $Ht < 10,0$ m
- Sección tipo Z3: Zanja trapezoidal en terreno natural con altura de excavación mayor $Ht \geq 10,0$ m
- Sección tipo Z4: Zanja trapezoidal en cruces de carreteras
- Sección tipo Z5: Trapezoidal bajo arquetas
- Sección tipo Z6: Zanja trapezoidal en cruces de arroyos erosivos
- Sección tipo Z7: Zanja trapezoidal en cruces de cauces singulares
- Sección Z8: Zanja trapezoidal en cruces de canales singulares
- Sección tipo Z9: Hincas
- Sección tipo Z10: Rellenos entre pantallas
- Sección tipo Z11: zanja en tramos con pendiente superior a 30%

El detalle de la tramificación propuesta, secciones tipo adoptadas, diámetros de tuberías, espesores, timbrajes y

taludes adoptados a lo largo de la traza se adjunta en el Documento nº2 Planos y en el Apéndice 7.1: Trazado y Replanteo.

6.2.3. Trazado

La conducción se inicia en el tramo final de la 1ª Fase del Canal de Navarra, a la salida del túnel de Pikarana y discurre en dirección sur hasta la Laguna de Lor ubicándose a lo largo del trazado las tomas 11, 12, 13, 13bis, conexión a la balsa de Tudela, 17, 18, 19, 20 y 21. Tras pasar la Balsa de Tudela se ubica la valvulería de derivación a Corella, desde donde saldrá un ramal que acometerá a las tomas 16, 14 y 15 (Ramal de Corella).

El trazado de las conducciones se desarrolla mediante alineaciones rectas y curvas con objeto de minimizar la necesidad de macizos de anclaje. Se estiman longitudes comprendidas entre 6 y 14 m, siendo preferencial la longitud de 14 m por su optimización de costes en la puesta obra, si bien puntualmente para radios de giro pequeños será necesario la ejecución de trabajos de calderería y formación de gajos conforme normativa AWWA.

El alzado cumple la condición relativa a que la pendiente de la línea de energía nunca se sitúe en presiones negativas en ningún punto de la tubería y que la presión residual disponible aguas abajo sea suficiente. Este condicionado ha sido expuesto en el Anejo 6: Cálculos hidráulicos en el escenario de cota de explotación mínima en balsa de Tudela de 398,70 m.s.n.m. (modelo de funcionamiento en el mes posterior al de máxima demanda)

Para cumplir el requerimiento hidráulico ha sido necesario ajustar la rasante de la tubería para evitar que corte la piezométrica con la geométrica. Especial mención tiene la necesidad de ejecutar una hinca en el cerro del tramo T12-T13 para minimizar la altura de excavación en zanja y su afección ambiental.

Los principales ajustes del alzado por piezométrica se producen en los siguientes tramos:

Tramo	PKi	Pkf
T12-T13	2+931	3+011
T12-T13 (hinca)	0+760	0+960
T13-T13b	1+721	2+336
T17-T18	2+320	2+375
T18-T19	3+279	3+324
T19-T20	0+450	0+918
T20-T21	1+666	1+883
DC-T16	0+573	0+883

El trazado de la conducción se ha desarrollado, siempre que ha sido posible, paralelo a caminos agrícolas y minimizando la afección de parcelas y servicios existentes. Adicionalmente se han tenido en cuenta condicionantes de carácter geotécnico, orográficos, hidráulicos y ambientales y arqueológicos, así como los especificados por los diferentes Organismos.

En el tramo CN-T11, el presente proyecto contempla la necesidad de ejecutar el trazado por el cortado de Santacara. Para ello se ha contemplado minimizar la excavación en zanja y afección al cortado adoptando medidas especiales de integración paisajística y estabilización de la erosión incluyendo la tubería del Sector X que se encuentra en la actualidad al descubierto.

Con carácter general y con aplicación a toda la traza, el proyecto contempla la ejecución de macizos de anclaje en tramos con pendiente superior al 30%, así como la ejecución de anclajes con muros de contención cada 38 m aproximadamente de forma que se contengan deslizamientos de rellenos. Complementariamente se ejecutará la estabilización del relleno de cobertura mediante la ejecución de geomallas dispuestas cada 1,5 m en altura y abarcando la anchura de relleno. Finalmente se dispondrá de fajas cada 5,0 m y se procederá a la plantación de especies arbustivas y arbóreas en el talud.

Para el caso de particular del tramo T12-T13, entre los PK 3+000 y 4+800, el trazado discurre por el barranco de la Fuente. Desde el PK 3+300 hasta el 4+250 el terreno está dedicado al cultivo agrícola.

Una vez realizado el relleno de zanja, y para evitar procesos erosivos se dispondrá transversalmente a la traza cadenas de retención de sólidos conformadas por celdas de gaviones de 1,0 x 1,0 m en un ancho de 15 m y una separación de 50 m.

Desde el PK 4+250 hasta el 4+800 la zanja será hormigonada de tipo Z6 con relleno de lecho móvil. La anchura de la banda de afección se reduce siendo su ejecución mediante ataque en frente, minimizando así la afección ambiental del entorno.

Finalmente, la actuación será regenerada ambientalmente mediante la plantación de especies arbustivas y arbóreas seleccionadas.

En cuanto a las infraestructuras de transporte se cruzan carreteras y línea de ferrocarril de diversa índole:

- El cruce con carreteras autonómicas NA-1240; NA-8712, NA-6830, NA-6900, NA-6810 y NA-3042 se ejecutará a cielo abierto y mediante desvío de tráfico programado. La sección tipo prevista de cruce es la denominada Z4 hormigonada, donde se contempla la reposición del firme existente.
- El cruce de las carreteras autonómicas NA-128 Peralta-Carcastillo-Lte. Zaragoza; NA-134 Eje del Ebro; y NA-160 Tudela-Cintruénigo, se realizará mediante hinca.
- Las vías de ámbito nacional N-113 y AP68 se cruzarán mediante hinca, y la carretera N-121C Tudela-Tarazona se cruzará a cielo abierto con desvío de tráfico.
- Para el caso particular del cruce de la A68, el trazado de la infraestructura proyectada se ejecuta con dos

conducciones paralelas de 1.600 mm que cruzarán bajo la autovía a través del paso inferior de fauna, no siendo necesario la ejecución con hinca. Se ha previsto la ejecución de una pantalla de micropilotes con objeto de no afectar a la cimentación del paso durante la fase de excavación. Una vez instalada la tubería se procederá a su hormigonado hasta la clave del camino.

- La línea de ferrocarril Alsasua-Zaragoza, que discurre por la margen derecha del río Ebro se cruzará mediante hinca.

Todas las hincas proyectadas cumplen los requerimientos de cobertura mínima y distancia de pie de talud.

En cuanto a la planificación de futuras infraestructuras:

- El presente proyecto contempla el futuro trazado de la AP-15 entre Ágreda y Tudela, que queda englobado dentro del Estudio Informativo «Autovía A-15: Soria (este)-Tudela» sin contemplar su ejecución en hinca por desconocerse la fecha de ejecución del mismo.
- En cuanto al corredor Cantábrico-Mediterráneo de alta velocidad. Tramo Zaragoza-Castejón, al preverse el cruce con el trazado de la línea férrea en desmonte y encontrarse dicho proyecto en fase de planificación (Estudio Informativo), se asumirá que la conducción del Canal de Navarra será repuesta mediante conducción aérea o enterrada. Es por ello por lo que a efectos de trazado se considerará que la conducción se construirá con anterioridad a la L.A.V., si bien se ha previsto la protección catódica de la conducción.

A lo largo del trazado se cruzarán los ríos Aragón, Ebro y Queiles:

- El cruce del río Aragón se realizará mediante hinca minimizando de esta forma el impacto ambiental de la infraestructura. No resultarán afectados los espacios naturales de la Red Natura 2000 ni los incluidos en la lista de Espacios Naturales Protegidos de Navarra.
- La ejecución del cruce del río Ebro mediante una hinca de 500 m de longitud solventa la problemática de implantar medidas compensatorias e integrar paisajísticamente la obra, minimizando las afecciones al Enclave Natural (EN 10) “Sotos de Murillo de las Limas”, humedales con lámina de agua estable, el Enclave Natural (EN 10) “Soto de Sardavilla”, la Reserva Natural RN32 “Soto del Ramalete”, diversos hábitats de interés comunitario no prioritarios en muy buen estado de conservación (92D0, 92A0, 6430), además de otros de carácter prioritario fuera de la citada Reserva Natural.
- En el caso del río Queiles, el cruce se ejecutará a cielo abierto.

Tanto las hincas como la solución a cielo abierto se han desarrollado teniendo en cuenta los condicionantes ambientales acordados con el Gobierno de Navarra tras la realización de las oportunas consultas.

El resto de cursos de agua atravesados por la traza son cauces de escasa entidad o de carácter intermitente o estacional, o bien se trata de azarbes de riego cuya reposición completa y ejecución de la obra mediante bypass se contempla en el presente Proyecto.

Las infraestructuras de riego más relevantes son el canal de Lodosa y la acequia de Navarra, si bien a lo largo de la traza son numerosas las afecciones a redes de riego como el sector X de Aguacanal, acequia Herrenillos, conducciones de DN 300 FD de la Comunidad de Bardenas Reales, conducciones de DN 300 FD de la Comunidad de Regantes del Ferial, Conducciones de DN 250 FD de la Comunidad de Regantes de Montes del Cierzo, Tubería de DN 600 FC de la C.R. Cascante, Conducción a Corella de la Mancomunidad de Aguas del Moncayo, acequias de riego la Laguna, tomas de riegos y múltiples azarbes acequias y redes de baja.

Se afectarán redes de abastecimiento de diversos diámetros y materiales (DN 90 PE, DN 100 FD, DN 200 y 300 FD) de la comunidad Mairaga (Carcastillo-Caparroso), del depósito de Mélida, Abastecimiento a Arguedas-Valtierra, de la Mancomunidad de Aguas de Cascante, Cintruénigo y Fitero, y Aguas de Tudela.

En cuanto a los yacimientos arqueológicos y su categorización, se ha desarrollado el trazado para que éste discorra siempre fuera de la banda de protección. Se ha tenido especial cuidado en los elementos “El Saso III” y “El Ramalete”, de categorías 2 y 1, respectivamente.

A partir de la derivación de Corella el trazado discurre hacia la Laguna de Lor en el Término Municipal de Cascante donde son numerosos los yacimientos arqueológicos. El trazado discurre serpenteando alrededor de los yacimientos sin afección a los mismos. De igual forma se ha reducido la banda de ocupación temporal de forma que será necesario la ejecución de procesos de excavación de forma seleccionada con acopios de tierra desplazados.

6.2.4. Movimiento de tierras y reutilización de materiales

Previa ejecución de las obras será necesario proceder a las operaciones de desbroce y retirada de la tierra vegetal para su acopio y posterior uso. El proyecto contempla una banda de expropiación temporal suficientemente ancha que permita el acopio de la excavación de tierra vegetal y tierras por separado. Dicha franja se ajusta para no afectar a las infraestructuras y yacimientos arqueológicos existentes.

Con carácter general, las conducciones discurren por terrenos cuaternarios y sustratos terciarios de lutitas con intercalaciones de areniscas.

El presente proyecto contempla el aprovechamiento máximo de materiales excavados como rellenos seleccionados y de cobertura de la obra.

Se intentará siempre que la totalidad del material excavado sea utilizado en los rellenos de la zanja. Para ello, será necesario prever en la excavación la utilización de martillo o ripper en suelos cementados, lutitas o tramos con presencia de yesos., y será necesario realizar operaciones de selección, cribado y machaqueo.

Para su caracterización y medición se han distinguido los suelos por su dureza y procedimiento constructivo requerido. Se distinguen dos tipologías: Los que son excavables y puntualmente requerirán el uso de martillo, y los que serán ripables y requerirán uso de martillo.

La caracterización geotécnica de las excavaciones y especialmente en suelo cuaternario obliga a que en gran parte del trazado sea necesario el uso de bombeos de achique de gran capacidad continuados, tanto por la alta presencia freática como por las condiciones temporales en las que se ejecutarán las obras en presencia de riego. Adicionalmente será necesario contemplar las operaciones de desecado previa su puesta en obra como rellenos. Dicha necesidad de achiques y desecados ha sido contemplada tanto en los precios como en el procedimiento constructivo.

Durante la obra se realizará la planificación pertinente para la reutilización de los materiales del movimiento de tierras teniendo en cuenta la caracterización geotécnica del tramo que atraviesa, y en consecuencia las operaciones necesarias de optimización para su reutilización en la obra y según su uso (cama de apoyo, relleno de riñoneras o relleno de cobertura):

- Los materiales del sustrato Terciario se extenderán y se fragmentarán mediante el paso de bulldozer o rodillo varias veces para poder utilizarse en el relleno de la zanja. Podrán utilizarse como suelos ordinarios (Suelos SC4), bien en el relleno de riñoneras limitando el tamaño de los fragmentos a 3 cm, o bien en el relleno de cobertura donde se limita el tamaño de los fragmentos ripados a 15 cm.
- Las formaciones con un predominio en materiales competentes, niveles de areniscas de la Fm. Cascante y bancos de la Unidad Olite podrán ser utilizados como relleno de cobertura en su zona alta.
- Los materiales yesíferos y arcillo-yesíferos de la Fm. Lerín únicamente pueden ser empleados como relleno de cobertura en zona alta, limitando el tamaño de los fragmentos de yeso a 15 cm. Se aconseja el extendido del material para desmenuzarlo mediante el paso de rodillo o bulldozer con las pasadas necesarias y el empleo de martillo para reducir el tamaño de los fragmentos que puedan quedar.
- Los suelos detríticos finos procedentes de la excavación de suelos coluviales, fondos de valle y horizontes aluviales someros de niveles de terraza aluvial inferior, podrán utilizarse como suelos seleccionados (suelos SC4) para su empleo en el relleno de riñoneras o como suelos ordinarios en el relleno de cobertura. Los suelos excavados bajo freático deberán ser acopiados el tiempo suficiente para una posterior puesta en obra que permita su adecuada compactación. No obstante, los suelos blandos y saturados es posible que no puedan utilizarse para realizar rellenos ya que sería costoso su secado. Tampoco pueden utilizarse los suelos correspondientes a meandros abandonados, suelos arcillo-arenosos de tonos oscuros y negros, debido a su contenido en materia orgánica y plasticidad.
- Los suelos granulares procedentes de zanjas excavadas en niveles de terraza aluvial, glacis o suelos coluviales conforman suelos seleccionados SC2-SC3 en función del porcentaje de finos de la matriz. Podrán ser empleados como cama de apoyo de la tubería, relleno de riñoneras o relleno de cobertura, siendo necesario en todos los casos la selección, cribado y machaqueo de las gravas excavadas para cumplir, según el uso, las siguientes especificaciones:

- Cama de apoyo de material granular: Suelos granulares seleccionados SC2 con 2,5 cm de tamaño máximo de cantos y finos no plásticos. Exige un control exhaustivo en la selección del acopio granular, así como del machaqueo y cribado de las gravas, siendo lo más recomendable el suministro del material desde plantas de selección y tratamiento.
- Relleno de riñoneras: Suelos granulares seleccionados (SC2-SC3) con tamaño máximo de 3 cm.
- Relleno de cobertura: Gravas con tamaño máximo de cantos de 15 cm.

En todos los casos, los materiales excavados bajo freático deberán ser acopiados el tiempo suficiente para su posterior puesta en obra de forma que permitan su adecuada compactación.

Tras la ejecución de los rellenos se procederá a la extensión de la tierra vegetal y las operaciones de laboreo mecánico donde así proceda.

6.2.5. Excedentes de tierras

Tras el análisis de ubicación de vertederos existentes y distancias de transporte a éstos, se opta por seleccionar parcelas dedicadas al cultivo agrícola de secano junto a la traza y separadas entre ellas a una distancia media de 2,5 km, lo que permite distancias medias de transporte de unos 1,2 km.

En dichas parcelas o en los propios caballones adosados a la zanja se podrán realizar las operaciones de selección, cribado y machaqueo para reutilización del material excavado para rellenos.

La ubicación y superficie de las parcelas se han seleccionado de forma que la altura media de los rellenos de excedentes sea en todos los casos menor o igual a 1,0 m de altura, de forma que no se genere un impacto visual relevante. La única zona que se exceptúa de esta condición es la zona nº 5, que generará una altura de tierras de en torno a 1,45 m.

El excedente del movimiento de tierras será extendido en dichas parcelas a la finalización de las obras, procediéndose a la regularización y nivelación de las mismas para su posterior uso.

Una vez terminada la operación de extendido del excedente, se procederá a la descompactación de superficie, la plantación de especies arbustivas y arbóreas y operaciones de integración paisajística.

Finalmente, la parcela podrá ser utilizada para cultivo o bien será colonizada por la vegetación.

6.2.6. Tomas

El presente proyecto incluye doce tomas de abastecimiento y riego, la derivación a la Balsa de Tudela y la derivación del ramal de Corella.

Tramo	P.K. tramo	Toma	Nº tuberías	DN tuberías (mm)	DN Toma (mm)
CN-T11	0,00	INICIO	2	2.000	
CN-T11	14.290,00	TOMA 11	2	2.000	1.500
T11-T12	0,00	TOMA 11	2	1.800	
T11-T12	11.840,00	TOMA 12	2	1.800	700
T12-T13	0,00	TOMA 12	2	1.800	
T12-T13	12.500,00	TOMA 13	2	1.800	1.000
T13-T13B	0,00	TOMA 13	2	1.800	
T13-T13B	3.640,00	DESAGÜE Y TOMA 13BIS	2	1.800	500
T13B-BT	0,00	DESAGÜE Y TOMA 13BIS	2	1.600	
T13B-BT	6.927,73	Derivación Tudela	2	1.600	2.200
BT-DC	0,00	Derivación Tudela	2	1.900	
BT-DC	1.644,48	Derivación Corella	2	1.900	
DC-T17	0,00	Derivación Corella	2	1.800	
DC-T17	2.730,00	TOMA 17	2	1.800	1.000
T17-T18	0,00	TOMA 17	2	1.600	
T17-T18	3.230,00	TOMA 18	2	1.600	1.300
T18-T19	0,00	TOMA 18	1	1.800	
T18-T19	5.610,00	TOMA 19	1	1.800	1.500
T19-T20	0,00	TOMA 19	1	1.500	
T19-T20	2.440,00	TOMA 20	1	1.500	1.100
T20-T21	0,00	TOMA 20	1	1.300	
T20-T21	2.055,00	TOMA 21	1	1.300	1.300
DC-T16	0,00	Derivación Corella	1	1.800	
DC-T16	1.150,00	TOMA 16	1	1.800	1.300
T16-T14	0,00	TOMA 16	1	1.600	
T16-T14	3.241,37	TOMA 14 Y TOMA 15	1	1.600	900/1300

Nota: El diámetro DN de las tuberías se corresponde con el diámetro interior redondeado, y no con el diámetro exterior de la tubería de acero (diámetro nominal).

La ubicación de las tomas ha sido consensuada con los responsables de INTIA conforme a los siguientes criterios:

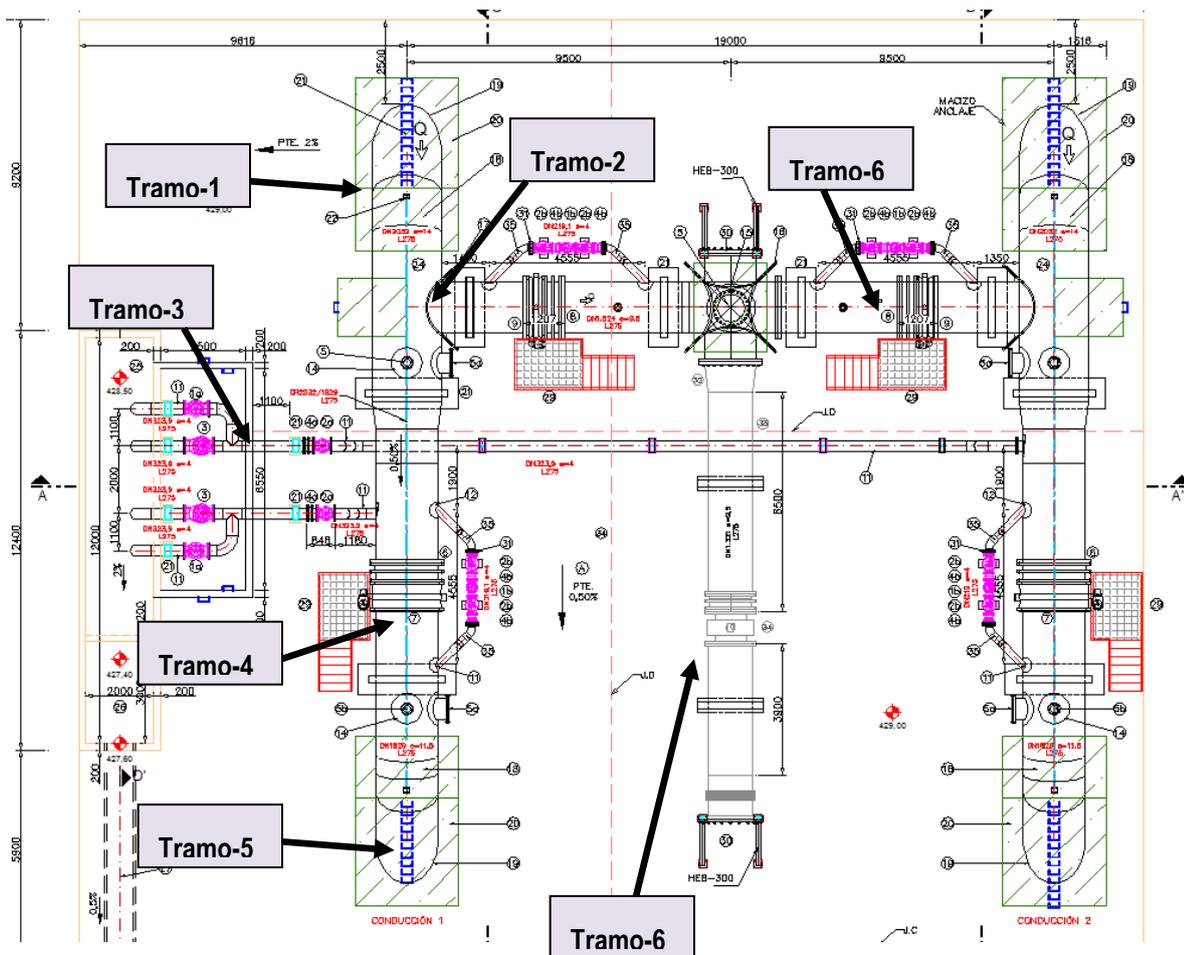
- Una vez definida la superficie y zonificación regable, la toma se ubica en el punto más próximo al centro de gravedad de la zona regable asociada o punto estimado de entronque. El desarrollo de las zonas regables supondrá conexiones futuras y necesidad de bombeos intermedios tal y como se expone en el

Anejo-5: Estudio de Caudales y Anejo-6: Cálculos Hidráulicos.

- Una vez definida la zona de ubicación de la toma, ésta debe situarse siempre fuera de los cerros y orografías que disminuyan la presión y pueda hipotecar el funcionamiento hidráulico global del sistema. Tal es el caso de la toma-16 y toma-17 que han requerido ser desplazadas. Ver comentarios expuestos en el Anejo-6: Cálculos Hidráulicos.
- Las tomas deben estar ubicadas en puntos con fácil accesibilidad y punto de desagüe que permita el vaciado controlado en situación normal de explotación y vertido espontáneo que se pueda producir en un escenario de transitorios.

6.2.6.1. Elementos de la toma

Las tomas se han proyectado siguiendo el criterio desarrollado en el RAE y obras del Canal de Navarra fase-1 y se describen en el siguiente esquema:



- Tramo-1: La tubería principal de diámetro DN1 sobresale del terreno mediante un cuello cisne conformado por gajos estructurales. En dicha pieza angular se dispondrá de un macizo de anclaje adecuado a la

presión estática y golpe de ariete correspondiente. A la salida de la tubería se dispondrá de una ventosa con válvula de corte de DN 200 mm o 250 mm según el caso y estudio hidráulico realizado.

- Tramo-2: En la conducción principal se dispone de una pieza en T de diámetros DN1/DN3 de derivación a la toma de riego.
- Tramo-3: Tras la derivación a la toma de riego y transversalmente a la conducción principal se dispone el desagüe y alivio de la toma de DN 300 mm que estará conformado por una válvula de corte de tipo compuerta y válvula de alivio de pistón con piloto y sostenedora de presión (tarada con la presión de transitorio). Paralelamente y bypaseando a la válvula pilotada se dispone el conducto de desagüe con válvula de corte.

El desagüe se realizará a una arqueta de descarga con capacidad suficiente para derivar el caudal máximo vertido al cauce más próximo. En el caso de que el cauce se encuentre lejano, se procederá a la ejecución de una zanja trapezoidal que tenga su origen en la arqueta de descarga y que conecte con el punto de vertido correspondiente.

- Tramo-4: En la conducción principal tras la derivación a toma se dispone de carrete de desmontaje y válvula de mariposa motorizada con accionamiento manual de diámetro DN2. Tras la válvula mariposa se dispondrá de una ventosa DN 200 mm o DN 250 mm según el caso.

Para evitar problemas de sobrepresión será necesario que las válvulas mariposa dispongan de multivueltas ajustado a la velocidad máxima de cierre, así como válvulas de sobrepresión taradas.

	Válvula sobrepresión seleccionada	Tiempo de cierre que no produce golpe de	Tiempo de cierre mínimo adoptado (s)	Observación
Conducción principal				
Toma-11	1x250	1.142	1.200	
toma 12	1x400	962	960	
toma 13	1x400	902	900	
toma 13B	1x400	1.262	1.200	
Arqueta Tudela	1x400	872	900	
Derivación Corella	N/A	482	N/A	No requiere V.Sobrepresión
toma 17	1x250	542	900	
toma 18	1x250	662	900	
toma 19	1x400	1.137	1.200	
toma 20	1x250	1.172	1.200	
toma 21	1x250	932	960	

Corella				
Toma 16	1x250	572	900	No requiere V.Sobrepresión. Por seguridad se instala
Toma 14 y 15	1x250	692	900	

- Paralelo a la conducción principal y para el accionamiento seguro de la válvula de corte, se dispondrá de un bypass de DN 200 mm conformado por una válvula mariposa, carrete de desmontaje y válvula multiorificio. En dicho bypass se dispondrá de picajes para medida de presiones.
- Tramo-5: La conducción principal de diámetro nominal DN2 se enterrará en el terreno, por lo que se dispondrá de un macizo de anclaje y el correspondiente cuello cisne.
- Tramo-6: Se corresponde al tramo de tubería de diámetro DN3 de la toma de riego que parte desde la pieza en T de derivación de la conducción principal.
 - o El presente proyecto contempla un carrete de desmontaje y válvula de corte tipo mariposa, con bypass de diámetro DN 200 con carrete de desmontaje y válvula multiorificio en la derivación a toma.
 - o Tras la toma se dispondrá una reducción y un caudalímetro electromagnético. Posteriormente se instalará una brida ciega donde se conectará la futura conducción de riego.
 - o El presente proyecto no contempla el cono de transición futuro de diámetro DN3, valvulería de corte, ni juntas arpo de protección catódica para conexión de la futura zona regable.

Las tomas podrán ser dobles o simples en función del número de tuberías que las conforman.

6.2.6.2. Urbanización

La parcela donde se ubicará la toma se excavará y/o terraplenará hasta la cota de diseño, procediéndose en todos los casos al saneo del fondo de caja. Posteriormente, una vez nivelado, se dispondrá de una base de zahorra artificial de 30 cm y una losa de 30 cm de hormigón armado HA-30 diseñada para garantizar el mantenimiento seguro de las instalaciones.

Perimetralmente se dispondrá de cunetas de guarda y de desagüe en zanja y/o revestidas que se conectarán con el punto de vertido.

El acceso desde el exterior al recinto de la toma se realizará con un camino tipo-1 de 5,0 m de ancho y 30 cm de zahorra artificial con cunetas perimetrales. En el punto de acceso se dispondrá de salvacunetas de diámetro mínimo DN 500 mm siempre que así proceda.

Se dispondrá de puerta metálica de dos hojas de 2,0 x 2,5 m de tipo verja y puerta peatonal, y perimetralmente se dispondrá de un cerramiento de 2,35 m de altura compuesto por malla electrosoldada galvanizada en caliente con bastidores tubulares de acero S-275J de 1ª calidad galvanizado en caliente sobre muro de hormigón 0,95 x 0,3 m de altura (0,7 m sobre el terreno) y zapata de 0,7 x 0,2 m en acabado visto de dimensiones definidas en los planos.

En el interior del recinto de la toma se alojará la caseta prefabricada donde se ubicará el C.G.B.T, pararrayos y torre de videovigilancia.

Para garantizar las operaciones de mantenimiento de forma segura se dispondrá de escaleras y plataformas de acceso para accionamiento de la valvulería de corte. En el caso del acceso a las ventosas de las conducciones principales se ha dispuesto de una línea de vida conformada por perfiles HEB 200 anclados en extremos de macizos de anclaje y cable de acero normalizado conforme UNE-CE 795 y 353-2.

6.2.7. Elementos de la conducción

6.2.7.1. Elementos de aireación

A lo largo de la conducción se han ubicado ventosas trifuncionales de aireación. Estas ventosas son de diámetros 200 mm y 250 mm, simples o dobles.

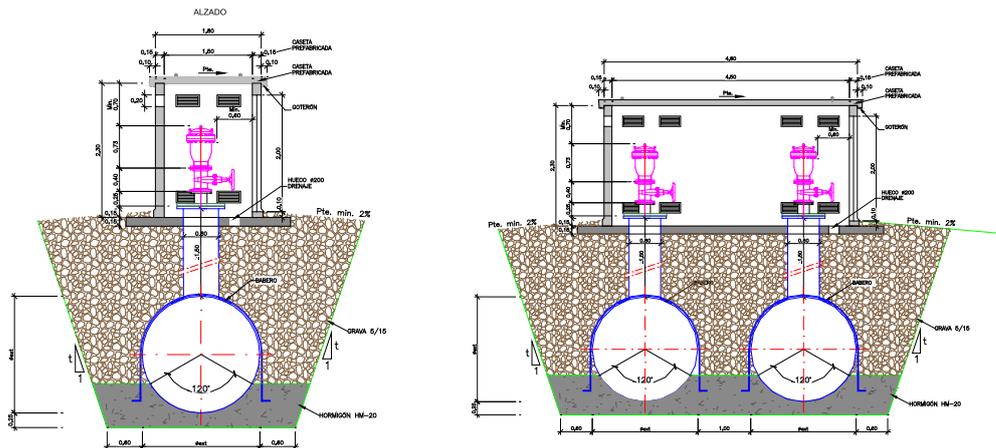
La ubicación de las ventosas ha sido realizada conforme al diseño de la aireación incluido en el Anejo-6: Cálculos hidráulicos y a los siguientes criterios:

- Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos máximos de 1000 m.
- En tramos con pendiente continua prolongados en intervalos de 1000 m.
- Puntos altos relativos de cada tramo de la conducción, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como para admitir aire durante el vaciado.
- En los cambios marcados de pendiente, aunque no formen puntos altos, tanto en la rama descendente como ascendente de los sifones, se colocarán ventosas, ya que el aire, en su ascensión a favor o en contra de la corriente, aumentará su volumen por pérdida de presión y perderá velocidad al disminuir la pendiente.
- En los tramos largos de pequeña pendiente. El número y situación de los purgadores se establece en función de la longitud del tramo.
- Si el trazado de la tubería es ascendente, al existir una válvula de seccionamiento, al cerrarla se concentrará junto a ella todo el aire del tramo que esté más bajo. En un punto del extremo superior de ese tramo se colocará una ventosa trifuncional.
- En las tomas de riego:
 - o Aguas abajo de la válvula de corte cuando el sentido es descendente
 - o Aguas arriba cuando la válvula está en pendiente ascendente
 - o A ambos lados de la válvula de corte cuando esté localizada en punto alto
 - o Junto a las válvulas principales de la instalación para facilitar el vaciado de la tubería.

- Inmediatamente antes de cada válvula de corte en los tramos ascendentes e inmediatamente después en los descendentes, según el sentido de recorrido del agua.

La arqueta para alojamiento de ventosas se ejecutará conforme al siguiente criterio:

- En los puntos de ubicación de la ventosa se ejecutará una base de hormigón para apoyo y anclaje de la tubería.
- Se rellenará la zanja con material granular filtrante.
- Se dispondrá de un collarín de calderería con boca de hombre de DN 800 mm sobre el que se alojará el carrete simple o doble, válvula de corte de tipo compuerta y la ventosa de diámetro mínimo DN 200 mm . Según los cálculos de aireación se instalará una o dos ventosas.
- La arqueta para alojamiento de la ventosa será prefabricada estando apoyada sobre el material granular.
- La arqueta dispondrá de rejilla de ventilación para entrada y salida de aire y evitar riesgos de condensaciones.



6.2.7.2. Desagües

En los puntos bajos de la conducción se dispondrá de arquetas de desagüe para vaciado de la conducción.

Se han definido 5 tipos de desagües en función de la capacidad del punto de vertido, ubicación y uso.

TIPO	DN (mm)	VALVULA	
A	250	MULTIORIFICIOS con protección anticavitación.	<p>Serán los desagües principales a utilizar para el vaciado de la conducción. La válvula multifunción permitirá una mayor regulación en la descarga controlada.</p> <p>Se instalará en los puntos de grandes presiones diferenciales; es decir, gran presión aguas arriba y presión atmosférica aguas abajo de ella y además donde el cauce receptor lo permita.</p> <p>Los principales puntos (río Queiles).</p>

TIPO	DN (mm)	VALVULA	
			<p>El diferencial máximo de presión vendrá determinado por la cota de la balsa de Mostrakas y el punto de instalación del desagüe, si bien será deseable realizar vaciados por tramos para bajar siempre la cota de presión y por lo tanto la regulación de caudal.</p> <p>La descarga del desagüe se realizará a una arqueta de rotura que a su vez se conectará con el cauce receptor. La arqueta de rotura será de tipo-2.</p>
B	200	MULTIORIFICIOS con protección anticavitación.	<p>Serán los desagües secundarios a utilizar para el vaciado de la conducción. Se dispondrá de válvula multifunción para permitir una mayor regulación en la descarga controlada.</p> <p>Se instalarán en arroyos importantes. La descarga del desagüe se realizará a una arqueta de rotura que a su vez se conectará con el cauce receptor.</p> <p>El caudal máximo de desagüe puede venir determinado por la cota de la balsa de Mostrakas.</p>
C	150	MARIPOSA con protección anticavitación.	<p>Serán los desagües terciarios a utilizar para el vaciado de la conducción. Se dispondrá de válvula mariposa, realizándose el vaciado de forma parcial.</p> <p>Se instalará en azarbes. La descarga del desagüe se realizará a una arqueta de rotura que a su vez se conectará con el cauce receptor.</p> <p>Este tipo de desagües normalmente se utilizarán una vez abiertos los tramos y desagües del tipo A y B, y por lo tanto cubrirán los vaciados intermedios.</p>
D	100	COMPUERTA	<p>Serán desagües de puntos bajos de la conducción que no tienen posibilidad de descarga en arroyos o cauces receptores. La descarga se realiza de forma controlada entre tramos y arquetas de desagüe y siempre una vez vaciados los tramos largos con los desagües de tipo A, B y C.</p> <p>El desagüe se realiza enchufando una manguera y vertiendo a la cuneta del camino o azarbe cercano. Una vez alcanzada la cota máxima de desagüe y para vaciar completamente la conducción será necesario abrir la tapa de paso de hombre e introducir una bomba de achique para el vaciado total de la conducción.</p>
E	500	MULTIORIFICIOS con protección anticavitación.	<p>Serán los desagües instalados con válvula multichorro en el río Aragón y Ebro que serán utilizados como desagües principales para el vaciado de la conducción.</p> <p>Se diseñan hasta un total de 5 m³/s de caudal para dos conducciones en previsión de que en el futuro se instale un turbinaje y este punto sea utilizado como punto de desagüe.</p> <p>Se dispondrá de una válvula multichorro DN 500 mm en cada tubería de forma que el vaciado se realice independientemente.</p> <p>La válvula multifunción permitirá una regulación en la descarga controlada, debiéndose disponer de accionamiento multivuelgas con</p>

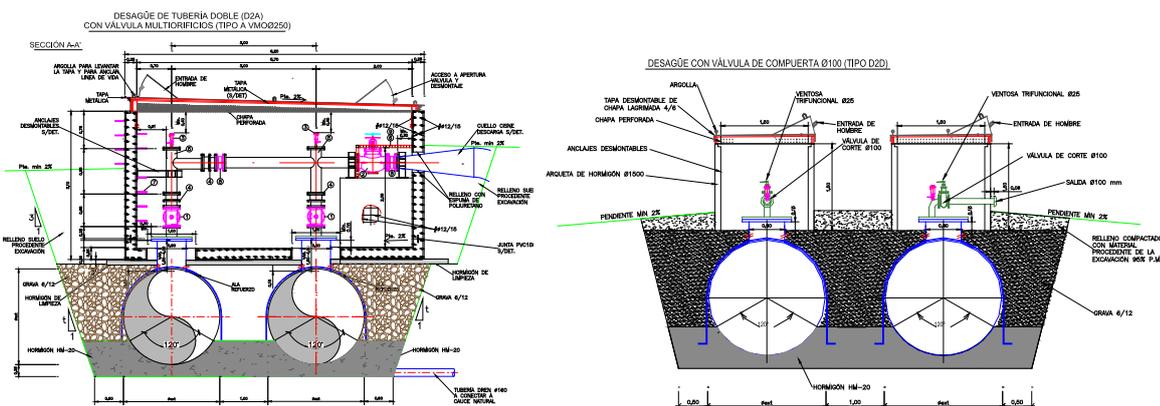
TIPO	DN (mm)	VALVULA	
			<p>cierre de la misma de forma controlada que evite el golpe de ariete. Para ello el tiempo de cierre se establecerá en 600 segundos.</p> <p>El diferencial máximo de presión vendrá determinado por la cota de la balsa de Mostrakas y el punto de instalación del desagüe, si bien será deseable realizar vaciados por tramos para bajar siempre la cota de presión y por lo tanto la regulación de caudal.</p> <p>La descarga común de las conducciones del desagüe se realizará a una arqueta de rotura que a su vez se conectará con el cauce receptor. La arqueta de rotura será de tipo-4.</p>

Los desagües se ejecutarán sobre la conducción simple o doble que se apoyará en cama hormigonada y relleno de material filtrante. Se colocará un vástago de unión a la tubería principal de DN 800 mm con brida y vástago posterior de DN 150/200/250 mm donde se dispondrá una ventosa de DN 25 mm, carrete de desmontaje y válvula de corte tipo compuerta de DN 300/250/200/150 según el caso.

Los elementos del desagüe de tipo A, B y C se alojarán en una arqueta hormigonada in situ de espesor mínimo en losa de 25 cm y espesor de muros de 25 cm y altura mínima de 2,25 m. Sobre la arqueta se dispondrá una chapa lagrimada de acero galvanizado de 4 mm sobre estructura soporte apoyada en los muros de la arqueta.

Para garantizar la ventilación de la arqueta, se dispondrá la chapa galvanizada volada sobre los muros en una altura mínima de 20 cm, donde se instalará una chapa perforada de acero galvanizado.

Para el caso de los desagües de tipo D, las válvulas se alojarán en arqueta prefabricada de DN 1,50 m con pates de acceso y rejilla de ventilación.



Para el caso particular del río Aragón y Ebro (desagüe tipo E) se opta por instalar dos válvulas multiorificio que permitan una descarga de hasta casi 5,00 m³/s en caso de que en el futuro se opte por instalar un sistema de turbinado que aproveche los excedentes de invierno.

Para el caso particular del Ebro se ha optado por la instalación del desagüe en la margen izquierda del río con

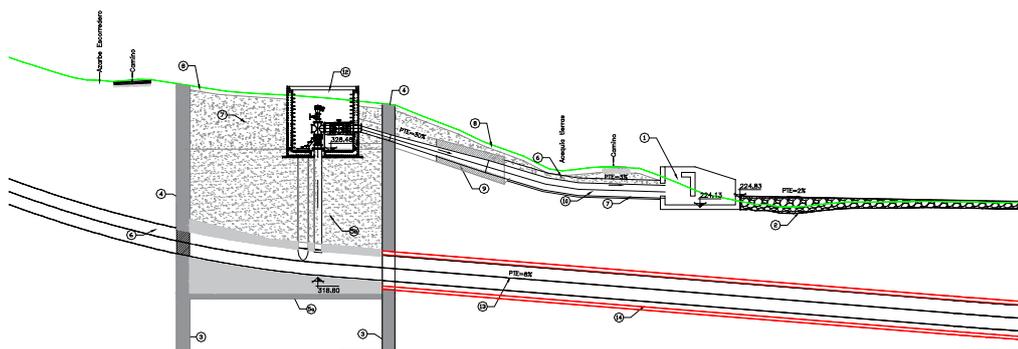
objeto de disponer de suficiente cota para realizar el vertido del caudal solicitado. El desagüe se ubica fuera del LIC, si bien la conducción y arqueta de rotura deberá disponerse en las proximidades del cauce pasado el camino de acceso. Adicionalmente se dispondrá de un manto de escollera que evite la erosión del vertido.

Todas las operaciones de apertura y cierre de los desagües se realizarán de forma controlada que evite efectos tanto de depresión en la conducción como de inundación de las parcelas colindantes.

En el caso de los desagües tipo E (desagüe a los ríos Aragón y Ebro), la valvulería se alojará en una arqueta de 0,4 m de espesor en losa y muros que se apoya sobre el relleno granular del pozo de hinca. La arqueta dispondrá de una cubierta conformada por una losa prefabricada estanca con tapas de DN 600 mm acerojadas.

Los desagües de tipo A, B, C y E dispondrán de arquetas de descarga con dissipador de energía, mientras que el desagüe de tipo D será de conexión directa y requerirá conexión con manguera hasta el punto de vertido o cuneta próxima.

En el punto de vertido de las arquetas de descarga o de rotura, se dispondrá de un manto de escollera de 0,5 m de espesor de 200 kg, que se adecuará a la geometría del cauce.



6.2.7.3. Válvulas de corte intermedias

Los tramos CN-T11, T11-T12 y T12-T13 disponen de longitudes entre tomas de 14.290, 11.840 y 12.500 m, respectivamente.

Para la gestión de averías de las conducciones es recomendable disponer de válvulas de corte intermedias a distancias medias de entre 5.000 - 6.000 m, si bien debido a su alto coste y siguiendo los criterios de diseño establecidos en el Canal de Navarra fase-1 y R.A.E., se opta por no disponer de dichos elementos.

6.2.8. Hincas

El presente proyecto contempla la ejecución mediante hinca de los cruces de carreteras nacionales o del Gobierno Foral de Navarra con tres o menos cifras de nominación, la línea de FFCC y autovía A68. Adicionalmente los cruces del río Aragón y río Ebro se efectuarán también mediante hinca debido a los condicionantes ambientales establecidos.

Con carácter general, en terrenos excavados en suelos terciarios sin problemas freáticos se opta por hincas con escudos abiertos y en suelos aluviales y con alta presencia freática se opta por hincas con escudo cerrado.

El diámetro de la tubería de la hinca será de hormigón armado de diámetros DN 2.500 mm o 2.000 mm, adoptados por condicionante de normalización en la fabricación. Debido a las características del terreno se adopta la tubería con hormigón XA3 sulforresistente.

Nº Hinca	TRAMO	ELEMENTO DE CRUCE	LONGITUD HINCA (m)	Nº de tubos	DN TUBO ACERO (mm)	DN ext TUBO ACERO (mm)	DN TUBO HINCA MIN (mm)	TIPO TUBO HINCA	DN EXT. TUBO HINCA (mm)	Clase tubo hinca	Tipo de hinca-escudo
1	CN-T11	Río Aragón	153	2	2.000	2.032	2.500	HA	3.000	180	Cerrado
2	CN-T11	NA-128	35	2	2.000	2.032	2.500	HA	3.000	135	Cerrado
3	T12-13	CERRO	200	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	180	Abierto
4	T12-13	NA-134	50	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	135	Cerrado
5	T12-13	RÍO EBRO	500	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	180	Cerrado
6	T12-13	F.F.C.C. ALSASUA ZARAGOZA	50	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	180	Cerrado
7	T13BIS-BALSA TUDELA	AP-68	115	2	1.600	1.626	2.000	HA	2.400	135	Abierto
8	D.C. -T17	NA-160	40	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	135	Abierto
9	T16 - T14 y T15	N-113	50	1	1.600	1.626	2.000	HA	2.400	135	Abierto

Para acometer las hincas será necesario realizar pozos de ataque y extracción. En el caso de suelos aluviales y con presencia freática será necesario ejecutar un recinto apantallado. Mientras que los que presenten terrenos con terciario o sin presencia freática podrán disponer de pozos de ataque excavados.

Tras el análisis de la caracterización geotécnica y a la vista de su ejecución en suelos aluviales con alto nivel freático y presencia de gravas en muchos casos sin matriz, se ha considerado como mejor solución la ejecución de pantallas continuas en vez de pantallas de pilotes secantes o tablestacas, dotando así a la solución de la pertinente seguridad constructiva.

Las pantallas tablestacadas han sido descartadas por la presencia de bolos de gran tamaño que producirán rechazo en la hinca de la tablestaca, y las pantallas ejecutadas con pilotes secantes han sido descartadas frente a las de pantalla continua por la dificultad que ésta presentará en aquellos terrenos con ausencia de matriz y alto nivel freático.

Los pozos de ataque requerirán un recinto cerrado con una dimensión interior 15,0 m x 13,0 m, mientras que los pozos de salida podrán ser pantallas lineales que contengan el talud frontal de tierras y no del lateral o pozos con recinto en U con uno de los frentes abiertos, si bien debe estar completamente programada la extracción de la

tuneladora con la ejecución de la tubería de acero para evitar tener la excavación abierta de forma innecesaria.

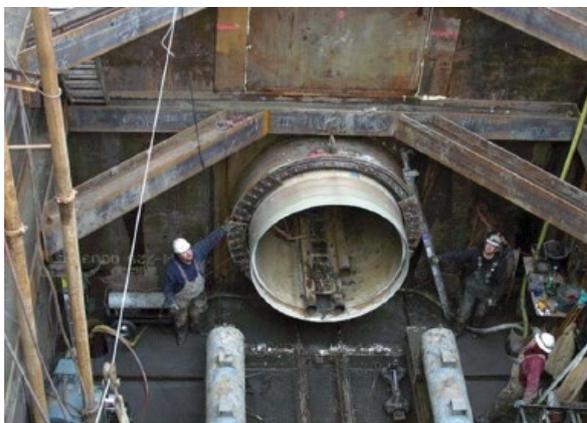
Por otro lado, se ha considerado un rebaje de 1,5 m de la cota del terreno natural que servirá de plataforma para la ejecución y así permitirá disminuir la longitud de la pantalla proyectada.

Las pantallas han sido consideradas como obras no permanentes y que no quedarán como parte estructural definitiva, sino que serán ejecutadas exclusivamente como recinto para la contención de tierras y empuje en la fase de construcción de la hinca. Las pantallas posteriormente serán rellenadas con hormigón y material granular.

La ejecución de las pantallas es susceptible a la situación del nivel freático en cada momento. Éste ha sido prospectado y representado en los cálculos, si bien hay que considerar su posible oscilación función del nivel del río Aragón y Ebro o de si la zona atravesada está en período de riego.

Se verifica que la mayor parte de las pantallas (a excepción de la de la hinca de la N-133) empotran en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción es de esperar que sea muy baja.

Las pantallas han sido diseñadas con gran profundidad y empotradas en su mayor parte en el terreno terciario poco permeable por lo que los riesgos de sifonamiento o filtraciones se minimizarán. No obstante, será necesario contemplar la realización de bombeos continuados para el control de filtraciones durante la ejecución de la hinca.



Pozo de entrada



Pozo de salida

La ejecución de la hinca se realizará en sentido ascendente de la conducción, a partir del pozo de ataque, mediante sistema de empuje hidráulico que transmita las reacciones al muro de empuje.

En ningún caso, se permitirá la sobre-excavación perimetral mayor que la sección del escudo de corte, en su punto de contacto con el frente de ataque.

Para el caso de la hinca de escudo cerrado del río Ebro y del río Aragón se ha establecido un radio mínimo de curvatura de 600 m capaz de introducir en el interior de la hinca la tubería de acero de diámetro DN 2.000 mm.

En todo momento se ha diseñado una cobertura mínima correspondiente a 1,5 veces el diámetro exterior de la

tubería hincada y un valor mínimo de 5,4 m.

En el caso de hincas dobles la separación entre tubos es de 5,0 m garantizando así la no interferencia de esfuerzos y empujes.

En casi todos los casos y especialmente en suelos aluviales, se ha de contemplar la existencia freática y la necesidad de tratamientos del terreno mediante inyección de lechada cemento o gel de silicatos, según el caso, durante el avance de la hinca. Una vez finalizada la hinca y durante el proceso de avance se deberá realizar el relleno del gap de excavación.

Para el caso particular de los cruces del río Aragón y río Ebro, que han sido proyectados e hinca por condicionantes ambientales, el trazado de dicha hinca ha contemplado la necesidad de ejecutar los pozos de ataque y extracción fuera de los espacios naturales protegidos.

El alzado de la hinca del río Aragón se ha diseñado teniendo en cuenta los requerimientos mínimos de cobertura y además que la hinca se extrae en un punto (margen derecha del río Aragón) donde la cota del terreno sube bruscamente y por lo tanto se genera una gran altura de excavación para la que deben ejecutarse pantallas. En este caso el radio mínimo es de 600 m.

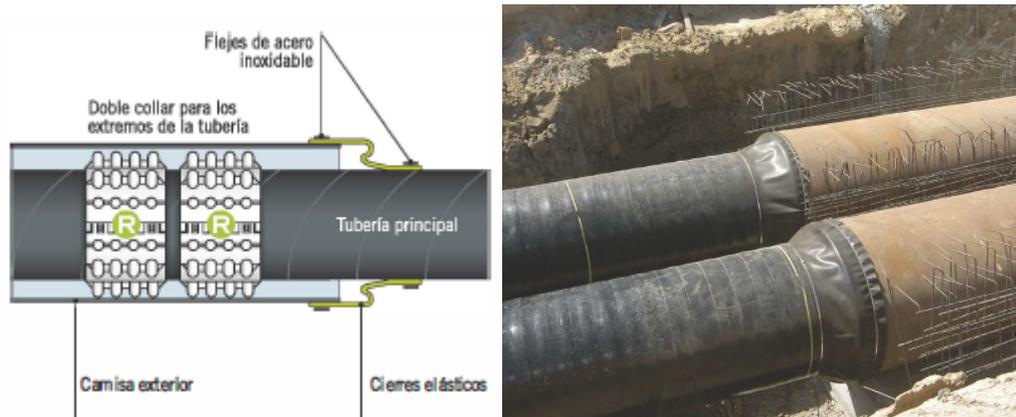
La alternativa de ejecución a cielo abierto fue desechada por la existencia de bolos sin matriz que imposibilitan la ejecución mediante tablestacas, así como por la necesidad de minimizar la afección ambiental, y las afecciones a la C.H. hidroeléctrica y a los riegos de la C.R. de la acequia de Bayunga, ubicados aguas abajo del cruce.

Para el resto de las hincas siempre se tienen en cuenta pendientes mínimas de 0,5% y la necesidad de disponer el pozo de ataque en el punto bajo de la traza.

El pozo de ataque o extracción de las hincas se diseña teniendo en cuenta que será necesario conectar con la excavación en zanja de la tubería y los criterios de proximidad a pie de talud de carreteras o FFCC.

La necesidad de ejecución de la hinca del tramo T12-T13 denominado "cerro" entre el PK 8+890 y 9+390 se justifica por la necesidad de ajuste por condicionante de piezométrica expuesto en el Anejo 6.- Cálculos Hidráulicos. Al ser las excavaciones a realizar superiores a 20,0 m, se opta por su ejecución en hinca.

La introducción de la conducción en el tubo de hinca se hará mediante rodillos de deslizamiento y empuje manual o con gatos hidráulicos (nunca con el cazo de una retro o similar, que pueda dañar las juntas y bordes exteriores del tubo).



Una vez que la tubería se inserta dentro de la vaina, se deben instalar dos cierres elásticos en ambos extremos para sellar la hinca.

6.2.9. Caminos

El proyecto contempla la ejecución de caminos de 5,0 m de ancho (tipo-1) para el acceso a las tomas y de 3,0 m de ancho (tipo-2) para el acceso a las arquetas de ventosas y desagües. Los caminos se ejecutan con 30 cm de espesor de zahorra artificial y cunetas laterales.

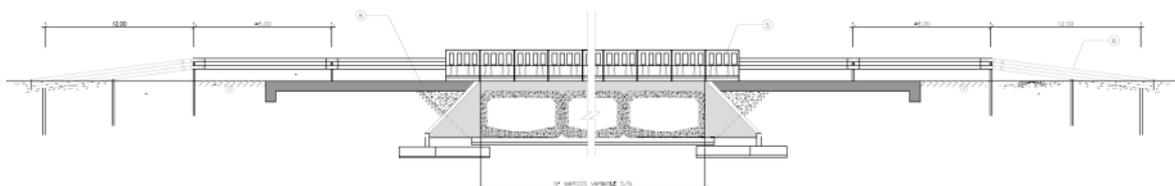
Como criterio general, siempre que existen caminos públicos éstos serán utilizados para la explotación de la infraestructura, y por lo tanto no se requerirá la ejecución de nuevos caminos. Los nuevos caminos sólo serán necesarios cuando no exista vía de acceso disponible.

En los casos en los que el acceso se realiza por un camino privado, éstos han sido contemplados en la expropiación permanente.

Los caminos dispondrán de drenaje longitudinal ejecutado mediante cunetas laterales excavadas en tierra y obra de drenaje transversal ejecutada con tubería de diámetro 500 mm a 1000 mm o marcos prefabricados de 3,0 x 1,5 m, 2,5 x 2,0 m y 2,0 x 1,0 m según el caso y cuando proceda.

En los tramos de camino con pendiente igual o superior a 15% se ha contemplado la ejecución de losa hormigonada de 30 cm de espesor, así como el revestimiento de las cunetas con 0,15 m de espesor.

En la transición a las obras de drenaje se ha considerado la ejecución de una losa de transición, la protección de barrera rígida y flexible, así como la señalización indicativa necesaria y de limitación de velocidad.



6.2.10. Protección catódica

El proyecto contempla una protección pasiva y activa de las instalaciones para evitar la corrosión de los elementos y tubería metálica.

La tubería dispondrá de revestimientos exteriores al tubo con una capa mínima de 1.000 micras de poliuretano o de 3 mm de polietileno extruido en caliente, previa preparación de la superficie a grado SA 2½ según la norma UNE-EN ISO 8501-1.

Como criterio general en todas las tomas, pasos de arquetas y macizos de anclaje todas las conducciones se protegerán con encintado.

En el caso de las tomas, se han previsto juntas aislantes, al inicio y al final de cada conducción con sus vías chispas correspondientes. Además, los elementos electromecánicos intercalados en las tuberías estarán conectados a un sistema de puesta a tierra que será independiente y construido a base de picas de zinc y cable de acero revestido o de acero galvanizado desnudo.

En aquellos cruces bajo carretera o vía de ferrocarril que se efectúen por el interior de una hinca, ya sea metálica o de hormigón armado, deberá mantenerse un perfecto aislamiento tubería-hinca, para lo que se utilizarán separadores de material aislante.

Se considerará un único sistema de protección catódica compuesto por varias EPC distribuidas a lo largo de la traza y cuya implantación ha sido seleccionada dentro del recinto de las Tomas o ubicaciones donde existe siempre posibilidad de acometida eléctrica. Para garantizar la protección, y en el caso de que existen dos tuberías paralelas, éstas se puentearán entre sí a través de los cables a negativo de trabajo de la EPC.

El detalle de la ubicación de elementos de la protección catódica ha sido desarrollado en el Apéndice 7.4, y en el Documento N°2: Planos.

6.2.11. Instalaciones eléctricas de las conducciones

Las instalaciones eléctricas desarrolladas en las conducciones se corresponden exclusivamente con las necesarias para el accionamiento de la valvulería motorizada, alumbrado, control y automatismo y receptores asociados a las instalaciones de proyección catódica.

Se distingue entre las tomas que disponen de punto de suministro o línea eléctrica de media tensión próxima y las que por su distancia o circunstancias particulares no es posible conectarse a una LMT próxima.

En aquellas que no disponen de punto de acometida próximo se diseñará una instalación con paneles fotovoltaicos dispuestos sobre la caseta donde se alojará el Cuadro General de Baja Tensión.

Para la EPC02, tomas 12, 13, 13bis, 14 y 15,16, Derivación de Corella, y tomas 20 y 21 las actuaciones previstas se resumen en:

- Acometida eléctrica desde el punto indicado por Iberdrola y en las condiciones establecidas.
- Línea aérea de Media Tensión de 13,2 kV desde acometida hasta parcela de forma general a excepción de línea de media tensión subterránea en la toma 13 bis
- Centro de transformación de 50 KVA y cuadro de medida.
- Conexión desde el centro de transformador aéreo a C.G.B.T. en canalización de 2 x 160 PVC.
- Caseta prefabricada ubicada en el recinto de la parcela de cada toma, donde se ubicará el C.G.B.T., y cuadros de control y automatismo.
- Canalizaciones y bandejas de distribución desde el C.G.B.T. a receptores.
- Conductores de tensión nominal 0,6/1 kV, de seguridad en caso de incendio (S), reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre, cubierta de material libre de halógenos no propagadores de llama y de baja emisión de humos opacos y altamente resistentes.
- Alumbrado interior de caseta de 4 x 63 W LED, exterior mediante proyector adosado: 200 W LED y de emergencia.
- Red de tierras conformado por anillo de cobre de 35 mm² conectado mediante soldadura aluminotérmica a la estructura y picas cobrizadas de 2 m y 14,3 mm de diámetro.
- S.A.I. para suministro a equipos de comunicaciones, control y automatismo.
- Pararrayos ionizante-seguidor de campo con nivel de protección 3, tipo S/150 con radio de protección mínimo de 150 m.

Para las tomas 11, 17, 18 y 19 al no poder disponerse de suministro eléctrico, se instalarán paneles fotovoltaicos capaces de suministrar energía a las instalaciones críticas de instrumentación, control y automatismo e intrusismo con una reserva adicional del 20%.

- Instalación fotovoltaica con reserva de acumulación de 5 días y conformada por 14 paneles fotovoltaicos de 400 W capaces de dotar de una potencia en la instalación (tras pérdidas) de 7.872 Wh en estructura soporte lastrada en dirección sur y con 40° de inclinación, reguladores, 2 Ud de inversores de 5.000 W, onjuno de cuadro de protecciones, seccionadores de CC y CA, y sistema de comunicación bus control y monitor de batería.

El resto de la instalación será similar a las descrita para las tomas que disponen de acometida eléctrica, es decir dispondrá de un cuadro general de baja tensión dimensionado como si dispusiese de acometida eléctrica. Adicionalmente el CGBT estará dimensionado con la posibilidad de instalar una fuente de socorro.

Todo el sistema y elementos que configuran la instalación fotovoltaica se conectará al sistema de comunicaciones, permitiendo el acceso al estado de la batería, producción, parámetros eléctricos (consumos, tensión, etc.).

6.2.12. Control y automatismo de las conducciones

El sistema de control y automatismo proyectado se ha desarrollado de acuerdo con los criterios establecidos por CANASA y teniendo en cuenta las características del Centro de Control desarrollado en la fase-1 y vigente en la fecha de redacción del presente proyecto.

Cada una de las tomas (11, 12, 13, 13bis, 14-15,16, Derivación Corella, 17, 18, 19, 20 y 21) dispondrá de la siguiente instrumentación de control hidráulico:

- Presostatos ubicados en las tuberías de bypass de la conducción principal y de las tomas, de forma que permitan conocer el estado de presión de la red.
- Caudalímetro de ultrasonidos ubicado en la toma de riego o abastecimiento.
- Válvulas con accionamiento motorizado con multivuelas y de cierre controlado (tiempo máximo definido en el Anejo hidráulico)

El accionamiento de la valvulería podrá realizarse desde el centro de control o desde la cabina ubicada en la toma. El accionamiento de la valvulería motorizada será telecontrolado pero exclusivamente de accionamiento manual y nunca programado o automático de forma que los tiempos de cierre o apertura sean siempre controlados y se eviten sobrepresiones indeseadas.

El cuadro de comunicaciones alojará las protecciones eléctricas y rearme automático, switch, transformador 24/48 V y modem necesario para el adecuado funcionamiento del nodo de comunicaciones. Se incluirá batería de bajo consumo, tarjetas de comunicaciones Ethernet/ modbus, pasarela de comunicaciones entre equipos Ethernet - modbus TCP/IP y serie, soportando los siguientes protocolos: modbus TCP/IP; HTTP; FTP; SNMP; ARP, puente de diodos y resto de elementos necesarios.

Se dispondrá de dos tipos de sistemas de comunicaciones: G3-4/GPRS/GSM y vía radio UHF que quedarán interconectados en caso de fallo de uno u otro.

- Estación remota compuesta por equipo radio modem half duplex en la banda 380-470 mhz con velocidad de transmisión de datos en la interfaz radio de hasta 2400 baudios, incluso antena direccional en la banda 380-470 mhz de 6-12 dbi de ganancia, con cable rf de baja pérdida y elementos necesarios para la correcta instalación y montaje.
- Equipo modem G3-G4, GSM y GPRS con separación galvánica.

Además, se incluirá un sistema de control de intrusismo conformada por una central microprocesada de seguridad, sistema de Gestión y Grabación de CCTV, sistema Análisis de Video y conjunto de cámara exterior de visión nocturna y térmica sobre báculo con sirena Exterior Autoalimentada con piloto destellante Grado 3.

Para el desarrollo de los trabajos se ha considerado presupuestariamente:

- Ingeniería de programación de PLC's .

- Ingeniería de programación y ampliación del SCADA del centro de control.
- Control de Calidad de señales y Pruebas Funcionales de la instalación.
- Documentación de las instalaciones y curso de formación.
- Documentación Legal y Técnica de la Instalación
 - o Legalización de baja tensión.
 - o Legalización de las instalaciones de control de acceso e intrusismo

6.3. OBRA DE TOMA DE PIKARANA. ALMENARA DE PIKARANA

La obra de toma de Pikarana inicia la 2ª fase del canal de Navarra. Es la continuación de la estructura final de la 1ª fase del canal de Navarra, la almenara nº 10.

Se sitúa en el este del término municipal de Pitillas en el Paraje Corraliza de Pikarana, se puede considerar que su inicio es en el punto de coordenadas X=620.713,283, Y=4.698.113,204.

Para su construcción es necesario demoler parte de la obra de la almenara existente. La demolición afecta a una sección en U de hormigón de 10 m de longitud y unos 24 m de canal construido con escollera hormigonada que constituye el aliviadero de emergencia del canal en la actualidad.

6.3.1. Características generales de la almenara

La almenara es una estructura de hormigón armado HA-30, que básicamente es una sección en U con sección constante hasta la toma de las conducciones del canal. La unión de esta nueva obra con la existente después de la demolición se realiza aplicando a la junta en la sección demolida una resina epoxi tanto en cajeros como en solera.

Las dimensiones de la sección transversal son: una solera de canto 0,60 m y 24,5 m de anchura y cajeros de 0,50 m de espesor y altura variable siempre coronando a la cota 475,307 m. Interiormente la sección en U tiene una anchura de 21,5 m y, como se observa, la solera sobresale 1 m por cada lado para soportar mejor los momentos introducidos por los empujes sobre los cajeros.

La solera de la almenara tiene cota variable. En el inicio, justo con la obra existente, tiene la cota de ésta, 470,407 m. Mediante un acuerdo sencillo de longitud 3,235 m y curvas circulares de radio 1,0 baja hasta la cota 468,00 que es la mínima cota de la balsa de Mostrakas, como después se verá. A partir de aquí se mantiene esta cota constante, con una altura de cajeros de 7,307 m. La sección en U se mantiene uniforme con ciertas peculiaridades durante prácticamente 20,5 m.

Hay varias infraestructuras que rompen la uniformidad de la sección en U. De aguas arriba hacia aguas abajo en el cajero izquierdo se localiza la arqueta de toma de las conducciones de llenado-vaciado de la balsa de Mostrakas, que será descrita en el capítulo de la balsa. El eje de estas conducciones, y por tanto, el eje de la balsa se encuentra a 6,335 m del inicio de la almenara.

A 15,475 m del inicio se dispone el muro vertical que soporta los filtros. Este muro tiene un canto de 0,5 m y 3 m más aguas abajo se localiza el paramento de cierre de esta sección en U en el que se sitúa la estructura de toma de las conducciones del canal y el aliviadero que ejerce esta función tanto para el canal en sí, como para la balsa de Mostrakas como luego se verá.

6.3.2. Estructura de filtros

La estructura de filtros se localiza aguas abajo de las conducciones de llenado-vaciado de la balsa para que el agua que entra en las conducciones del canal esté filtrada, provenga desde el propio canal o provenga de la balsa.

Se va a disponer una batería de 6 filtros en paralelo cada uno de ellos. Se trata de filtros de cadena para 3.333 l/s con luz de malla de 1,5 mm que necesitan una estructura de soporte.

La estructura de filtros se constituye mediante un muro transversal que cierra la sección en U de canto 0,50 m y 7,307 m de altura. En este muro se ubican nichos para alojamiento del mecanismo; las dimensiones de estos nichos están condicionadas por los filtros y, en este caso, tienen una anchura de 1,14 m y se disponen con una separación de 2,46 m entre ellos, siendo la separación de los más extremos al paramento de la almenara de 1,18 m. Los nichos tienen una profundidad total de 6,877 m y finalizan en una semicircunferencia de 1,14 m de diámetro.

En planta, en cada uno de los módulos, se dispone una estructura de soporte visitable que se consigue separando cada uno de ellos por tajamares que, en el sentido longitudinal, tienen una longitud de 4 m y un canto de 0,50 m. El inicio de estos tajamares es redondeado con el fin de aquilatar las pérdidas de carga. Para cada uno de los módulos, apoyándose en los tajamares, se ha previsto una plataforma metálica de 3,6 m de longitud y 3,2 m de anchura en el caso de los vanos centrales y 3,32 m en el caso de los extremos. Esta plataforma formada con trámex 30×30×30×3, está soportada por una estructura metálica a base de perfiles laminados que se estriba en los tajamares en el caso de los vanos centrales y sobre tajamar y paramento en el caso de los extremos.

Para poder vaciar completamente este recinto en caso de necesidad se disponen en los extremos de este muro transversal dos compuertas de paramento de 350×400 mm en el fondo de la almenara, accionadas manualmente desde la plataforma.

6.3.3. Obra de toma del canal

Como se ha comentado anteriormente, 3 m aguas abajo de la estructura de filtros se sitúa el paramento final de la almenara y, a lo largo de los 21,5 m de anchura se disponen las tomas para las conducciones del canal de Navarra y el aliviadero de emergencia, tanto para el canal como para la balsa.

Para la toma de las tuberías del canal y con el objeto de que, en todo momento, sea cual sea el nivel de agua en la almenara, tengan la sumergencia adecuada es necesario disponerlas suficientemente por debajo de la cota de solera. La profundidad mínima recomendada viene a ser 1 diámetro y, considerando que el nivel mínimo de agua puede estar por encima de la cota 469, la cota de rasante de las tuberías de inicio se dispone a la cota 465,50 m.

De esta forma, se ha diseñado un pozo de dimensiones en planta 2,670 m×5,0 m de anchura y cota de solera la

citada 465,50 m. En sentido longitudinal, es decir, en sentido de la corriente, se ha diseñado un perfil hidrodinámico mediante sendos acuerdos verticales de radio 0,30 m y una rampa de pendiente 1H:2V.

En el paramento de cierre de 1,60 m de canto y 9,807 m de altura se dispone la estructura que soporta dos compuertas rectangulares de paramento de 2.250 mm×2.600 mm que controlan el paso definitivo a cada una de las conducciones de 2.032 mm de diámetro que dan inicio al canal de Navarra.

La estructura de compuertas ha sido diseñada para un determinado tipo de compuertas de paramento que pueden no coincidir en lo accesorio con las compuertas que finalmente se pongan en función del proveedor que sea finalmente seleccionado, por tanto, esta estructura podría variar para adaptarse a las necesidades de la compuerta final. Sea cual sea esta compuerta, debe tener las dimensiones de tablero indicadas y debe tener accionamiento eléctrico. Esta estructura se ha previsto con unas guías carriles laterales embebidas en un hormigón de 2ª fase y con una altura de 9,807 m.

Tras ellas se dispone una transición de sección cuadrada de 2,0 m de lado a una sección circular de 2,0 m de diámetro interior. La longitud de la pieza en acero galvanizado es de 3,0 m y tiene un espesor de 16 mm. En cada una de las conducciones y saliendo de esta pieza se disponen sendos conductos de aireación con dos tuberías metálicas de diámetro 300 mm interior. Estos conductos están embebidos en un dado de hormigón de 0,50 m de lado y tienen una altura de 11,807 m, sobresaliendo, 2 m del terreno a cota 475,307. Finaliza en un tramo semicircular que orienta la entrada de aire hacia el terreno.

6.3.4. Aliviadero

En el paramento de cierre de la almenara se dispone, también, el aliviadero de emergencia. Aliviadero que sirve para el canal de Navarra cuando, por cualquier causa, haya un exceso de caudal circulante o cuando una precipitación extrema provoque una sobre elevación del nivel de la balsa de Mostrakas.

En el paramento de cierre de la almenara se sitúa el perfil vertedero. Se trata de un vertedero de pared delgada con una longitud de vertido de 15 m y un perfil Creager en el vertido. El espesor del muro donde se apoya el perfil vertedero es de 0,50 m y el perfil tiene una anchura de 0,80 m.

A continuación, se ha diseñado un canal de descarga en hormigón con una planta semicircular de radio interior 15 m con una solera de canto 0,60 m y anchura 18,20 m. El ángulo de este sector circular es de 54,423°. En los radios que delimitan el sector se disponen juntas con bandas de PVC de 0,40 m de espesor. A continuación, se dispone una cuña en forma de triángulo rectángulo de fábrica de hormigón que, con vértice en el punto final del sector circular y cateto menor de 5,344 m y cateto mayor de 14,0 m da paso a una sección escollera con la alineación que tiene el canal de descarga existente.

Esta sección escollera es, también, una sección en U de ancho variable y en la que los taludes de excavación donde apoya la escollera hormigonada tienen pendiente 3H:1V mientras que los taludes interiores son verticales. El ancho es variable desde 14,00 m en la sección inicial a 6,150 m en la final.

En planta, la forma de este tramo con escollera es un trapecio irregular con un lado izquierdo de 22,424 m, un lado derecho de 23,367 m, siendo los últimos 3,383 m un arco de circunferencia de radio 7,946 m para conseguir la alineación final con el canal de descarga existente. A partir de aquí hay una transición de una sección que, interiormente, es una U con cajeros verticales, a la sección existente que, según los planos "as built" de la construcción del último tramo de la 1ª fase, tiene una anchura de 6,6 m, pero que medidos en el terreno son 6,150 m con unos taludes interiores 1H:3V. En cualquier caso, en el momento de construir, esta sección se adaptará a la forma real que tenga la sección de canal de descarga existente.

Longitudinalmente el canal de descarga tiene una serie de saltos con la doble función de amortiguar la energía del agua que vierte y enlazar con la cota de solera del canal existente en la sección final: 462,107 m. Todos los saltos son de 1,0 m de altura y el primero se produce después de una plataforma a cota 468,00 con una longitud de 3,735 m. El siguiente tiene la misma longitud y el mismo salto y así sucesivamente hasta alcanzar la cota 464,00. El último salto tiene una altura de 1,495 m y su plataforma se extiende durante 3,749 m. Aquí la anchura interior del canal es 6,15 y comienza la transición de longitud 5,0 m para enlazar con el canal existente.

6.3.5. Accesos

Se disponen dos accesos a la plataforma urbanizada de la almenara de Pikarana, ambos paralelos al canal de descarga del aliviadero y ambos partiendo del camino de Mostrakas a un lado y a otro del paso del canal de descarga bajo ese mismo camino.

El primero, por margen derecha, discurre por la traza del camino actual y se ha proyectado una escarificación previa, un extendido de zahorra artificial y un doble tratamiento superficial. Tiene una longitud de 198,5 m hasta llegar a la plataforma a cota 475,307. Se ha dispuesto un drenaje longitudinal en ambos márgenes del camino.

El camino por margen izquierda tiene como finalidad principal proveer de acceso de vehículos a la balsa de Mostrakas. Al igual que el de margen derecha, llega hasta la plataforma a cota 475,307 m con una longitud total de 180,35 m. Este camino tiene una sección de firme de 0,30 m de espesor y un doble tratamiento superficial. Este es el mismo firme que se ha dispuesto en la plataforma. También tiene un drenaje longitudinal a ambos lados.

6.4. BALSA DE MOSTRAKAS

La balsa de Mostrakas tiene como finalidad servir a la segunda fase del canal de Navarra en situaciones de emergencia. Se trata de un volumen adicional de reserva en el inicio de la segunda fase del canal de Navarra. de tal forma que está permanentemente conectada a la almenara nº 10 existente, y solo se aislará de la misma en periodos de mantenimiento. El nivel de la lámina de agua en la balsa es, en todo momento, el mismo que el nivel de la lámina en la cámara de alojamiento de filtros a la entrada de las conducciones del proyecto de la 2ª Fase.

Se trata de una balsa pequeña, de acuerdo con la nueva Norma Técnica de balsas que está próxima a ser publicada. Según esta futura nueva norma tienen esta consideración aquellas balsas cuyo dique de cierre tenga una altura menor de 15 m y un volumen menor de 1 hm³.

6.4.1. Ubicación

La Balsa de Mostrakas se sitúa en el término Municipal de Pitillas, en el paraje conocido como Mostrakas, a unos 7,5 km al este de la localidad de Pitillas, y al noroeste de la localidad de Murillo el Fruto. La balsa no cierra ningún cauce natural, aunque corta diversos barrancos que vierten al arroyo de Mostrakas

Se localiza al este de la almenara de Pikarana en una cuadrícula formada por los vértices de coordenadas; X=620.956,83, Y=4.698.392,67; X=621.126,21;4.698.641,02; X=621.009,85, Y=4.698.297,25; Y=621.245,75; Y=4.698.510,17

6.4.2. Características de la Balsa

La longitud total de la balsa es de unos 347 m y cuenta con una anchura máxima de 130 m, sin contar los desmontes. El volumen de la balsa a cota de su NMN es de 112.700 m³ con una superficie de embalse de 22.871 m².

El nivel máximo de vertido de la balsa, entendido este, de acuerdo con la futura Norma de Balsas como máximo nivel que alcanza el agua en el interior de la balsa cuando por el aliviadero se vierte el máximo caudal de diseño, que es la suma del de alimentación de la balsa y el de vertido por el aliviadero de una altura equivalente a la precipitación caída sobre la balsa, es 474,789 m.

6.4.3. Características generales de la balsa.

La balsa de Mostrakas se sitúa a media ladera, de tal forma que su lado norte y el fondo de la balsa se conforma mediante desmonte del terreno y el lado sur se concibe mediante el levantamiento de un dique de materiales sueltos que cierra la balsa. Tiene una planta sinusoidal para adaptarse a la orografía y, de esa forma, equilibrar lo máximo posible el movimiento de tierras. Con ello, la longitud de coronación es de 752,944 m, de los cuales unos 342 se desarrollan en desmonte. La cota de coronación de la balsa es la 475,307 m, coincidente con la cota máxima de cajeros en la almenara y la anchura en coronación es de 5 m.

La cota mínima de fondo de balsa es la 468,00 m y a este fondo se le dota de una pendiente mínima para que escurra el agua con facilidad en caso de vaciado. La altura máxima del agua es, entonces, 7,307 m y la altura máxima del dique de relleno es de 10,178 m.

Se ha dotado a la balsa de un acceso al fondo de la misma para labores de mantenimiento. Este acceso tiene una pendiente en torno al 15% y una anchura de 5 m.

Sobre el desmonte, con el fin de recoger las escorrentías que vienen desde la ladera, se diseña una cuneta de guarda revestida de 1 m en la base y 0,80 m de altura de revestimiento. En el pie de dique se dispone, también, de una cuneta.

Para evitar la afección con el dique al camino de Mostrakas, en el lado sur de la balsa que discurre paralelo al arroyo del mismo nombre, se diseña un muro de escollera hormigonada para sujetar los derrames del dique; este

murete tiene una altura máxima que ronda los 5 m.

6.4.4. Sección tipo de la balsa

El dique de materiales sueltos se forma con el material todo-uno procedente de la excavación del desmonte. En el diseño se ha intentado equilibrar el volumen de tierras desmonte-relleno minimizando los sobrantes. El talud de la balsa es 2H:1V tanto en la zona excavada como en el cierre con el dique, aguas arriba y aguas abajo.

La sección tipo de balsa varía según sea desmonte o relleno. La sección tipo en desmonte consta de una capa de material granular filtrante de 15 cm de espesor que apoya directamente sobre el talud excavado y, posteriormente, refinado. Sobre esta capa apoya la impermeabilización, de la cual se hablará más adelante. En fondo de balsa y en el dique, se dispone una capa de material arcillo-limoso procedente de la excavación del cuaternario y previamente seleccionado de 0,50 m de espesor, sobre el que apoya el paquete de impermeabilización. La razón fundamental para disponer distintas secciones tipo ya se trate de desmonte o de relleno es la dificultad para poner una capa arcillosa bien compactada en el desmonte con un talud 2H:1V. La capa granular dispuesta hace labores de drenaje al tiempo que ofrece un asiento regular a la lámina, evitando que ésta se rasgue por la existencia de aristas vivas en la superficie de desmonte.

En el caso del fondo de balsa se opta por impedir que las posibles filtraciones lleguen al sustrato o a la estructura con una capa de material impermeable que, a la vez, hace labores de regularización.

La impermeabilización se consigue disponiendo una lámina de polietileno de alta densidad de 1,5 mm de espesor sobre un geotextil de 300 gr/m² de gramaje que apoyan directamente sobre la capa granular en el caso de la balsa en desmonte y sobre la capa arcillosa en el caso del fondo y dique.

La coronación de la balsa tiene una anchura de 5 m, de los cuales 4 son calzada y el metro restante es el arcén donde se ubica el dado de anclaje de la lámina de 0,50 m×0,50 m y una barrera New Jersey para seguridad. El firme que se proyecta para el camino de coronación es una zahorra artificial de 30 cm de espesor y un doble tratamiento superficial.

El acceso al fondo de balsa, del que ya se han indicado sus características geométricas, se dispone con una losa de hormigón armado HA-30 de 0,20 m de canto y 3 m de anchura que apoya sobre una plataforma de 5 m de anchura en la cual se dispone, de abajo a arriba, la lámina geotextil y una capa doble de lámina PEAD de 1,5 mm. Con el fin de preservar las láminas en esta zona, se dispondrán suficientemente holgadas para poder absorber las tensiones que se produzcan cuando pase algún vehículo por la rampa.

6.4.5. Balance de tierras

El material todo-uno para la formación del dique de la balsa se obtiene, en su totalidad, de los productos de excavación de la misma.

El volumen excavado en la sección de balsa suma un total de 124.600 m³ al que se añaden unos 4.400 m³ en la excavación de la cuneta de guarda. El volumen necesario para la formación del dique son 68.200 m³ al que se

añade unos 11.000 m³ de material predominantemente arcilloso que también provendrá de los productos de excavación, previa una mínima selección.

El sobrante de material asciende a unos 49.900 m³. Esta sobrante se extenderá en las zonas situadas al sur y al oeste de la balsa, entre la propia balsa y la almenara de Pikarana, áreas expropiadas. La superficie con que se cuenta en ambas parcelas es de 1 y 2 ha respectivamente.

Posteriormente, estas zonas donde se depositarán los sobrantes se adecuarán con la tierra vegetal que se habrá extraído y acopiado previamente.

6.4.6. Drenaje de la balsa

Tanto en fondo de balsa como en taludes de desmonte y sobre el dique, se ha dispuesto un sistema de drenaje para evacuar las filtraciones que se puedan producir.

La balsa se ha sectorizado desde el punto de vista del sistema de drenaje. Éste, básicamente, consiste en un haz de zanjas drenantes en forma de espina de pez que recoge el agua de los taludes y del fondo de balsa y la dirige hacia una arqueta de salida fuera de la balsa. Se ha dividido en seis sectores, subdivididos a su vez, en talud y fondo de balsa.

Las zanjas drenantes se proyectan de 0,50 m de altura y 0,60 m de profundidad. Se protegen perimetralmente por la lámina geotextil y en ella se alojan una o dos tuberías de PVC de 160 mm ranuradas o no, según sean de recogida de filtraciones o de transporte. El relleno de la zanja que envuelve a la o las tuberías es material granular filtrante.

La filtración que se pueda producir en cada uno de los sectores en que se ha dividido la balsa se recoge en un tubo diferenciado situado en el eje de la balsa, que la dirige hacia una arqueta visitable fuera de la balsa en donde se puede ver claramente de que sector está viniendo el agua en todo momento. Desde esta arqueta se evacúa el agua a un cauce de escorrentía próximo que, más abajo, conecta con el canal de descarga del desagüe de fondo.

6.4.7. Conducción de llenado-vaciado de la balsa.

Esta conducción une el canal de Navarra con la balsa de Mostrakas desde la Almenara de Pikarana. Conceptualmente, la balsa de Mostrakas es un volumen adicional al de la propia sección del canal de Navarra que se utilizará en situaciones de emergencia, por fallo de suministro desde el canal durante un breve espacio de tiempo.

Salvo en estas situaciones, la lámina de agua en el canal y en la balsa se moverán al unísono con un pequeño desnivel cuando circule el agua en cualquiera de los dos sentidos debido a las ligeras pérdidas de carga que se producen en el circuito. Esta circulación en condiciones normales tendrá una duración muy breve. Si se supone el canal-balsa en situación estática y se empieza a suministrar a las conducciones aguas abajo, se producirá un pequeño desnivel entre la lámina en el canal y la lámina de la balsa que provocará una circulación de agua de la balsa hacia el canal de muy poco caudal hasta que se equilibran de nuevo las láminas de agua. De la misma

forma, si es necesario utilizar el desagüe de fondo, estando el canal o no en funcionamiento, el desnivel de agua, ahora a favor del canal, producirá un caudal de entrada a la balsa directamente proporcional a ese desnivel menos las pérdidas de carga del circuito, finalizando por equilibrarse en este caso los caudales de desagüe con el de entrada a la balsa.

Está claro que ambas conducciones funcionan, si no se actúa sobre las compuertas, al unísono: o bien como conducciones de llenado o bien como conducciones de vaciado de la balsa.

6.4.7.1. Arqueta de toma.

La arqueta de toma se sitúa en el cajero izquierdo de la almenara de Pikarana. Tiene una planta rectangular con unas dimensiones interiores 3,40 m×6,24 m situándose la cota de fondo a 464,50 m, para conseguir una mínima sumergencia de las tuberías en su funcionamiento normal.

Se disponen dos compuertas de paramento, una por cada circuito, de 2.750 mm×3.100 mm, accionadas eléctricamente. Se ha supuesto que estas compuertas tienen unas guías -carriles embebidas en el hormigón de 2ª fase de los cajeros y esta disposición ha condicionado el espesor de los cajeros que se han supuesto fabricados con hormigón armado HA-30 y con un espesor en los cajeros laterales de 1,00 m y en el frontal de 1,60 m, mientras que la solera tiene un espesor de 0,60 m. En fase de construcción, y una vez se haya decidido el proveedor de las compuertas, esta obra de fábrica deberá adaptarse a las necesidades que exijan las compuertas finalmente servidas que, en todo caso, deben tener las mismas dimensiones de tablero y la misma funcionalidad que las aquí previstas y, por supuesto, accionamiento eléctrico.

6.4.7.2. Conducciones de llenado-vaciado

De la arqueta anterior parten dos tuberías de acero helicosoldado de diámetro 2.540 mm y 20 mm de espesor alojadas en zanja. Los ejes de las tuberías están separados 3,74 m, lo que da lugar a una separación entre generatrices exteriores de tubo de 1,20 m.

La zanja donde se alojan las conducciones tiene una anchura de 7,48 m con taludes de excavación 1H:3V cuando atraviesan terrenos del terciario y 3H:2V en zona de cuaternario, que se localiza hacia el final de la conducción casi llegando a la balsa. Las tuberías apoyan sobre una cama de hormigón en masa de 0,25 m de espesor. El relleno de la zona de tubo se dispone hasta 0,30 m por encima de la clave del tubo y se realiza con material seleccionado procedente de la excavación con un tamaño máximo menor de 30 mm y compactado al 95% del PN y el relleno final de la zona de zanja se proyecta con material adecuado procedente de la excavación con tamaño máximo menor de 150 mm y compactado, también, al 95% del PN. En la zona bajo dique de balsa, las tuberías se embeben completamente hasta 30 cm por encima de la clave en hormigón en masa HM-20.

La longitud total de la conducción desde la arqueta de entrada hasta la de salida en la balsa es de 340,48 m, incluyendo las transiciones de sección cuadra de 2,5 m×2,5 m interior a circular de 2,50 m de diámetro interior y viceversa, cada una de las cuales tiene una longitud de 3,0 m; la pendiente longitudinal es ligeramente superior al

4‰, con pendiente hacia la balsa.

6.4.7.3. Arqueta en balsa

Las conducciones llegan a una arqueta en balsa a cota 467,5 m. Esta arqueta tiene unas dimensiones interiores en planta de 7,34 m×3,50 m con una altura de cajeros de 5,55 m. Está construida con hormigón armado HA-30 y tiene unos espesores de cajeros de 0,50 m, teniendo la solera un canto de 60 cm.

Para evitar la entrada de gruesos en la conducción, se dispone una estructura de rejillas apoyada en una estructura metálica a base de perfiles laminados. La rejilla tiene una superficie de 7.340 mm×3.500 mm con una entrada de hombre protegida por una rejilla trámex de paso 30 mm de 1.020 mm×1020 mm. Las pletinas que forman la rejilla son de 100 mm×10 mm y la separación entre ellas es de 100 mm.

Se ha pensado en una arqueta accesible mediante la disposición de una escalera de pates de polipropileno (al estar permanentemente sumergida) cada 0,30 m.

6.4.8. Desagüe de fondo

El desagüe de fondo está constituido por un único tubo de 400 mm de diámetro interior. Su toma se ubica en la arqueta de fondo de balsa a la que llegan las conducciones de llenado-vaciado de la balsa, la cual se ha descrito anteriormente. Se ha proyectado con una tubería de acero helicoidado de 94,614 m de longitud alojada en zanja hasta entrar en la arqueta de desagüe. Los primeros 62,748 m aprovechan la zanja de la conducción de llenado-vaciado, después, con un codo de 51,464° convenientemente anclado, se orienta hacia el sur para finalizar en una arqueta de hormigón de dimensiones interiores 5,00 m×4,00 m.

En esta arqueta se dispone la valvulería de control y de regulación del desagüe. Tiene una cubierta metálica desmontable soportada por una estructura metálica a base de perfiles laminados y con cubierta de chapa lagrimada 4/6 mm con entrada de hombre. El acceso es mediante una escalera tipo gato con aros de seguridad. Dentro se ha dispuesto una válvula de compuerta de accionamiento eléctrico, con un bypass de 150 mm para equilibrar presiones, que es para control y una válvula Howell-Bunger de 400 mm, para regulación.

Aguas abajo y ya fuera de la arqueta, se dispone un cuenco deflector de 3,25 m de longitud y 2,50 m de anchura interior con un muro de impacto que se sitúa a 1,25 m del paramento de la arqueta, con un canto de 0,30 m y situado a 0,40 m de la solera. La altura total del muro es de 1,125 m y el ala superior horizontal es de 0,40 m de longitud. Se practican dos muescas para facilitar la circulación del agua que se disponen simétricas respecto al eje y se inicia a 10 m del cajero. Son trapeziales con una base mayor de 0,60 y una base menor de 0,20 m con una altura, también, de 0,20 m.

El desagüe evacua en un canal de descarga de sección trapezoidal de 1 m en la base y 0,85 m de altura de cajero, protegido por un rip-rap de escollera que tiene una longitud total de 217,5 m desaguando en el propio arroyo de Mostrakas.

6.4.9. Aliviadero

El aliviadero de la balsa de Mostrakas, tal como se ha comentado en el epígrafe de la Almenara de Pikarana, se sitúa como continuación de ésta, dando servicio a ambas infraestructuras y se ha descrito dentro del capítulo relativo a esta infraestructura.

En dicho capítulo se ha descrito el sistema de llenado-vaciado de la balsa y, teniendo en cuenta dicho funcionamiento, cuando se produzca la situación de avenida que define el nivel de máximo vertido, el caudal que vertido por el aliviadero provendrá del propio canal: el caudal máximo circulante 16,408 m³/s y por la balsa el caudal provocado por la precipitación máxima sobre el espejo 0,662 m³/s. Todo ello producirá una sobreelevación mínima en la balsa respecto a la de la lámina de vertido.

6.4.10. Auscultación e instrumentación de la balsa

Se ha propuesto la clasificación de la balsa de Mostrakas en la categoría "C" en función del riesgo potencial, por lo que no se ha previsto instrumentar el dique más allá de la instalación de un limnómetro de muy alta precisión para controlar el nivel de embalse, y un aforador con sonda de ultrasonidos para el control de las filtraciones de la balsa ubicado en un vertedero triangular de pared delgada.

Para realizar un correcto seguimiento de los movimientos verticales se disponen hitos topográficos a lo largo de la coronación de la presa (en el eje para determinar los asientos) y será necesario realizar campañas de nivelación. Estos hitos topográficos se medirán desde bases fijas en las que se estacionará el taquímetro de alta precisión. Tanto el limnómetro, como la sonda y todos los elementos electromecánicos de la balsa (compuertas y válvulas de control y regulación) estarán telecontrolados y podrán recibir y enviar señales de actuación desde el centro de control del canal.

6.4.11. Accesos

El acceso a la balsa se plantea desde la margen izquierda de la plataforma urbanizada en la almenara de Pikarana. De allí parte un camino con una anchura de 5 m cuyo firme está compuesto por una capa de zahorra artificial de 30 cm de espesor y un doble tratamiento superficial cuyo trazado en planta, sigue en su mayor parte el trazado de la conducción de llenado-vaciado implantándose en la franja excavada y posteriormente rellenada de la zanja de las conducciones. El relleno de la zanja se conforma para dar una pendiente longitudinal al camino, prácticamente horizontal.

Como se ha dicho la traza se desarrolla por encima de las conducciones hasta su pk 0+262. Aquí, mediante un acuerdo circular a izquierdas de radio 20 m y longitud 20,55 m se orienta hacia el norte. Tras un pequeño tramo recto un nuevo acuerdo, en este caso a derechas, hace virar la traza para llegar al camino de coronación de la balsa en el pk 0+330.

En el pk 0+211,49 se inicia la derivación hacia la plataforma urbanizada donde se encuentra el desagüe de fondo. Esta derivación tiene una longitud total de 57,87 m y tiene una fuerte pendiente que se ha tratado de suavizar

disponiendo en planta un trazado sinuoso. Aun así, se tienen pendientes ligeramente superiores al 12%.

En el camino se ha dispuesto un drenaje longitudinal a todo lo largo, con badenes para la evacuación del agua dada la poca entidad de las escorrentías. En el pk 0+323,81 se ha dispuesto una ODT con un tubo de hormigón de 1,20 m, esviada respecto al eje del camino, que da continuidad al barranco que baja desde el norte y que, además de su propia cuenca, recoge las escorrentías de la cuneta de guarda y la cuneta perimetral de coronación para dirigir las hasta el canal de descarga del desagüe de fondo que, por otra parte, discurre por la traza natural de este pequeño arroyo.

6.4.12. Reposición de servicios afectados.

La única afección que se produce con estas obras es al camino rural paralelo al arroyo de Mostrakas, afección no permanente. No obstante, como será de uso continuo para la construcción se ha previsto un escarificado y un extendido posterior de zahorra artificial para la reparación de los 520 m que se verán afectados.

6.5. BALSA DE TUDELA

La balsa de Tudela se ubica en el paraje de Montes del Cierzo en el término municipal de Tudela y, como ya ha quedado dicho a lo largo de este documento, es una pieza fundamental para la regulación del canal y para poder servir la mayor parte de las demandas de esta segunda fase del canal.

Se trata de una **balsa grande**, de acuerdo con la nueva Norma Técnica de Balsas que está próxima a ser publicada. Según esta futura norma tendrá esta consideración aquella balsa cuyo dique de cierre tenga una altura mayor de 15 m, o entre 10 y 15 m y un volumen de almacenamiento mayor de 1 hm³. De acuerdo con el riesgo potencial en caso de rotura, esta balsa se clasifica como A

La sección del dique es de materiales sueltos heterogénea y tiene una altura máxima sobre cimientos que supera ligeramente los 58 m. Consta de un desagüe de fondo, cuyas conducciones a la vez sirven como tomas, aliviadero y todos los elementos adicionales que debe tener una infraestructura de esta entidad.

A continuación, se va a realizar una descripción pormenorizada.

6.5.1. Ubicación

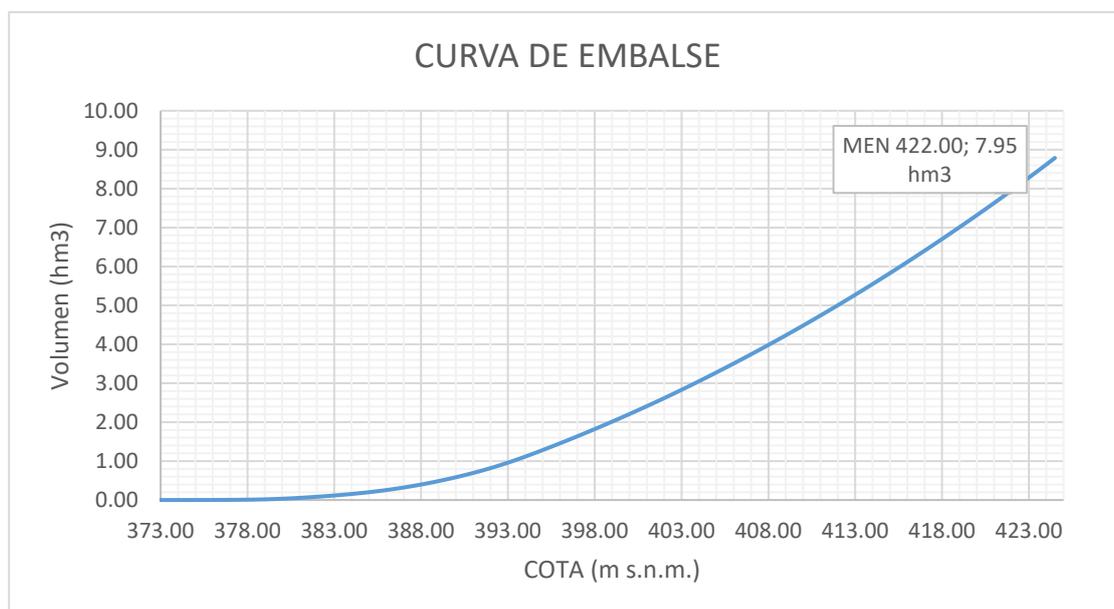
La balsa de Tudela se ubica en el paraje Montes del Cierzo, en Majada de las Vacas (Corraliza de Pedro). El dique de la balsa no cierra ningún cauce natural y se sitúa en la cabecera de una vaguada que pertenece a la cuenca del Barranco del Pulguer que se difumina, aguas abajo de la balsa del mismo nombre, en un cauce indefinido con varias acequias (el Espartal, la Almenara). La práctica totalidad de la vaguada aguas arriba del dique que forma la balsa es inundada por el embalse provocado por el cierre.

La balsa cierra sendos cabezos, situándose el inicio del eje de la balsa en el estribo derecho en el punto de coordenadas UTM: X= 604.938,587; Y= 4.659.220,284 y el final del eje en el estribo izquierdo en el punto de coordenadas UTM: X= 504.286,472; Y= 4.659.808,581

6.5.2. Características del embalse

Como se ha mencionado, el embalse producido por el dique inunda la práctica totalidad de la vaguada donde se ubica la infraestructura. La cuenca vertiente al embalse tiene una superficie total de 200 ha y la superficie de embalse a cota del máximo nivel normal (de ahora en adelante, NMN) es de 32,588 ha.

Este NMN se ha situado a la cota 422,00 m y el volumen de embalse a esa cota es de 7,954 hm³. El volumen muerto es de 0,004 hm³, siendo la cota a la que se sitúa este volumen muerto la 377,00 m. Se acompaña a continuación la curva de embalse.



Según la próxima nueva norma de balsas, se define un nivel característico para ellas que es el Nivel Máximo de Vertido (NMV): Máximo nivel que alcanza el agua en el interior de la balsa cuando por el aliviadero se vierte el máximo caudal de diseño, que es la suma del de alimentación de la balsa y el de vertido por el aliviadero de una altura equivalente a la precipitación caída sobre la balsa. Este nivel se corresponde con la cota 422,695 m.

Y, finalmente, ateniéndose a los niveles característicos definidos en la Norma de Seguridad de Presas, se tiene que el Nivel de Avenida de Proyecto (NAP) es 422,161 m y el Nivel de la Avenida Extrema (NAE) es 422,695 m.

6.5.3. Características generales de la balsa

La balsa se apoya en sendos cabezos, teniendo su origen y final en los puntos que se han definido en epígrafe 6.5.1. El desarrollo total por el eje de la balsa es de 1.060 m.

El eje es una poligonal cuyos vértices han sido suavizados por acuerdos de gran radio, de tal forma, que el eje en sí puede asimilarse a un arco de circunferencia de gran radio, con curvatura hacia aguas abajo.

Consta de una primera alineación orientada hacia el este de longitud 154,154 m, a continuación, un acuerdo circular de radio 150 m, para orientar el eje claramente hacia el noreste y tras este acuerdo una alineación de 327

m en la que se ubican las secciones con más altura del dique. Tras esta primera alineación, otro acuerdo circular de radio 125 m y una pequeña alineación recta de 47,479 m con otro acuerdo del mismo radio disponen la alineación en sentido prácticamente norte en el entorno del pk 0+800. A continuación, una nueva alineación recta de 51,006 m y tras ella un acuerdo, de nuevo de 125 m que orientan el eje en sentido prácticamente nornoroeste. El eje finaliza con una alineación recta de 155,650 m.

La altura máxima de la balsa es 58,5 m, aproximadamente en el pk 0+370 siendo la altura máxima sobre el cauce de 51,58 m. Los taludes de la balsa, tanto aguas arriba como aguas abajo, son 2,2H:1V. La coronación de la balsa se sitúa a la cota 424,50 m, pero desde el pk 0+200 hasta el pk 0+700 la cota es 20 cm más alta, alcanzando la cota 424,700 con sendos tramos de transición suave entre una y otra hasta el pk 0+220 y desde el pk 0+680.

6.5.4. Sección tipo de la balsa

Se trata de una balsa de materiales sueltos heterogénea formada por un núcleo impermeable y unos espaldones que le aportan estabilidad estructural. La sección geométrica es trapezoidal con una anchura en coronación de 8,5 m, taludes aguas arriba y aguas abajo 2,2 H:1V y una anchura en la base variable para cada perfil de que se trate, lógicamente, dependiendo de la altura.

El núcleo es vertical y está formado por un material arcillo-limoso con materiales procedentes de los préstamos del vaso. Es, fundamentalmente, el material cuaternario del fondo de las vales. Tiene sección trapezoidal con una anchura en coronación de 5 m a cota 423,50 m, taludes 1H:4V que dan lugar a anchuras máximas del orden de 35 m en el cimiento. El cimiento de núcleo se sitúa en el sustrato terciario sano, considerando que éste se encuentra a 2 m, aproximadamente, del contacto terciario-cuaternario.

Aguas arriba del núcleo se dispone el material todo uno protegiendo el núcleo. Este material procede, igualmente de la excavación del material terciario de los préstamos seleccionados en el vaso. La cota superior de esta capa es la 415 con una anchura de 3,5 m, de ahí con talud 3H:2V baja hasta la cota 411, donde se dispone una segunda berma, en este caso de 5,5 m de anchura, y de aquí hasta el cimiento baja con el mismo talud 3H:2V hasta cimentarse en el terciario.

A continuación, protegiendo el conjunto, se proyecta aguas arriba una cuña de gravas procedentes de la terraza superior en el Monte Clavijas; estas gravas se disponen desde la cota 423,50 m, con una anchura de 0,95 m, desde ahí baja con talud 2,2H:1V hasta el contacto terciario donde cimenta todo el espaldón. Entre esta capa de gravas y la anterior se dispone una capa estrecha de transición con una anchura de 1,50 m. Se trata de un material seleccionado, procedente del todo-uno que habrá sido tratado ligeramente, de tal forma que se le habrán quitado los tamaños máximos por encima de 100 mm.

Como capa de protección frente al oleaje generado por el viento se dispone un rip-rap de escollera de 3 m de espesor desde el cimiento hasta la cota 424,15 m.

Aguas abajo del núcleo se disponen sendas capas de filtro y dren, ambas de 1,5 m de espesor que al llegar al contacto con el cimiento se extienden horizontalmente con un espesor de 0,5 m. En las secciones centrales del

dique de la balsa estas capas se extienden a todo lo largo del cimiento del espaldón. En las secciones donde el cimiento no es horizontal e, incluso, tiene contrapendiente, estas capas se limitan a un tacón de 3,50 m de longitud. Ambos materiales, filtro y dren, procederán de graveras cercanas. El espaldón de aguas abajo está constituido, fundamentalmente, por el material todo-uno procedente del terciario y en el corazón del mismo se dispondrá un trapecio de gravas cementadas que recubren las gravas del préstamo del Monte Clavijas. El talud es 2,2H:1V y el espaldón se apoya en el pie de aguas abajo en un tacón trapecial formado por escollera gruesa.

Para recoger las filtraciones que se puedan producir a través del cuerpo de balsa se han previsto dos puntos recogida en ambos estribos. En la margen derecha el punto de recogida está en la sección de mayor altura que define el punto más bajo de la cimentación. En la margen izquierda, se recogen en la sección inmediatamente posterior a la galería del desagüe de fondo. Se disponen sendas tuberías de PVC ranuradas de 250 mm dentro del tapiz drenante de la balsa y se dirigen a través de una tubería de PVC de ese mismo diámetro a las arquetas donde se alojan los aforadores triangulares. Estas arquetas serán visitables con unas dimensiones interiores de 2,50 m×2,50 m y acceso mediante escalera de gato para facilitar el control y el mantenimiento.

Para recoger los escurrimientos sobre el cuerpo de balsa aguas abajo, se dispone una cuneta de pie de balsa a todo lo largo del perímetro aguas abajo. Los vertidos se recogen en sendas arquetas que dirigen el agua hacia el canal de descarga del aliviadero y desagüe de fondo.

La coronación de la balsa tiene una anchura de 8,5 m y está constituida por una calzada de 6,35 m de anchura con dos arcones de 1,074 m de anchura formados por material granular. La separación entre ambos elementos se realiza con una barrera metálica de acero galvanizado de 4,29 m de longitud total separadas por pilonas de hormigón prefabricado cada 5 m. En el arcén de aguas abajo en la margen izquierda, se disponen dados de hormigón con un par de tubos Ø 110 mm para canalización eléctrica. El firme se constituye con una capa de zahorra natural y un doble tratamiento superficial.

6.5.5. Préstamos

Los materiales para la formación del cuerpo de la balsa se obtienen del vaso del embalse y de la terraza superior situada inmediatamente al noroeste del embalse. A pesar de que, con preferencia se van a tomar los materiales presentes en el vaso, se ha de aclarar que, tanto limos como material todo-uno, hay presente en todo el entorno de la ubicación de la balsa.

En el estudio de materiales recogido en el apéndice 3.2 del anejo 3, se describen claramente los materiales aprovechables, sus características y su ubicación. En concreto se ubican los yacimientos de material arcillo-limoso para el núcleo, el todo uno a base de argilitas-lutitas-areniscas presentes en el terciario en el vaso y además se proponen algunas plantas de áridos y canteras para el resto del material granular:

1. Los limos de fondo de vales para el núcleo
2. El material todo uno, mezcla de argilitas, lutitas, areniscas.

3. Materiales procedentes de graveras y canteras para formación de filtros, drenes y escollera
4. Las gravas y gravas cementadas de la terraza superior

Se han cartografiado los posibles yacimientos y se ha medido el material disponible en bruto. A continuación, se recoge un resumen de los materiales disponibles en los distintos préstamos

PRÉSTAMO	NATURALEZA	VOLUMEN (m ³)
1	Limos	396.941,68
2	Limos	41.546,35
3	Limos	165.525,57
4	Limos	88.501,79
Volumen limos (m³)		692.515,39
5	Gravas	552.572,52
Volumen gravas (m³)		552.572,52
6	Terciario	385.515,67
7	Terciario	110.567,46
8	Terciario	437.503,78
9	Terciario	494.459,97
Volumen terciario (m³)		1.428.046,88

6.5.6. Balance de tierras

Los materiales que componen el dique de materiales sueltos van a ser obtenidos de los distintos préstamos en el entorno indicados en el epígrafe anterior y, también, de plantas de áridos y canteras en explotación relativamente cercanas.

En cuanto a los materiales que se van a obtener de los yacimientos, las necesidades son:

Material arcillo-limoso para núcleo: 435.000 m³. Se obtendrá de los préstamos de limos numerados del 2 al 4, situados dentro del vaso del embalse, el primero, indicado como limos 1 en el punto anterior se corresponde con los limos situados en el cimiento de la balsa.

Material todo-uno y gravas para espaldones. El volumen total para formar los espaldones es de 1.785.000 m³ y provendrá de los préstamos del vaso del embalse, numerados del 6 al 9 y del préstamo de grava situado en la terraza superior.

El resto de los materiales proviene de canteras y plantas de áridos próximas.

Los distintos yacimientos dentro del embalse serán explotados a medida que las necesidades para la formación del dique de la balsa lo requieran, de tal forma que no se producirán, en ningún caso, sobrantes, a excepción de la tierra vegetal que recubre todos los préstamos y que será acopiada para, después, ser extendida en el paramento de presa y en toda la superficie del préstamo de gravas en la terraza superior para su final adecuación.

6.5.7. Tratamiento del cimiento

Se distinguen fundamentalmente dos zonas en el cimiento, la primera es el estribo derecho y parte central de la balsa y la segunda es el estribo izquierdo. El tratamiento del cimiento es diferente en cada una de ellas.

Tratamiento en estribo derecho y zona central de balsa (pk 0+000 a pk 0+670)

1. Retirada de los materiales cuaternarios en toda la zona de apoyo de la balsa
2. Sobre excavación en la zona del núcleo de, al menos, 2,00 m
3. Comprobación de presencia de niveles areniscosos en el fondo de la excavación en el apoyo del núcleo. si este es el caso, cubrición del fondo de la excavación con una capa de poco espesor de hormigón en masa.
4. Prueba de tratamiento para decidir la necesidad de inyecciones de consolidación.
5. Si es el caso, tratamiento de consolidación con inyecciones de 10 m de profundidad en cuadrícula de 5,0m×5,0 m

Tratamiento en estribo izquierdo (pk 0+670 a 1+060)

1. Retirada del nivel de gravas en toda la zona de apoyo de la balsa y sobre excavación en la zona del núcleo de, al menos 2,00 m, para alcanzar el sustrato terciario sano.
2. Tratamiento de impermeabilización del cimiento entre los pk 0+670 y 0+850 mediante inyecciones de lechada de microcemento. Estas inyecciones se harán con taladros inclinados 15° en el sentido longitudinal, separados cada 10 m en una primera fase, profundizando hasta la cota 390 m. Si tras esta primera fase se hace necesaria una segunda, se realizará intercalando entre las inyecciones de la primera.

6.5.8. Auscultación de la balsa

La balsa dispone de instrumentación para controlar el comportamiento de la estructura, instrumentación para controlar las filtraciones, instrumentación para control topográfico e instrumentación para controlar el nivel de embalse y las condiciones meteorológicas.

En cuanto a la estructura, se han dispuesto tres secciones de auscultación: 0+320; 0+420 y 0+515, esta última es la sección correspondiente con el eje del desagüe de fondo.

Se miden presiones intersticiales mediante piezómetros de cuerda vibrante, deformaciones mediante células hidráulicas de asientos y presiones totales mediante células de presión total.

En las secciones 1 y 2 la instrumentación es idéntica y consiste en 19 piezómetros de cuerda vibrante en el cuerpo de presa y 4 en cimiento bajo el núcleo y 15 células hidráulicas para el control de asientos.

En la sección 3, sobre la galería del desagüe se disponen 11 piezómetros de cuerda vibrante en el cuerpo de

presa y 15 células de asiento hidráulico. Además, en el contacto núcleo-galería y transversalmente a ésta, se disponen tres secciones de auscultación y en cada una de las tres parejas de células de presión total y piezómetro: una en el hormigón de relleno de lado derecho otra en el lado izquierdo y una última en clave de galería.

La balsa contará con dos aforadores triangulares en las arquetas de recogida de margen derecha y margen izquierda, equipados con una sonda de ultrasonidos. Se dispondrán tres bases de nivelación y colimación, una en el inicio del eje de balsa, otra al final y una tercera en el cabezo que hay en margen izquierda de la balsa aguas abajo. En coronación se dispondrán clavos de nivelación cada aproximadamente 50 m.

Se pondrá un limnómetro de muy alta precisión para controlar el nivel del embalse y por último una estación meteorológica completa.

Toda la instrumentación, a excepción, de la topográfica estará telecontrolada.

6.5.9. Desagüe de fondo

El desagüe de fondo discurre bajo el dique de la balsa y se sitúa en una alineación perpendicular al eje de balsa en la progresiva 0+515. Todo él se encuentra cimentado en el terciario competente. Está constituido por dos conductos gemelos de 2.232 mm de diámetro con una obra de embocadura, compuertas de control y compuertas o válvulas de regulación. A pesar de que lo ideal, hubiese sido enterrar lo suficiente la obra de fábrica para que el núcleo cimentase sobre ella, condicionantes, fundamentalmente hidráulicos han hecho que esto no haya sido así, pues habría que haber profundizado mucho el canal de descarga para dar salida al agua. No obstante, se ha profundizado todo lo posible llegando a que la galería en la zona del núcleo sobresale entre 4 y 4,5 m de un total de más de 10 m de altura.

Se pueden diferenciar varias partes en el desagüe: la cámara de compuertas, donde se alojan las compuertas de control, la galería bajo el cuerpo del dique que recoge los conductos de desagüe, la arqueta de toma, donde se alojan las válvulas de regulación del desagüe, el cuenco deflector y el canal de descarga.

6.5.9.1. Cámara de compuertas

Es una estructura de hormigón fuertemente armada que se encuentra permanentemente sumergida. En ella se aloja la embocadura de cada una de las conducciones y las válvulas de control. La cámara tiene una planta rectangular de 12,266 m de longitud por 10 m de anchura, que enlaza con un macizo de hormigón de 8,65 m de altura donde se alojan las conducciones, compuertas, aireaciones y sobre este una sección abovedada con un arco de medio punto de radio 3,70 m interior y canto de 1,30 m, conformando una altura de bóveda total de 7,045 m.

Esta cámara tiene adosada aguas arriba una estructura de rejillas, para evitar la entrada de gruesos. Esta estructura está formada por dos obras de embocadura gemelas en cada una de las cuales se alojan dos paneles de compuertas de 1.360 mm de anchura y 2.200 mm de altura que se sustentan en un pilar central en forma de pez.

La embocadura en planta está formada por sendas curvas elípticas en los laterales cuyo radio menor es 1,00 m y

el radio mayor 1,580 m. En alzado se dispone un acuerdo circular de radio 0,80 m. Todo ello constituye una transición para llegar, finalmente, a una sección rectangular de 2.200 m de altura, por 1.700 mm de anchura, toda ella embebida en un hormigón de segunda fase ya dentro de la cámara.

La longitud de la sección rectangular hasta las compuertas de control es 5,379 m y se trata de un blindaje metálico de 16 mm de espesor. A continuación, se disponen las compuertas Bureau de control de 2.200 mm×1.700 mm, tras las cuales, y en una longitud de 2 m, se propone una transición de sección rectangular a circular también metálica. Todo ello está embebido en el hormigón de segunda fase.

Las compuertas de control disponen de sendos bypass de 150 mm de diámetro controlados por dos válvulas de compuerta y son de accionamiento eléctrico. La aireación de las compuertas consiste en un tubo, aguas abajo, que conecta con el conducto de aireación del aliviadero del cual se hablará más adelante.

La plataforma visitable se encuentra a la cota 381,85 m y a ella se accede desde la galería por dos tramos de escalera metálica tipo barco de 3,00 m y 2,25 m con una anchura de 1 m. Esta plataforma se protege con barandilla metálica para evitar accidentes.

En clave de bóveda se proyecta un carril para polipasto de 2.000 kg con un perfil metálico IPN-300.

Al tratarse de una cámara que permanece constantemente sumergida se ha previsto la impermeabilización mediante la aplicación de un mortero elástico.

6.5.9.2. Galería

La galería bajo el cuerpo de balsa tiene una longitud de 224,441 m. La galería es bifuncional y en la parte inferior aloja el canal de descarga del aliviadero, rectangular de anchura 7,4 m y altura 1,5 m y en la parte superior aloja las conducciones que constituyen el desagüe. Esta parte superior es una sección abovedada con un arco de medio punto de 3,7 interior y diversos cantos de bóveda en función de la sección de que se trate.

Se han definido 5 secciones tipo en función de la carga que deben soportar:

- ✓ La sección tipo 1. Se extiende a lo largo de una longitud continua de 60 m en el centro de la sección transversal. Por tanto, es la que mayores esfuerzos soporta. Esta sección consiste en una losa de 2,20 m de canto y 13 m de anchura, sobre ella a 3,70 m del eje se disponen los hastiales de 1,80 m de espesor con lo que la solera sobresale 1 m del cajón superior. Estos hastiales tienen una altura de 2,1 m y conforman el canal rectangular del aliviadero de 7,40 m de anchura por 1,5 m de altura con una losa superior de 0,60 m de canto. A partir de estos 2,1 m los hastiales, manteniendo la anchura interior, se estrechan hasta una anchura de 1,3 m y con este canto se conforma la bóveda donde se alojan las conducciones. La bóveda tiene unos hastiales rectos de 1,680 m de altura a partir de los cuales arranca el arco de medio punto de radio exterior 5,0 m.

Esta sección, en la zona donde apoya el núcleo, tiene unos riñones de hormigón en masa HM-20 que rellenan toda la excavación y que parten de la parte superior bóveda hacia los lados con talud 3H:2V

hasta encontrarse con el terreno. Estas cuñas se disponen para poder compactar bien el material del núcleo en este contacto y que, además, el propio peso del relleno comprima el contacto relleno-hormigón evitando que se puedan producir vías que favorezcan las filtraciones.

- ✓ La sección tipo 2 tiene una longitud de 72 m, divididos en dos tramos similares aguas arriba y aguas abajo de la sección 1. La única diferencia de esta sección respecto a la anterior es que en este caso la losa inferior tiene un canto de 2,00 m.
- ✓ La sección tipo 3 tiene una longitud de 31,75 m y se localiza aguas arriba de la sección 2 finalizando en la cámara de compuertas. Esta sección consiste en una losa de 1,80 m de canto y 12,40 m de anchura, sobre ella, a 3,70 m del eje se disponen los hastiales de 1,50 m de espesor con lo que la solera sobresale 1 m del cajón superior. La galería superior es similar a las de las secciones anteriores.
- ✓ La sección tipo 4 tiene una longitud de 36 m y se localiza aguas abajo de la sección 2, lógicamente. Es idéntica a la sección 3 en cuanto a las formas, pero se diferencia de ella en el acero estructural que necesita.
- ✓ La sección tipo 5 tiene una longitud de 24,696 m y se localiza tras la sección 4, aguas abajo del pie de balsa. Es una sección similar a las anteriores con la única diferencia de que la altura de la bóveda es variable, partiendo de un hastial recto de 1,68 m de altura hasta 4,010 al final de la galería.

Las juntas de construcción de la galería, juntas longitudinales, se impermeabilizan con dos perfiles hidroexpansivos en cada fase de construcción, con un total de 4 perfiles en cada hastial. Los hastiales soportan tales esfuerzos que están fuertemente comprimidos. Transversalmente se dispone una junta cada 12 m y en ellas se han previsto dos bandas de PVC de 0,40 m de espesor y se protegen exteriormente con un sellado elástico mediante banda elastomérica.

En la zona abovedada se alojan las dos tuberías de acero helicoidado de 2.232 mm. Estas tuberías se sustentan sobre apoyos metálicos cada 6 m y transversalmente sus ejes están separados 3,70 m, de tal forma que queda un pasillo interior para paso peatonal de algo menos de 1,50 m. Respecto a los paramentos de los hastiales hay una separación algo inferior a 0,75 m. El eje de las conducciones se sitúa a 1,50 m de la solera

En solera se dispone una capa de mortero para formar pendiente con un espesor de 20 cm en el eje de tal forma que en ambos lados se forma un canal de desagüe con una anchura de 20 cm y una profundidad de algo más de 10 cm que recoge las filtraciones que se puedan producir a lo largo de la galería.

Cada 60 m se coloca en solera un posible acceso al canal de descarga del aliviadero para mantenimiento. Esos accesos constan de una tapa de 60 cm×60 cm de fundición. A lo largo de toda la galería se dispone un carril para polipasto de 2.000 kg formado por un IPN-300.

Una vez fuera del cuerpo de balsa la sección se prolonga, aunque sin la galería, el canal de descarga del aliviadero y continúan los hastiales hasta la losa superior donde apoyan las conducciones y sobre ellos con un gálibo de

3,720 m se sitúa una losa para dar a continuidad a la plataforma a pie del dique de la balsa donde se ubica la arqueta de toma.

El acceso a la galería desde el exterior solo es posible de forma peatonal y a través de la arqueta de toma. Los vehículos pueden acceder hasta la puerta de entrada encima de la losa de paso donde gracias al polipasto podrán hacer las labores de carga y descarga.

6.5.9.3. Arqueta de válvulas de regulación

Las válvulas de regulación se alojan en la arqueta de toma y ésta se describirá más adelante. Las conducciones de desagüe se prolongan durante 2,5 m y mediante una pieza especial que es un codo y contra codo en el espacio, elevan y separan su eje para poder adaptarse a las necesidades de espacio para la valvulería de las intersecciones que después se describirán. Esta pieza especial tiene una longitud de 4 m y tras ella las tuberías están separadas entre sí por una distancia entre ejes de 7,20 m y se situarán a 1,90 m de la solera.

La longitud total de conducción, a continuación, es de 11,850 m y en este tramo se dispone una válvula de mariposa de 2.200 mm de diámetro y los encuentro con las tuberías de 1.616 mm que llegan desde la balsa de Mostrakas. A continuación, y con una longitud de 4,0 m se proyecta una transición de sección circular de 2.200 mm de diámetro interior a una de 600 mm para disponer las válvulas de regulación: dos Howell-Bunger con concentrador de diámetro 600 mm.

6.5.9.4. Cuenco deflector

Para amortiguar la energía de salida del agua por los desagües de fondo se dispone un cuenco de disipación de energía o deflector. Se trata de una estructura de planta rectangular cuya sección transversal es rectangular apoyando en parte sobre el canal de descarga del aliviadero y con una solera de canto 0,60 m y cajeros de 0,50 m fabricada con hormigón armado HA-35.

De acuerdo con las recomendaciones de Peterka las dimensiones de este dispositivo se determinan en función de las características hidráulicas a la salida de las Howell-Bunger y en este caso dan lugar a un cuenco con una longitud interior de 8,775 m y una anchura interior de 12,40 m. La altura de los cajeros es de 4,50 m. El muro de impacto tiene forma de L invertida: la base de la L tiene una anchura de 1,475 m y el palo largo es de 2,70 m. El canto de este muro es de 0,50 m y se encuentra a 0,975 m de la solera y a 2,45 m del paramento de aguas arriba, donde se alojan las válvulas.

El muro de impacto tiene unas muescas para facilitar la circulación del agua. Son trapeciales y son cuatro simétricas respecto al eje del cuenco. Tienen una anchura en la base de 1,50 m y una altura de 0,75 m, siendo las dimensiones de la base corta de 0,50 m. En sentido transversal, la primera muesca se sitúa a 0,175 m del cajero y la siguiente a 3,525 m de ese mismo cajero.

En la salida del cuenco hay un tacón de 0,975 m de altura con un talud 1H:1V que da paso a un canal de transición de 5 m de longitud, en el que, a lo largo de 4,5 m, la base pasa de una anchura interior de 12,40 a 7,40 y la altura

de cajeros pasa de 3,45 m a 1,5 m. A partir de este punto el agua vierte sobre el cuenco amortiguador del aliviadero.

Este es un cuenco del tipo I del Bureau of Reclamation, con una longitud de 12,50 m y cota de solera 367,952 m, 1 m por debajo de la cota de entrada y salida. Previo, hay una rampa de 1,5 m de longitud y talud, lógicamente, 3H:2V; la salida del cuenco es similar. Transversalmente se trata de una sección rectangular con solera de canto 0,60 m y cajeros de 0,50 de hormigón armado HM-35.

6.5.9.5. Canal de descarga

A continuación del cuenco de amortiguación para las descargas del aliviadero, se dispone un canal de descarga de 503,023 m de longitud que dirige el agua hacia una balsa final situada tras la NA-160, a partir de la cual comienza un curso más definido que se dirige hacia la Balsa del Pulguer.

En planta, el canal tiene un trazado sinuoso para alcanzar el inicio del curso definido que va a la Balsa del Pulguer. De esta forma, el canal se inicia con una curva a derechas de radio 50 m y 39,6 m de desarrollo tomando orientación sursuroeste, a continuación, una larga recta de 260,95 m y tras ella una curva a izquierdas de radio 100 m y 53,25 m de desarrollo, con lo que el canal se orienta completamente hacia el sur. De aquí al final el trazado es recto. En este tramo se sitúa la hinca para cruzar la NA-160. Ambos ejes se intersecan con un ángulo de más de 147°, lo que provoca una longitud de hinca que supera los 64 m para no afectar a la plataforma de la carretera.

El perfil longitudinal de este canal se ha adaptado lo más posible al perfil del terreno, para lo cual se le ha dotado de una pendiente del 5% y cuatro saltos a lo largo de todo su recorrido de diversas alturas. El régimen de circulación hidráulica en todo el canal es lento y en cada uno de los saltos se ha dispuesto un cuenco para fijar el resalto hidráulico. La rampa de caída de todos los saltos tiene una pendiente 1H:1V

Las secciones transversales son trapeciales con taludes 1H:1V y formadas por escollera colocada de 0,60 m de espesor.

Si se divide el canal en los tramos señalados se tiene:

- ✓ Un primer tramo hasta el salto 1 de longitud 43,111 m con sección trapecial de anchura variable entre 7,40 y 1 m y altura de cajeros de 1,75 m. La cota de rasante inicial es 368,952 y la cota de rasante final es 368,408. A continuación, un salto de altura 4,369 m y un cuenco de amortiguación de 18 m totales.
- ✓ El segundo tramo tiene una longitud de 113,366 m y la sección es trapecial de anchura constante de 4 m y altura de cajeros 1,75 m. La cota de rasante inicial es 365,568 y la final es 365,326. A continuación, el salto 2 con una caída de 5,069 m y un cuenco de 18,00 m.
- ✓ El tercer tramo tiene una longitud de 124,027 m y la sección es trapecial de 4 m de anchura y 1,75 m de altura. La cota de rasante inicial es 361,748 y la final es 361,129 m. A continuación, el salto 3 con una altura de 7,67 m y cuenco de 18 m.
- ✓ En el cuarto tramo se encuentra la hinca para cruzar la carretera NA-160. Por tanto, este tramo se subdivide en dos.

El de aguas arriba de la hinca tiene una longitud de 69,499 m con una sección trapecial de 4 m de anchura y altura de cajeros 3,00 m, debido a que el cambio de sección de trapecial a circular (bajo la carretera) provoca un remanso hacia aguas arriba y eleva la cota de agua sensiblemente alcanzando calados de 2,5 m. La cota rasante en el inicio es 354,960 y en el inicio del tramo circular es de 354,637.

El subtramo de aguas abajo tiene una longitud de 10,70 m con una sección típica de 4 m en la base y altura de cajeros de 1,75 m. La rasante de inicio, final del tramo circular, está a la cota 354,010 y la final a la 353,839 m. Finaliza en el cuarto salto, de 18 m de longitud, tras el cual se dispone la balsa, simplemente excavada, con cota de rasante 354,439.

La hinca tiene una longitud total de 64,312 m ya que como se ha comentado anteriormente, la intersección del canal con la carretera no es ortogonal. El método de hinca que se prevé emplear es hinca mediante escudo abierto. Se hinca una tubería de acero de 2.540 mm de diámetro y 20 mm de espesor soldada. Aguas arriba y aguas abajo se diseñan dos transiciones de sección trapecial a sección rectangular y viceversa. La pendiente del tubo es del 1% para asegurar el régimen rápido y que el caudal máximo previsible pase con grados de llenado menores del 60%.

6.5.10. Aliviadero

El aliviadero de la balsa es del tipo morning-glory y se sitúa encima de la cámara de compuertas del desagüe de fondo. La cota de vertido es la 422,10 m, a pesar de que el NMN está a la cota 422,00 m, con el fin de evitar las continuas salpicaduras en la explotación normal del embalse.

El aliviadero se aloja en una torre circular que es una estructura mixta, pues el propio pozo del aliviadero construido con acero galvanizado con un espesor de 10 mm forma parte de la estructura, actuando a la vez como encofrado perdido y actuando como elemento estructural puesto que por medio de patillas y conectores forma un todo uno con el hormigón. El espesor del hormigón en la torre es de 0,50 m.

La altura total de la torre del aliviadero sobre la clave de la cámara de compuertas es de 33,205 m. El diámetro exterior de la torre es de 2,66 m desde la cámara hasta 29,318 m por encima, a partir de allí se dispone un zócalo de 3,594 m de diámetro para acoger la corola del morning glory.

Interiormente el pozo, es decir la pieza metálica del aliviadero, que constituye realmente el morning glory, tiene una altura total de 44,60 m hasta el codo a 90° dentro de la cámara de compuertas para alcanzar una alineación horizontal. A partir de este punto la sección ya no es circular y es una complicada pieza de transición de esta sección circular a una sección rectangular de 7,40 m en la base por 1,00 m de altura, en 4,263 m.

De arriba abajo, se inicia con una curva parabólica con un radio en el vértice superior, a cota 422,10 de 1,70 m. La pequeña curva previa a la circunferencia a cota 422,10 m, mide en planta 0,097 m, esto hace que el radio máximo de la torre coincidiendo con el zócalo sea 1,797 m. La longitud total de la parábola es de 3,42 m, pasando de un radio de 1,70 m a 0,83 m que se mantiene constante hasta el final. El pozo con este radio tiene una altura total de 41,18 m hasta el codo.

Adosada a esta pieza está el conducto para aireación del aliviadero y desagüe de fondo. Según los cálculos la superficie adecuada para la aireación puede estar comprendida entre los 0,25-0,30 m². Se ha dispuesto, en la mayor parte, una pieza en forma de paralelepípedo con dos lados arcos de circunferencia de radio 0,83 y 1,13 m laterales de 0,30 m. Siempre adosado a la pieza metálica que constituye el aliviadero, se dispone de abajo hacia arriba, en primer término, una pieza transición rectangular de 0,50 m de altura por 7,40 m de anchura que finaliza en el inicio del codo de 90° en la pieza paralelepipedica descrita anteriormente.

Esta pieza se prolonga durante 40,71 m. A partir de aquí se despega del aliviadero y se convierte en una pieza embebida en el hormigón con una transición de la forma anterior a una sección rectangular de 1 m por 0,30 m a lo largo de 3,122 m. Se dispone una cuña para dar verticalidad absoluta al siguiente tramo que es otra transición de esta sección rectangular a una sección circular de radio 0,30 m. Aquí se alcanza la cota 422,10 m y a partir de aquí se prolonga el tubo de 0,30 m de radio embebido en hormigón con un espesor de 0,30 m hasta alcanzar la cota de coronación 424,50 m.

Antes de pasar a describir el canal de descarga, solo resta decir que para evitar accidentes o entradas de cualquier grueso que puede disminuir la capacidad hidráulica del aliviadero se dispondrá una línea de protección a base de boyas y cuerdas.

El canal de descarga del aliviadero se aloja bajo la galería del desagüe de fondo. Tiene una sección de 7,40 m de anchura x 1,50 m de altura y se le ha dotado con una pendiente longitudinal del 2% para asegurar el régimen rápido en todo el trayecto bajo la balsa con calados menores de 0,50 m. El canal discurre bajo la galería, bajo la arqueta de toma y bajo el cuenco deflector del desagüe de fondo con una longitud de 278,13 m.

Finaliza en un cuenco amortiguador el cual ya ha sido descrito en el epígrafe del desagüe de fondo.

6.5.11. Arqueta de toma

La arqueta de toma se localiza a pie de balsa aguas abajo. Tiene una planta en forma de T, en la que la que el travesaño de la letra tiene la misma alineación que el desagüe de fondo y comparte su eje y el palo principal de la letra es normal al eje del desagüe.

La arqueta de toma se asienta en la plataforma de servicios situada a pie de balsa con una planta rectangular de 206 m el lado paralelo al eje de la balsa y 66,70 m en lado normal al eje de la balsa. La cota de la plataforma 376,236 m. Esta plataforma dispone de un firme con una base de zahorra de 30 cm de espesor y un doble tratamiento superficial.

Las dimensiones de la arqueta son: el rectángulo alineado con el eje del desagüe tiene una longitud de 25,450 m y una anchura de 16,900 m. El rectángulo normal tiene 17,850 m de longitud y 11,650 m de anchura. Una sección transversal por el rectángulo principal es una sección en U con una solera de 16,90 m y canto 0,60 m y cajeros de 0,50 m de anchura. La altura de cajeros es de 4,50 m y la solera se sitúa a la cota 371,856 m, mientras que la coronación de cajeros es la cota 376,356 m. Bajo esta sección en U discurre el canal de descarga del aliviadero, del que ya se ha hablado en epígrafes anteriores.

Si ahora se da una sección transversal al eje principal del rectángulo secundario, se tiene una sección en U con una longitud de solera de 11,650 m, canto de 0,60 m y cajeros de 4,50 m de altura y 0,50 m de anchura. Las cotas de solera y coronación de cajeros son las del rectángulo principal. En el cajero derecho, según el sentido de circulación del agua, se dispone una losa a la cota 376,356 m. con una anchura de 4,10 m y una longitud de 17,850 m.

Sobre esta arqueta, cimentando en sus cajeros, se dispone un edificio que da cobijo a toda la calderería de distribución y regulación. El edificio tiene una altura hasta fondo de vigas de cubiertas de 7,17 m y su estructura está formada por pilares distribuidos más o menos regularmente de 0,50 m×0,60 m. Esta distribución de pilares está condicionada por las necesidades que imponen la calderería por un lado y, por otro, por la luz del puente-grúa. La cubierta sobre el rectángulo principal apoya en una viga delta de 24,450 m de luz mientras que en el rectángulo secundario la viga delta tiene una luz de 15,750 m.

Arquitectónicamente, las fachadas del edificio son a base de bloque de hormigón prefabricado con carpintería metálica de lamas para ventilación distribuidas regularmente por toda la fachada, al igual que la carpintería para las ventanas. La puerta de acceso para camiones se encuentra en la fachada norte y tiene unas dimensiones de 4 m×4 m. En el lado este se dispone de otra puerta metálica de 2,40 m×3,00 m de altura. La cubierta es de panel de chapa con aislamiento térmico intermedio con un espesor de 30 mm y 20 paneles de policarbonato de 4,80 m por 1,0 m de anchura distribuidos regularmente.

Se dispone una viga carril, IPE-400, para un puente grúa de 14,05 m de luz y 5.000 kg, que apoya en las ménsulas de los pilares y que recorre toda la longitud del palo de la T y da accesos a todos los elementos principales de la calderería de cara a su mantenimiento

A esta arqueta, por su lado este, llegan las dos tuberías de 1.630 mm que proceden de Mostrakas, la separación entre ejes es de 4,60. La tubería izquierda ya dentro del edificio dispone de una válvula de mariposa de control de 1.600 mm de diámetro con su correspondiente carrete de desmontaje y su bypass de Ø 200 mm. La tubería de la derecha se bifurca mediante una pieza pantalón en dos tuberías de Ø 762 mm en las que se disponen sendas válvulas de mariposa de control, de diámetro 750 mm con su correspondiente carrete de desmontaje y su correspondiente bypass y a continuación sendas válvulas de regulación controladas por diafragma. Tras ellas, de nuevo, se dispone una instalación simétrica respecto al eje de estas válvulas de regulación con válvulas de mariposa de control y sus elementos accesorios y una pieza pantalón que unifica estas dos conducciones en una tubería de 1.630 mm de diámetro.

Previamente a estos dispositivos ambas conducciones se unen mediante una conexión de Ø 1.630 mm con una válvula de control del tipo mariposa con carrete de desmontaje. El objeto de esta conexión es concentrar en uno u otro conducto el caudal proveniente de Mostrakas si fuese necesario.

Estas conducciones conectan con la tubería de desagüe izquierda y tras esta intersección se prolongan las dos tuberías para conectar con el segundo conducto de desagüe de fondo. En este tramo se disponen sendas válvulas

de 1.600 mm de diámetro con su correspondiente carrete y by-pass de 200 mm para poder controlar los flujos por una u otra conducción. De la tubería de desagüe derecha parten, con la alineación que traen las conducciones que llegan desde Mostrakas, las tuberías de 1.930 mm de diámetro que darán continuidad al Canal de Navarra. Ambas disponen de dos válvulas de mariposa de 1.900 mm de diámetro con su carrete y su bypass de Ø 200 mm.

Para poder acceder peatonalmente a todos los puntos de interés dentro de la arqueta se dispone una estructura metálica perimetral con perfiles laminados y plataforma trámex a cota 376,356 m. Para acceder a todos los espacios donde se ubican las piezas especiales, se disponen de diversas escaleras tipo barco y escaleras tipo gato donde no hay espacio suficiente.

Desde esta arqueta se puede acceder peatonalmente a la galería del desagüe de fondo, para lo cual se pasa por debajo de la losa de paso que da continuidad a la plataforma entre la arqueta y el pie de balsa. Losa que tiene una anchura de 8,50 m, una luz de 7,40 m y un canto de 0,50 m.

En el pk 6+800 de la conducción de entrada, fuera de la plataforma de la arqueta de toma y a una mayor distancia que los 10 diámetros mínimos, se ubica una arqueta de fábrica de hormigón donde se alojan sendos caudalímetros ultrasónicos de dos haces con cuyo aforo se regulará la apertura y cierre de las distintas válvulas para regular el caudal de entrada a la balsa o el caudal servido directamente a la zona regable. La arqueta de caudalímetros es completamente accesible y tiene unas dimensiones interiores de 3,50 m x 6,50 m con una profundidad de 6,632 m.

6.5.12. Edificio de control

El edificio de control se sitúa en el estribo izquierdo de la balsa en una plataforma a cota 424,50 m de planta rectangular, aunque algo irregular, de lados aproximados 36 m x 34 m. Dicha plataforma cuenta con un firme a base de una capa de zahorra de 30 cm y un doble tratamiento superficial.

El edificio tiene una superficie en planta de 14,00 m por 7,50 m y su estructura es a base de pilares y vigas de hormigón armado. La fachada es de fábrica de ladrillo de 1 pie y la cubierta es a base de tabiquillo de rasilla y teja árabe.

La distribución interior ofrece una sala de control de 25,76 m², un almacén de 26,98 m², una oficina de 12,96 m² y un laboratorio de 11,005 m². Además, hay un cuarto de baño y aseo.

En este edificio se ubicará la sala de emergencia de la balsa y diversos elementos de control "in situ", recepción y envío de señales al centro de control del canal en Artajona.

6.5.13. Accesos

Hay dos accesos principales a la balsa: a pie de balsa y coronación. Los caminos de acceso tienen un paquete de firmes que consta de una base de zahorra de 30 cm de espesor.

A pie de balsa se accede desde la margen izquierda por un camino que sigue, en parte, la traza de las tuberías que vienen de Mostrakas y que se inicia en la carretera NA-6810 y con una longitud de 1.148,075 m llega a la

plataforma a pie de balsa a cota 376,356. El camino por margen derecha parte de la NA-160 y con un desarrollo de 1.178,951 m llega al lado derecho de la plataforma a pie de balsa. La continuidad está asegurada mediante la plataforma y la losa de paso sobre las conducciones de desagüe y el canal de descarga del aliviadero.

A coronación se llega utilizando el inicio del camino de servicio del parque eólico Montes del Cierzo que también parte de la NA-6810. Al llegar a la terraza superior sale el camino perimetral de la balsa con una dirección normal a ese camino de servicio. Este camino perimetral tiene una longitud de 1.504,72 m y finaliza en el estribo derecho de la balsa, en el inicio de la misma. Desde el final de la balsa se conecta con este camino perimetral mediante un corto ramal de 221,099 m, enlazando en el pk 0+069,02 del perimetral.

Este camino perimetral tiene un perfil longitudinal teórico, pues el perfil longitudinal real final dependerá de cómo se explote el préstamo de gravas y como se recupere. No obstante, se ha proyectado un drenaje longitudinal y transversal sobre este perfil teórico. Se han dispuesto cunetas en los márgenes del camino y tres ODT.

6.5.14. Servicios afectados

El dique de la balsa se sitúa sobre el trazado de una línea de media tensión existente propiedad de Iberdrola. Esto obliga a modificar su trazado, siendo su longitud original de 930 metros, con tres apoyos intermedios. Se ha proyectado la reposición de esa línea por otra de nueva construcción de 1.110 metros de longitud que tiene seis apoyos intermedios.

7. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El Anejo nº 2 del presente proyecto incluye los trabajos topográficos realizados para la definición de las obras objeto de proyecto.

Para el desarrollo de los trabajos se ha procedido previamente a la recopilación de la información cartográfica disponible en diversas fuentes:

- Gobierno de Navarra.
- Cartografía del IGN.
- Cartografía catastral rústica.
- Información cartográfica de servicios solicitados a empresas concesionarias, Organismos y Ayuntamientos relativas a servicios y que han sido representados.
- Cartografía de INKOLAN.

Posteriormente se procedió a la realización de un vuelo fotogramétrico a color GSD 10 cm cubriendo estereoscópicamente la zona a levantar y tras el pertinente apoyo de campo se llevó a cabo la restitución de una banda de 150 m a cada lado del eje de las conducciones, a escala 1:1000 con curvas de nivel a 1,00 m de equidistancia.

Los trabajos fueron contratados a la empresa AZIMUTAL siendo desarrollados entre los meses de octubre y

diciembre de 2018. La empresa SPASA realizó el vuelo fotogramétrico en octubre de 2018.

Se han realizado levantamientos taquimétricos en todos los trabajos que debido a sus exigencias métricas no eran susceptibles de realizarse por fotogrametría (levantamientos de detalle a escalas 1/200 y 1/500), y/o en las zonas que por no existir vuelo, o que por no ser perfectamente visible en el vuelo se correspondieran con puntos de interés. En particular se han realizado levantamientos en la zona de la implantación de la Balsa de Tudela.

Para definir los cruces del río Aragón y Ebro fue necesario realizar trabajos batimétricos. Estos trabajos fueron contratados a la empresa GAROA, siendo realizados en el mes de junio de 2021.

8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el Anejo nº 3 del presente proyecto se incluye el detalle de los trabajos geológicos y geotécnicos realizados con objeto de establecer los parámetros de diseño necesarios para garantizar por una parte la viabilidad técnica de las obras a desarrollar, taludes y método de excavación, reutilización de materiales en zanjas y balsas, el tipo de cimentación, la carga máxima admisible, vertederos, préstamos y otros requeridos.

Como trabajo previo se procedió a la recopilación de todas aquellas publicaciones y todos aquellos trabajos y proyectos existentes sobre el entorno a investigar (Proyecto del Canal de Navarra redactado por la Confederación Hidrográfica del Ebro en el año 1990, Proyecto del tramo 10B del Canal de Navarra redactado la Confederación Hidrográfica del Ebro en el año 2008, etc.) y se procedió a la ubicación de las prospecciones y ensayos realizados de afección a la traza y su entorno.

Tras el análisis de la información disponible y visita de campo, se consideró necesaria la ejecución de una nueva campaña de prospección geotécnica. Los trabajos para la ejecución de las prospecciones y ensayos, así como el informe geotécnico fueron contratados a la empresa ENSAYA siendo realizados entre octubre del año 2018 y mayo de 2021. Dicha ejecución de trabajos fue afectada por el estado de alarma del COVID-19, lo que dificultó seriamente parte de la programación prevista.

Con toda esa información se ha procedido a realizar una discretización de materiales agrupándolos en base a sus características geotécnicas más relevantes, de manera que cabe esperar un comportamiento tenso-deformacional similar ante las cargas impuestas por la obra proyectada. También se ha procedido a establecer una tramificación del trazado y las balsas, en función de las características geotécnicas más significativas, además de una descripción detallada de todas las obras.

El Anejo se estructura en tres Apéndices diferentes correspondientes a la traza de las conducciones, la balsa de Tudela y la balsa de Mostrakas.

8.1. ENCUADRE GEOLÓGICO

La zona de estudio se sitúa en el sector septentrional de la Cuenca Terciaria del Ebro, en la subcuenca Navarro-Riojana que se encuentra delimitada por el cabalgamiento de la Cuenca de Pamplona al Norte y por la Sierra de Cameros al Sur. Se trata de una subcuenca caracterizada por una sedimentación continental bajo un régimen

sedimentario endorreico.

Del conjunto de facies/formaciones litoestratigráficas que conforman el sustrato Terciario, prácticamente el trazado discurre sobre unidades bastante uniformes, constituidas por material detrítico fino (arcillas, argilitas, limolitas y areniscas de grano fino) frente a depósitos evaporíticos (yesos y arcillas yesíferas) únicamente en el entorno del río Ebro, y de forma puntual materiales carbonatados (calizas y calcarenitas) atravesados en la zona septentrional de la Bardenas Reales.

Posteriormente, durante el Cuaternario, se encaja la red fluvial principal conformada por el río Ebro y la de sus afluentes más importantes como son el río Aragón y el río Queiles, además de la red de drenaje constituida por afluentes de segundo orden, barrancos y arroyos tributarios.

Corresponden a los materiales más recientes que cubren total o parcialmente a los anteriores. Están constituidos por los suelos aluviales del río Aragón, Ebro y Queiles, depósitos de fondo de valle ocupando vaguadas de fondo plano o en márgenes de arroyos encajados, y suelos coluviales que tapizan zonas de laderas medias y pies.

De forma singular, cabe resaltar los depósitos de glaciares, producto de la erosión y desmantelamiento de los relieves Terciarios y Mesozoicos.

Se generan resaltes y escarpes morfológicos en aquellas zonas donde predominan las capas de areniscas, yesos o calizas, más patentes al inicio del trazado, y modelados suaves y alomados en áreas donde afloran argilitas y arcillas, siendo la característica general del corredor.

8.2. GEOTECNIA DE LAS CONDUCCIONES

El detalle de la caracterización geotécnica de cada tramo de la conducción, la definición de la campaña de prospecciones y ensayos realizados, sismicidad, préstamos, canteras, perfiles y longitudinales se detalla en el Apéndice nº 3.1.

Para completar la campaña de investigación del año 1990 se han efectuado para este proyecto un total de 9 sondeos geotécnicos, 33 calicatas de reconocimiento, 10 ensayos de penetración dinámica DPSH y 9 perfiles de sísmica de refracción.

A continuación, se sintetizan los aspectos más importantes.

8.2.1. Excavabilidad

A rasgos generales, en las formaciones con un predominio de areniscas o yesos (Fm. Cascante, tramo inicial de la Unidad Olite y Fm. Yesos de Lerín) y niveles calizos intercalados de mayor potencia, el espesor alterado es muy pequeño y es necesario el empleo de martillo rompedor para su excavación. En las formaciones con predominio de lutitas y arcillas con yesos, dadas las profundidades a alcanzar (3-4 m), se consideran excavables salvo algunos casos concretos.

El recubrimiento cuaternario resulta excavable en casi todos los casos, salvo los niveles cementados por carbonatos de mayor espesor que se sitúan en los horizontes de terraza aluvial superior de los ríos Aragón, Ebro y Queiles.

En el movimiento de tierras se ha distinguido dos tipologías: material excavado con empleo puntual de martillo, y material excavado con ripper y empleo puntual de martillo.

En los perfiles longitudinales y la tramificación propuesta se detalla el material previsto.

8.2.2. Taludes

El proyecto define 11 secciones tipo en función de una serie de variables:

- Instalación de tubería doble o simple.
- Altura de excavación: Taludes inferiores a 6,0 m, taludes entre 6 y 10 m y taludes superiores a 10 m de altura. Para los taludes con alturas superiores a 6 m se proyecta la construcción de una berma intermedia en cada talud, de un ancho de 3 y 1 m respectivamente.
- Trazado en terreno natural, en cruces de carreteras, cruces de arroyos, cruces de cauces artificiales, cruces de cauces-arroyos singulares, cruce de canales, hincas, relleno entre pantallas y zanjas con pendientes superiores al 30%.

De acuerdo con estas variables y en función de las características geotécnicas de los materiales excavados, se proponen 3 tipos definidos por su pendiente máxima, considerando además observaciones en cuanto a la posibilidad de achiques y bombeos para el rebajamiento del nivel freático. Para el caso de las hincas también se establecen las pendientes máximas del talud o excavaciones al abrigo de la pantalla en los pozos de ataque/salida.

- En los taludes en suelos blandos, generalmente con presencia de agua, se proponen taludes 3H:2V como máximo.
- En los taludes en suelos Cuaternarios, cohesivos consistentes, se proponen taludes con pendiente 1H:1V.
- En excavaciones sobre materiales del sustrato Terciario o granulares compactos, los taludes se plantean con pendientes 1H:3V, limitando el metro más superficial a pendientes 1H:1V.
- Para los pozos de ataque y salida de las hincas proyectadas para el cruce de los ríos Aragón y Ebro, además de los cruces de las carreteras NA-128 y NA-134, la excavación se efectuará al abrigo de pantallas.

8.2.3. Nivel freático

Se ha de considerar la presencia freática en materiales coluviales y muy especialmente en las proximidades del río Aragón y Ebro. Además, se deberá contemplar la influencia en periodos de riego.

Es por ello que las excavaciones deberán considerar sistemas de achique de gran caudal, y el procedimiento constructivo deberá considerar la ejecución de canalización y pozo de bombeo durante las fases de instalación de la tubería y sus rellenos.

8.2.4. Aprovechamiento del material de excavación

Se ha realizado una estimación del espesor de la tierra vegetal-tierra de cultivo en cada tramo en base a la testificación de los sondeos y calicatas. Su espesor es variable en función de si se excavan zanjas en zonas cultivadas, afloramientos del sustrato, eriales, etc..., habiéndose detectado espesores de entre 0,2 y 0,8 m. Se estima un valor medio de 50 cm en todo el proyecto.

En el resto de materiales, el proyecto ha tratado de optimizar el método constructivo de manera que el material excavado pueda ser reutilizado en el relleno de la zanja, aprovechando al máximo los materiales existentes de acuerdo a las siguientes consideraciones reflejadas en el manual del CEDEX "Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión", en concreto:

- Cama de apoyo: Pueden proyectarse camas de hormigón o de material granular, utilizando suelos seleccionados con finos no plásticos y con 25 mm de tamaño máximo de canto, bien procedentes del machaqueo y cribado de suelos granulares excavados, o bien de plantas de tratamiento y selección.
- Relleno de riñoneras: Se utilizarán prácticamente todos los materiales excavados, intentando siempre seleccionar aquellos materiales con una mayor calidad, desde suelos SC2 a SC3 como suelos granulares (más del 30% de gruesos) hasta SC4 como suelos cohesivos (menos del 30% de gruesos), con tamaños máximos de hasta 30 mm. Será necesario realizar operaciones de selección, machaqueo o cribado.
- Relleno de cobertura: Utilización de todo el material procedente de la excavación con tamaños máximos de hasta 150 mm, previendo el machaqueo y cribado del material excavado.

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio, en las litologías que aparecen y la experiencia en materiales similares, se prevén sus posibles utilizaciones:

- Los materiales excavados en formaciones con predominio en lutitas y arcillas, Unidad de Olite, Fm. Tudela y Fm. Alfaro, dan como resultado de su excavación suelos arcillosos con variable proporción en fragmentos de lutitas y en menor medida de areniscas (intercaladas en niveles centimétricos en afloramiento). Estos materiales se extenderán y se fragmentarán mediante el paso de bulldozer o rodillo varias veces para poder utilizarse en el relleno de la zanja. Podrán utilizarse como suelos ordinarios (Suelos SC4), bien en el relleno de riñoneras limitando el tamaño de los fragmentos a 3 cm, o bien en el relleno de cobertura donde se limita el tamaño de los fragmentos ripados a 15 cm.
- Las formaciones con un predominio en materiales competentes, niveles de areniscas de la Fm. Cascante y bancos de la Unidad Olite podrán ser utilizados como relleno de cobertura en zona alta, previo machaqueo y cribado de los bloques de arenisca, limitando el tamaño de bloque a 15 cm. Se supone un grado de fragmentación importante por su excavación con martillo rompedor, resultando un conjunto de fragmentos de bloques heterométricos. Para reducir el tamaño de bloque se aconseja proceder al extendido del material excavado y fragmentar el material mediante el paso de rodillo o bulldozer, para acabar con el empleo de martillo para fragmentar aquellos trozos de mayores dimensiones a los exigidos. Otra opción a considerar sería la instalación de una planta portátil de machaqueo.

- Los suelos detríticos finos procedentes de la excavación de suelos coluviales, fondos de valle y horizontes aluviales someros de niveles de terraza aluvial inferior podrán utilizarse como suelos seleccionados (suelos SC4) para su empleo en el relleno de riñoneras o como suelos ordinarios en el relleno de cobertura. Los suelos excavados bajo freático deberán ser acopiados el tiempo suficiente para su posterior puesta en obra que permita su adecuada compactación. No obstante, los suelos blandos y saturados es posible que no puedan utilizarse para realizar rellenos ya que sería costoso su secado. Tampoco pueden utilizarse los suelos correspondientes a meandros abandonados, suelos arcillo-arenosos de tonos oscuros y negros, debido a su contenido en materia orgánica y plasticidad.
- Los suelos granulares procedentes de zanjas excavadas en niveles de terraza aluvial, glacis o suelos coluviales conforman suelos seleccionados SC2-SC3 en función del porcentaje de finos de la matriz. Podrán ser empleados como cama de apoyo de tubería, relleno de riñoneras o relleno de cobertura, siendo necesario en todos los casos la selección, cribado y machaqueo de las gravas excavadas para cumplir, según el uso, las siguientes especificaciones:
 - Cama de apoyo de material granular: Suelos granulares seleccionados SC2 con 2,5 cm de tamaño máximo de canto y finos no plásticos. Exige un control exhaustivo en la selección del acopio granular, así como del machaqueo y cribado de las gravas, siendo lo más recomendable el suministro del material desde plantas de selección y tratamiento.
 - Relleno de riñoneras: Suelos granulares seleccionados (SC2-SC3) con tamaño máximo de 3 cm.
 - Relleno de cobertura: Gravas con tamaño máximo de canto de 15 cm.En todos los casos, los materiales excavados bajo freático deberán ser acopiados el tiempo suficiente para su posterior puesta en obra de forma que permitan su adecuada compactación.
- Los materiales yesíferos y arcillo-yesíferos de la Fm. Lerín únicamente pueden ser empleados como relleno de cobertura en zona alta, limitando el tamaño de los fragmentos de yeso a 15 cm. Se aconseja el extendido del material para desmenuzarlo mediante el paso de rodillo o bulldozer las pasadas necesarias, y el empleo de martillo para reducir el tamaño de los fragmentos que puedan quedar.

Con carácter general y a efectos presupuestarios y de procedimiento constructivo se ha contemplado la reutilización del material procedente de excavación en los rellenos de las conducciones con operaciones de selección y cribado.

8.2.5. Hincas

El presente proyecto contempla la ejecución mediante hinca de los cruces de carreteras nacionales o del Gobierno Foral de Navarra con tres o menos cifras en su denominación, el cruce con la línea de FFCC y Autopista AP-68. Adicionalmente el río Aragón y el río Ebro serán cruzados mediante hinca debido a los condicionantes ambientales establecidos.

Con carácter general se consideran las siguientes situaciones:

- Hincas con escudos abiertos en terrenos excavados en el sustrato Terciario sin afecciones por presencia de nivel freático.
- Las hincas sobre suelos aluviales actuales, llanura de inundación y terraza aluvial inferior, con presencia de nivel freático, se ejecutarán con escudo cerrado.
- Las hincas sobre suelos granulares compactos sin afecciones de nivel freático (terrazas aluviales altas y glacis) podrán ejecutarse mediante escudos abiertos previendo la necesidad de inyecciones de consolidación.

Para la ejecución de los pozos de ataque de las hincas han sido desechadas las soluciones mediante tablestacas por la presencia de bolos centimétricos que producirán rechazo en la hinca. La solución finalmente adoptada se corresponde a pantallas continuas, si bien puntualmente podrían plantearse pantallas de pilotes secantes.

8.2.6. Préstamos y vertederos

En el Apéndice nº 3.1 se incluye la relación de préstamos y canteras existentes en el entorno. En este sentido, aunque existen numerosas graveras y plantas de ámbito local, se recomienda recurrir a plantas de mayor entidad, como: HORMAVASA en Cadreita/Valtierra y Tudela, Hormigones Beriain en Buñuel, Transportes MAPILO en Alfaro, y ARIHORMA y Hormigones Tauste en Tauste, como más próximas.

Todas las plantas inventariadas suministran zahorras y suelos granulares procedentes de terrazas aluviales para el relleno de riñoneras, debiendo adecuarse a la granulometría requerida, y para firmes de caminos.

Si bien no se plantea la necesidad de realizar explotaciones de préstamos pues todo el material excavado deberá ser reutilizado como relleno, a lo largo de la traza se citan a título informativo zonas con un potencial de explotación superior a las necesidades de la obra y que puede ser explotadas.

Estos yacimientos potenciales se distribuyen a lo largo de la traza, intentando que se encuentren a una distancia que permita su explotación sin necesidad de un transporte excesivo a los distintos tramos de obra. Se han escogido en base a un criterio de accesibilidad, reservas elevadas y mínimo impacto ambiental.

En cuanto a los vertederos, si bien se han citado vertederos autorizados, en el proyecto se plantea la localización de vertederos de excedentes de tierras a lo largo de la traza. El excedente del movimiento de tierras será extendido en dichas parcelas a la finalización de las obras, procediéndose a la regularización y nivelación de las mismas para su posterior uso y una vez terminada la operación de extendido del excedente, se procederá a la descompactación de superficie, la plantación de especies arbustivas y arbóreas y operaciones de integración paisajística.

8.3. GEOTECNIA DE LA Balsa de TUDELA

8.3.1. Introducción

En el apéndice 3.2 del anejo 3 se ha recogido el estudio geotécnico y de materiales de la balsa de Tudela. El estudio comprende un estudio geológico y geotécnico exhaustivo de la cerrada, del embalse y de su más próximo

entorno con los siguientes objetivos específicos:

- ✓ CERRADA. Se determinan los condicionantes geotécnicos de las diferentes actuaciones previstas y la permeabilidad en la línea de cerrada y su entorno. De forma específica, se estudia la cimentación del aliviadero, la galería del desagüe de fondo y de toma y el edificio que alberga la cámara de válvulas.
- ✓ VASO DEL EMBALSE. El estudio trata de su estanqueidad y la estabilidad de sus laderas, además de valorar la utilización de los materiales presentes en la construcción de la presa.
- ✓ ESTUDIO DE MATERIALES. Se trata de definir la aptitud de los materiales presentes en la cerrada y el vaso del embalse para la construcción de una presa de materiales sueltos, además de la localización y calidad de materiales de las plantas de suministro próximas

El método de estudio empleado ha sido:

1. Recopilación y estudio de la información geológica y geotécnica existente sobre la zona
2. Reconocimiento geológico detallado del campo
3. Propuesta de la campaña de investigación
4. Realización de la campaña de investigación
5. Realización de los ensayos de laboratorio

8.3.2. Geología-geotecnia

La balsa se emplaza en la parte Suroccidental de la Cuenca Terciaria del Ebro, muy próxima al borde Ibérico (Fitero). Los materiales que aparecen son de edad Mioceno Inferior (Aragoniense) y se encuadran dentro de la Facies de Cascante.

El sustrato, litológicamente, lo constituyen alternancias en niveles de escaso espesor de lutitas margosas y areniscas, además de argilitas, margas y limolitas y todos los términos intermedios: lutitas arenosas, lutitas con inclusiones arenosas, areniscas margosas, etc. Las areniscas suelen presentar tonalidades grises mientras que el resto tienen tonalidades anaranjadas, beig y rojizas. Dispuestas según secuencias granodecrescentes.



Lutitas arenosas y areniscas.



Afloramiento de lutitas y argilitas dentro del vaso.

Aparecen yesos en diversas formas: niveles milimétricos y centimétricos de yeso fibroso, yeso fibroso rellenando discontinuidades, yeso alabastrino en forma de pequeños nódulos y yesos espejuelos dispersos. Aunque su presencia es general, no aparecen niveles de entidad ni continuidad suficiente para influir en la permeabilidad del conjunto.

En el recubrimiento cuaternario se diferencia:

- ✓ Terraza aluvial antigua. Rodea el emplazamiento de la balsa y está constituida por gravas muy compactas/cementadas con cantos silíceos de hasta 60 cm y matriz arenosa y con costras calcáreas a techo.
- ✓ Depósitos coluviales y de fondo de val. Ocupan la parte inferior de las laderas y el fondo de los valles secundarios (vales) donde se emplaza la balsa. Los constituyen limos arenosos y arcillosos con intercalaciones de arenas limosas. Presentan precipitados blanquecinos pulverulentos a modo de ramificaciones, probablemente constituidos por yeso reprecipitado.
- ✓ Depósitos de glacis. Dentro del vaso y su entorno aparecen plataformas inclinadas con morfología de glacis y escaso desarrollo. Son gravas con cantos provenientes de las terrazas superiores y del sustrato y matriz limo-arenosa.

Están depositados discordantemente mediante bases erosivas sobre el sustrato terciario, por lo que en ocasiones es difícil concretar espesores.

En cuanto a la estructura y tectónica, a efectos prácticos, puede considerarse que el sustrato terciario se dispone horizontalmente. A mayor escala se reconocen suaves buzamientos hacia el Nordeste en la facies Cascante.

El rasgo morfológico más característico de la zona es la "muela o mesa" de Majada de Vacas-Montes del Cierzo. Se trata de una superficie estructural llana y alargada en dirección NE-SW en cuya ladera meridional se plantea la ubicación de la balsa. Se diferencian varios sectores morfológicos en la zona:

- La plataforma, muela o mesa superior. está ocupada por una terraza aluvial alta o antigua del río Ebro y glacis asociados.
- Las laderas. En ellas aparece el sustrato Terciario dispuesto horizontalmente con algunos sedimentos coluviales-derrubios a su pie.



Planitud de las mesas que coronan el relieve de la zona.



Mesa coronada por gravas con laderas con pendientes medias.
Estribo izquierdo.

- Los fondos de valle o vales. Conforman la red de drenaje de la zona. Presentan una morfología de vales
- Glacis.

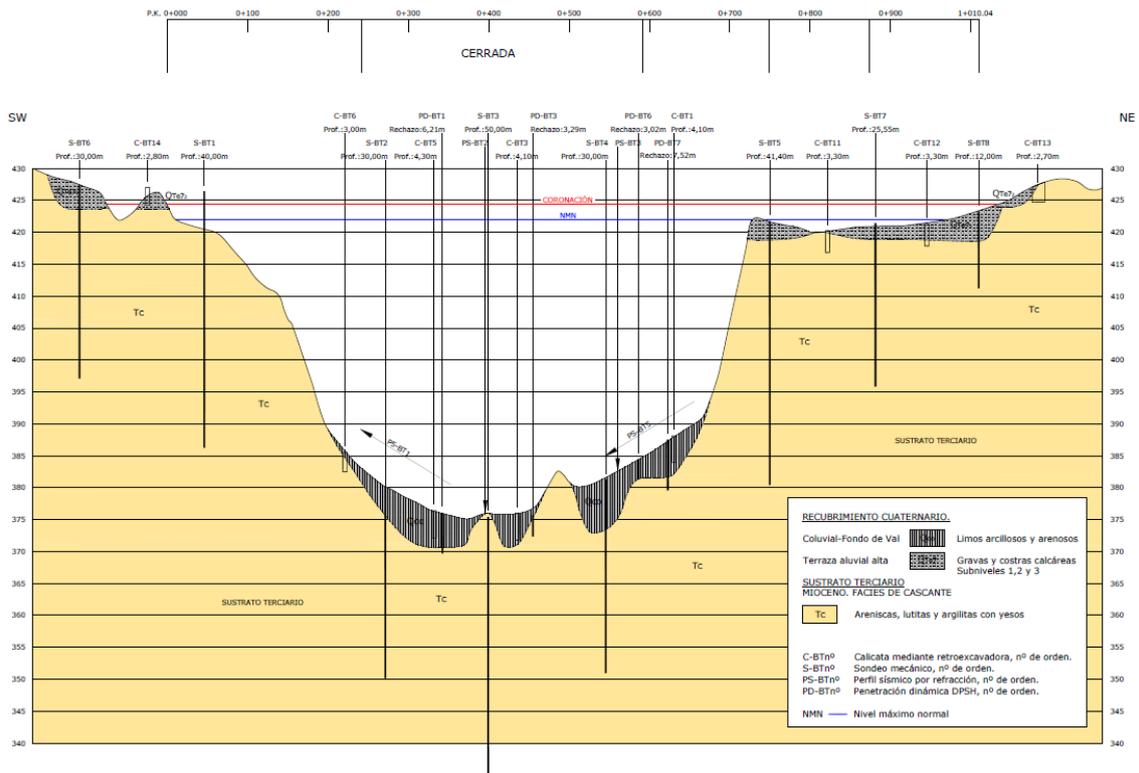
Desde el punto de vista hidrogeológico, en el sustrato terciario los niveles permeables corresponden a las areniscas, pero debe tenerse en cuenta que los más potentes corresponden a lentejones con escasa continuidad lateral, lo cual limita la permeabilidad del conjunto. El recubrimiento cuaternario lo constituyen materiales permeables por porosidad intergranular

Los yesos son materiales fácilmente solubles en agua. Su presencia es general, pero en forma de niveles centimétricos e inclusiones dispersas sin continuidad, por lo que no repercuten en la permeabilidad del conjunto.

Para la definición geotécnica de la cerrada se ha ejecutado la campaña de investigación, previamente planteada a la luz de los trabajos geológicos. Dicha campaña ha consistido en:

- ✓ Ejecución de 258,55 m de sondeos de investigación distribuidos en 8 puntos, con los correspondientes ensayos de campo (SPT, ensayos de permeabilidad y presiométricos), toma de muestras inalteradas y plastificadas.
- ✓ Excavación de 14 calicatas mediante retroexcavadora, de las cuales diez se realizan en la cerrada y cuatro en el vaso, con la correspondiente toma de muestras.
- ✓ Diez penetraciones dinámicas tipo DPSH, de las cuales siete se realizan en la cerrada.
- ✓ 960 m de perfil sísmico por refracción distribuidos según 8 perfiles.
- ✓ Ensayos y análisis de laboratorio de parte de las muestras obtenidas en los sondeos y calicatas.

Los resultados de todos estos trabajos se pueden consultar en el apéndice 3.3 del anejo geotécnico y con ellos se han reinterpretado las características geológicas (litografía, geomorfología, tectónica) de la cerrada llegando al perfil geotécnico que se muestra a continuación:



Para la definición geotécnica se ha planteado junto con la campaña reflejada anteriormente una serie de ensayos “in situ”: SPT, ensayos presiométricos, pruebas de permeabilidad tipo Lugeon y un ensayo Lefranc, penetraciones dinámicas DPSH y una campaña de sísmica, ya mencionada anteriormente, con 8 perfiles. Además, con muestras extraídas de los sondeos y calicatas, tanto inalteradas como alteradas y plastificadas, y representativas de los diversos materiales existentes, se han realizado en el laboratorio ensayos de identificación, resistencia, deformabilidad, dispersabilidad y análisis químicos

De acuerdo con su comportamiento geotécnico, se agrupan los materiales que afectan a la cerrada en sustrato (alterado y sano) y recubrimiento cuaternario (gravas y limos coluviales y de fondos de vales), y a cada uno de ellos se les puedan asignar los siguientes parámetros geotécnicos:

	γ (t/m ³)	c (kPa)	Φ' (°)	E (MPa)
Sustrato terciario alterado	2.2	300	30.0	150
Sustrato sano	2.3	150	30.0	1500
Limos coluviales y fondo de val	1.7	100	25.0	10
Gravas	2.0	2.0	35.0	60

En cuanto al vaso del embalse se ha estudiado principalmente su estanqueidad y la estabilidad de sus laderas. Respecto a la primera, se desprende que la permeabilidad a través de los niveles de areniscas del sustrato está muy restringida, dado el carácter lenticular de los más importantes. Por otra parte, las gravas existentes, en ocasiones, bajo los limos de fondo de val, se van a ver cortadas por el núcleo de la presa que apoyará sobre el sustrato Terciario prácticamente impermeable.

Respecto a la estabilidad de las laderas, solo se observan inestabilidades en las laderas con mayor pendiente

donde aflora el sustrato y que enmarcan la plataforma superior.

8.3.3. Estudio de materiales

El estudio de materiales se ha centrado fundamentalmente en la definición de los materiales para el dique de la balsa: Materiales para el núcleo, para los espaldones, para los filtros y drenes, para rip-rap, para escollera de protección y áridos para el hormigón del aliviadero, del desagüe de fondo y de la obra de toma. Además, se han estudiado materiales para formación de caminos.

La procedencia de estos materiales es, casi en su totalidad, el vaso del embalse y sus inmediaciones, aunque, alguno de ellos, provendrán de cantera.

De esta forma, para los filtros y drenes, se han estudiado: Planta de áridos MAPILO situada en Alfaro y la Planta de HORMAVASA (Hormigones en masa de Valtierra, S.A.).

Para las escolleras y el rip-rap se han estudiado las muestras de: CANTERAS EL CERRO, S.L., situadas en Igea y TRITURACIONES MÓVILES, S.A.U., cantera situada junto Ventas de Cervera.

Los parámetros geotécnicos que se pueden asignar a estos materiales son:

	γ (t/m ³)	c (kPa)	Φ (°)	E (MPa)	v	k(m/s)
Cuña exterior espaldón (Gravas)	2.1	2.0	38.0	60	0.30	$5 \cdot 10^{-5}$
Recubrimiento gravas	1.6	5.0	32.0	20	0.30	10^{-6}
Todo uno espaldones (sustrato terciario)	2.0	10.0	30.0	25	0.30	10^{-7}
Núcleo (limos coluviales y de fondo de val)	1.8	10.0	28.0	15	0.30	10^{-9}
Escollera	2.1	1.0	40.0	100	0.30	10^{-4}
Filtro, dren y transición	1.9	1.0	35.0	100	0.30	10^{-4}

8.4. GEOTECNIA DE LA Balsa DE MOSTRAKAS

En el apéndice 3.3 del anejo 3, se ha recogido el estudio geotécnico y de materiales de la balsa de Mostrakas. El estudio se centra en un estudio geológico y geotécnico exhaustivo del emplazamiento de la balsa y de su más próximo entorno con los siguientes objetivos específicos y siguiendo el mismo método que se ha descrito para la balsa de Tudela.

- ✓ DIQUE DE CERRAMIENTO. Caracterización geotécnica del terreno de apoyo del relleno proyectado, de la galería del desagüe de fondo, conducción de toma y salida.
- ✓ VASO DE LA Balsa. El estudio trata de la estabilidad de sus laderas, además de valorar la utilización de los materiales presentes en la construcción de la presa.

- ✓ ESTUDIO DE MATERIALES. Se trata de definir la aptitud de los materiales excavados en los taludes y vaso de la balsa para la construcción del dique de cerramiento, además de la localización y calidad de materiales de las plantas de suministro próximas.

La zona de estudio se sitúa en el sector septentrional de la Cuenca Terciaria del Ebro, en la subcuenca Navarro-Riojana que se encuentra delimitada por el cabalgamiento de la Cuenca de Pamplona al Norte y por la Sierra de Cameros al Sur. Se diferencian dos facies:

- Unidad de Olite: Se trata fundamentalmente de alternancias de lutitas de tonos ocres a marrones con areniscas en niveles decimétricos. La balsa se emplaza sobre estos materiales de edad Mioceno inferior-medio.
- Areniscas de Artajona: Facies consistentes en paleocanales y niveles tabulares de areniscas de orden decimétrico a métrico con intercalaciones, a tramos alternancias con lutitas ocres a rojizas. Se emplazan sobre la Unidad de Olite, coronando los relieves que delimitan el entorno de la balsa.

En cuanto la litoestratigrafía el sustrato terciario está constituido por los materiales de la unidad de Olite constituida por lutitas de tonos ocres a marrones rojizos con frecuentes intercalaciones de niveles de areniscas grises de grano fino que a techo pasan a alternancias, apareciendo todos los términos intermedios: lutitas arenosas, lutitas con inclusiones arenosas, areniscas arcillosas, etc., y dispuestas según secuencias granodecrescentes.



Tramo lutítico en el trazado de la conducción de la toma



Niveles de areniscas tableados en coronación sobre lutitas en ladera

Las areniscas de Artajona consisten en una serie alternante entre areniscas y lutitas, predominando los términos areniscos a muro de la serie, conformando bancos tabulares de areniscas grises con potencias de orden decimétrico a métrico en conjunto, encontrándose delimitado cada banco por interestratos de lutitas.



Niveles tableados de areniscas en ladera



Bancos de areniscas en camino de acceso a la zona de estudio

Estos materiales se desarrollan desde mitad de ladera hasta coronación, generando un tramo de ladera con mayor pendiente por su menor capacidad de erosión.

El recubrimiento cuaternario comprende los materiales más recientes que recubren el sustrato rocoso diferenciándose entre: Rellenos de explanación de fincas, Depósitos coluviales, Depósitos de fondo de val.

La diferenciación entre los materiales de relleno y suelos coluviales es prácticamente imposible, ya que se trata de materiales muy similares, arcillas con fracción variable de arena, habiendo pasado un tiempo más que suficiente para su consolidación y evolución de su estructura en el caso de los rellenos arcillosos y los depósitos coluviales están constituidos por arcillas y limos fundamentalmente, pudiendo englobar fragmentos y bloques de areniscas procedentes de la erosión y degradación del relieve areniscoso

Por último, los depósitos de fondo de val están constituidos por arcillas y limos, con fracción variable tamaño arena, que presentan fragmentos de roca como elementos aislados y en pasadas dispersas, que en muchos casos pasan sin solución de continuidad hasta el suelo eluvial o de alteración "in situ" del sustrato.



Fondo de valle del Barranco de Mostrakas. Emplazamiento de la balsa al fondo



Vaguada en la zona del emplazamiento de la balsa que conecta con el Barranco de Mostrakas, al fondo de la foto.

En cuanto a tectónica, el sustrato se dispone en una estructura monoclin, con una estratificación con dirección E-O y buzamientos suaves hacia el S, de entre 5-20° S. La red de diaclasado que lo afecta es poco densa, subvertical y únicamente visible en los niveles competentes de areniscas y limolitas cementadas.

El rasgo morfológico más característico de la zona es el endorreísmo asociado a zonas deprimidas ocupadas por materiales detríticos delezables (lutitas) delimitados por cerros y alineaciones montañosas donde predominan niveles competentes de areniscas y alternancias con lutitas.

En la zona de estudio, las laderas presentan pendientes medias en torno al 45% que se suavizan hacia su parte baja. En ellas aparece el sustrato Terciario con algunos sedimentos coluviales-derrubios a su pie. La balsa se emplaza al pie de uno de estos relieves en cresta, que delimita la cuenca del Barranco de Mostrakas con la cuenca del Barranco de Picarana. No se han observado inestabilidades de ladera, a excepción de los pequeños desprendimientos de bloques en los niveles en voladizo de las areniscas que conforman principalmente la unidad Areniscas de Artajona.

En cuanto a la hidrogeología, en el emplazamiento de la balsa, el sustrato Terciario está constituido por la Unidad de Olite, donde alternan niveles con cierta permeabilidad por porosidad intergranular y principalmente por discontinuidades (planos de estratificación y diaclasas) como son las areniscas con otros escasamente permeables (lutitas y argilitas). El recubrimiento Cuaternario (coluvial y fondo de val) lo constituyen materiales semi-permeables por porosidad intergranular.

Para la definición geotécnica de la zona de implantación de la balsa en primer término se ha ejecutado la campaña de investigación, previamente planteada a la luz de los trabajos geológicos. Dicha campaña ha consistido en:

- La realización de 30 m de sondeos de investigación distribuidos en 3 puntos, con los correspondientes ensayos de campo (SPT) y toma de muestras inalteradas y plastificadas.
- Excavación de 3 calicatas mediante retroexcavadora.
- Ensayos y análisis de laboratorio de parte de las muestras obtenidas en los sondeos y calicatas.
- Campaña de sísmica por refracción, 120 m.

Los resultados de todos estos trabajos se encuentran en el citado apéndice 3.3. y allí pueden ser consultados. Tras estos trabajos se realiza la caracterización geotécnica de los distintos materiales:

	γ (t/m ³)	c (kPa)	Φ (°)	E (MPa)	q_u (MPa)
Sustrato terciario	2.3	70.0	30.0	550	2.0
Cuaternario	1.8	10.0	25.0	10	0.10

Finalmente, las recomendaciones constructivas se resumen en:

- ✓ Excavabilidad y estabilidad de taludes. Se plantea la excavación de taludes interiores con pendientes 1H:1V desde la cota 480 msnm hasta la cota 475 msnm, aproximadamente, donde se construye una berma intermedia por donde discurre el camino perimetral de la balsa, y taludes con pendientes 2H:1V

entre la berma y el fondo de excavación a cota 467,5 msnm.

- ✓ Reutilización de materiales. El grueso de los materiales necesarios podrá conseguirse de la excavación del vaso de la balsa, siendo necesario recurrir a plantas de suministro y tratamiento de áridos del entorno, tanto de hormigón como graveras y canteras, por la falta de suelos granulares.
- ✓ Construcción del relleno. Se debe proceder a la excavación y acopio del relleno de suelos arcillo-limosos Cuaternarios, tratando que el espesor máximo que quede sea de 1,5 m con respecto al contacto con el sustrato Terciario, lo que supone excavaciones de hasta 3,0 m en la zona central del dique

Posteriormente puede volver a colocarse el material acopiado por tongadas de 0,3 m de espesor máximo compactándolo al 100% del PN, construyendo el relleno sobre la superficie resultante. De esta manera se elimina el riesgo por colapso del terreno de apoyo del relleno

El material todo-uno obtenido de la excavación, una vez extraída la tierra vegetal, que forma el relleno del dique tiene los siguientes parámetros resistentes, valorados a partir de ensayos de laboratorio en mezclas y de experiencias en obras con actuaciones similares, serían:

$$\gamma_{ap} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 37 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$E \approx 25000 \text{ kN/m}^2$$

9. ESTUDIO DE CAUDALES

En el Anejo nº 4 del presente proyecto se incluyen los cálculos para determinar los caudales de riego y abastecimiento de aplicación al diseño de las infraestructuras.

En cuanto a los cálculos dotacionales de riego, se procede previamente a la definición de las zonas regables y posteriormente a la determinación dotacional.

Tras reuniones mantenidas con INTIA en febrero y marzo de 2021, se procede a un ajuste de las superficies regables originalmente previstas con la distinción entre aquellas zonas regables que por su ubicación geométrica necesitará disponer de un bombeo.

Para fijar la alternativa de cultivo de la Segunda Fase del Canal de Navarra que, como ya se comentó anteriormente, se incluye prácticamente en su totalidad en la comarca de Ribera Baja (Comarca VII), se ha analizado la evolución de los cultivos en la Primera Fase y Ampliación de la misma.

Se mantiene el reparto general de cultivos de los últimos años, predominando los cereales seguidos de la viña y de las hortalizas. La dotación media de la Comarca de Ribera Baja, para la alternativa de cultivos seleccionada, es de **6.398,20 m³/ha año**, con la siguiente distribución mensual:

DOTACIÓN MEDIA (m ³ /ha) DE RIEGO EN LA COMARCA DE RIBERA BAJA DE NAVARRA												
OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
56	4	2	12	57	281	381	707	1.113	1.811	1.334	640	6.398
1%	-	-	-	1%	4%	6%	11%	17%	28%	21%	10%	100%

Estableciendo en el mes de máxima demanda una dotación de 1.811 m³/ha, un grado de libertad de 24/21 y 7/6, con un coeficiente K de 1,076, se obtiene un caudal unitario en la red de 0,971 l/s.

En relación al abastecimiento se contempla lo establecido en el Plan Director 2019-2030 del Gobierno de Navarra, y se realizará a través de las Tomas 13Bis y 17. La reserva de abastecimiento de 2 hm³ se contempla para posibles cortes de suministro durante 1 mes, y se fija en la Balsa de Tudela.

Por otra parte, y a efectos de determinar el caudal de diseño, la concesión de agua señala un caudal de 36.000 l/s (caudal medio equivalente en el mes de máximo consumo, sin que pueda derivarse un volumen superior a 1.815 m³/ha en el mes de máximo consumo, ni rebasar un volumen anual de 340 hm³).

Es decir, al no poder sobrepasar el volumen mensual de 1.815 m³/ha en el mes de máximo consumo, ni poder rebasar el volumen anual de 340 hm³, no será posible aplicar de forma horaria y continua la dotación en cada una de las tomas, ya que de lo contrario se superaría dicho condicionante.

Es por ello por lo que se hace necesario el estudio de una curva de demanda horaria en cada toma, función de la estimación de la distribución de la zona regable (gravedad o bombeo), en la que se pueda contemplar un coeficiente punta, pero que no supere el volumen permitido.

Para el caso particular de las zonas regables con necesidad de bombeo de entrada, el caudal punta puede verse modificado en función del diseño de la red secundaria, ya que en el caso de existir o diseñarse con una balsa de regulación intermedia, pueden ser necesarios bombeos más concentrados para adecuarse a la tarifa horaria óptima. La curva horaria de abastecimiento será continua a lo largo de las 24 h, por lo que se adoptará el 100% del caudal unitario en 24 h.

Para ello será necesario establecer patrones horarios en las demandas de cada toma: Patrón-1 en zonas sin bombeo y patrón-2 en zonas con bombeo.

Resultando los siguientes caudales en las diversas tomas.

TOMA	SECTOR	ZONAS	DENOMINACIÓN	Tipo	Total Sup (ha)	Total sup (ha)	Caudal riego (l/s)	Caudal abastecimiento (l/s)	Total (l/s) sin coef. punta	Patrón
11	XI	1	Carcastillo, Mérida y plano de la Bardena	Con bombeo	2.852	2.852	2.769	0,00	2.768,52	2
12	XII	2a	SAT de Valcardena de Cadreita	Sin bombeo	257	662	642,62	0,00	642,62	1
		2b	SAT de Valcardena de Cadreita	Sin bombeo	405					
13	XIII	3a	Comunal de Tudela Montes de Cierzo I	Sin bombeo	622	1.780	1.728	0,00	1.727,90	1
		3b	Comunal de Tudela Montes de Cierzo II	Sin bombeo	1.158					
13b								320,00	320,00	
14-15-16	XIV	4a	Sindicato de Riegos de Corella (presión natural)	Con bombeo	1.059	1.059	1.028	0,00	1.028,00	2
	XV	4b	Sindicato de Riegos de Corella (BBP)	Sin bombeo	2.700	2.700	2.621	0,00	2.620,97	1
	XVI	5a	CR Cintruénigo (BBP)	Sin bombeo	2.048	2.048	1.988	0,00	1.988,05	1
17	XVII	5b	CR Cintruénigo (BAP)	Con bombeo	1.348	1.348	1.309	74,00	1.382,54	2
18	XVIII	6a	Sindicato de Riegos de Cascante (presión natural)	Con bombeo	391	2.345	2.276	0,00	2.276,36	1
		12	CR Murchante (presión natural)	Sin bombeo	1.095					
		13a	CR La Encomienda de Urzante (presión natural)	Sin bombeo	464					
			comunal Camponuevo	Sin bombeo	332					
		13b	comunal La Torre	Sin bombeo	63					
19	XIX	6b	Sindicato de Riegos de Cascante (BBP +BAP)	Con bombeo	2.933	3.167	3.074	0,00	3.074,30	2
			CR Murchante (BBP)	Con bombeo	152					
			CR La Encomienda de Urzante (BBP)	Con bombeo	82					
20	XX	9	C.R. Tulebras	Con bombeo	348	1.246	1.210	0,00	1.209,53	2
		10a	C.R. Monteagudo (BBP)	Con bombeo	366					
		10b	C.R. Monteagudo (BAP)	Con bombeo	532					
21	XXI	11a	C.R. Ablitas	Con bombeo	318	1.007	978	0,00	977,52	1
		15	C.R. Saso Pedriz	Sin bombeo	689					
					20.214	19.622	394	20.016		

10. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El Anejo N° 5 de la Memoria del presente proyecto incluye el estudio de alternativas realizado.

Los trabajos relativos al estudio de alternativas, que forman parte del Proyecto de construcción de la Segunda Fase de Canal de Navarra, se finalizaron por parte de la UTE en septiembre de 2018 y se presentaron al Consejo de Administración de CANASA el 24 de enero de 2019.

Dicho estudio contempló la alternativa de ejecución de la fase-2 con canal a cielo abierto (Alternativa-1) y alternativas con conducción en presión enterrada con diversos trazados (Alternativas 2, 3, 4 y 5) y ejecutados en varias fases constructivas (fase-1 y fase2) asociado al desarrollo de la zona regable o en una única fase completa

(fase1+2).

Igualmente se analizaron alternativas de ubicación de las balsas de regulación y se analizó la explotación con o sin balsa de Tudela, y con o sin balsa de Mostrakas.

Como resultado del proceso de revisión y análisis del Estudio de Alternativas, se planteó la necesidad de estudiar una nueva alternativa, que se denominó Alternativa 5A, Fase 1', similar a la Alternativa 5A, Fase 1, pero con la diferencia de que las Balsas de Pitillas (que posteriormente pasó a denominarse Mostrakas) y Tudela se ejecutarían en esta Fase 1 y no en la Fase 2.

La versión final del Estudio de Alternativas se remitió en fecha 27 de mayo de 2019 a la Dirección General de la Sociedad Estatal para su posterior traslado al Consejo de Administración de CANASA. Con posterioridad, CANASA mediante acuerdo del Consejo de Administración acordó seleccionar para el desarrollo del futuro proyecto, la alternativa de construcción consistente en la ejecución de dos tuberías enterradas construidas de forma simultánea, (Alternativa-5 de Fase 1+2 ejecutada desde el inicio).

En el mes de marzo de 2021 la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra solicita a CANASA la valoración de una alternativa adicional, modificando en parte la alternativa de conducción enterrada elegida, por lo que se redactó un Estudio de Alternativas complementario (que se acompaña en el Apéndice 2.2 del Documento N° 5), cuyo objeto era extender el alcance del primer Estudio de Alternativas con una variante de trazado que evitara el paso por el parque natural de las Bardenas Reales, eliminando así la potencial afección medioambiental a este espacio protegido, y estudiando una posible variante que discurriera de forma contigua a las carreteras NA-128 y N-121.

En particular, el tramo sobre el que se realiza este estudio de Alternativas es el comprendido entre los cruces de los ríos Aragón y Ebro.

Las dos alternativas contempladas son las que se muestran en la ilustración siguiente, denominándose **Alternativa Bardenas** a la que discurría por el mismo trazado de la Alternativa 5.1 del Estudio de Alternativas, atravesando las Bardenas Reales, y **Alternativa N-121** a la propuesta por la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra. Las alternativas evaluadas se muestran en la siguiente imagen:

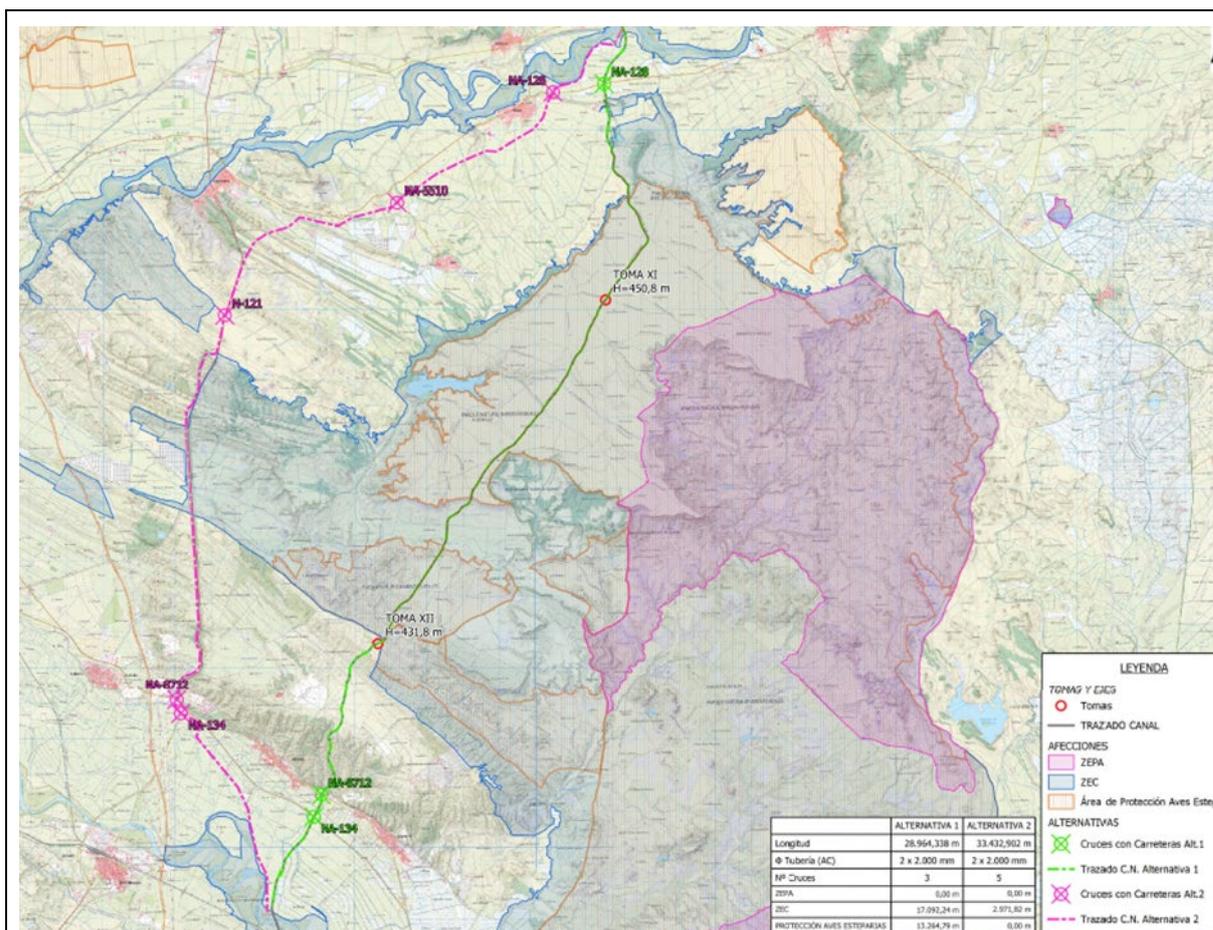


Imagen 1 Alternativas en las Bardenas Reales. Fuente: Elaboración propia.

Como conclusión derivada del Estudio de Alternativas complementario, se consideró que la denominada Alternativa Bardenas es más favorable que la Alternativa N-121 debido, fundamentalmente, a su menor coste económico (derivado principalmente de su menor longitud global).

11. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

El Anejo nº 6 del presente proyecto incluye los cálculos hidráulicos del sistema y las conducciones. Los cálculos de las balsas se incluyen en los Anejos nº 8 y 9.

El sistema se conceptualiza mediante una red de distribución lineal ejecutada con conducciones de acero helicoidal y en cuyo trazado se encuentran las tomas de riego y abastecimiento.

Para la adecuada regulación del sistema y con objeto de minimizar el diámetro de las conducciones, se ha diseñado la balsa de Tudela ubicada en el término municipal de Tudela, de cuya regulación dependerán las tomas 17 a 21, y ramal de Corella (Tomas 14, 15 y 16), y la balsa de Mostrakas de regulación del tramo final de la 1ª Fase del Canal de Navarra (ya construido).

Se considera a efectos de diseño hidráulico una explotación normal en la Balsa de Mostrakas (Pitillas) a la cota

474,00 m.s.n.m. estableciéndose la cota 468,00 m.s.n.m. en explotación muy excepcional y correspondiente a la avería y operaciones de corte para la conservación y mantenimiento del propio Canal. Esta circunstancia se asume que se producirá en los meses de menor demanda de riego.

El sistema funcionará siempre por gravedad aprovechando la cota disponible en la balsa de Mostrakas por lo que la red siempre estará presurizada. El llenado y caudal transportado hasta la balsa de Tudela estará por lo tanto condicionado por la cota de explotación de Mostrakas y/o canal, la cota de nivel de la balsa de Tudela en cada momento, y la demanda de las tomas a lo largo de las conducciones.

La demanda en cada toma será variable a lo largo del día y en los diferentes meses del año, presentando momentos en los que coincidirán los caudales punta en todas las tomas. La capacidad de recuperación del volumen de la balsa de Tudela y las dimensiones de las conducciones estarán muy vinculados al volumen máximo consumido en el mes de máxima demanda. Hidráulicamente el sistema funcionará a la demanda cubriendo las puntas requeridas, si bien con las limitaciones concesionales establecidas en el máximo volumen consumido anual y máximo volumen mensual conforme a la resolución de 14 de abril de 2004 de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Las tomas aguas arriba de la balsa de Tudela se suministran con la presión de la balsa de Mostrakas menos las pérdidas en el circuito.

Las tomas aguas abajo de la balsa, se suministran con la presión que supone el nivel de agua en la balsa de Tudela menos las pérdidas de carga en el circuito hasta cada una de las tomas.

Para regular el caudal de llenado de la balsa de Tudela se dispondrá de instrumentación de control de niveles en la balsa, caudalímetro en las conducciones, presostatos y autómatas que permita la apertura automatizada de las válvulas de derivación a la balsa. A medida que baja el nivel de la balsa se producirá la apertura de la válvula de cierre considerando la presión de aguas arriba y la presión de aguas abajo, sin que se produzca cavitación en la misma.

Para realizar el cálculo hidráulico del sistema se ha utilizado un modelo en EPANET y un modelo hidráulico en hoja de cálculo mediante la aplicación de la formulación de Colebrook.

En el Apéndice 6.1 se adjuntan los resultados del modelo hidráulico de regulación realizado en los siguientes escenarios:

- Mes anterior al de máxima demanda con un caudal unitario del 85% asociado a los patrones de demanda horaria y cota de explotación en la balsa de Mostrakas de 474 m.s.n.m.
- Mes de máxima demanda con un caudal unitario del 100% asociado a los patrones de demanda horaria y cota de explotación en la balsa de Mostrakas de 474 m.s.n.m.
- Mes posterior al de máxima demanda con un caudal unitario del 75% y 100% asociado a los patrones de demanda horaria y cota de explotación en la balsa de Mostrakas de 474 m.s.n.m.

- Mes de máxima demanda con un caudal unitario del 100% asociado a los patrones de demanda horaria y cota de explotación en la balsa de Mostrakas de 468 m.s.n.m.
- Mes de máxima demanda con un caudal unitario del 71% asociado a los patrones de demanda horaria y cota de explotación en la balsa de Mostrakas de 474 m.s.n.m., y escenario de bypass. (Nota: el valor de 71% del caudal de demanda ponderado en cada toma se obtiene de un proceso iterativo. Dicho caudal es el caudal máximo que se puede distribuir en escenario de bypass).

El resultado de los modelos estudiados se resume a continuación, y cuyo objeto final es la determinación de caudales entrantes en la balsa de Tudela y verificación de que las presiones obtenidas en cada una de las tomas son superiores a 10. m.c.a.:

Modelo	Cota explotación Mostrakas	Caudal unitario	Cota de inicio de embalse de Tudela	Altura s/ toma de lámina de agua	Cota de embalse de Tudela al final del periodo	Caudal máximo entrante en Tudela (m ³ /s)	Presiones en tomas
Modelo mes anterior a máxima demanda	474	85%	421,8	35,5	418,16	9,240	>10 mca
Modelo mes máxima demanda	474	100%	418,16	31,86	405,14	10,150	>10 mca
Modelo del mes posterior a la máxima demanda	474	75%	405,14	18,84	416,50	10,150	>10 mca
Modelo del mes posterior a la máxima demanda	474	100%	405,14	18,84	398,70	10,816	> 0 mca, valor muy próximo a cero en la toma 21
Modelo del mes de máxima demanda	468	100%	418,16	31,86	401,80	9,954	>10 mca

El sistema diseñado funciona en todos los escenarios analizados garantizándose siempre presiones superiores a 10 m.c.a. en los meses de máxima explotación, y en los meses posteriores, incluso adoptando un 100% (escenario muy poco probable), se observan presiones en toma mayores a cero (excepto muy puntualmente la toma-21).

Por lo tanto el modelo de explotación diseñado y los diámetros adoptados dejan del lado de la seguridad el diseño hidráulico, el cual se podrá ver ajustado a medida que se incorporan las zonas regables y dichas superficies sean ajustadas a la realidad consolidada.

A efectos de diseño se considera que el máximo caudal circulante por una conducción viene determinado por la simultaneidad de los patrones de caudales, y la presión de las tomas será variable en función del mes donde nos encontremos y la cota de la lámina de agua de la Balsa de Tudela.

El timbraje de las conducciones queda determinado por la presión estática más la sobrepresión generada por el cierre de válvulas y transitorios. Para minimizar la formación de transitorios se realiza un modelo mediante el programa SURGE en el que se limita la velocidad de cierre de las válvulas mariposas ubicadas en las conducciones principales de las tomas y se instalan válvulas de sobrepresión de forma que no se supere el 10% de la presión estática.

La descarga de la válvula se realizará a una cámara de rotura que estará dimensionada para regular al menos 60 segundos el caudal vertido o el caudal de desagüe.

Los resultados evidencian una disminución del transitorio, aumentando el tiempo efectivo de cierre. Aun así, tanto la tubería, como las válvulas y ventosas, son capaces de soportar el fenómeno más desfavorable.

Se exigirá que todas las válvulas estén accionadas con motores y desmultiplicadores de doble velocidad, que dispongan un tiempo efectivo de cierre expuesto en la tabla incluida en el Anejo nº 6.

Se dispondrá de válvulas de sobrepresión taradas a la presión estática +10.00 m.c.a. en cada toma.

12. CÁLCULOS DE LA CONDUCCIÓN

12.1. TRAZADO Y REPLANTEO

En el Apéndice nº 7.1 del presente Documento nº 1, se incluye la descripción del trazado de las conducciones, los criterios de diseño adoptados teniendo en cuenta los requerimientos geotécnicos, ambientales, orográficos, y requeridos por Organismos.

Se incluye la descripción de las secciones tipo adoptadas, la tramificación segmentada por tipología de zanja, talud y diámetro de la tubería.

Se incluyen además los listados de replanteo de cada uno de los tramos, los desagües y los caminos.

12.2. CÁLCULOS MECÁNICOS

En el Apéndice nº 7.2 del presente Documento nº 1: Memoria y Anejos, se incluyen los cálculos mecánicos de las conducciones, entre los que están:

- Cálculo mecánico de las tuberías de acero helicoidal en zanja
- Cálculo mecánico de las tuberías aéreas
- Cálculos de piezas especiales de tipo anillo y alas de monja
- Cálculos y referencias a bridas, tornillería, apoyos y otros
- Cálculo mecánico de anclajes
- Cálculos mecánicos de tuberías de hormigón armado de hinca
- Cálculos de subsidencias de hincas

- Cálculos mecánicos de tuberías de hormigón armado en caminos y desagües.

12.3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el Apéndice nº 7.3 del presente Documento nº 1: Memoria y Anejos, se incluyen los cálculos estructurales de las arquetas, pantallas de los pozos de ataque y extracción de las hincas y pantalla de pilotes en el cruce de la autovía A68.

El Anejo incluye la definición de los criterios de diseño, normativa, materiales, parámetros geotécnicos, definición de cargas (permanentes, sobrecargas de uso, acciones eólicas, nieve, accidentales,...) e hipótesis de cálculo (vasos llenos, vacíos,...), así como los coeficientes de ponderación y tipología de control a realizar.

Los cálculos incluyen la comprobación de los estados ELU, ELS, fisuración asociados a las cargas, material seleccionado, vida útil y recubrimiento adoptado, sin considerar la hipótesis de ejecutar la impermeabilización de recubrimiento.

Con carácter general se ha tenido en cuenta la agresividad del terreno y necesidad de disponer hormigones sulforresistentes. Para el caso particular de las pantallas, éstas han sido consideradas temporales y no permanentes por lo que se ha rebajado la exigencia del hormigón a efectos de agresividad.

12.4. CÁLCULOS DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA

En el Apéndice nº 7.3 del presente Documento nº 1, se incluyen los cálculos de la protección catódica, adjuntándose fichas, esquemas y tabla resumen.

Para el desarrollo de los trabajos fue necesario realizar una visita de campo y medida de resistividades.

Especial mención tiene el indicar que fue necesario ubicar de forma aislada la estación de protección catódica EPC02, sin estar ubicada en una toma asociada, por estar la toma-11 suficientemente separada de la obra de toma de Pikarana y sin posibilidad de acometida eléctrica. Dicha EPC02 requerirá acometida eléctrica específica.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta para los cálculos de la protección catódica las infraestructuras de gas, conducciones, líneas eléctricas, línea de FFCC y otras que pudieran generar corrientes vagabundas.

Igualmente se ha contemplado la futura construcción del corredor Cantábrico-Mediterráneo de alta velocidad. Tramo Zaragoza-Castejón.

Adicionalmente se hace mención expresa de los elementos que se han de instalar en las tuberías aéreas, apoyos, y pasos de estructuras de hormigón, así como la instalación de ánodos. Todo ello valorado e incluido en el presupuesto de la obra.

En el Documento nº 2: Planos se incluye la ubicación de las estaciones de protección catódica y elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

12.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En el Apéndice nº 7.4 del presente Documento nº1, se incluyen los cálculos eléctricos de las conducciones.

En el Apéndice se define la normativa vigente de aplicación, los criterios de diseño adoptados y los programas de cálculo (DMELEC y hojas de cálculo propias).

Las potencias de cada toma se han establecido considerando los consumos de los receptores, actuadores de válvulas, alumbrado, reservas, existencia de protección catódica, fuerza y otros.

Para suministro de la balsa de Mostrakas, EPC01 y almenara nº10 y 9 se dispondrá de una línea de media tensión de 13.2 kV conectada a la LMT propiedad de Aguacanal que finaliza en su estación de bombeo.

Dicha LMT se diseña de forma que cuando llegue a la plataforma de derivación de la balsa de Mostrakas e inicio de la conducción, se disponga un poste de derivación con transformador aéreo que permita el suministro en baja tensión a la EPC01 y CGBT de la balsa de Mostrakas y filtros instalados, y por otro lado la LMT pasará de aérea a subterránea introduciéndose adosada al paramento en el paso del túnel de Pikarana y cuando salga de él en zanja paralelo al camino de servicio y siempre dentro de la banda de expropiación permanente propiedad de CANASA.

Una vez se llega a las almenaras se dispondrá de un poste aéreo donde se ubicará el transformador para pasar posteriormente a baja tensión y conectar con el C.G.B.T. de la almenara mediante canalización.

Para la ejecución de la conexión se considera necesario montar en el apoyo una cruceta de derivación y seccionador loadbuster en el punto de conexión con la construcción de la acera equipotencial y el izado, tensado y conexionado de la nueva derivación.

Cuando se llega al poste de derivación con transformador se colocará un poste con fusibles XS. El transformador será bitensión 24/20-13.2 kV.

Para el EPC02, tomas 12, 13, 13bis, 14 y 15-16, Derivación de Corella, tomas 20 y 21 se diseñan líneas de media tensión aéreas. Para el caso particular de la toma 13 bis tras la conexión de la LMT aérea, se instalará un poste de paso aérea/subterránea.

En el Apéndice se incluyen los puntos de conexión, cálculos mecánicos de la LMT y cálculos eléctricos.

Con carácter general se ubican transformadores aéreos de 50 KVA por sencillez constructiva y de explotación.

El presente proyecto no contempla la instalación de un grupo electrógeno de reserva, pero sí la posibilidad de alimentación y conexión al CGBT en caso de caída de tensión.

Para las tomas 11, 17, 18 y 19 al no poder disponerse de suministro eléctrico, se instalarán paneles fotovoltaicos capaces de suministrar energía a las instalaciones críticas de instrumentación, control y automatismo e intrusismo con una reserva adicional del 20%.

Las especificaciones técnicas cubrirán los requerimientos y especificaciones mínimas exigidas y los parámetros establecidos para el diseño de sistemas fotovoltaicos aislados, según establece el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red del IDAE.

Se dispondrá de una reserva de acumulación de 5 días y la instalación tendrá en cuenta las pérdidas en cada uno de los elementos y eficacia de las placas fotovoltaicas.

Los C.G.B.T. se diseñan conteniendo en su interior, debidamente instalados aparallaje y equipamiento de mando y protección de motores, reservas, alumbrado y fuerza, alimentación a instrumentación (válvulas de accionamiento motorizado, caudalímetro, ..), a control y automatismo, alimentación a comunicaciones, alimentación a intrusismo, y resto de receptores instalados. Además, se alimentará al ventilador, resistencias de caldeo y demás elementos necesarios del propio cuadro.

El cálculo incluye para cada una de las instalaciones

- Cálculo de potencia.
- Acometida de media tensión.
- Cálculos eléctricos y mecánicos de las líneas de media tensión
- Cálculos fotovoltaicos
- Diseño de la red de baja tensión y puesta a tierra.
- Diseño del alumbrado.
- Protección contra incendios
- Ventilación
- Exigencias básicas SU8. Riesgo por la acción del rayo.

12.6. CONTROL Y AUTOMATISMO

En el Apéndice nº 7.5 del presente Documento nº 1, se incluyen los cálculos del control y automatismo de las tomas.

Se definen los elementos que conforman la cabina, cuadro de control, protecciones eléctricas, cableado y PLCs.

Con carácter general se ha procurado homogenizar los PLCs a instalar en las tomas para facilitar las operaciones de programación y sustitución en caso de avería. Esta circunstancia hace que no todas las tomas dispongan con el mismo porcentaje de reservas. No obstante, las señales previstas se encuentran en el lado conservador del diseño.

Por otro lado, el dimensionamiento ha considerado que los módulos de señales digitales se instalarán de 32 y las señales analógicas de 8.

Finalmente, aunque no exista previsión de señales S/A, se ha optado por dejar previsto un módulo en el PLC.

A continuación, se adjuntan las señales que deberán disponer los PLCs

- La EPC02 dispondrá de PLC con 64 E/D, 32S/D, 8E/A, 8 S/A
- Las tomas 11, 17, 18, 19, 12 y 13 dispondrán de PLC con 128 E/D, 32S/D, 16E/A, 8 S/A
- Las tomas 13 bis, derivación Corella, 16, 20, 21 dispondrán de PLC con 96E/D, 32S/D, 16E/A, 8 S/A

La comunicación con el centro de control se realizará mediante el suministro e instalación de equipo de comunicaciones bidireccional que dispondrá batería de bajo mantenimiento, conexión y cuadro eléctrico, cableado a toma, CPU, memoria flash, módem GSM/GPRS/G3 y modem de comunicaciones vía radio.

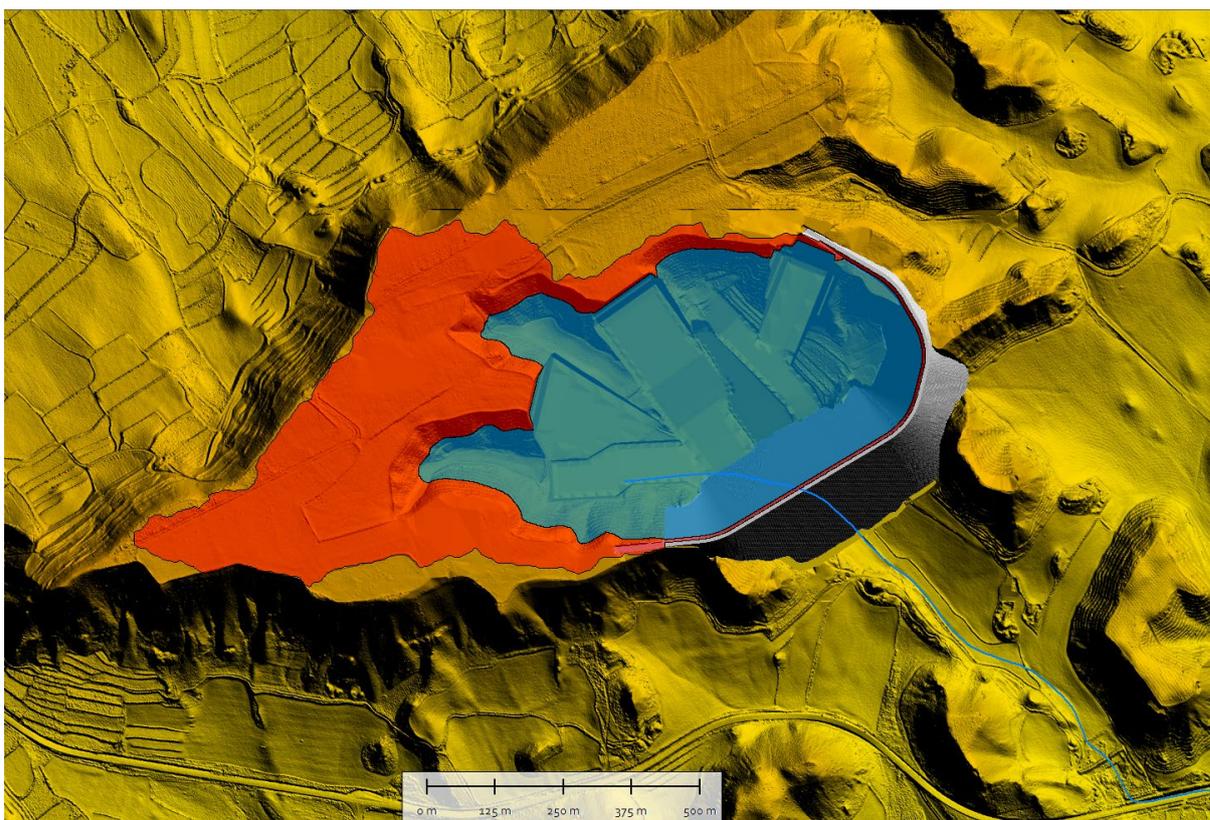
13. CÁLCULOS DE LA Balsa de TUDELA

13.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CLIMATOLÓGICO

Se ha realizado un estudio hidrológico y climatológico de la balsa de Tudela con objeto de obtener las avenidas que recibirá procedentes de su cuenca de aportación, así como para obtener las alturas de ola estimadas en su lámina de agua.

La balsa de Tudela se ha ubicado en el Término municipal del mismo nombre, entre las carreteras AP-68 y A-160 y junto a los páramos Majada de Vacas, Corraliza del Portillo y Corraliza de Pedro Gómez. El vaso del embalse aprovecha la orografía del terreno encajándose en una pequeña meseta que bordea el límite municipal entre Tudela y Corella.

El embalse no recibe la aportación natural de ningún cauce, ni se han encontrado cauces permanentes próximos al emplazamiento de la presa, si bien aguas abajo de la misma nos encontramos con la balsa del Pulguer de gran valor ecológico, protegida como Reserva Natural y Zona de Especial Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000. En la imagen siguiente se ha representado la balsa y su cuenca de aportación (T-1):



13.1.1. Estudio de avenidas

13.1.1.1. Precipitación de cálculo

En primer lugar, se ha determinado el valor de la precipitación de cálculo. Para ello se han obtenido los datos diarios de precipitación y viento en las estaciones meteorológicas más representativas próximas a la zona de estudio. Para ello se ha realizado un análisis estadístico en el que se adoptan como valores de cálculo los resultados obtenidos en la estación de Fitero con el ajuste SQRT ETmax.

13.1.1.2. Cálculo de caudales

Para la determinación de los caudales de avenida, se ha utilizado el método racional. La cuenca de aportación a la balsa de Tudela es muy reducida, ya que su área excluyendo la de la lámina de agua es de 0,2 km². Para el cálculo de las avenidas, se ha seguido la metodología de la Instrucción de carreteras 5.2.-IC.

13.1.1.3. Estudio de avenidas

Partiendo de los caudales calculados anteriormente, se ha realizado el estudio de avenidas. La norma técnica de diseño de balsas establece que las balsas deben ser capaces de evacuar el caudal de diseño.

El método que se ha empleado para la obtención de los hidrogramas de avenida es el siguiente:

1. Se han recopilado los pluviogramas característicos de las estaciones pluviométricas más próximas a la ubicación de la balsa.
2. Se ha seleccionado el pluviograma típico más desfavorable.
3. La precipitación máxima en 24 horas para cada periodo de retorno se ha distribuido a lo largo de las 24 horas de acuerdo con el pluviograma seleccionado, puesto que se ha considerado una duración de la tormenta pésima de 24 horas.
4. Se obtendrá el hidrograma provocado por la precipitación sobre el embalse al que se sumará el de la cuenca vertiente.

Se han sumado los hidrogramas calculados en los apartados anteriores y se han obtenido los hidrogramas de avenida para los distintos periodos de retorno. A continuación, se muestran las puntas para cada avenida:

T (años)	Q (m ³ /s)
5	13,94
10	15,32
25	17,30
100	20,69
500	25,29
1000	27,36
2000	29,61
5000	32,75
10000	35,26

13.1.2. Estudio del viento

Para dimensionar las balsas deben realizarse estudios vectoriales de viento para lo cual a partir de los datos de rachas de viento se han calculado los valores máximos mensuales y anuales de las rachas de viento en las estaciones seleccionadas como representativas.

Del análisis estadístico que se ha realizado, se ha determinado que los valores más representativos y que se tomarán como valores de cálculo, son los obtenidos en la estación de Montes del Cierzo. Se han obtenido datos estadísticos sobre tierra y posteriormente se ha realizado una correlación para determinar las velocidades estimadas sobre el agua.

Posteriormente, se ha realizado un estudio del Fetch, analizando todos los ángulos posibles de incidencia del viento. Del análisis realizado, se concluye que el Fetch pésimo que generará la ola máxima tiene una longitud de 738,46 metros y se produce con una alineación con ángulo de 284°.

13.1.3. Altura de ola y remonte

Para el cálculo de la altura de remonte, en primer lugar, se calcula el tiempo necesario para desarrollarse el oleaje. Posteriormente se calcula la sobreelevación estacionaria para el Fetch pésimo.

Después se han calculado la altura de ola significativa (H_s) y la altura de ola para el diseño (H_{10}) para cada periodo de retorno estudiado.

Finalmente, se ha calculado la altura de remonte de la ola para las situaciones extrema, accidental y frecuente, obteniendo los siguientes valores:

Viento	Periodo de retorno	Altura de ola de diseño H_{10}	Longitud de onda de la altura de ola significativa	Remonte de ola
		metros	metros	metros
Frecuente	100	0,628	6,386	0,576
Accidental	1000	0,745	7,140	0,671
Extremo	10000	0,866	7,874	0,767

13.2. SECCIÓN TIPO DE Balsa

13.2.1. Estabilidad y deformabilidad

Para efectuar el estudio de estabilidad se ha tomado como referencia lo indicado en la Norma Técnica de Seguridad para el Proyecto, Construcción y Puesta en Carga de Grandes Presas y Llenado de sus Embalses (en lo que sigue NT) así como el contenido de las Guías Técnicas de Seguridad de Presas (en lo que sigue GT).

El núcleo de la balsa tiene sección trapezoidal con una anchura en coronación de 5 m a cota 423,50 m, taludes 1H:4V que dan lugar a anchuras máximas del orden de 35 m en el cimiento.

Aguas arriba del núcleo se dispone el material todo uno. La cota superior de esta capa es la 415 con una anchura de 3,5 m, de ahí con talud 3H:2V baja hasta la cota 411, donde se dispone una segunda berma, en este caso de 5,5 m de anchura, y de aquí hasta el cimiento baja con el mismo talud 3H:2V hasta cimentarse en el terciario.

A continuación, se dispone una cuña de gravas desde la cota 423,50 m, con una anchura de 0,95 m, desde ahí baja con talud 2,2H:1V hasta el contacto terciario donde cimenta todo el espaldón. Entre esta capa de gravas y la anterior se dispone una capa estrecha de transición con una anchura de 1,50 m.

Como capa de protección frente a la acción del oleaje se dispone un rip-rap de escollera de 3 m de espesor desde el cimiento hasta la cota 424,15 m.

Aguas abajo se disponen sendas capas de filtro y dren, ambas de 1,5 m de espesor que al llegar al contacto con

el cimientado se extienden horizontalmente con un espesor de 0,5 m. En las secciones centrales del dique de la balsa estas capas se extienden a todo lo largo del cimientado del espaldón. El espaldón aguas abajo está constituido, fundamentalmente, por el material todo-uno procedente del terciario y en el corazón del mismo se dispondrán unas gravas cementadas que recubren las gravas del préstamo del Monte Clavijas. El talud es 2,2H:1V y el espaldón se apoya en un tacón trapezoidal en el pie formada por escollera gruesa.

Tal como se ha presentado en planos, la sección tipo estaría formada, fundamentalmente, por los siguientes materiales:

1. Rip-Rap (escollera de protección).
2. Gravas.
3. Todo-uno para formación de espaldones.
4. Material de transición.
5. Núcleo impermeable.
6. Filtro.
7. Dren.
8. Material que recubre el préstamo de gravas (caliche).
9. Todo uno para formación de espaldones (igual al 3).

En el estudio de materiales se recoge la procedencia de cada uno de los materiales constitutivos del cuerpo del dique.

A modo de resumen, en la siguiente tabla, se presentan los parámetros geotécnicos adoptados en los cálculos para los materiales presentes en la sección de cálculo.

	γ (t/m ³)	c (kPa)	Φ (°)	E (MPa)	ν	k(m/s)
Sustrato terciario	2.3	150.0	30.0	1500	0.30	10 ⁻⁹
Cuaternario/Sustr. Alt.	2.0	50.0	25.0	100	0.30	10 ⁻⁷
Escollera	2.1	1.0	40.0	100	0.30	10 ⁻⁴
Filtro, dren y transición	1.9	1.0	35.0	100	0.30	10 ⁻⁴
Gravas	2.1	2.0	38.0	60	0.30	5·10 ⁻⁵
Recubrimiento gravas	1.8	5.0	32.0	20	0.30	10 ⁻⁶
Todo uno espaldones	2.0	10.0	30.0	25	0.30	10 ⁻⁷
Núcleo	1.8	10.0	28.0	15	0.30	10 ⁻⁹

En las NT se indica que se ha de comprobar la estabilidad de la presa ante distintas solicitaciones actuantes y sus posibles combinaciones, dando origen a las denominadas como situaciones de proyecto (normales, accidentales y extremas) en las que se calculará el coeficiente de seguridad que ha de ser inferior al máximo allí indicado.

Para estudiar la estabilidad se han utilizado dos metodologías distintas, por un lado se ha efectuado un cálculo utilizando un programa (SLIDE) basado en equilibrio límite mediante el método de Bishop y superficies circulares (los coeficientes incluidos en las NT se refieren a cálculos de equilibrio límite) y, por otro lado se ha realizado un cálculo utilizando un programa basado en elementos finitos utilizando, para determinar el coeficiente de seguridad al deslizamiento, la técnica de reducción de los parámetros de resistencia al corte de los materiales. En ambos

casos se ha considerado el criterio de rotura de Mohr-Coulomb. Para el caso del cálculo mediante modelo numérico se ha considerado un modelo de comportamiento elastoplástico con ese criterio de rotura.

Con el modelo numérico, adicionalmente, con objeto de obtener las tensiones y deformaciones en el cuerpo de presa durante la construcción de la misma, se ha simulado la construcción de la presa con el siguiente proceso:

1. **Situación inicial.**
2. **Simulación de construcción de la presa.**
3. **Simulación del llenado.**

Una vez realizados los pertinentes cálculos de estabilidad, los resultados obtenidos resultan ser superiores a los exigidos en las NT. Se presentan a continuación:

		F obtenido	F exigido
Situación Normal	Embalse vacío	1,45	1,40
	Embalse lleno	1,40	
	Desembalse ordinario (1)	1,40	
Situación Accidental	Final de construcción	1,33	1,30
	Desembalse accidental (2)	1,30 ⁽¹⁾	
Situación Extrema	Desembalse extremo	1,00 ⁽²⁾	>1,00

(1) Para una velocidad de desembalse máxima de 1,5 metros/día

(2) Para una velocidad de desembalse máxima 7 metros/día

En cuanto a las tensiones y deformaciones:

Movimientos:

En la situación del final de construcción resulta, del cálculo, un asiento máximo del orden de 60 centímetros (en torno al 1% de la altura de presa), produciéndose ese asiento máximo en el eje de presa en torno a la cota 396.

Los movimientos horizontales al final de construcción son prácticamente simétricos, siendo algo mayores los máximos resultantes en el espaldón de aguas abajo (14 cm) que los de aguas arriba (10 cm).

Tensiones

Se produce una concentración de tensiones en la zona de “esquina” de las excavaciones realizadas para el empotramiento del núcleo. También se observa que se produce cierto “cuelgue” del núcleo en los espaldones debido a la diferente deformabilidad de los materiales que forman el núcleo y los espaldones. En todo caso, la reducción de tensiones en los bordes del núcleo es de escasa magnitud y las tensiones en la zona central son claramente superiores a las posibles presiones intersticiales resultantes en el caso de embalse lleno.

Movimientos postconstructivos

Para analizar esta deformación diferida se ha realizado una simulación consistente en añadir una nueva etapa de

cálculo al modelo numérico empleado, en la cual se aumenta el peso de todos y cada uno de los elementos del cuerpo de presa en un 10%. El efecto sobre las deformaciones de este incremento de las cargas en un 10% es, similar al que produciría una disminución del módulo de deformación en un porcentaje similar (manteniendo constantes las tensiones).

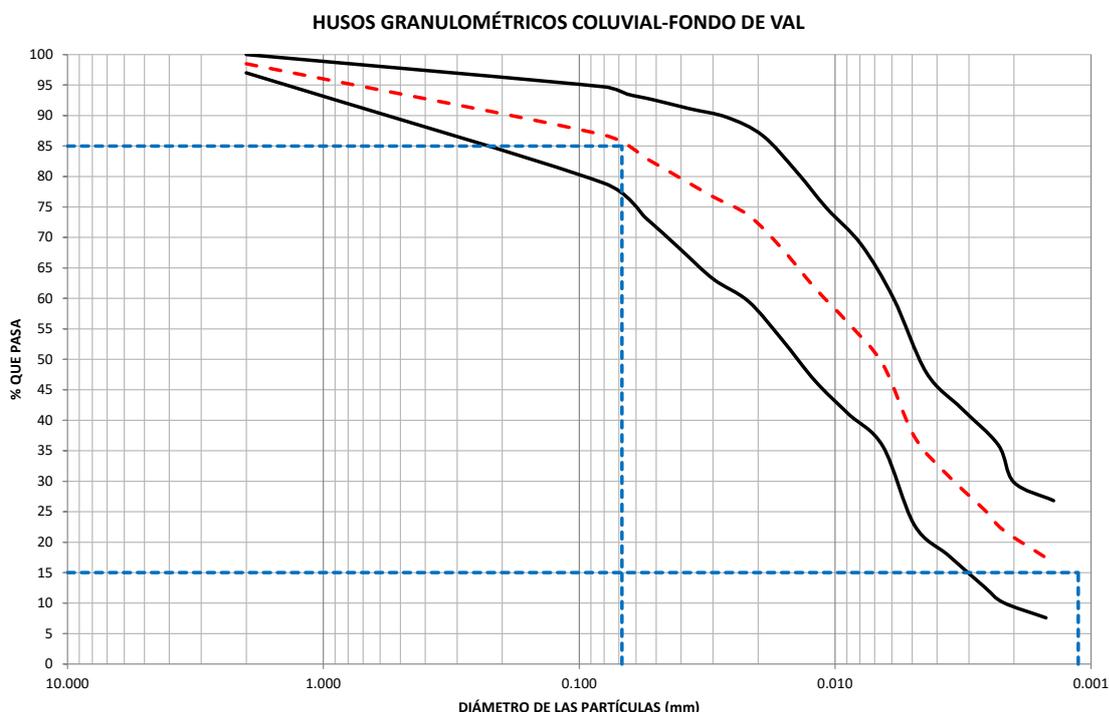
Con este análisis se obtiene que los asentos postconstructivos previsible en los primeros 10 años de explotación de la presa podrían resultar ser del orden de 17 cm para la sección de mayor altura, considerando también el efecto de llenado.

13.2.2. Materiales para el cuerpo de la balsa

Núcleo del dique de la balsa

Se propone la utilización de los materiales que forman los limos coluviales y de fondo de val existentes en la zona de ubicación de la presa. Se trata de limos arcillosos y arenosos de tonos beige y marrones, material clasificable como arcillas de baja plasticidad (CL) y, esporádicamente limos de baja plasticidad (ML) También se observa la presencia de precipitados blanquecinos pulverulentos que, en parte, son yesos precipitados.

El huso granulométrico de estos materiales obtenido de las muestras tomadas en los reconocimientos es el que se muestra en la figura que sigue:



Las características de estos materiales, según se extrae del estudio de materiales son:

- Límite líquido 25/30, Índice de plasticidad 8/12
- Contenido en sulfatos < 2%

- Densidad seca máxima (PN) $1,80 \text{ t/m}^3$, $W_{\text{opt}}=12\%$
- $d_{85} \geq 0,05 \text{ mm}$ $d_{15}=0,001 \text{ mm}$
- Clasificado como ND-2 a ND-3 en ensayo Pin-Hole
- Permeabilidad $< 10^{-7} \text{ cm/s}$
- Resistencia al corte: $c'=1 \text{ t/m}^2$ $\phi'=28^\circ$

Será necesario efectuar una campaña de reconocimientos de mayor calado previamente al inicio de la construcción para comprobar la homogeneidad de las zonas de préstamo (zonificación, en su caso, de los préstamos).

En base a las dudas que se presentan en lo relativo a ciertas características de este material para su utilización en la formación del núcleo de la presa, resultará necesario efectuar un terraplén de prueba con el que, adicionalmente, se podrá establecer el procedimiento de puesta en obra.

Todo-uno para espaldones

Se propone la utilización de los materiales presentes en el sustrato de la zona (alternancia de areniscas, lutitas y argilitas margosas) formando un todo-uno. Como valores medios de las características principales de este material todo-uno se tiene:

- ✓ Porcentaje de finos (#200) entre el 51% y el 97%, presentando estos finos una plasticidad media (LL 25 e IP 11).
- ✓ Contenido medio en sulfatos del 1,7% en peso (sobre suelo seco)
- ✓ Densidad seca máxima (PN) de $1,93 \text{ t/m}^3$ con una humedad óptima del 12,1% (siendo la humedad natural del orden del 7%)
- ✓ Se proponen unos parámetros de resistencia al corte consistentes en una cohesión efectiva de 1 t/m^2 y un rozamiento interno de 32°
- ✓ La permeabilidad (también estimada) resultaría ser del orden de 10^{-5} cm/s

Antes del inicio de la obra se deberán elegir las zonas de préstamo y realizar una prueba de tratamiento del mismo (ripado y humectación) efectuando, además, un terraplén de prueba para determinar su puesta en obra y las características que presentarían los materiales una vez puestos en obra.

Filtro y dren

El filtro se diseña de acuerdo con las características del material de suelo que ha de proteger. En este caso, conociendo que el material es no dispersivo, que el contenido en finos del suelo base es superior al 85% y que el d_{85} es de $0,06 \text{ mm}$, se tendría que el $D_{15,\text{max}}$ del filtro sería de $0,54 \text{ mm}$.

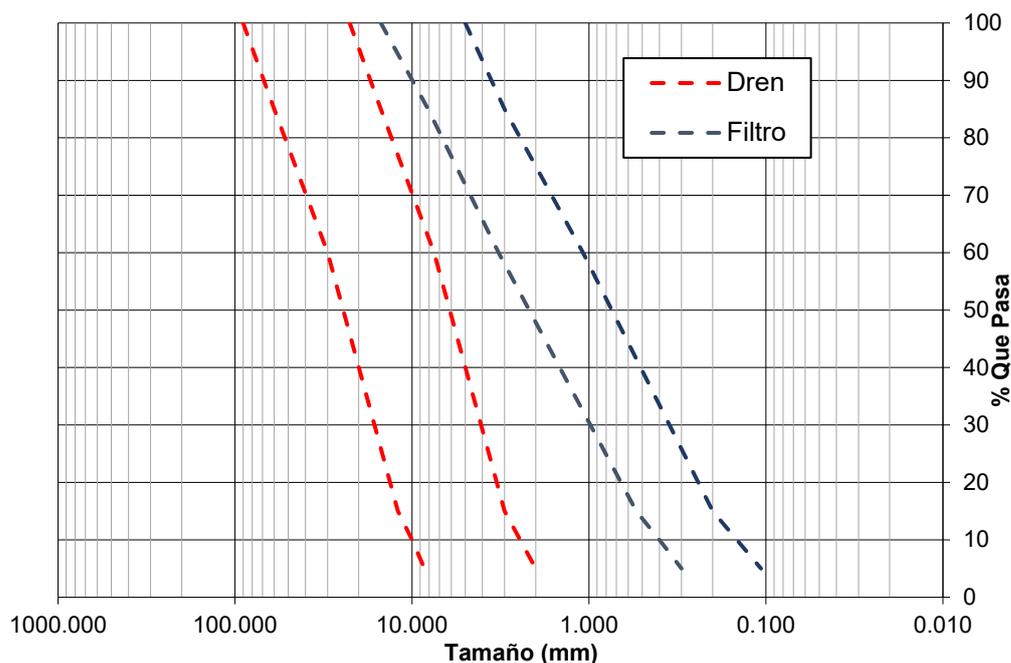
El material de filtro ha de cumplir estos otros requisitos:

- ✓ Estar formado por fragmentos de roca suficientemente resistente y durable. Como referencia, la resistencia a compresión simple de la roca original debe ser superior a 20 MPa. La durabilidad puede evaluarse con un ensayo de ciclos de Sequedad-Humedad-Desmoronamiento en el que se obtenga un índice superior al 90% en dos ciclos.
- ✓ El contenido en finos (pasante por tamiz 0,08 UNE) del material de filtro ha de ser, una vez puesto en obra, inferior al 5% siendo, además, estos finos no plásticos (límites de Atterberg).
- ✓ Los filtros no deben tener cohesión ni desarrollarla a largo plazo. En caso de duda se han de realizar ensayos específicos de envejecimiento acelerado para comprobar, mediante ensayos de corte que no presenta cohesión.
- ✓ El material no debe ser fácilmente segregable durante la puesta en obra. Para cumplir esta condición se recomienda que el coeficiente de uniformidad (C_u) sea igual o inferior a 10. Se recomienda también, en este sentido, que el tamaño D_{85} del material de filtro cumpla la siguiente condición $D_{85} < 15 \cdot D_{15}$.

El dren debe cumplir los mismos requisitos de calidad de roca antes expuestos para el material de filtro. Adicionalmente, su contenido en finos, tras su puesta en obra, debe ser prácticamente nulo.

El dren ha de tener una granulometría tal que sea "filtro" del material de filtro, por lo que el D_{15} máximo ha de ser igual o inferior a 4 veces el D_{85} del material de filtro. Además, por cuestiones de permeabilidad, se recomienda que el D_{15} del dren sea, al menos, del orden de 5 veces al D_{15} del filtro. Además de ello, el dren debe ser autoestable.

De todas las condiciones enunciadas para filtro y dren, se podría establecer para cada uno de ellos una granulometría como la que figura a continuación:



Para la colocación de estos materiales, el contratista habrá de adoptar las precauciones necesarias para evitar ensuciar y contaminar estos materiales con otros materiales o con el tráfico propio de la obra. Estos materiales, previamente a su compactación han de encontrarse homogéneamente húmedos.

Transición aguas arriba

Se pueden establecer las siguientes exigencias para este material de transición:

- ✓ Estar formado por fragmentos de roca suficientemente resistente y durable.
- ✓ El contenido en finos (pasante por tamiz 0,08 UNE) del material de filtro ha de ser, una vez puesto en obra, inferior al 10% siendo, además, estos finos no plásticos.
- ✓ Los filtros no deben tener cohesión ni desarrollarla a largo plazo.
- ✓ El material no debe ser fácilmente segregable durante la puesta en obra.

En lo que a granulometría se refiere (además de limitar el contenido de finos al 10 %) estos materiales han de cumplir lo siguiente:

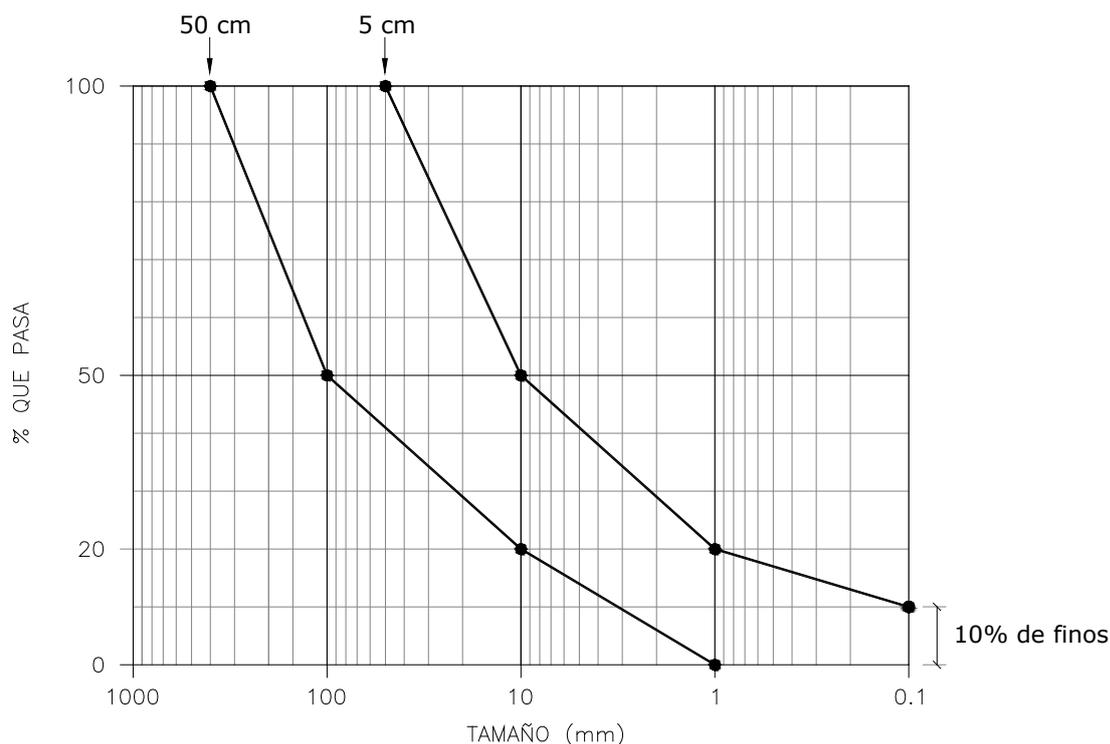
- Tamaño máximo inferior a 100 mm
- Tamaño D_{85} inferior a 50 mm
- Tamaño medio D_{50} comprendido entre 1 y 10 mm

Este material se pondría en obra en tongadas con un espesor máximo (tras compactación) de 30 cm, alcanzándose una densidad seca superior al 95% de la máxima del ensayo Proctor Modificado.

Gravas

Las características de estos materiales se recogen en el estudio de materiales. Las más significativas son:

- ✓ Naturaleza. El material no ha de ser evolutivo. Para ello se verificará que en ensayos de ciclos de sequedad y humedad la pérdida de peso es inferior al 10%. No contendrá sales solubles, ni yeso, ni materia orgánica en proporciones superiores al 0,2% del peso seco del material.
- ✓ Granulometría. La curva granulométrica será continua de manera que se consigan densidades altas y resistencias elevadas. Será la siguiente:



Para la puesta en obra, las condiciones serán:

- ✓ Espesor de tongada máximo, tras compactar, de 50 cm
- ✓ Densidad seca en fondo de tongada 95 % P.M.
- ✓ Grado de saturación comprendido entre el 80% y el 90%.

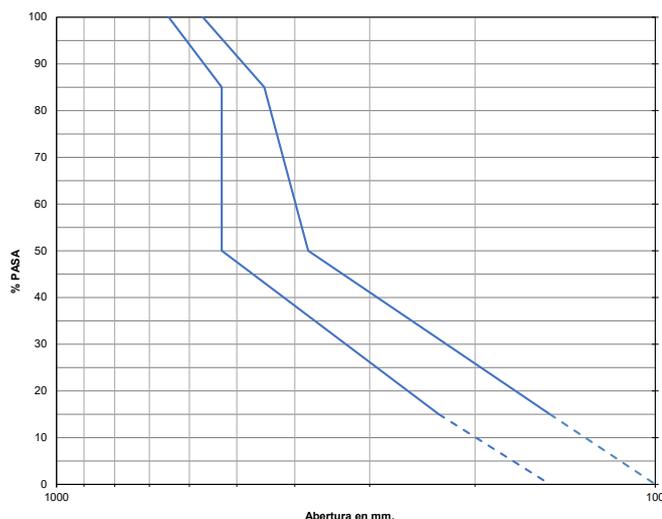
Las gravas cementadas que recubren estas gravas pueden ser utilizadas en el espaldón de aguas abajo, siempre que se haga una investigación intensa previa al inicio de las obras y una vez realizado un terraplén de prueba.

Escollera de protección

La escollera deberá traerse de cantera y las condiciones que ha de cumplir este material para garantizar un buen funcionamiento son las siguientes:

- ✓ Densidad seca superior a 2,5 t/m³
- ✓ Absorción de agua inferior al 5%
- ✓ Resistencia a compresión simple superior a 300 kp/cm²
- ✓ Desgaste Los Ángeles inferior al 30%
- ✓ Ciclos sequedad-humedad-desmoronamiento superior al 95% (2 ciclos)

La granulometría de este material de protección ha de cumplir cierta condición del filtro con respecto al material situado inmediatamente aguas abajo. De esta forma, los husos granulométricos que pueden establecerse para el rip-rap se muestran en la figura adjunta:



13.2.3. Tratamiento del cimiento

A efectos de los tratamientos de la cimentación se zonifica ésta en tres tramos:

- ✓ Estribo Derecho (entre los PK's 0+000 y 0+200)
- ✓ Zona Central (entre los PK's 0+200 y 0+660)
- ✓ Estribo Izquierdo (entre los PK's 0+660 y final),

Estribo Derecho

En toda la zona del Estribo Derecho situada bajo en NMN es recomendable efectuar una cierta excavación en la zona de apoyo del núcleo (del orden de 2,00 m) y un desbroce y regularización de la superficie en la zona de apoyo de los espaldones, para la posterior ejecución del relleno.

En esta zona se hará una prueba previa de tratamiento mediante inyecciones. En función de los resultados se decidirá sobre la conveniencia de realizar un tratamiento generalizado de consolidación.

Por otra parte, el fondo de la excavación de la zanja para apoyo del núcleo quedará, en varias zonas, en areniscas y/o materiales carbonatados en los que pueden existir familias de diaclasas. En estas zonas, se realizará un tratamiento del fondo de excavación consistente en la disposición de una capa de pequeño espesor de hormigón en masa o de hormigón proyectado en esa zona de contacto (tanto en el fondo de la excavación como también en el talud de aguas abajo).

Zona Central

Un primer tratamiento del cimiento en esta zona consistirá en la retirada de los materiales cuaternarios en toda la zona. Para evitar filtraciones a través del cimiento, será necesario profundizar la excavación en la zona del núcleo, habiéndose previsto una profundidad de 2,00 m.

Al igual que en el estribo derecho, se realizará una prueba de tratamiento mediante inyecciones y, en función de

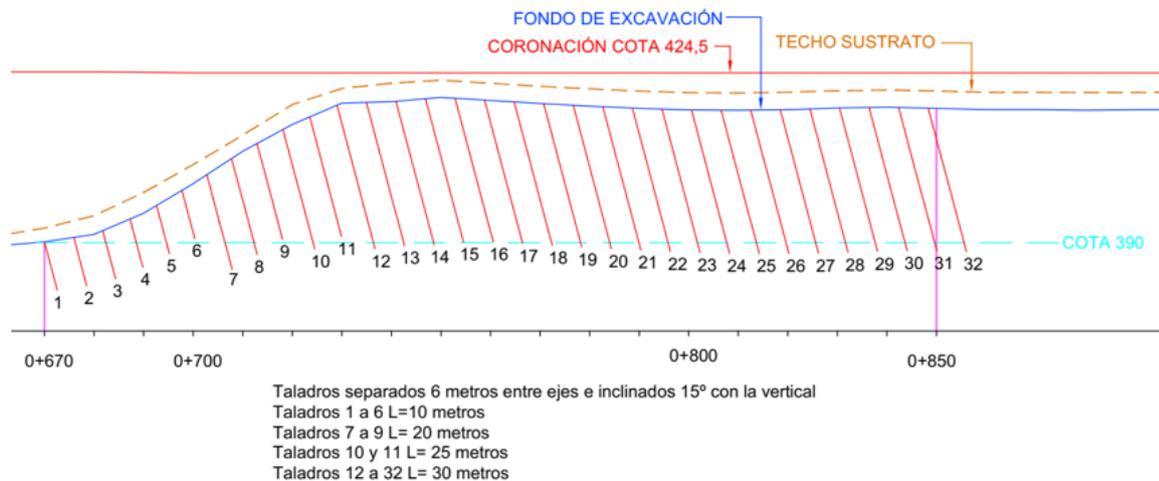
los resultados obtenidos, se decidirá.

En las zonas en que en el fondo de excavación en areniscas y/o materiales carbonatados en los que pueden existir familias de diaclasas, se realizará un tratamiento análogo al establecido para la zona del Estribo Derecho.

Estribo Izquierdo

Se profundizará (del orden de 2,00 m) la superficie de apoyo del núcleo de la presa, resultando suficiente efectuar el desbroce y limpieza de la zona de apoyo de los espaldones. En la zona alta del estribo izquierdo se procederá a excavar el nivel de gravas de la terraza del Ebro (al menos en la zona de apoyo del núcleo) empotrando el mismo al menos 2,00 m en el sustrato terciario.

En la ladera izquierda se efectuará un tratamiento de impermeabilización del sustrato entre los PK's 0+670 y 0+850 (en unos 180 m de longitud) como se muestra en el esquema adjunto, desde el fondo de la excavación con longitud variable hasta alcanzar la cota del pie de ladera (cota aproximada 390,00 m.s.n.m.).



13.3. DISEÑO DE LOS ÓRGANOS DE DESAGÜE DE LA BALSA

Los órganos de desagüe de la balsa de Tudela están constituidos por el aliviadero y por el desagüe de fondo. Las tomas para servir a la zona de riego aprovechan los conductos del desagüe de fondo, aunque, de acuerdo con la normativa vigente y futura, no se utilizan las tomas de riego para el desagüe de la balsa.

En cuanto a la normativa, justo durante la redacción de este proyecto se publicaron las NORMAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD PARA LAS GRANDES PRESAS Y SUS EMBALSES y, se espera que próximamente, se publiquen las NORMAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD PARA LAS GRANDES BALSAS que adaptarán, entre otros, los conceptos de avenidas, niveles característicos y resguardos para estas últimas infraestructuras.

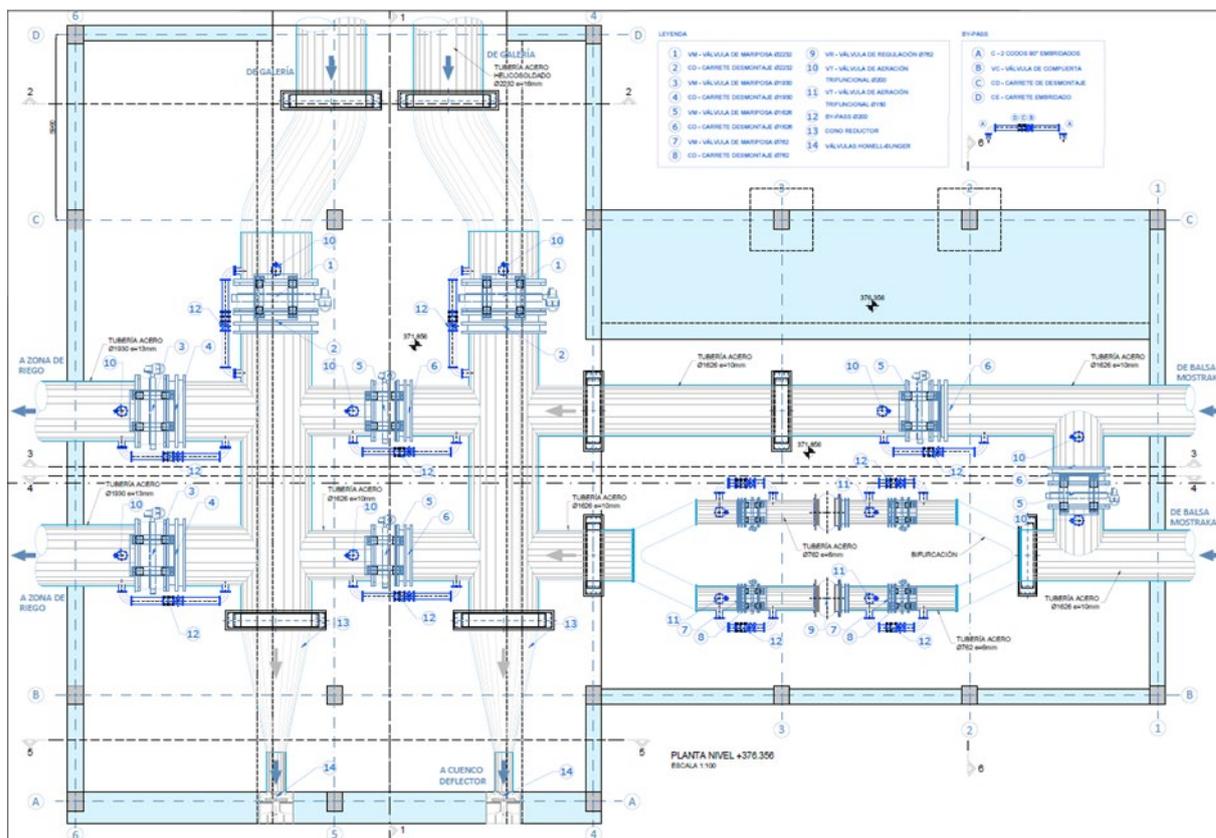
Al margen de que ciertos artículos puedan establecer una diferencia entre una y otra norma (por ejemplo, el vaciado de la balsa), el matiz más diferenciador entre una y otra es la inclusión en la normativa de balsas de un nuevo nivel de embalse y la eliminación del concepto NAP y NAE. Este es el Nivel Máximo de Vertido (NMV) que se define

como máximo nivel que alcanza el agua en el interior de la balsa cuando por el aliviadero se vierte el máximo caudal de diseño, que es la suma del de alimentación de la balsa y el de vertido por el aliviadero de una altura equivalente a la precipitación caída sobre la balsa.

Los órganos de desagüe de la balsa de Tudela, teniendo en cuenta que es una gran balsa, se han diseñado de acuerdo con la NTS de grandes presas, pero comprobando que se cumple la futura normativa de grandes balsas.

13.3.1. Desagües de fondo

En el caso de la balsa de Tudela hay un condicionante importante, las tuberías del desagüe de fondo son indistintamente de llenado de la balsa y desagüe de la misma para atender la demanda de las tomas de riego ubicadas aguas abajo de la balsa (tomas 14 a 21). Indistintamente, significa en este caso, que cada una de ellas puede funcionar para llenar el embalse y, posteriormente, una vez lleno, dar los caudales necesarios para satisfacer las demandas.



Se ha de tener en cuenta que, a pesar de que los desagües abastecen a las tomas de riego, la balsa no se vacía por dichas tomas de riego; en el caso de vaciado de la presa, se cortará el suministro a las tomas y se desaguará por las válvulas de chorro hueco, de acuerdo con el esquema que se acompaña en la figura anterior.

Merece la pena explicar cómo funciona el conjunto tomas- desagüe en las distintas situaciones de acuerdo con el esquema de diseño final de la calderería dentro de la arqueta de tomas. El orden de las funciones que se ponen a continuación no tiene ningún significado, son las distintas situaciones que se pueden producir, hasta nueve

principales, aunque podría haber un buen número de combinaciones.

Situación 1. Llenado de la balsa por los dos conductos de desagüe.

- Para ello es necesario cerrar las válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable.
- Apertura de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas, en función del caudal de llenado necesario.
- Apertura de la compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en los conductos de desagüe.
- Las válvulas de chorro hueco permanecen cerradas.
- Las válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal permanecen abiertas.

Situación 2. Llenado de la balsa por un solo conducto de presa, mientras el otro permanece cerrado

- Para ello es necesario cerrar las válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable.
- Cierre de la compuerta Bureau o válvula de mariposa Ø 2.200 indistintamente.
- Apertura de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas, en función del caudal de llenado necesario.
- Las válvulas de chorro hueco permanecen cerradas.
- Las válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal permanecen abiertas.

Situación 3. Llenado por un conducto y servicio a la zona regable por el otro

- Apertura de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas, en función del caudal de llenado necesario.
- Cierre de las válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal.
- Apertura de la compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en los conductos de desagüe.
- Cierre de las válvulas de chorro hueco Ø 600.
- Servicio a la zona regable por el conducto de desagüe derecho.
- Válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable abiertas.

Situación 4. Solo servicio a la zona regable por los dos conductos de desagüe

- Cierre de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas.
- Apertura de las válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal.
- Apertura de la compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en los conductos de desagüe.
- Cierre de las válvulas de chorro hueco Ø 600 en ambos conductos.

- Válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable abiertas.

Situación 5. Servicio a la zona regable por un único conducto de desagüe

- Cierre de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas.
- Cierre de la compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en uno conductos de desagüe.
- Cierre de las válvulas de chorro hueco Ø 600 en ambos conductos.
- Válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable abiertas.

Situación 6. Suministro a una única tubería Ø 1.900 por los dos conductos de desagüe y llenado de la balsa

- Apertura de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas, en función del caudal de llenado necesario.
- Cierre de las válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal.
- Apertura de la compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en los conductos de desagüe
- Cierre de las válvulas de chorro hueco Ø 600 en ambos conductos.
- Servicio a la zona regable por el conducto de desagüe derecho.
- Cierre de una de las válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable.

Situación 7. Solo suministro a una única tubería Ø 1.900 por los dos conductos de desagüe

- Cierre de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que viene desde Mostrakas.
- Apertura de las válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal.
- Apertura de compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en los conductos de desagüe.
- Cierre de las válvulas de chorro hueco Ø 600.
- Cierre de una de las válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable.

Situación 8. Bypass de la balsa

- Cierre de la compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en ambos conductos de desagüe.
- Cierre de las válvulas de chorro hueco Ø 600 en ambos conductos.
- Apertura de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas, en función del caudal de llenado necesario.
- Apertura de las válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal.
- Válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable abiertas.

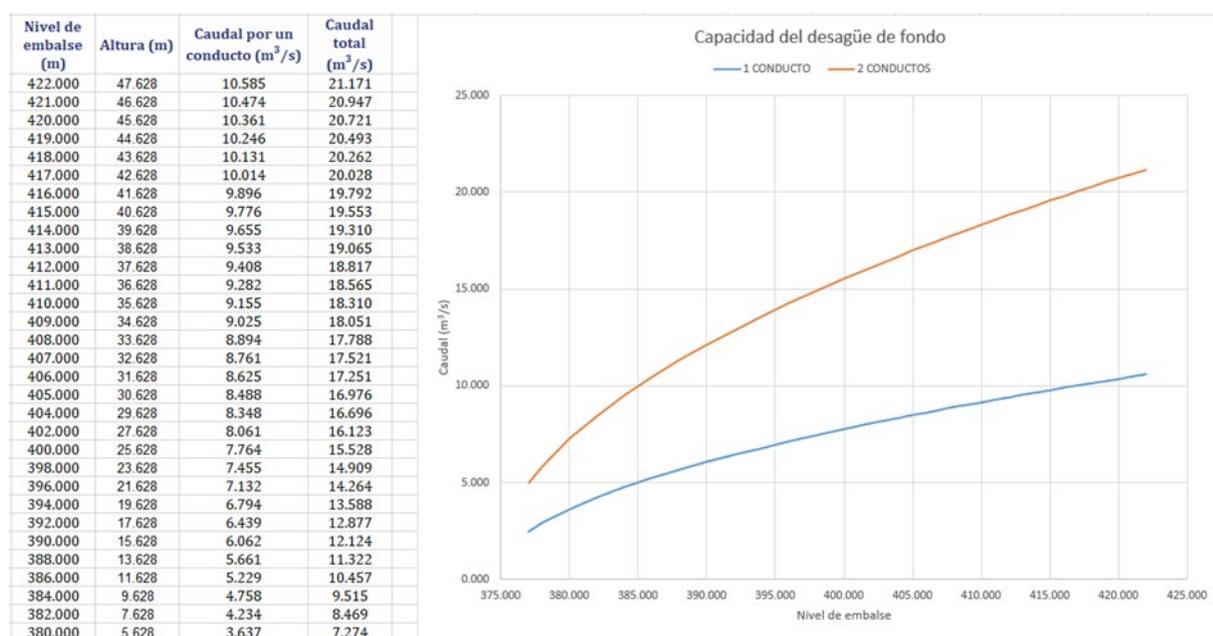
Situación 9. Desagüe de fondo

- Cierre de válvulas de regulación Ø 750 y válvula de mariposa Ø 1.600 en las conducciones que vienen desde Mostrakas.
- Válvulas Ø 1.900 de salida hacia la zona regable cerradas.
- Apertura de la compuerta Bureau y válvula de mariposa Ø 2.200 en ambos conductos de desagüe.
- Cierre de las válvulas de chorro hueco Ø 600 en ambos conductos.
- Válvulas de mariposa Ø 1.600 en el entronque principal pueden estar abiertas o cerradas.

Se ha determinado el caudal máximo que puede circular por el desagüe de fondo, determinando las pérdidas de carga en el circuito diseñado, circuito que consta de:

- ✓ Una estructura de rejas, común para ambos circuitos.
- ✓ Una compuerta Bureau.
- ✓ Transición a sección circular.
- ✓ Una curva contracurva en el espacio para adecuarse a las exigencias geométricas en la arqueta de salida.
- ✓ Una válvula de mariposa.
- ✓ Dos entronques y salidas de conducciones principales.
- ✓ Transición del diámetro de las tuberías (mm) a diámetro 600 mm.
- ✓ Válvula de chorro hueco de diámetro 600 mm.

Para dos tuberías de 2,2 m de diámetro interior, la curva de capacidad obtenida es la siguiente:



Se ha estudiado la necesidad de aireación de las compuertas Bureau para el caudal máximo que puede circular

siguiendo la teoría de Sharma basada en la determinación del caudal de aire máximo que es necesario aportar para mantener la presión lejos de valores compatibles con la aparición de cavitación. Este caudal máximo de aire alcanza un valor de 11,2 m³/s.

Teniendo en cuenta los condicionantes de máxima depresión (1.500 kg/m²) y máxima velocidad en el conducto (45 m/s), se ha obtenido un diámetro de 600 mm.

13.3.2. Aliviadero

Dada la disposición topográfica de la cerrada y la poca entidad de las avenidas naturales que se esperan, al tener una cuenca vertiente mínima, una solución idónea para el aliviadero es la tipología Morning-Glory. Quizá la principal diferencia de este tipo de aliviadero, con uno recto, es que el coeficiente de descarga aumenta considerablemente a medida que disminuye la lámina de vertido.

Considerando los resguardos establecidos en la NT se tantean varios diámetros para el morning-glory considerando el efecto de laminación del embalse, llegando a que, para la avenida de diseño, un aliviadero con un labio de vertido de radio 1,5 m, consume prácticamente el resguardo. La sobreelevación de la lámina vertiente que se produce es de 0,695 m con un caudal máximo desaguado (laminado) de 10,89 m³/s, frente a una punta de avenida de algo más de 27 m³/s.

Para el caudal máximo evacuado cuando se presenta la avenida de proyecto, el funcionamiento del aliviadero es en régimen intermedio muy próximo a un funcionamiento en régimen vertedero (control en la coronación del vertedero del Morning-Glory).

Con este aliviadero se han laminado las diversas avenidas, obteniéndose los siguientes resguardos de acuerdo con la NT de presas y a la futura NT de balsas:

Las cotas características de la balsa de acuerdo con la futura norma son:

- Para el nivel máximo normal

NMN	422,000
Resguardo Normal estricto	1,202 m
Resguardo normal	2,500 m
- Para el nivel máximo de vertido

NMV	422,695
Resguardo mínimo estricto	1,104 m
Resguardo mínimo	1,805 m

De acuerdo con las normas técnicas de seguridad de presas

- Para el nivel máximo normal

NMN	422,000
Resguardo Normal estricto	1,202 m

Resguardo normal	2,500 m
• Para el nivel de avenida de proyecto	
NAP	422,161
Resguardo medio estricto	1,104 m
Resguardo medio	2,339 m
• Para el nivel de avenida de proyecto	
NAE	422,695
Resguardo mínimo estricto	1,007 m
Resguardo mínimo	1,805 m

Se ha diseñado el aliviadero siguiendo las recomendaciones del Bureau, llegando a un radio de pozo de 0,83 m de acuerdo con la parábola teórica, pero como el conducto de aireación del desagüe y del propio aliviadero discurre adosado al pozo y emerge en la superficie en una chimenea de 2,40 m de altura y diámetro 1,20 m, se ha adaptado la corola del morning-glory para que tenga la misma longitud de vertido que la teórica de 1,5 m. Será necesario aumentar el radio de la corola a 1,70 m y, por tanto, se ha adaptado la parábola de forma que no se produzca despegues de la lámina y finalice con el mismo radio de pozo calculado para el perfil teórico, 0,83 m.

El canal de descarga bajo el dique de la balsa tiene unas dimensiones de 7,40 m de anchura y 1,50 m de altura. Se ha diseñado con una pendiente supracrítica, 2%, y se ha calculado la curva de remanso. Aunque la velocidad de salida del conducto es muy alta, supera 20 m/s, el régimen uniforme se alcanza en una corta longitud, aproximadamente, 150 m, con un calado de 0,335 m y una velocidad de 4,29 m/s.

13.3.3. Canal de descarga del desagüe y del aliviadero

Tras la descarga del aliviadero y del desagüe de fondo, las aguas se encauzan hacia la vaguada que termina desembocando en la balsa del Pulguer. El canal de desagüe se concibe como un canal trapecial telescópico de 7,4 m de anchura en la base 1,75 m de altura en el inicio, con taludes 1H:1V revestidos de escollera colocada. La anchura varía hasta 4 m y, una vez la alcanza, se mantiene constante. La sección en el final, previa al cruce de la carretera tiene una anchura de 4 m, con taludes 1H:1V.

Para cruzar la carretera se dispone un tubo metálico de 2,5 m de diámetro funcionando en lámina libre y, tras él, el agua se desagua en una pequeña balseta que la dirige hacia la balsa del Pulguer.

Dado que la pendiente de la alineación, según el eje del desagüe, desde el final del cuenco hasta la carretera NA-160 tiene una pendiente ligeramente superior al 3%, en concreto 3,22%, se ha dispuesto en tramos escalonados para conseguir que el funcionamiento, para el caudal de diseño, sea en régimen subcrítico. Cada uno de los saltos tiene una longitud total de 18 m, para fijar el resalto hidráulico.

El caudal de diseño de este canal es 14,463 m³/s, el mayor que puede provenir por los desagües o por el aliviadero, y para este caudal se ha dotado al canal de una pendiente longitudinal del 5‰. La circulación en los diversos tramos se ha confirmado en régimen lento con velocidades en el entorno de 2 m/s y calados no superiores a 1,4

m, aunque en ninguno se consigue establecer el régimen uniforme.

El paso bajo la NA-160 se realiza hincando un único tubo metálico de 2,5 m de diámetro interior. En este caso el tubo funcionará en régimen rápido pues se le dota de una pendiente superior a la crítica. La velocidad dentro del tubo alcanza los 5,5 m/s y el calado varía entre 1,75 y 1,33 m. Esta hinca produce un remanso aguas arriba que produce calados que supera los 2,2 m, por lo que en el tramo previo a la hinca los cajeros de la sección trapecial tienen una altura de 3,0 m.

El diseño del cuenco de amortiguador se realiza para el caudal máximo de descarga del aliviadero. Es del tipo I del Bureau, dado que el número de Froude es de 4,2, y tiene una longitud de aproximadamente 12 m para asegurar el resalto, la profundidad del cuenco es de 1 m, con ello se consigue que el calado conjugado de la lámina en el cuenco sea siempre menor que el calado para ese mismo caudal en la sección inicial del canal de descarga.

13.4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Las estructuras que se han calculado para la balsa de Tudela son:

- ✓ Cámara de toma.
- ✓ Aliviadero Morning – Glory.
- ✓ Galería de desagüe.
- ✓ Arqueta de desagüe.
- ✓ Cuenco de rotura de carga.
- ✓ Arqueta de caudalímetro.
- ✓ Losa para paso de vehículos.

En el cálculo de las estructuras se ha tenido en cuenta lo estipulado en la siguiente normativa y documentación técnica:

- ✓ REAL DECRETO 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- ✓ UNE-EN 1991-1-4:2018 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento.
- ✓ REAL DECRETO 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02).
- ✓ Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua en presión. CEDEX.
- ✓ Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado.
- ✓ Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).

Como metodología de cálculo se ha utilizado el método de los estados límites. Se denominan estados límite a

aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguno de los requisitos para los que ha sido concebida.

Los Estados Límite Últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio de la estructura o el colapso total o parcial de la misma.

Los Estados Límite de Servicio son aquellos que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios, al correcto funcionamiento de la estructura o a la apariencia de la construcción. Entre ellos se encuentran las deformaciones.

El análisis estructural se realiza mediante un modelo sometido a las acciones exteriores a las que se verá expuesta la estructura, comprobando mediante coeficientes parciales de seguridad que el efecto de dichas acciones sobre el modelo no supera los límites marcados por la normativa para los distintos estados límite último y de servicio.

Las acciones consideradas han sido:

- ✓ Acciones gravitatorias
- ✓ Relleno de tierras y acciones hidrostáticas
- ✓ Peso de los tubos de la toma (en el caso de la galería)
- ✓ Sobrecarga de uso

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

- E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural
- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecargas (Q)	0.000	1.500	1.000	1.000
Viento (V)	0.000	1.500	1.000	1.000
Nieve (N)	0.000	1.500	1.000	1.000

Tensiones sobre el terreno

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecargas (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (V)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (N)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecargas (Q)	0.000	1.000
Viento (V)	0.000	1.000
Nieve (N)	0.000	1.000

En cuanto a las combinaciones de hipótesis:

Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
Q 1	Rellenos y cargas hidrostáticas
Q 2	Subpresión
Q 3	Peso de los tubos
V	Viento
N	Nieve

ELU rotura

Comb.	PP	CM	Qa	Q 1	Q 2	Q 3	V	N
1	1.350	1.350	1.500	1.500		1.500	1.500	1.500
2	1.350	1.350	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500

ELS fisuración y tensiones al terreno

Comb.	PP	CM	Qa	Q 1	Q 2	Q 3	V	N
1	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000
2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Siguiendo esta metodología se han calculado las armaduras de todas las estructuras.

13.5. INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS

Se ha redactado un anejo en el que se describen las instalaciones electromecánicas de la balsa de Tudela. La balsa de Tudela tiene tres puntos fundamentales en los que se disponen equipos electromecánicos:

- Cámara de compuertas.
 - Dos compuertas de tipo Bureau de 1,70 m × 2,20 m.
- Arqueta de tomas.
 - 2 Válvulas motorizadas de mariposa DN 2200.
 - 2 Válvulas motorizadas de mariposa DN 1900.
 - 4 Válvulas motorizadas de mariposa DN 1600.
 - 4 Válvulas motorizadas de mariposa DN 750.
 - 2 Válvulas motorizadas de chorro hueco Howell-Bunger DN 600.
 - 1 Válvula de alivio de presión DN 400
 - 11 Bypass DN 200.
 - 10 Ventosas trifuncionales DN 150.
 - 1 Puente grúa motorizado 5000 kg.
- Arqueta de caudalímetros.
 - Dos caudalímetros de ultrasonidos.

Además, también tiene instalaciones eléctricas para iluminación de los edificios y arquetas, de los accesos, de la coronación y de la galería. También se han diseñado los elementos para el telecontrol y la auscultación, la protección frente a intrusismo y el alumbrado de emergencia. Todos los dispositivos electromecánicos están configurados para ser operados tanto desde el propio edificio que los alberga, como desde el edificio de control.

13.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En el apéndice 8.8. del anejo nº8 se han definido y calculado las instalaciones eléctricas de la balsa de Tudela.

13.6.1. Acometida

Se ha solicitado a Iberdrola las condiciones de suministro eléctrico para la acometida de la balsa de Tudela mediante el expediente nº 9040449642. En dicho expediente se solicitó una potencia de 50 kW y en el mismo, Iberdrola establece las condiciones del suministro. Se indica que la entrega de energía se realizará a 13.200 V en el apoyo 7826 de la línea 4639-01 Corella-Norte, con coordenadas UTM ETRS 89 X: 605.696,872 Y: 4.659.077,847. El punto de acometida propuesto por Iberdrola se encuentra situado a unos 300 metros al sur de la cerrada de la balsa de Tudela.

13.6.2. Actuaciones previstas

La balsa de Tudela tiene consumos eléctricos en el edificio de control, en la cámara de compuertas, en la arqueta de caudalímetros y en la arqueta de tomas, además de los necesarios para la iluminación, protecciones frente a intrusismo y comunicaciones si bien los principales consumos se darán en la arqueta de tomas ya que es el elemento que contiene la mayoría de los dispositivos hidromecánicos. Anexo a la arqueta de tomas se ha proyectado la instalación de un grupo electrógeno de reserva en caso de fallo del sistema de alimentación principal.

Para la arqueta de tomas las actuaciones previstas se resumen en:

- Acometida eléctrica desde el punto indicado por Iberdrola y en sus condiciones establecidas.
- Línea aérea de Media Tensión de 13.2 KV desde acometida hasta parcela, próxima a la arqueta de tomas.
- Línea de baja tensión subterránea. Desde el cuadro general de Baja tensión a instalar en la arqueta de tomas saldrá una línea de BT para alimentar el edificio técnico y todas sus instalaciones.
- Centro de transformación y cuadro de medida.
- Conexión desde el centro de transformador aéreo a CGBT en canalización de 2x160 PVC + 1 tritrubo para comunicaciones.
- Grupo electrógeno de socorro: El presente proyecto contempla la instalación de un grupo electrógeno de reserva y la posibilidad de alimentación y conexión al CGBT en caso de caída de tensión mediante un dispositivo de conmutación automática.
- Cuadros de corte general, de baja tensión, de control y automatismo, de comunicaciones y de intrusión.
- Canalizaciones y conductores.
- Alumbrado interior, exterior y de emergencia.
- Red de tierras de los edificios y estructuras y de los pararrayos.
- SAI para suministro a equipos de comunicaciones, control y automatismo.
- Pararrayos.

Para el edificio de control, sus instalaciones eléctricas son algo más sencillas, pero es de aplicación lo relativo al alumbrado, canalizaciones y red de tierra. La alimentación eléctrica del edificio de control se realizará desde una salida del CGBT de la arqueta de tomas.

Además, debido a que el cuerpo de presa pasa sobre el trazado de una línea de media tensión existente, se ha proyectado la reposición de la misma.

13.7. CONTROL Y AUTOMATISMO

Se ha redactado un apéndice con objeto de definir el sistema de control y automatismo de la balsa de Tudela. El sistema de control y automatismo proyectado se ha desarrollado de acuerdo con los criterios establecidos por CANASA y teniendo en cuenta las características del centro de control desarrollado en la fase 1 (Artajona).

El control y automatismo se ha diseñado de forma que todos los dispositivos puedan ser operados tanto desde el edificio de control como desde los edificios que los albergan. En el interior de los edificios se alojará una cabina de 2.000 x 800 x 600 mm. En dicha cabina se instalará el cuadro general de baja tensión, el cuadro de control y automatismo, el cuadro de comunicaciones y cuadro de intrusismo.

13.7.1. Elementos a controlar

En el edificio de control de la balsa de Tudela se recogerán los siguientes datos relativos a la instrumentación y el control:

- Estado y control de las dos compuertas de tipo Bureau de 1,7x2,2 m de la toma.
- Estado y control de las cuatro válvulas de compuerta motorizadas DN750.
- Estado y control de las cuatro válvulas de compuerta motorizadas DN1600.
- Estado y control de las dos válvulas de compuerta motorizadas DN1900.
- Estado y control de las dos válvulas de compuerta motorizadas DN2200.
- Estado y control de las dos válvulas de chorro hueco tipo Howell-Bunger DN600.
- Estado y control de la válvula de alivio de presión.
- Datos de los cuatro caudalímetros de recogida de filtraciones.
- Datos de los dos caudalímetros de la alimentación y el desembalse de la balsa.
- Estado y control del puente grúa.
- Estado y control del grupo electrógeno.
- Datos del nivel del embalse, así como de la temperatura ambiente y la del agua.
- Datos de las células hidráulicas de asiento.
- Datos de las células de presión total.

El cuadro de control y automatismo alojará las protecciones contra sobretensiones, protecciones galvánicas, protecciones eléctricas y rearme automático, switch, transformador 24/48V y PLC de control. Se dispondrá de cuadro de comunicaciones, cuadro de control de intrusismo y SAI para suministro a equipos de comunicaciones, control y automatismo.

13.7.2. Dimensionamiento del PLC

Se ha realizado un dimensionamiento de las señales que requerirá el PLC. Dicho PLC recopilará las señales de gestión y permitirá el accionamiento, pero sólo en modo manual debido al riesgo que genera el cierre de compuertas sobre el sistema (golpe de ariete).

Se han dimensionado las señales requeridas por el PLC añadiendo a las necesarias un 30% de reserva.

Se adjuntan a continuación las señales disponibles en el PLC adoptado:

	Ud	Entrada digital	Salida digital	Entrada analógica	Salida analógica
Nº tarjetas ED 32	6	192			
Nº tarjetas SD 32	3		96		

Nº tarjetas EA 8	9		72	
Nº tarjetas SA 8	4			32
Señales Disponibles	192	96	72	32

13.8. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA Balsa

13.8.1. Normativa

En el Artículo 367. “**Obligaciones del titular**” del REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, se establece que los titulares de presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m³, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro. La Balsa de Tudela cumple con ambos requisitos, ya que tiene una altura (diferencia de cota entre el punto más bajo de la cimentación del talud exterior del dique de cierre y el punto más alto de la estructura resistente) de 52,50 m con un volumen de almacenamiento de 7.953.703,4 m³ a su nivel máximo normal, situado en la cota 422,00 m.s.n.m.

13.8.2. Propuesta de clasificación

En primer lugar, se ha realizado un estudio hidráulico para estudiar las afecciones que generaría una hipotética rotura de la balsa. Para ello, se han identificado y medido todos los obstáculos que presentaría la avenida en caso de rotura de la balsa, hasta su laminación en el río Ebro.

Posteriormente se ha generado un modelo digital del terreno partiendo de los vuelos LIDAR disponibles, el cual se ha corregido con los datos geométricos tomados en campo.

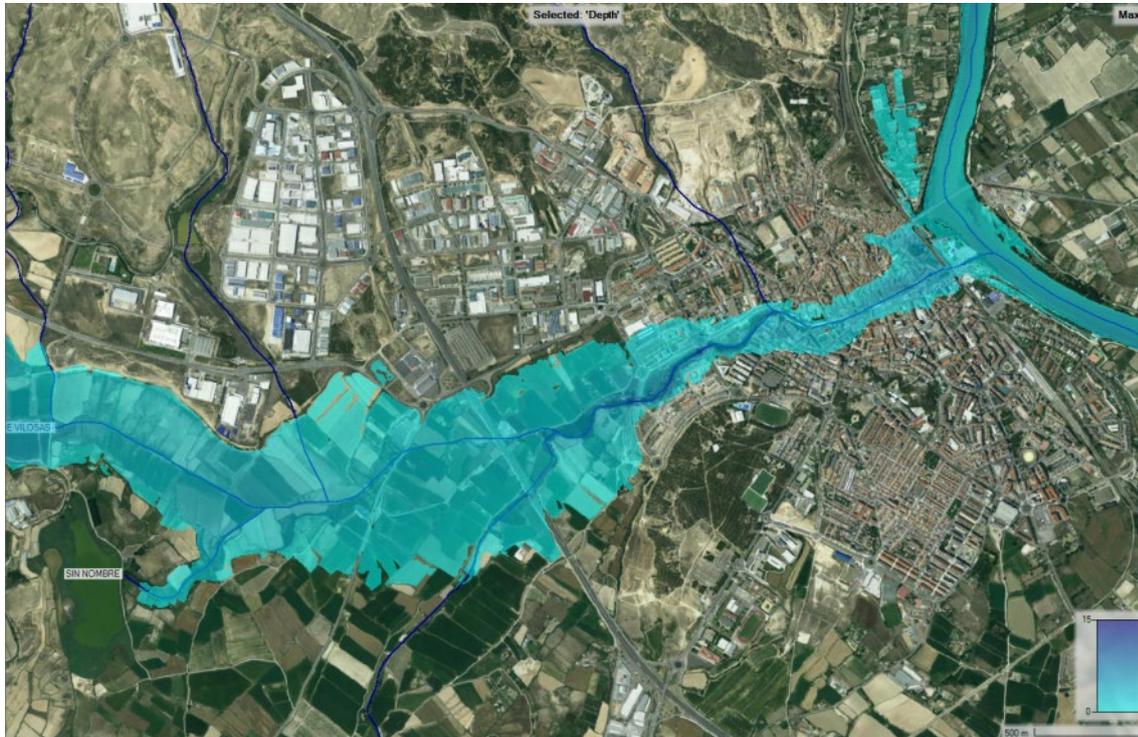
En las presas de materiales sueltos la rotura más común es progresiva en el tiempo y con evolución desde formas geométricas iniciales hasta la práctica totalidad de la presa. Con esta hipótesis, se ha calculado el tiempo de rotura esperable (0,26 horas) y el ancho medio de la brecha que es de 90,41 metros.

Posteriormente se ha simulado la rotura, para lo cual se han considerado los siguientes dos escenarios de cálculo:

- Rotura sin avenida: no coincidencia con avenida y embalse en su máximo nivel normal de explotación.
- Rotura en situación de avenida: presa desaguando la avenida de proyecto (en su caso, la avenida extrema) y nivel del embalse en la coronación.

De la simulación realizada, se puede concluir de forma resumida en que los daños esperables en el casco urbano por la potencial rotura de la balsa serían muy importantes en el casco urbano de Tudela. El resto de poblaciones

situadas aguas abajo de Tudela no se verían afectadas porque el río Ebro tiene capacidad suficiente para laminar la avenida. En la imagen siguiente se reflejan los calados máximos esperables en el casco urbano de Tudela:



Las afecciones esperables por la potencial avenida en caso de rotura de la balsa de Tudela (Navarra) son las siguientes:

- Núcleos de población, viviendas y vidas humanas: Grave.
- Servicios esenciales: Grave.
- Daños materiales: Muy importante.
- Aspectos medioambientales, histórico-artísticos y culturales: Muy importante.
- Otras afecciones: Muy importante.

Los principales daños en el casco urbano de Tudela se producirían unos 50 minutos después de la rotura de la balsa. Además, antes de alcanzar el casco urbano de Tudela, previsiblemente también se dañarían infraestructuras importantes, como la autopista vasco-aragonesa AP-68 E-804, y la autovía del Ebro A-68.

Según la valoración global, y de acuerdo con los descrito en el correspondiente apéndice, la **BALSA DE TUDELA (NAVARRA)** se propone que sea clasificada como “**gran presa**” de “**Categoría A**” en función de su riesgo potencial de rotura.

13.9. PLAN DE EMERGENCIA DE LA Balsa

13.9.1. Normativa

Los Planes de Emergencia para presas se introducen con la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil

ante el Riesgo de Inundaciones, aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994 y publicada en el BOE de 14 de febrero de 1995. En la modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobada por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, se incluyen expresamente las balsas en su ámbito de aplicación, siendo por tanto reglamentaria la redacción de Planes de Emergencia para las balsas clasificadas en categorías A o B frente a los daños potenciales. La balsa de Tudela, al estar propuesta para su clasificación en la categoría A requiere de la elaboración de dicho documento.

13.9.2. Contenido del plan de emergencia

Para la elaboración del Plan de Emergencia de la balsa de Tudela, se ha seguido la metodología simplificada para la redacción de Planes de Emergencia de Balsas, aplicable únicamente en los casos de balsas que estén situadas fuera de cauce, sin cuenca de aportación y cuyo llenado se realice de forma controlada, bien sea por bombeo o por derivación.

El Plan de Emergencia de la Balsa se estructura en un tomo único dividido en cinco capítulos, más cinco apéndices y un apartado de planos descriptivos tanto de la balsa y sus accesos, como de la ubicación del Centro de Gestión de Emergencias y de la señalización de alerta acústica.

El Plan de emergencia se recoge íntegramente en el apéndice 8.12 del anejo nº 8.

13.10. NORMAS PROVISIONALES DE EXPLOTACIÓN

13.10.1. Normativa

Las Normas de Explotación constituyen un elemento esencial de la explotación, cuya obligatoriedad, como documento escrito en el que se reflejan los criterios que han de seguirse en la explotación, ya estaba establecida en la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas, aprobada por Orden Ministerial de 31 de marzo de 1967, se ha mantenido en el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, aprobado por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996, y finalmente también ha sido recogida dentro del Capítulo VII "De la seguridad de presas, embalses y balsas" de la Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobada por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero. La balsa de Tudela, al estar propuesta para su clasificación en la categoría A requiere de la elaboración de dicho documento.

13.10.2. Contenido de las normas provisionales de explotación

La explotación del embalse constituye la finalidad última del proceso que se pone en marcha con el proyecto de una presa, por lo que la forma de abordarla ha de estar presente en todas y cada una de las siguientes fases: proyecto, construcción y puesta en carga y llenado del embalse.

Las Normas de Explotación tienen por objeto constituir el cuerpo central general de disposiciones, prescripciones y normas de funcionamiento necesarias para una adecuada y correcta gestión y explotación de la presa y su

embalse, garantizando su buen funcionamiento y su seguridad, tanto en situaciones ordinarias como extraordinarias. Se pueden considerar como funciones básicas las siguientes:

- Definir y permitir conocer la organización general de la explotación de la presa y el embalse.
- Definir y permitir conocer las actividades a desarrollar y la frecuencia de actuaciones a realizar, a partir de las cuales pueda deducirse la estructura del equipo de explotación para llevarlas a efecto.
- Definir y permitir conocer los criterios generales y la forma de actuación concreta que debe seguir la explotación de la presa y el embalse en todas las situaciones previsibles, tanto ordinarias como extraordinarias y, en su caso, de emergencia.
- Definir y permitir conocer los medios y equipos necesarios y disponibles para la explotación.
- Definir y permitir conocer las relaciones con otras organizaciones.

Las Normas de Explotación de la balsa de Tudela se recogen íntegramente en el apéndice 8.13 del anejo nº 8 de este proyecto.

13.11. PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA

13.11.1. Definición y objeto del proyecto de implantación del plan de emergencia

Se ha redactado un Plan de Emergencia para la balsa de Tudela, pero es precisa su implantación para que éste sea operativo. En el Plan de Emergencia se detallan los protocolos para la detección de situaciones de avería grave o rotura, las acciones a llevar a cabo, los medios y recursos necesarios y los organismos implicados.

Se entiende por *implantación* la ejecución de los elementos incluidos en el Plan de Emergencia de Presa aprobado, así como la divulgación y difusión del mismo tanto a las autoridades municipales de los ayuntamientos afectados en las dos primeras horas de la onda de rotura como a la población residente en la zona anegada en la primera media hora.

El objeto de la implantación es proporcionar los medios y recursos y establecer un sistema, que permita una movilización temprana de los equipos, una comunicación rápida y efectiva con los organismos implicados y, en caso necesario, la activación del sistema de alerta a la población afectada.

13.11.2. Contenido del proyecto de implantación del plan de emergencia

El proyecto de implantación del plan de emergencia que se recoge íntegramente en el apéndice 8.14 del anejo nº 8, se apoya básicamente en tres subsistemas:

- **Subsistema de gestión de incidencias:** Es un subsistema de software para la asistencia en la ejecución del Plan, para hacerlo más ágil y eficaz. Tendrá configurados y programados los distintos escenarios de alarma, las acciones a llevar a cabo en cada uno de ellos, las comunicaciones automáticas a realizar, registrando en todo momento las actuaciones realizadas.

- **Subsistema de gestión de comunicaciones:** Integrará todas las comunicaciones a través de una central de conmutación y posibilita la alerta telefónica manual o automática, mediante la difusión de mensajes pregrabados y el envío de documentación a los teléfonos, correos electrónicos u otros medios indicados en el Plan de Emergencia.
- **Subsistema de gestión del sistema de aviso a la población:** Se establecerá el telecontrol de los puestos de sirena, cuya cobertura acústica pretende llegar a la población situada en la zona inundable en la primera hora tras la rotura de la balsa de Tudela. El aviso se dará a través de los canales y medios de Protección Civil.

El sistema se controla desde la Sala de Emergencia, para lo que se habilitarán las dependencias del edificio destinado a Oficina de Explotación, que en el caso de la balsa de Tudela se ubica en el edificio de control. Estará dotada del software de control de los subsistemas anteriores y de los terminales de comunicaciones y periféricos necesarios.

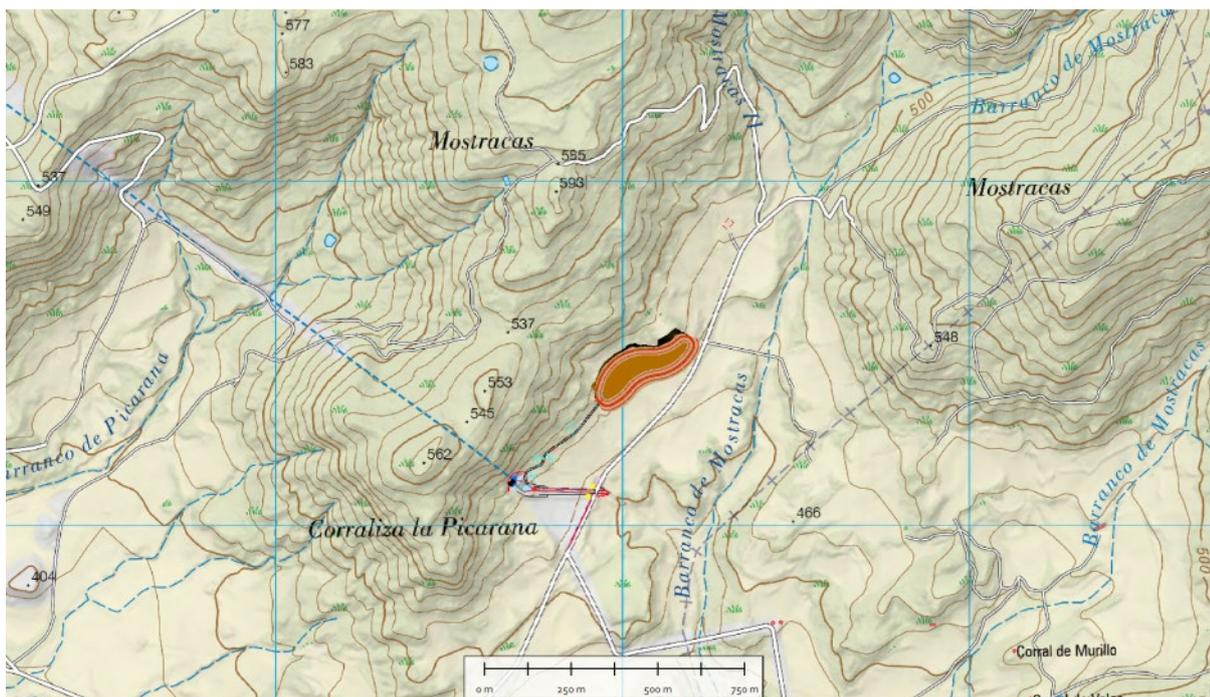


14. CÁLCULOS DE LA BALSA DE MOSTRAKAS

14.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CLIMATOLÓGICO

Se ha realizado un estudio hidrológico y climatológico de la balsa de Mostrakas con objeto de obtener las avenidas que recibirá procedentes de su cuenca de aportación, así como para obtener las alturas de ola estimadas en su lámina de agua.

La balsa de Mostrakas se ubica en el término municipal de Pitillas, junto al final de la primera fase del Canal de Navarra, a los pies de un pequeño cerro cuya escorrentía vierte hacia el área ocupada por la balsa prevista. No se han identificado en la zona cauces permanentes que puedan afectar a la infraestructura, si bien aguas abajo de la balsa se encuentra el Barranco de Mostrakas que tras un recorrido de unos 7 km vierte al río Aragón por su margen derecha junto a la localidad de Santacara.



14.1.1. Estudio de avenidas

14.1.1.1. Precipitación de cálculo

En primer lugar, se ha determinado el valor de la precipitación de cálculo. Para ello se han obtenido los datos diarios de precipitación y viento en la zona de estudio en las estaciones meteorológicas más representativas próximas a la zona de estudio. Para ello se ha realizado un análisis estadístico en el que se adopta como valores de cálculo los resultados obtenidos en la estación de San Martín de Unx con el ajuste SQRT ETmax.

14.1.1.2. Cálculo de caudales

Para la determinación de los caudales de avenida, se ha utilizado el método racional. La cuenca de aportación a la balsa de Mostrakas es muy reducida, ya que su área excluyendo la de la lámina de agua es de 0,1431 km². Para el cálculo de las avenidas, se ha seguido la metodología de la Instrucción de carreteras 5.2.-IC.

14.1.1.3. Estudio de avenidas

Partiendo de los caudales calculados anteriormente, se ha realizado el estudio de avenidas. La norma técnica de diseño de balsas establece que las balsas deben ser capaces de evacuar el caudal de diseño.

El método que se ha empleado para la obtención de los hidrogramas de avenida es el siguiente:

1. Se han recopilado los pluviogramas característicos de las estaciones pluviométricas más próximas a la ubicación de la balsa.
2. Se ha seleccionado el pluviograma típico más desfavorable.

3. La precipitación máxima en 24 horas para cada periodo de retorno se ha distribuido a lo largo de las 24 horas de acuerdo con el pluviograma seleccionado, puesto que se ha considerado una duración de la tormenta pésima de 24 horas.
4. Se obtendrá el hidrograma provocado por la precipitación sobre el embalse al que se sumará el de la cuenca vertiente.

Se han sumado los hidrogramas calculados en los apartados anteriores y se han obtenido los hidrogramas de avenida para los distintos periodos de retorno. A continuación, se muestran las puntas para cada avenida:

T (años)	Q (m ³ /s)
5	16,59
10	16,65
25	16,72
100	16,83
500	16,99
1000	17,07
2000	17,15
5000	17,26
10000	17,35

14.1.2. Estudio del viento

Para dimensionar las balsas deben realizarse estudios vectoriales de viento para lo cual a partir de los datos de rachas de viento se han calculado los valores máximos mensuales y anuales de las rachas de viento en las estaciones seleccionadas como representativas.

Del análisis estadístico que se ha realizado, se ha determinado que los valores más representativos y que se tomarán como valores de cálculo, son los obtenidos en la estación de San Martín de Unx. Se han obtenido datos estadísticos sobre tierra y posteriormente se ha realizado una correlación para determinar las velocidades estimadas sobre el agua.

Posteriormente, se ha realizado un estudio del Fetch, analizando todos los ángulos posibles de incidencia del viento. Del análisis realizado, se concluye que el Fetch pésimo que generará la ola máxima tiene una longitud de 319,17 metros y se produce con una alineación con ángulo de 238°.

14.1.3. Altura de ola y remonte

Para el cálculo de la altura de remonte, en primer lugar, se calcula el tiempo necesario para desarrollarse el oleaje. Posteriormente se calcula la sobreelevación estacionaria para el Fetch pésimo.

Después se han calculado la altura de ola significativa (H_s) y la altura de ola para el diseño (H_{10}) para cada periodo

de retorno estudiado.

Finalmente, se ha calculado la altura de remonte de la ola para las situaciones extrema, accidental y frecuente, obteniendo los siguientes valores:

Viento	Periodo de retorno	Altura de ola de diseño H_{10}	Longitud de onda de la altura de ola significativa	Remonte de ola
		metros	metros	metros
Frecuente	1	0,1991	2,2236	0,2168
Accidental	200	0,4512	3,8702	0,4166
Extremo	500	0,4913	4,0915	0,4495

14.2. SECCIÓN TIPO DE BALSA

Para formar la balsa se realizarán excavaciones en la zona noroeste y, con los materiales procedentes de esa excavación, se construye un dique en la zona sureste. El talud de excavación será 2H:1V y el dique presentará 5 metros de anchura en coronación y taludes 2H:1V tanto en la zona de suso como en la de yuso.

Se ha estudiado la sección de más altura, teniendo en cuenta que se debe proceder a la excavación y acopio de los suelos Cuaternarios que recubren el sustrato Terciario, por carácter colapsable, tratando que el espesor máximo que quede sea de 1,5 m con respecto al contacto con el sustrato Terciario, lo que supone excavaciones de hasta 3,0 metros en la zona central del dique.

En la sección tipo se presentan cuatro tipos de materiales distintos (descartando la lámina de impermeabilización y el geotextil que no tienen influencia en el análisis de estabilidad del dique): Sustrato Terciario, Materiales Cuaternarios, Todo-uno del cuerpo del dique y material arcilloso en la zona del paramento de aguas arriba del dique y en el fondo de desmonte. Los parámetros geométricos de estos materiales se reflejan a continuación:

	γ (/m ³)	c' (t/m ²)	ϕ' (°)	E (kp/cm ²)	ν
Sustrato terciario	2.3	7.0	30.0	5500	0.30
Cuaternario	1.8	1.0	25.0	100	0.30
Todo uno dique	2.0	2.5	26.0	250	0.30

Según se describe en el manual de balsas el análisis de estabilidad del dique de cierre y su cimiento debe contemplar las siguientes situaciones: final de construcción, embalse lleno y rotura de elemento de impermeabilización.

Para realizar el estudio de estabilidad se ha utilizado el programa comercial PLAXIS, basado en el método de elementos finitos (modelo numérico), siguiéndose el siguiente procedimiento:

1. Situación inicial.
2. Simulación de la construcción del dique.
 - a. Cálculo de estabilidad para las distintas situaciones de proyecto consideradas y enunciadas anteriormente.

Los resultados obtenidos en el análisis han sido

	Coef. Seguridad	
	Cálculo	Exigido
Final de construcción	1.46	1.30
Embalse lleno	1.74	1.50
Rotura de lámina	1.30	1.30

En cuanto a las deformaciones, se tiene para cada hipótesis:

Final de construcción. Resultan unos movimientos hacia aguas abajo del espaldón de aguas abajo del orden de 1 cm y del espaldón de aguas arriba, hacia aguas arriba, del orden de la mitad. El asiento máximo durante construcción resulta ser del orden de 3 cm, produciéndose en torno a la cota 469.

Llenado del embalse. Según los resultados del modelo, los movimientos provocados por el llenado del embalse serán de orden milimétrico.

Movimientos postconstructivos Según el modelo numérico, los asientos postconstructivos en esta sección (durante los primeros 10 años) resultarían ser del orden de medio centímetro.

En cuanto a las excavaciones se recomienda la realización de una pequeña berma en la coronación junto con una cuneta de guarda

Respecto al tratamiento del cimientado, la recomendación es la retirada (y acopio para su posterior utilización en el cuerpo del dique, si así se estima oportuno) de todo el material cuaternario en la zona de ubicación de la balsa, dado que es colapsable.

Para la construcción del dique, se propone una mezcla de los materiales terciarios y cuaternarios. Para establecer el método de puesta en obra, se propone el realizar rellenos de prueba o adoptar las primeras tongadas del dique como relleno de prueba para establecer un procedimiento de puesta en obra y, de este modo, efectuar el control de obra.

14.3. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS HIDRÁULICOS Y LOS ÓRGANOS DE DESAGÜE DE LA Balsa DE MOSTRAKAS

Merece la pena, previamente, describir como es el funcionamiento hidráulico de la almenara de Pikarana y la balsa de Mostrakaas.

Este funcionamiento está condicionado por la función de la balsa dentro del sistema fase 2 del canal de Navarra, esta balsa es un mero almacenamiento adicional para suministrar el servicio en caso de emergencia por corte en el canal, aguas arriba de la almenara de Pikarana.

Salvo en estas situaciones, la lámina de agua en el canal y en la balsa se moverán al unísono con un pequeño desnivel cuando circule el agua en cualquiera de los dos sentidos debido a las pequeñas pérdidas de carga que se producen en el circuito. Esta circulación en condiciones normales tendrá una duración muy breve. Si se supone el canal-balsa en situación estática y se empieza a suministrar a las conducciones aguas abajo, se producirá un pequeño desnivel entre la lámina en el canal y la lámina de la balsa que provocará una circulación de agua desde la balsa hacia el canal de muy poco caudal hasta que se equilibran de nuevo las láminas de agua. De la misma forma, si es necesario utilizar el desagüe de fondo de la balsa, estando el canal o no en funcionamiento, el desnivel de agua, ahora a favor del canal, producirá un caudal de entrada a la balsa directamente proporcional a ese desnivel menos las pérdidas de carga del circuito, finalizando por equilibrarse en este caso los caudales de desagüe con el de entrada a la balsa.

Está claro que ambas conducciones funcionan, si no se actúa sobre las compuertas, al unísono: o bien como conducciones de llenado o bien como conducciones de vaciado de la balsa.

Además, los órganos de desagüe de la balsa de Mostrakas están constituidos por el aliviadero y por el desagüe de fondo.

En el dimensionamiento de los órganos de desagüe de la balsa de Mostrakas se ha tenido en cuenta la futura normativa ya mencionada para la balsa de Tudela, siempre que no se contraponga a la normativa actual que, por otra parte, es ambigua cuando se trata de una balsa de categoría C, como es ésta. Para el dimensionamiento del aliviadero y la comprobación de los resguardos, se ha tenido en cuenta el NMV de vertido según se define en la futura nueva normativa.

14.3.1. Conducción de llenado-vaciado.

La conducción de llenado-vaciado de la balsa se ha dimensionado priorizando minimizar las pérdidas de carga, para evitar sobreelevaciones excesivas en el funcionamiento hidráulico del sistema.

Se han tanteado varios diámetros, para llegar finalmente a dos conducciones paralelas de diámetro interior 2.500 mm que se han traducido en dos tuberías de acero helicosoldado de 2.540 mm de diámetro nominal.

Las pérdidas de carga para el caudal máximo que podría ser demandado por el canal en caso de corte de suministro aguas arriba de Pikarana, 16,408 m³/s, alcanzan un valor máximo de 0,303 m.

De acuerdo con el fabricante de los filtros, estos se ponen en movimiento para autolimpiarse cuando la diferencia de cota de lámina de agua, entre aguas arriba y aguas abajo es de 15 cm, luego la diferencia de cota máxima en estas circunstancias podría llegar a los 45 cm.

14.3.2. Desagües de fondo

El desagüe de fondo está constituido por una única conducción de 400 mm de diámetro interior. Se ha proyectado una tubería de acero helicSoldado de 406,4 mm. El circuito hidráulico tiene:

- ✓ Una estructura de rejas.
- ✓ Transición a sección circular
- ✓ Una curva con codo de radio 5 m.
- ✓ Una válvula de compuerta Ø 400
- ✓ Válvula de chorro hueco de diámetro 400 mm.

Se han determinado las pérdidas de carga en el circuito y se ha obtenido la siguiente curva de gasto.

Nivel de embalse (m)	Altura (m)	Caudal por un conducto (m ³ /s)
474,000	11,500	0,948
473,500	11,000	0,927
473,000	10,500	0,906
472,500	10,000	0,883
472,000	9,500	0,861
471,500	9,000	0,837
471,000	8,500	0,813
470,500	8,000	0,789
470,000	7,500	0,763
469,500	7,000	0,737
469,000	6,500	0,709
468,500	6,000	0,681



Para amortiguar la descarga del desagüe se ha previsto un cuenco deflector dimensionado de acuerdo con las recomendaciones del Bureau of Reclamation.

Tras el cuenco se descarga a un canal trapecial con una pendiente superior al 3% que se proyecta con una protección de rip-rap de escollera 1 m en la base y 0,85 m de altura de cajeros.

14.3.3. Aliviadero

El aliviadero de la balsa de Mostrakas tiene una disposición particular, puesto que se localiza en la almenara de Pikarana. Ya se ha explicado el funcionamiento hidráulico de ambas infraestructuras.

Se trata de un aliviadero de labio delgado de 15 m de longitud bruta de vertido que, para la avenida de proyecto, tiene una sobre elevación de 0,639 m.

La hipótesis de avenida en la balsa haciendo un paralelismo con las grandes presas se producirían con las precipitaciones:

- ✓ Precipitación de proyecto: periodo de retorno 100 años
- ✓ Precipitación extrema: Periodo de retorno 1.000 años.

Por otro lado, tanto el manual, como la nueva norma de vertido, introducen el caudal máximo de alimentación por mal funcionamiento:

- ✓ El manual define una avenida igual a la precipitación de 500 años sobre el espejo más el caudal máximo de alimentación.
- ✓ La futura nueva norma define un NMV que es el correspondiente al caudal máximo de alimentación más la precipitación caída sobre el espejo. No concreta que precipitación, pero se entiende que la de proyecto, a tenor del punto 8.1. de esa futura norma.

En el caso de Mostrakas, ya se ha dicho que las conducciones de llenado-vaciado funciona como llenado o vaciado indistintamente, pero no pueden, en ningún caso, hacer las dos funciones simultáneamente, utilizándose para cada una de ellas una conducción. Las hipótesis de avenida solo se producen con la precipitación sobre el embalse y el máximo caudal circulando por el canal, pero no entrando a la balsa. Es imposible. Ese caudal provoca una sobrelevación en la balsa, eso sí, sobrelevación que, básicamente, coincide con el nivel de vertido por el aliviadero de la almenara. Por tanto, se tendrá:

- NAP (NMV): el nivel que alcanza el agua en la balsa cuando por el canal circula el caudal máximo, las tomas del canal están cerradas y cae la tormenta de proyecto (T=100 años)
- NAE: el nivel que alcanza el agua en la balsa cuando por el canal circula el caudal máximo, las tomas del canal están cerradas y cae la tormenta extrema (T=1000 años)

Nivel de avenida de proyecto (Nivel máximo de vertido):

El nivel que alcanza el agua en la balsa cuando por el canal circula el caudal máximo, las tomas del canal están cerradas y cae la tormenta de proyecto (T=100 años)

La lámina de vertido es 0,639 m, pérdidas máximas en el filtro. Caudal circulante por la conducción es 0,43 m³/s, lo que da lugar a unas pérdidas de carga de 3·10⁻⁴ m.

$$NAP = 474,00 + 0,639 + 0,15 = 474,789 \text{ m}$$

Nivel de avenida extrema:

Las pérdidas en el conducto para un caudal de 0,66 m³/s, son: 6,9·10⁻⁴ m.

De nuevo los filtros se suponen con su pérdida de carga máxima: Por tanto:

$$NAE = NMV = 474,00 + 0,639 + 0,15 = 474,789 \text{ m}$$

Para ambas avenidas, el resguardo frente a la coronación de balsa es de 0,518 m y frente al elemento rígido protector (New Jersey) es de 1,518 m.

14.4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

La metodología, normativa, consideración de sobrecargas e hipótesis de cálculo coinciden con las expuestas para las estructuras de la balsa de Tudela. Por tanto, se remite al lector a ese epígrafe.

Las estructuras que se han calculado en la balsa de Mostrakas, han sido:

- ✓ Arqueta de toma de la conducción de llenado-vaciado
- ✓ Arqueta en balsa de la conducción de llenado-vaciado
- ✓ Arqueta del desagüe de fondo y cuenco deflector.
- ✓ Arqueta de recogida de filtraciones.

14.5. INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS

Se han recogido en el apéndice 5 del anejo nº 9 todas las instalaciones electromecánicas de la almenara de Pikarana y de la balsa de Mostrakas. Se trata de un documento conjunto para ambas instalaciones porque los equipos de la balsa de Mostrakas se gobiernan desde el edificio de la almenara de Pikarana.

Se han diseñado las instalaciones eléctricas y los elementos de control necesarios para el suministro de energía y para gobernar los siguientes elementos desde la almenara de Pikarana:

- Almenara de Pikarana.
 - Dos compuertas de sector de 3,5 x 3,1 m.
 - Seis filtros de cadena MR15-26.250.
 - Dos compuertas murales de 2,75 x 3,1 m para alimentar a la balsa de Mostrakas.
 - Dos compuertas murales de 2,25 x 2,6 m para alimentar a la conducción general.
 - Estación de protección catódica.
- Balsa de Mostrakas.
 - Una válvula de compuerta motorizada DN 400.
 - Una válvula de chorro hueco Howell-Bunger DN400
- Almenara 10 SR2 y filtro toma IX (aguas arriba del túnel de Pikarana).
- Toma ubicada aguas arriba del túnel y del sifón de Pikarana, denominada toma de riego 9.

Además, se ha diseñado la alimentación necesaria para el alumbrado (convencional y de emergencia), la protección frente a intrusismo y el telecontrol de todos los elementos.

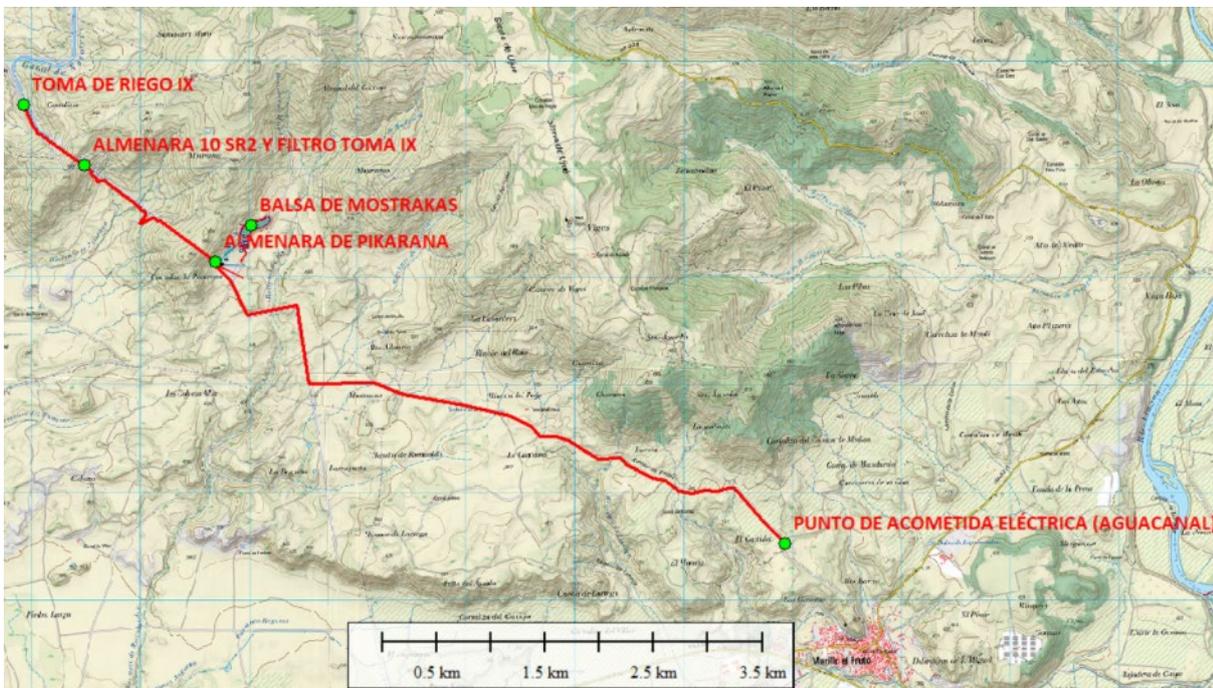
14.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En el apéndice 9.8 del anejo nº 9 se se describen las instalaciones eléctricas de la balsa de Mostrakas.

14.6.1. Acometida

En la actualidad, la almenara de Pikarana se alimenta de energía eléctrica únicamente mediante paneles solares, apoyados por un pequeño grupo electrógeno. Estos elementos son incapaces de satisfacer las demandas de potencia de las nuevas instalaciones eléctricas, por lo que se ha diseñado un nuevo sistema de suministro.

Para dotar de nuevo suministro a las instalaciones, en un principio se contactó con Iberdrola para obtener un punto de enganche, para lo cual se generó el expediente con número 9040568746. El punto de enganche propuesto por Iberdrola se encuentra ubicado a 2 km al norte de la población de Pitillas a 7,4 km en línea recta de la almenara de Pikarana. Dicho punto de enganche propuesto por Iberdrola presenta complicaciones técnicas y ambientales, por lo que finalmente se decidió aprovechar una línea eléctrica propiedad de Aguacanal que dista algo menos de 6 km en línea recta de la almenara de Pikarana.



Para la conexión con la balsa de Mostrakas y la almenara de Pikarana, se ha proyectado por tanto una nueva línea de media tensión que parte de la citada LMT de 13,2 kV (propiedad de Aguacanal). Esta nueva línea tiene una longitud de 6.675 metros y se diseña de forma que cuando llegue a la plataforma de derivación de la balsa de Mostrakas e inicio de la conducción, se disponga un poste de derivación con transformador aéreo que permita el suministro en baja tensión a la Estación de Protección Catódica y a los CGBT de la balsa de Mostrakas y de la almenara de Pikarana. El trazado de la línea se ha realizado discurriendo paralela a la red de caminos existente en la zona, con objeto de minimizar las afecciones.

Anexo al edificio de la almenara se ha proyectado la instalación de un grupo electrógeno de reserva capaz de suministrar energía de forma autónoma en caso de avería de la alimentación eléctrica principal.

Además de dar servicio a la almenara de Pikarana y a la balsa de Mostrakas, la línea eléctrica de media tensión

alimentará a la almenara 10 SR2 y a la toma de riego IX. La línea de media tensión diseñada pasará de aérea a subterránea al alcanzar el túnel de Pikarana. Su trazado discurrirá adosado a la clave del túnel en una bandeja portacables, durante una longitud de 635 metros. Al salir del túnel se encuentra un sifón. En esta zona del sifón, la línea discurrirá durante una longitud de 1087 metros por una zanja paralela al camino de servicio y siempre dentro de la banda de expropiación permanente propiedad de CANASA. En este punto se encuentra la almenara 10 SR2 y el filtro de toma IX, donde se dispondrá un poste aéreo en el que se ubicará el transformador para pasar posteriormente a baja tensión y conectar con el CGBT de la almenara mediante canalización.

Para llegar a la toma de riego IX, la línea eléctrica de media tensión partirá de la almenara 10 SR2 y discurrirá por otro túnel durante una longitud de 440 metros, adosado a la clave del mismo mediante una bandeja. Al salir del túnel, el trazado discurrirá durante 372 metros soterrado en una zanja paralela al camino de servicio existente en la margen derecha del canal. En este punto se dispondrá otro poste aéreo en el que se ubicará el transformador para pasar posteriormente a baja tensión y conectar con el CGBT de la toma de riego IX mediante canalización.

14.6.2. Actuaciones previstas

Desde el edificio existente en la actualidad en la almenara de Pikarana (también denominada almenara 11 SR2) se suministrará energía eléctrica a todas las válvulas y dispositivos electromecánicos de la balsa de Mostrakas, de la almenara de Pikarana, de la toma de riego IX y de la almenara 10 SR2. Desde la almenara de Pikarana se suministrará también electricidad a los equipos necesarios para la iluminación, las protecciones frente a intrusismo, el control y las comunicaciones, si bien los principales consumos se darán en los dispositivos hidromecánicos de la propia almenara.

Anexo a la arqueta de tomas se ha proyectado la instalación de un grupo electrógeno de reserva en caso de fallo del sistema de alimentación principal.

Las actuaciones previstas se resumen en:

- Para suministro de la balsa de Mostrakas, la almenara de Pikarana, la almenara 10 SR2, y la toma de riego IX, se dispondrá de una línea de media tensión de 13.2 KV conectada al punto indicado por la propiedad.
- Para la almenara 10 SR2, filtro de toma IX y toma de riego 9 se ejecutará una línea de media tensión en canalización hormigonada y en bandeja en los tramos de túnel. La línea de MT dará continuidad a la línea aérea. En cada toma se instalará un transformador MT/BT.
- Línea de baja tensión subterránea. Desde el cuadro general de baja tensión a instalar en la almenara de Pikarana saldrá una línea de BT para alimentar al desagüe de fondo y todas sus instalaciones.
- Centro de transformación y cuadro de medida.
- Conexión desde el centro de transformador aéreo a CGBT en canalización de 2x160 PVC + 1 tritubo para comunicaciones.

- Grupo electrógeno de socorro: El presente proyecto contempla la instalación de grupo electrógeno de reserva y la posibilidad de alimentación y conexión al CGBT en caso de caída de tensión mediante un dispositivo de conmutación automática.
- Cuadros de corte general, de baja tensión, de control y automatismo, de comunicaciones y de intrusión.
- Canalizaciones y conductores.
- Alumbrado interior, exterior y de emergencia.
- Red de tierras de los edificios y estructuras y de los pararrayos.
- SAI para suministro a equipos de comunicaciones, control y automatismo.
- Pararrayos.

14.7. CONTROL Y AUTOMATISMO

En el apéndice 9.10 se recoge todo lo relativo al sistema de control y automatismo de la balsa de Mostrakas y la almenara de Pikarana. El sistema de control y automatismo proyectado se ha desarrollado de acuerdo con los criterios establecidos por CANASA y teniendo en cuenta las características del centro de control desarrollado en la fase 1 (Artajona).

El control y automatismo se ha diseñado de forma que todos los elementos puedan ser operados tanto desde el edificio ubicado en la almenara de Pikarana como desde los edificios que los albergan. En el interior de los edificios se alojará una cabina en cuyo interior se instalará el cuadro general de baja tensión, el cuadro de control y automatismo, el cuadro de comunicaciones y cuadro de intrusismo.

14.7.1. Elementos a controlar

Se ha aprovechado el edificio existente en la almenara de Pikarana para centralizar el control de los siguientes equipos electromecánicos:

- Almenara de Pikarana.
 - Dos compuertas de sector de 3,5 x 3,1 m.
 - Seis filtros de cadena MR15-26.250.
 - Dos compuertas murales de 2,75 x 3,1 m para alimentar a la balsa de Mostrakas.
 - Dos compuertas murales de 2,25 x 2,6 m para alimentar a la conducción general.
 - Estación de protección catódica.
- Balsa de Mostrakas.
 - Una válvula de compuerta motorizada DN 400.
 - Una válvula de chorro hueco Howell-Bunger DN400
- Almenara 10 SR2 y filtro toma IX (aguas arriba del túnel de Pikarana).

- Toma ubicada aguas arriba del túnel y del sifón de Pikarana, denominada toma de riego 9.
- Estación de Protección Catódica.

Además, se ha diseñado la instrumentación necesaria para el alumbrado (convencional y de emergencia) y la protección frente a intrusismo. El cuadro de control y automatismo alojará las protecciones contra sobretensiones, protecciones galvánicas, protecciones eléctricas y rearme automático, switch, transformador 24/48V y PLC de control. Se dispondrá de cuadro de comunicaciones, cuadro de control de intrusismo y SAI para suministro a equipos de comunicaciones, control y automatismo.

14.7.2. Dimensionamiento del PLC

Se ha realizado un dimensionamiento de las señales que requerirá el PLC. Dicho PLC recopilará las señales de gestión y permitirá el accionamiento, pero sólo en modo manual debido al riesgo que genera el cierre de compuertas sobre el sistema (golpe de ariete). Se han dimensionado las señales requeridas por el PLC añadiendo a las necesarias un 30% de reserva. Se adjuntan a continuación las señales disponibles en el PLC adoptado:

	Ud	Entrada digital	Salida digital	Entrada analógica	Salida analógica
Nº tarjetas ED 32	7	224			
Nº tarjetas SD 32	3		96		
Nº tarjetas EA 8	5			40	
Nº tarjetas SA 8	1				8
Señales Disponibles		224	96	40	8

14.8. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA BALSA

14.8.1. Normativa

En el Artículo 367. “**Obligaciones del titular**” del REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, se establece que los titulares de presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m³, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro. La Balsa de Mostrakas cumple con ambos requisitos, ya que tiene una altura (diferencia de cota entre el punto más bajo de la cimentación del talud exterior del dique de cierre y el punto más

alto de la estructura resistente) de 9,78 m con un volumen de almacenamiento de 112.693,86 m³ a su nivel máximo normal, situado en la cota 474,00 m s.n.m.

14.8.2. Propuesta de clasificación

En primer lugar, se ha realizado un estudio hidráulico para estudiar las afecciones que generaría una hipotética rotura de la balsa. Para ello, se han identificado y medido todos los obstáculos que presentaría la avenida en caso de rotura de la balsa, hasta su laminación en el río Aragón.

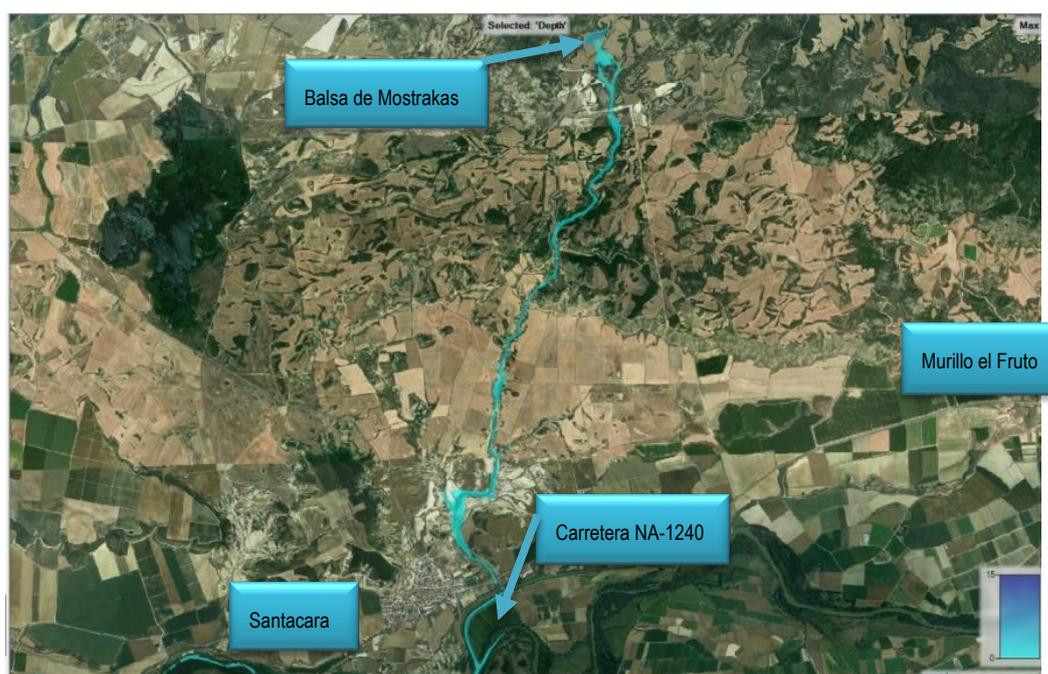
Posteriormente se ha generado un modelo digital del terreno partiendo de los vuelos LIDAR disponibles, el cual se ha corregido con los datos geométricos tomados en campo.

En las presas de materiales sueltos la rotura más común es progresiva en el tiempo y con evolución desde formas geométricas iniciales hasta la práctica totalidad de la presa. Con esta hipótesis, se ha calculado el tiempo de rotura esperable (0,16 horas) y el ancho medio de la brecha que es de 20,50 metros.

Posteriormente se ha simulado la rotura, para lo cual se han considerado los siguientes dos escenarios de cálculo:

- Rotura sin avenida: no coincidencia con avenida y embalse en su máximo nivel normal de explotación.
- Rotura en situación de avenida: presa desaguando la avenida de proyecto (en su caso, la avenida extrema) y nivel del embalse en la coronación.

De la simulación realizada, se puede concluir que la rotura de la balsa de Mostrakas no afectará a ninguna población ni tampoco a viviendas aisladas. Únicamente pasa cerca de los núcleos poblacionales de Santacara y de Mélida, pero no afecta a ninguna población. Por tanto, se establece que, al no haber riesgo, ni por tanto afección para las vidas humanas, el riesgo puede considerarse como incidental conforme a lo indicado en la guía técnica.



La onda de avenida provocada por la rotura de la presa no afecta tampoco a ningún servicio esencial. La inundación discurre en su totalidad por barrancos que se encuentran deshabitados. En su recorrido cruza algunos caminos y vías pecuarias, pero ninguno de ellos se puede considerar esencial. Únicamente se puede afectar a un tendido eléctrico de baja tensión y a una conducción de gas natural, ambas colindantes al puente de la NA-1240 sobre barranco Ragueta, pero en ambos casos, se corresponden a caudales similares a la avenida natural para el periodo de retorno de 25 años, por lo que no son previsibles daños reseñables sobre ninguna infraestructura.

De forma resumida, se puede concluir que las afecciones esperables por la potencial avenida en caso de rotura de la balsa de Mostrakas (Navarra) son las siguientes:

- Núcleos de población, viviendas y vidas humanas: Incidental.
- Servicios esenciales: No grave.
- Daños materiales: Moderados.
- Aspectos medioambientales, histórico-artísticos y culturales: Moderados.
- Otras afecciones: Inexistente.

Según la valoración global, y de acuerdo con lo descrito en el apéndice 9.11, la **BALSA DE MOSTRAKAS (NAVARRA)** se propone que sea clasificada como “pequeña presa” de “**Categoría C**” en función de su riesgo potencial de rotura.

14.9. PLAN DE EMERGENCIA Y PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA

Los Planes de Emergencia para presas se introducen con la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994 y publicada en el BOE de 14 de febrero de 1995. En la modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobada por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, se incluyen expresamente las balsas en su ámbito de aplicación, siendo por tanto reglamentaria la redacción de Planes de Emergencia para las balsas clasificadas en categorías A o B frente a los daños potenciales.

La balsa de Mostrakas se ha propuesto para su clasificación en la categoría C, por lo que no requiere la elaboración del plan de emergencia.

14.10. NORMAS DE EXPLOTACIÓN

Las Normas de Explotación constituyen un elemento esencial de la explotación, cuya obligatoriedad, como documento escrito en el que se reflejan los criterios que han de seguirse en la explotación, ya estaba establecida en la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas, aprobada por Orden Ministerial de 31 de marzo de 1967, se ha mantenido en el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, aprobado por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996, y finalmente también ha sido recogida dentro del Capítulo VII “De la seguridad de presas, embalses y balsas” de la Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobada por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero.

La balsa de Mostrakas se ha propuesto para su clasificación en la categoría C, por lo que no requiere la elaboración de las normas de explotación.

15. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

El Anejo-nº 11 del presente documento incluye las reposiciones de servicios previstas, así como la comunicación realizada con los diversos Organismos a efectos de contemplar los condicionados establecidos en el presente proyecto.

El presente proyecto se desarrolla en un entorno con alta presencia de servicios. Los trabajos de localización e identificación de servicios han sido múltiples, desde escritos, reuniones, conversaciones telefónicas, análisis documental, cartografía INKOLAN, etc.

La información recopilada ha sido planteada en el proyecto y posteriormente ha sido contrastada (siempre que ha sido posible) con la información taquimétrica y de visita de campo. Es importante indicar que la información aportada por INKOLAN y algunos Organismos presentaba desplazamientos en coordenadas, que en muchos casos daba la sensación de que no existía afección, pero en campo se podía identificar hitos, pozos o arquetas. Todas estas discrepancias, siempre que ha sido posible, se han incluido en el proyecto, si bien se pone en alerta de posibles errores transferidos por la información aportada.

Se ha podido verificar en campo que existe información enterrada (canalizaciones, ...) que no queda reflejada en superficie al no existir hitos, arquetas, ... y que, por lo tanto, no puede ser comprobada mediante levantamiento taquimétrico, sino que ha de hacerse mediante calicatas, micro-gravimetría u otros métodos.

De la información aportada por los diversos Organismos y empresas concesionarias, no siempre se aportan diámetros, secciones o características de los servicios, lo que complica el criterio de valoración.

Con la información recopilada y representada gráficamente se ha procedido a realizar el ajuste de trazado y encaje de las infraestructuras para minimizar al máximo la afección a servicios.

Se ha distinguido entre aquellos servicios que requieren localización, sostenimiento y/o reposición.

No obstante, previo al comienzo de las obras se deberá contactar con las diferentes compañías u operadores de servicios que se pudiesen ver afectados por las obras, con el fin de actualizar la información y realizar un replanteo de los mismos.

Para el caso particular de las redes de riego privadas (redes secundarias/terciarias, arquetas, ...), la valoración de su afección y reposición ha sido contemplada durante el proceso de expropiaciones.

En el Anejo 11, se adjunta la relación detallada de los principales servicios afectados, cuya referencia queda valorada y presupuestada en el Documento nº 4: Presupuesto. Por otro lado en el Documento nº 2 en los planos "planta-longitudinal" se describen los cruzamientos y servicios afectados referenciados sobre la conducción proyectada. Adicionalmente se incluye relación de detalles constructivos generales de las diferentes afecciones previstas.

Los principales servicios se resumen en:

- Cruces con carreteras autonómicas NA-1240; NA-8712, NA-6830, NA-6900, NA-6810 y NA-3042 se ejecutará a cielo abierto y mediante desvío de tráfico programado. La sección tipo prevista de cruce es la denominada Z4 homigonada, donde se contempla la reposición del firme existente.
- Cruce del Canal de Lodosa y la acequia de Navarra.
- Afecciones en redes de riego del sector X de Aguacanal, acequia Herrenillos, conducciones de DN 300 FD de la Comunidad de Bardenas Reales, conducciones de DN 300 FD de la Comunidad de Regantes del Ferial, conducciones de DN 250 FD de la Comunidad de Regantes de Montes del Cierzo, tubería de DN 600 FC de la C.R. Cascante, conducción a Corella de la Mancomunidad de Aguas del Moncayo, acequias de riego la Laguna, tomas de riegos y múltiples azarbes acequias y redes de baja.
- Red abastecimiento de diversos diámetros y materiales (DN 90 PE, DN 100 FD, DN 200 y 300 FD) de la comunidad Mairaga (Carcastillo-Caparroso), del depósito de Mérida, Abastecimiento a Arguedas-Valtierra, de la Mancomunidad de Aguas de Cascante, Cintruénigo y Fitero, y Aguas de Tudela.
- Red de caminos de servicios y agrícolas de diversas entidades y privados
- Redes de drenajes de múltiple y diversa tipologías.
- Canalizaciones de comunicaciones de Telefónica y ENAGAS
- Canalizaciones subterráneas de media tensión y baja tensión de Iberdrola y privadas (Parque Eólico Corral del Molino I y II, Parque Eólico Montes del Cierzo I, etc.)
- Línea de gas de ENAGAS
- Red de caminos de servicios y agrícolas de diversas entidades y privados
- Pavimentos de hormigón y conformados por mezclas bituminosas (Valtierras, privados, etc)

16. EXPROPIACIONES

El Anejo nº12 del presente Documento nº 1 incluye la relación de bienes y derechos afectados por las obras.

La legislación básica que regula el procedimiento para la determinación del valor de los bienes a expropiar es el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley del Suelo.

No obstante, la valoración realizada se corresponde con la comparación con otros procesos expropiatorios ya llevados a cabo en la zona de actuación.

En el citado Anejo se relacionan los criterios de la valoración en función de la calificación urbanística del suelo (rústico o urbano) así como los valores adoptados para cada tipo de uso que se ve afectado por la ejecución de los trabajos.

Además, se ha particularizado la afección individual en cuanto a edificaciones, árboles individuales e infraestructuras de riego. Para los cálculos, como criterio general, se ha considerado lo siguiente:

OCUPACIÓN TEMPORAL

a) Conducciones

➤ **Con camino existente en la actualidad:**

- i. Una conducción: En el caso de zanjas de altura inferior a 6,0 m, sobre el eje de la tubería, se ocupan 20 m hacia el camino existente y 30 m hacia el lado contrario. En el caso de zanjas de más de 6,0 m de profundidad, sobre el eje de la tubería, se ocupan 20 m hacia el camino existente y 50 m hacia el lado contrario.
- ii. Dos conducciones: En el caso de zanjas de altura inferior a 6,0 m, sobre el eje de la tubería de la izquierda se ocupan 20 m hacia el camino existente y 40 m hacia el lado contrario. En el caso de zanjas de más de 6,0 m de profundidad, sobre el eje de la tubería de la izquierda se ocupan 23 m hacia el camino existente y 55 m hacia el lado contrario.

➤ **Con camino de nueva ejecución (permanente):**

- i. Una conducción: En el caso de zanjas de altura inferior a 6,0 m, sobre el eje de la tubería, se ocupan 20 m hacia el camino existente y 30 m hacia el lado contrario. En el caso de zanjas de más de 6,0 m de profundidad, sobre el eje de la tubería, se ocupan 20 m hacia el camino existente y 50 m hacia el lado contrario.
- ii. Dos conducciones: En el caso de zanjas de altura inferior a 6,0 m, sobre el eje de la tubería de la izquierda se ocupan 20 m hacia el camino existente y 40 m hacia el lado contrario. En el caso de zanjas de más de 6,0 m de profundidad, sobre el eje de la tubería de la izquierda se ocupan 23 m hacia el camino existente y 55 m hacia el lado contrario.

➤ **Con camino de nueva ejecución (temporal):**

- i. Una conducción: En el caso de zanjas de altura inferior a 6,0 m, sobre el eje de la tubería, se ocupan 20 m hacia el camino existente y 30 m hacia el lado contrario. En el caso de zanjas de más de 6,0 m de profundidad, sobre el eje de la tubería, se ocupan 20 m hacia el camino existente y 50 m hacia el lado contrario.
- ii. Dos conducciones: En el caso de zanjas de altura inferior a 6,0 m, sobre el eje de la tubería de la izquierda se ocupan 20 m hacia el camino existente y 40 m hacia el lado contrario. En el caso de zanjas de más de 6,0 m de profundidad, sobre el eje de la tubería de la izquierda se ocupan 20 m hacia el camino existente y 55 m hacia el lado contrario.

b) Acopios intermedios

A lo largo de la traza, y especialmente en los puntos de ejecución de hincas, se ha ampliado la banda de

ocupación temporal para contemplar la ejecución de accesos a los pozos de ataque y uso como acopios intermedios de materiales extraídos para su posterior tratamiento.

c) Líneas eléctricas

Se considera un ancho total de ocupación de 4 m de proyección sobre el eje de la línea (2 m a cada lado de la línea proyectada).

d) Caminos

El acceso para la ejecución de las obras se realizará siempre por caminos agrícolas públicos, vías de servicio de carreteras o aquellos proyectados que serán expropiados para ocupación permanentemente.

Adicionalmente una vez realizada la banda longitudinal de ocupación temporal de la traza de las conducciones, ésta será utilizada para la ejecución de caminos temporales de acceso y ejecución de la obra.

En consecuencia, no se contempla la ocupación temporal de caminos.

e) Balsas

Se ha definido una poligonal de ocupación temporal para la ejecución de las obras. Dicha banda incluye la superficie necesaria para la ejecución de los acopios requeridos en el movimiento de tierras y materiales necesarios para su ejecución.

A partir de dichos criterios y una vez planteada la banda ocupación se procede a ajustar la poligonal conforme los siguientes criterios:

- En los tramos próximos a afecciones arqueológicas la banda ha sido reducida de forma singular para evitar afecciones a los mismos.
- En los tramos donde existe hinca no se aplicará la banda de expropiación temporal al no ser necesaria la ocupación de los terrenos por las obras.
- En tramos con pendiente superior a 30% se reduce la anchura de la expropiación por condicionantes ambientales.
- Si la banda de expropiación deja cuñas finas en parcelas, ésta se ajustará minimizando la afección de la misma.

EXPROPIACIÓN PERMANENTE

a) Conducciones

- Arquetas

Atendiendo a la necesidad de ubicación de arquetas para la instalación de ventosas y desagües a lo largo de la conducción se estima:

- Para arquetas de ventosa y arquetas de desagüe una superficie por arqueta de 6,5 m x 6,5 m = 42,45 m².
- Para el caso de la arqueta tipo D2E se estima una superficie por arqueta de 15,0 m x 7,0 m = 105 m².
- Para arquetas de rotura, incluyendo la superficie del manto de escollera la superficie será de 80 m².

➤ Tomas

Para cada toma y en función de la geometría de la parcela y urbanización requerida se define una banda de expropiación permanente en la que no se dejan cuñas ni trozos de parcela aislados.

Esta banda contemplará el pie de talud, cunetas guarda, desagüe y acceso a la toma, así como la superficie para ubicación de la torre eléctrica donde se alojará el transformador y el lecho anódico más próximo.

➤ Protección catódica

Con carácter general las EPC se han incluido dentro de la banda de expropiación de las tomas. En su defecto se adoptará una longitud equivalente al lecho (próxima a 50 m) y un ancho de 5,0 m.

Las diversas EPs se ubicarán en el interior de las arquetas de ventosa o desagüe.

La ejecución de las zanjas de conexión se considera dentro de la banda de ocupación temporal.

b) Depósitos de excedentes

A lo largo de la traza y con una separación media de 2,5 km, se han seleccionado parcelas dedicadas al cultivo agrícola para depósito de excedentes procedentes de la excavación de las zanjas. Estas parcelas serán expropiadas permanentemente si bien CANASA podrá cederlas posteriormente para su uso agrícola.

La superficie de cada parcela seleccionada se corresponde con el volumen de excedente de tierras que generaría un acopio estimado de 1,0 m de altura.

Adicionalmente han sido seleccionados vertederos abandonados que se encuentran a una distancia equivalente aproximada de 1,5 km de la traza. Dichos vertederos abandonados serán utilizados para excedentes de tierras y serán revegetados como medida compensatoria de carácter ambiental. Para ello se procederá a la expropiación permanente de los mismos.

c) Líneas eléctricas

Se considera que ni las líneas aéreas ni las subterráneas tendrán expropiación permanente, salvo por diversos elementos. La superficie de expropiación permanente será la siguiente, en función de los elementos considerados:

- Arqueta eléctrica de línea subterránea: 6 m².
- Torre eléctrica (cualquier tipología): 20 m².

d) Caminos

Existen dos tipos de caminos, en función de su utilidad, denominados Tipo 1 y Tipo 2. El Tipo 1 tiene una anchura de 5,0 m y sirven de acceso a las tomas, desagües principales, la Balsa de Mostrakas y Balsa de Tudela. El Tipo 2 tiene una anchura de 3,5 m y sirven para acceder a otros elementos menores, como ventosas y pequeños desagües.

Para los caminos de Tipo 1, la anchura de desmontes y terraplenados, incluyendo cunetas, oscila entre 8,0 m y 10,0 m según el PK de ubicación, por lo que se adopta una expropiación permanente de 10,0 m con carácter general.

Para los caminos de Tipo 2, la anchura de desmontes y terraplenados, incluyendo cunetas, oscila entre 5,5 m y 7,0 m según el PK de ubicación, por lo que se adopta una expropiación permanente de 7,0 m con carácter general.

e) Balsas

La superficie de ocupación permanente corresponderá a la poligonal definida que incluye el cuerpo de presa y embalse, accesos, e infraestructuras asociadas.

Para el caso de la balsa de Tudela además se ha contemplado la superficie de parcela requerida para la extracción de áridos necesarios para la construcción del cuerpo de la presa y el canal de desagüe.

SERVIDUMBRE

a) Conducciones

Con carácter general se adopta una anchura de 3,0 m a cada lado del eje de cada una de las tuberías, de manera que la anchura total de banda sería de 6,0 m en el caso de disponer de una única conducción, y de 6,0 m más el espacio comprendido entre ejes, en el caso de tener dos conducciones. Esta última anchura será variable dada la diversidad de casuísticas que pueden darse a lo largo de la traza, como son las hincas, cruces de infraestructuras o curvas del trazado. En estos puntos, las conducciones se separan y la anchura será variable.

b) Líneas eléctricas

Con carácter general se adopta una anchura de 2,0 m a cada lado del eje de la línea eléctrica (aérea o subterránea) de manera que la anchura total de banda sería de 4,0 m.

c) Caminos y balsas

No hay servidumbre ya que las superficies han sido consideradas en la expropiación permanente.

Los datos, planos, fichas y presupuesto se adjuntan en el Anejo-12, en el que se diferencia la expropiación definitiva, ocupación temporal, y servidumbre.

El presupuesto considerado para las expropiaciones del presente proyecto se recoge en las tablas siguientes. En primer lugar, se muestra el presupuesto por tramos agrupados, y finalmente se recoge el total para cada tipo de uso:

USOS AGRUPADOS POR TRAMOS	SUPERFICIE			PRESUPUESTO		
	Permanente (m ²)	Servidumbre (m ²)	Temporal (m ²)	Permanente (€)	Servidumbre (€)	Temporal (€)
01. OT-T12	215.928,52	233.017,18	1.651.558,04	240.689,77	122.723,82	294.374,05
CORRIENTES Y SUP. DE AGUA	247,99	1.832,55	8.803,15	0,00	0,00	0,00
EDIFICACIONES	0,00	0,00	5,16	0,00	0,00	77,43
FORESTAL	1.489,67	3.262,02	12.795,35	893,80	978,61	767,72
FRUTOS SECOS	0,00	1,68	2.079,92	0,00	1,26	2.623,01
IMPRODUCTIVOS	150,99	21.542,65	47.918,70	30,20	2.154,26	3.168,62
PASTIZAL	0,00	0,00	69,54	0,00	0,00	2,09
PASTO ARBUSTIVO	20.720,89	14.374,23	134.855,17	6.216,27	2.156,13	8.502,91
PASTO CON ARBOLADO	0,00	2.279,49	11.264,37	0,00	512,88	806,90
TIERRA ARABLE	192.670,69	184.640,10	1.324.149,12	233.549,50	116.920,68	278.425,38
VIALES	648,30	5.084,47	109.617,56	0,00	0,00	0,00
02. T12-DC	255.555,40	249.575,55	1.648.048,75	264.474,21	149.494,18	422.617,46
CORRIENTES Y SUP. DE AGUA	34,96	2.273,74	568,14	0,00	0,00	0,00
EDIFICACIONES	0,00	0,00	33,65	0,00	0,00	504,78
FORESTAL	2.916,67	24.617,14	99.914,28	1.750,00	7.385,14	8.131,61
FRUTAL	0,00	699,09	3.881,36	0,00	1.048,64	7.165,65
FRUTOS SECOS	180,94	3.043,45	15.998,99	271,40	2.282,59	21.076,50
IMPRODUCTIVOS	37.897,82	2.285,89	42.436,28	7.579,56	228,59	938,73
OLIVAR	0,00	80,21	80,21	0,00	72,19	412,65
PASTO ARBUSTIVO	13.442,73	20.846,50	111.337,87	4.032,82	3.126,98	14.317,89
TIERRA ARABLE	196.455,56	183.770,06	1.255.809,39	246.359,94	119.728,31	346.534,44
VIALES	4.402,70	10.397,28	106.539,35	0,00	0,00	0,00
ZONA URBANA	224,02	1.562,18	11.449,24	4.480,48	15.621,76	23.535,23
03. DC-T21 y T14-15	127.928,79	149.192,90	1.057.833,81	266.158,66	126.078,74	1.074.981,04
CORRIENTES Y SUP. DE AGUA	468,41	253,99	1.978,93	0,00	0,00	0,00
FORESTAL	0,00	20,32	999,50	0,00	6,10	59,97
FRUTAL	2.009,96	1.314,88	7.921,06	5.467,16	1.821,26	14.277,58
FRUTOS SECOS	1.446,65	8.519,51	58.871,99	2.948,58	9.993,11	96.530,36
HUERTA	0,00	238,31	1.212,29	0,00	285,97	290,95
IMPRODUCTIVOS	0,00	80,27	799,92	0,00	8,03	16,00
OLIVAR	8.691,39	15.243,81	101.876,39	19.226,06	17.131,19	181.504,07
PASTIZAL	0,00	338,70	2.190,76	0,00	50,81	65,72
PASTO ARBUSTIVO	10.202,82	19.848,67	155.291,89	3.060,84	2.977,30	13.236,51
PASTO CON ARBOLADO	1.851,64	527,93	4.075,96	833,24	118,78	183,42
TIERRA ARABLE	92.105,52	71.625,95	519.024,46	136.535,78	53.222,50	248.110,56
VIALES	2.160,44	4.824,37	35.342,00	0,00	0,00	0,00
VIÑEDO	4.757,69	26.017,28	163.587,13	13.401,35	37.074,62	511.112,82

USOS AGRUPADOS POR TRAMOS	SUPERFICIE			PRESUPUESTO		
	Permanente (m ²)	Servidumbre (m ²)	Temporal (m ²)	Permanente (€)	Servidumbre (€)	Temporal (€)
ZONA URBANA	4.234,28	338,91	4.661,53	84.685,64	3.389,06	9.593,07
04. BM	89.772,69	22.577,61	112.193,68	93.912,22	10.560,20	22.651,78
IMPRODUCTIVOS	0,00	1.841,98	1.841,98	0,00	184,20	336,84
OLIVAR	0,00	363,96	363,96	0,00	327,56	811,17
PASTO ARBUSTIVO	15.350,02	3.628,76	18.822,15	4.605,00	544,31	2.064,66
PASTO CON ARBOLADO	0,00	777,35	777,35	0,00	174,90	1.234,98
TIERRA ARABLE	74.422,68	14.224,07	88.646,74	89.307,21	9.019,51	17.104,77
VIALES	0,00	1.446,53	1.446,53	0,00	0,00	0,00
VIÑEDO	0,00	294,96	294,96	0,00	309,71	1.099,35
05. BT	649.375,59	105,65	649.417,49	575.742,45	15,85	57.575,50
FORESTAL	205.816,22	0,00	205.816,22	123.489,73	0,00	12.348,97
PASTO ARBUSTIVO	81.490,33	105,65	81.532,23	24.447,10	15,85	2.445,97
TIERRA ARABLE	356.504,68	0,00	356.504,68	427.805,62	0,00	42.780,56
VIALES	5.564,37	0,00	5.564,37	0,00	0,00	0,00
Total general	1.338.561,00	654.468,90	5.119.051,77	1.440.977,29	408.872,79	1.872.199,83
Subtotal				3.722.049,92		

El presupuesto considerado para expropiaciones en el presente proyecto asciende a la cantidad total de TRES MILLONES SETECIENTOS VEINTIDÓS MIL CUARENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS, (3.722.049,92 €).

USO	Superficie afectada			Valoración terrenos afectados		
	Sup. Permanente (m ²)	Sup. Servidumbre (m ²)	Sup. Temporal (m ²)	Suma de Sup. Permanente (€)	Suma de Sup. Servidumbre (€)	Suma de Sup. Temporal (€)
CORRIENTES Y SUP. DE AGUA	751,36	4.360,28	11.350,22	0,00	0,00	0,00
EDIFICACIONES	0,00	0,00	38,81	0,00	0,00	582,21
FORESTAL	210.222,55	27.899,49	319.525,35	126.133,53	8.369,85	21.308,27
FRUTAL	2.009,96	2.013,97	11.802,42	5.467,16	2.869,90	21.443,23
FRUTOS SECOS	1.627,58	11.564,63	76.950,89	3.219,98	12.276,95	120.229,87
HUERTA	0,00	238,31	1.212,29	0,00	285,97	290,95
IMPRODUCTIVOS	38.048,81	25.750,79	92.996,87	7.609,76	2.575,08	4.460,19
OLIVAR	8.691,39	15.687,97	102.320,55	19.226,06	17.530,94	182.727,90
PASTIZAL	0,00	338,70	2.260,30	0,00	50,81	67,81
PASTO ARBUSTIVO	141.206,79	58.803,81	501.839,31	42.362,04	8.820,57	40.567,93

USO	Superficie afectada			Valoración terrenos afectados		
	Sup. Permanente (m ²)	Sup. Servidumbre (m ²)	Sup. Temporal (m ²)	Suma de Sup. Permanente (€)	Suma de Sup. Servidumbre (€)	Suma de Sup. Temporal (€)
PASTO CON ARBOLADO	1.851,64	3.584,77	16.117,69	833,24	806,57	2.225,30
TIERRA ARABLE	912.159,12	454.260,18	3.544.134,39	1.133.558,05	298.891,00	932.955,72
VIALES	12.775,80	21.752,66	258.509,81	0,00	0,00	0,00
VIÑEDO	4.757,69	26.312,24	163.882,09	13.401,35	37.384,33	512.212,17
ZONA URBANA	4.458,31	1.901,08	16.110,77	89.166,12	19.010,82	33.128,30
Total general	1.338.561,00	654.468,90	5.119.051,77	1.440.977,29	408.872,79	1.872.199,83
Subtotal				3.722.049,92		

17. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

El Anejo N° 13 del presente Documento n° 1 incluye la documentación referente a la integración ambiental de la actuación.

La inversión necesaria para la ejecución del proyecto del “Canal de Navarra y transformación de sus zonas regables” fue contemplada en el Plan Hidrológico del Ebro, e incluida en el anejo de inversiones de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

La construcción fue planificada en dos fases, una primera que tenía su inicio en Itoiz y llegaba hasta las proximidades del río Aragón, y una segunda fase que comenzaba en el mencionado cauce y discurría hacia el sur hasta la laguna de Lor, cruzando tanto el río Aragón como el Ebro, finalizando su recorrido en la Laguna de Lor, término municipal de Ablitas.

El proyecto del Canal de Navarra y sus zonas regables fue sometido en su totalidad a evaluación de impacto ambiental según lo dispuesto en el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, y su reglamento de ejecución, aprobado por Real Decreto 1131/1988, obteniendo la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental mediante *Resolución de 17 de mayo de 1999, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental sobre el proyecto de canal de Navarra y la transformación de sus zonas regables, de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, y de los Departamentos de Agricultura, Ganadería y Alimentación, y de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra* (BOE núm. 120, de 20 de mayo de 1999). La Declaración de Impacto Ambiental aprobada en el año 1999 se ha incorporado al Proyecto dentro de su Documento n° 5: Estudio de Impacto Ambiental, concretamente en su Apéndice 7.

De conformidad con lo establecido en la Disposición Transitoria primera de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, normativa vigente en materia de evaluación ambiental de proyectos y, en particular, en su

párrafo 3:

“3. Las declaraciones de impacto ambiental publicadas con anterioridad a la entrada en vigor de esta Ley perderán su vigencia y cesarán en la producción de los efectos que le son propios si no se hubiera comenzado la ejecución de los proyectos o actividades en el plazo máximo de seis años desde la entrada en vigor de esta Ley. En tales casos, el promotor deberá iniciar nuevamente el trámite de evaluación de impacto ambiental del proyecto conforme a lo establecido en esta Ley.”

Tras la publicación de la DIA se fueron ejecutando, durante el periodo de 1999 a 2011 (12 años), los proyectos de obras de los diferentes tramos de la Primera Fase del Canal de Navarra, hasta su finalización en la almenara del Tramo 10A, que hay a la salida del túnel de Pikarana, cercano a la Laguna de Pitillas, por lo que, conforme a la Disposición Transitoria referida, la Declaración de Impacto Ambiental de 17 de mayo de 1999, estaría aún vigente.

No obstante, las modificaciones técnicas consideradas para la segunda fase del Canal de Navarra, entre otras, su proyección como conducción de agua en presión frente a la solución inicialmente proyectada de canal a cielo abierto, inclusión de una balsa nueva (Balsa de Tudela), no evaluada en el procedimiento inicial, ajustes del trazado y nuevos puntos de cruce de cursos fluviales, así como, la declaración de determinados espacios como pertenecientes a la Red Natura 2000 y cambios sustanciales en materia de protección ambiental, condicionaron la necesidad de someter el Proyecto a un nuevo trámite ambiental.

En conclusión, el Servicio de Territorio y Paisaje del Gobierno de Navarra estableció la necesidad de realizar una nueva evaluación de impacto ambiental ordinaria, de conformidad con el procedimiento establecido en el Título II, Capítulo II, sección 1ª de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre.

Por tanto, el presente proyecto de construcción de la Segunda Fase del Canal de Navarra contempla la evaluación ambiental de las conducciones de agua en presión y de las balsas de regulación de caudales previstas, no estando incluidas en el ámbito del proyecto las zonas regables, sino exclusivamente la infraestructura de conducción y las balsas de regulación.

Una vez analizada la legislación autonómica y estatal, la legislación de referencia, en este caso, será la estatal, concretamente la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, y conforme a ella se ha elaborado el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, que forma parte del presente proyecto como Documento N° 5.

Como aspectos más relevantes, hay que mencionar que son varias las afecciones que tendrán lugar en la construcción de la segunda fase del Canal de Navarra. En particular, se interceptan varios espacios pertenecientes a la Red Natura 2000, como las ZEC ES2200035 – Tramos Bajos del Aragón y del Arga; ZEC ES2200037 – Bardenas Reales y ZEC ES2200040 – Río Ebro.

De los espacios incluidos en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Navarra, se atraviesan diversas zonas periféricas de protección de sitios declarados Enclaves Naturales (EN-6 “Sotos López-Val”, EN-4 “Pinar de Santa Águeda”, EN-10 “Sotos de Murillos de las Limas”), además del Parque Natural de las Bardenas Reales.

Por último, cabe destacar la afección a otros espacios dotados de interés ambiental, como son las Áreas de Interés para la Conservación de la Avifauna Esteparia, concentradas principalmente en el término municipal de Tudela y en las Bardenas Reales; espacios incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1432/2008; y las Áreas Importantes para las Aves.

En cuanto a la arqueología del ámbito de actuación, se ha realizado una prospección arqueológica de la traza, que ha obtenido el visto bueno de la Sección de Registro, Bienes Muebles y Arqueología del Servicio de Patrimonio Histórico del Gobierno de Navarra, con fecha 23 de diciembre de 2021.

Las medidas preventivas y correctoras propuestas, que permitirán minimizar los impactos negativos, se centran en la realización y seguimiento de buenas prácticas, así como de una serie de medidas estructurales. El seguimiento de estas medidas, descrito en el plan de vigilancia ambiental, junto con un diseño del proyecto respetuoso con el entorno en el que se ubica, conlleva a una minimización de las posibles incidencias medioambientales que puedan ser ocasionadas con motivo de la ejecución de las actuaciones del proyecto.

El desarrollo de las acciones que comporta la vigilancia ambiental durante esta fase de obras se puede clasificar en:

- Inspección periódica para controlar los impactos producidos, el avance de las obras y la ejecución de las medidas de protección.
- Relacionar los datos obtenidos con las operaciones programadas de obra para poder ordenar la ejecución de las medidas correctoras necesarias. En ocasiones también será necesario el desarrollo de diseños de detalle y organización de los trabajos en conjunción con la Dirección de Obra.

El presupuesto de ejecución material correspondiente a las medidas contempladas en el capítulo de Integración Ambiental se resume a continuación:

	OT-T12	T12-DC	DC-T21 Y DC-T14/15	Balsa Tudela	Balsa Mostrakas
MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS	163.953,66	139.398,72	122.297,11	67.401,62	47.013,20
SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO	97.641,56	106.796,61	184.622,02	91.617,96	62.761,92
PROGRAMA VIGILANCIA AMBIENTAL	103.199,28	103.199,28	101.189,75	77.477,76	54.929,28
INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	406.534,06	463.860,56	302.335,53	457.903,39	32.480,36
Total P.E.M.	771.328,56	813.255,17	710.444,41	694.400,73	197.184,76

18. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo-nº 14 del presente Documento nº 1: Memoria y Anejos, se ha desarrollado la metodología para la gestión de residuos procedentes de la obra, incluida la preparación de áreas específicas para la gestión de los mismos, señalización con etiquetas identificativas, obra civil asociada (excavación, cimentación, malla metálica,

accesos,...), medios materiales, operaciones de clasificación, retirada y proceso de gestor autorizado, permisos y canon de tratamiento.

De esta forma se da respuesta a la normativa vigente, muy en particular a la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, al Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y la Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.

En el Anejo se incluye:

- Identificación de los residuos
- Estimación de la cantidad que se generará (en t y m³).
- Medidas de segregación "in situ".
- Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos.
- Operaciones de valorización "in situ".
- Destino previsto para los residuos.
- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

Para la gestión de los diferentes costes asociados a los residuos, y para su mejor imputación en la gestión de la obra se ha estructurado de forma que el presupuesto de las diversas unidades de obra tales como demolición, movimiento de tierras, desbroces, etc contemple la parte proporcional de transporte a vertedero autorizado y canon de vertido en la descomposición de su precio, y por otro las se ha desarrollado un capítulo específico de Gestión de Residuos para la carga, transporte y deposición de RCDs pétreos y no pétreos, así como la habilitación para un punto limpio.

El resumen del capítulo de Gestión de Residuos se adjunta a continuación:

	€
SUBTRAMO O.T. PIKARANA-T12	97.843,62
SUBTRAMO T12-D.C. (Derivación Corella)	95.115,37
SUBTRAMO D.C.-T21 y DC-T14/15	78.011,74
BALSA DE MOSTRAKAS	53.834,99
BALSA DE TUDELA	60.935,67
PEM RCDs	385.741,39

El presupuesto anterior corresponde a los precios de gestión de los RCDs en la obra, incluyendo los costes de tramitación documental, alquileres, etc., acorde a lo establecido por la normativa Autonómica. Los residuos

urbanos se excluyen de los cálculos porque se consideran ya incluidos en la partida correspondiente con el canon impuesto por el ayuntamiento en el que se emplace la obra.

Esta relación de importes anteriores, es la que se toma como referencia para calcular las fianzas a depositar tanto si la obra está sometida a licencia urbanística como si la obra no está sometida a licencia municipal.

19. EXPLOTACIÓN

El Anejo N° 15 del presente Documento n° 1: Memoria y Anejos incluye el estudio de explotación de la infraestructura proyectada.

Dicho estudio considera la situación actual de la explotación del Canal de Navarra Fase-1, de forma que la explotación de las nuevas infraestructuras de la Fase-2 quedarán integradas junto con la Fase-1.

Para mantener la eficiencia en los desplazamientos y uso de vehículos del personal de explotación se plantea disponer en esta 2ª Fase una Sala de Control a modo de "réplica" del Centro de Control del Centro de Proceso de Datos de Artajona, desde donde actualmente se gestionan los 122 km de Canal actualmente en servicio.

Su plantea como ubicación más conveniente para este nuevo centro de control la zona de Tudela, a modo de punto de control en cabecera de la Zona Regable de la Ribera del Ebro. En su caso, se plantearía ubicarla como parte del Edificio de Emergencia de la Balsa de Tudela.

El detalle de la valoración de los costes de explotación se adjunta en el Apéndice 15.2, cuyo resume se presenta en la siguiente tabla:

RESUMEN COSTES DE EXPLOTACIÓN ANUALES		% s/ tot	€/ año
A.- PERSONAL, EQUIPAMIENTO, LOCOMOCIÓN Y DOCUMENTACIÓN		76,9%	629.577,41
A1.- EQUIPOS DE PERSONAL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		48,8%	399.774,38
A2.- OFICINA Y EQUIPAMIENTO		11,0%	89.870,00
A3.- LOCOMOCIÓN		8,9%	72.733,03
A4.- GESTIÓN DOCUMENTAL, AUSCULTACIÓN Y VARIOS		8,2%	67.200,00
B.- MANTENIMIENTO. NO INCLUYE "GRANDES CORRECTIVOS"		20,1%	164.606,11
C.- MANTENIMIENTO GRANDES CORRECTIVOS		2,3%	19.200,00
D.- SEGURIDAD Y SALUD DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO		3,0%	24.401,51
Total (€) PEM			818.585,03
	Gastos generales y beneficio industrial	19%	155.531,16
Total (€) PBL (sin IVA)			974.116,19

20. PROGRAMA DE TRABAJOS

El Anejo N° 16 del presente Documento n° 1 incluye el programa de trabajos para la ejecución de la infraestructura proyectada.

El programa de trabajos se desarrolla sin asociarse al desarrollo de las zonas regables, es decir se asume que las zonas regables se encuentran agrupadas y desarrolladas para su puesta en funcionamiento. Si la planificación del

desarrollo de las zonas regables sufriera decalajes, el programa se podría decalar para adecuarse al desarrollo de las zonas regables y poder construir o poner en funcionamiento exclusivamente las infraestructuras necesarias para su abastecimiento.

El plazo previsto para la ejecución de las obras es de **48 meses**, en el que se considera la ejecución de todos los tramos, balsa de Mostrakas y balsa de Tudela, sin tener en cuenta la posibles programaciones que se pudieran hacer relacionadas con el desarrollo de las zonas regables.

Para la ejecución de las obras en 48 meses se ha considerado el siguiente desglose:

- Tramos agrupados nº1: (incluye la obra de toma y los tramos CN-T11 y T11-T12).
 - o La duración estimada de las obras es de 36 meses.
 - o Para su terminación y adecuado funcionamiento se incluye las obras de conexión con el Canal de Navarra fase-1.
- Tramos agrupados nº2: (incluye los tramos T12-T13, T13-Balsa de Tudela y Balsa de Tudela a Derivación de Corella):
 - o La duración estimada de las obras es de 36 meses.
 - o Las obras se comienzan en el mes 9 con objeto de garantizar el suministro y fabricación de tubos, así como la adecuada terminación de las obras de los tramos precedentes. La obra termina en el mes 45.
 - o Las pruebas de funcionamiento englobadas en los tramos agrupados nº2 contemplan que han sido ejecutados y completados los tramos precedentes.
- Tramos agrupados nº3: DC-T17, T17-T18, T18-T19, T20-T21, DC-T16 y T16-T14/15:
 - o La duración estimada de las obras es de 30 meses.
 - o Para la ejecución de las pruebas se considera que los tramos precedentes han terminado en plazo.
- Balsa de Mostrakas:
 - o La duración de la obra es de 24 meses.
 - o La obra comenzará en el mes 18
- Balsa de Tudela:
 - o La duración prevista de las obras es de 36 meses comenzando en el mes-13 y terminando en el mes-48.

En el plazo previsto se incluyen los trabajos de pruebas de funcionamiento de la instalación, tramitación y legalización de las instalaciones.

Adicionalmente se ha contemplado **12 meses para la puesta en carga** de la Presa de Tudela y los trabajos de **puesta en funcionamiento de la instalación.**

21. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

El Anejo N° 17 del presente Documento n° 1 incluye los procedimientos constructivos singulares y no considerados convencionales.

22. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el Anejo N° 18 del presente Documento n° 1 se incluye la justificación de precios unitarios.

El coste de la mano de obra se calcula de acuerdo con el Convenio Colectivo del Sector Industrias de la Construcción y Obras Públicas de Navarra (Código número 31002805011981) para el año 2021.

En los gastos debidos a la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de cada unidad de obra se han considerado los costes inherentes a cada máquina, a saber, intereses, seguros, gastos fijos, reposición de capital, reparaciones generales, etc.

Los costos complementarios debidos al funcionamiento de la maquinaria, como son operarios, consumos principales y secundarios, conservación ordinaria, etc.

Los costos indirectos y cargas de estructura imputables a la maquinaria se consideran incluidos en los costos indirectos de la obra y en las cargas de estructura de la Empresa.

Los costes de los materiales y maquinaria utilizados en el proyecto se corresponden con precios de mercado suficientemente contrastados.

Los costes indirectos se han estimado en el 6% de los costes directos.

23. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el Anejo N° 20 del presente Documento n° 1, se incluye el Estudio de Seguridad y Salud redactado de conformidad con las normas contenidas en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, así como de las normas complementarias que sean de aplicación.

Sin perjuicio de lo allí dispuesto, este Estudio contemplará dos tipos de actuaciones: servicios y obras.

En los servicios se contemplarán los necesarios para garantizar la máxima seguridad en el desarrollo de los trabajos y, en particular, los que exige la actual legislación laboral en cuanto a elementos sanitarios, vigilantes de seguridad, señalizaciones, ambulancias, etc.

En las obras se contemplarán aquellas unidades auxiliares que sean necesarias para la indispensable seguridad, como instalaciones sanitarias, caminos de acceso y sus correspondientes protecciones, etc.

Este estudio formará un documento independiente al proyecto de construcción, a fin de cumplir los trámites de difusión de dicho estudio previstos en el citado Real Decreto, y constará de los siguientes documentos:

- Memoria.
- Planos.
- Pliego de Prescripciones Técnicas.
- Presupuesto

El presupuesto de Seguridad y Salud se incorpora como subcapítulo independiente del Presupuesto General de Ejecución Material y dentro de cada Capítulo, de forma que pueda ser identificado correctamente .

La asignación a cada capítulo de obra se ha realizado de la siguiente forma:

CAPÍTULO	PEM E.S.S.
SUBTRAMO O.T. PIKARANA-T12	662.406,89
SUBTRAMO T12-D.C. (Derivación Corella)	571.780,74
SUBTRAMO D.C.-T21 y DC-T14/15	290.850,77
BALSA DE TUDELA	372.076,30
BALSA DE MOSTRAKAS	95.879,15
Presupuesto de Ejecución Material del E.S.S.	1.992.993,85

El Presupuesto de Ejecución Material del Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de UN MILLÓN NOVECIENTOS NOVENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (1.992.993,85 €),

desglosado según los siguientes costes:

Costes directos		1.880.182,88
Costes indirectos	6%	112.810,97
Total		1.992.993,85

24. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

24.1. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Atendiendo a lo dispuesto en el Art. 25 Grupos y subgrupos en la clasificación de contratistas de obras, del Capítulo II, De la Clasificación de empresas contratistas de obras, del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, modificado por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, la clasificación que correspondería a las obras objeto del presente

Proyecto sería la correspondiente a dos Subgrupos diferentes dentro del mismo Grupo, que son el Subgrupo 2 “Presas” y el subgrupo 6 “Conducciones con tuberías de presión de gran diámetro”, contenidos en el Grupo E “Obras hidráulicas”.

Pero atendiendo a lo dispuesto en el Art. 36 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, modificado por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto:

“La clasificación que los órganos de contratación exijan a los licitadores de un contrato de obras será determinada con sujeción a las normas que siguen.

1. En aquellas obras cuya naturaleza se corresponda con algunos de los tipos establecidos como subgrupo y no presenten singularidades diferentes a las normales y generales a su clase, se exigirá solamente la clasificación en el subgrupo genérico correspondiente.

2. Cuando en el caso anterior, las obras presenten singularidades no normales o generales a las de su clase y sí, en cambio, asimilables a tipos de obras correspondientes a otros subgrupos diferentes del principal, la exigencia de clasificación se extenderá también a estos subgrupos con las limitaciones siguientes:

a) El número de subgrupos exigibles, salvo casos excepcionales, no podrá ser superior a cuatro.

b) El importe de la obra parcial que por su singularidad dé lugar a la exigencia de clasificación en el subgrupo correspondiente deberá ser superior al 20 por 100 del precio total del contrato, salvo casos excepcionales.

(...)”.

Como singularidades en el proyecto se encuentran la Balsa de Mostrakas y la Presa de Tudela, Dado que la construcción de estos dos elementos supone el 18,37% del Presupuesto, no aplicaría incluirlas en el Subgrupo 2, por lo que la clasificación correspondería exclusivamente al Subgrupo 6 “Conducciones con tuberías de presión de gran diámetro”, por lo tanto:

Grupo	E	Obras hidráulicas
Subgrupo:	6	Conducciones con tuberías de presión de gran diámetro
Categoría	6	AM >5.000.000 euros

24.2. CLASIFICACIÓN CPV

Las principales actividades económicas objeto del presente proyecto susceptibles de ser contratadas mediante licitación o concurso público en la Unión Europea están encuadradas bajo los siguientes epígrafes:

45247270-3 Trabajos de construcción de embalses

45232150-8 Trabajos relacionados con tuberías de distribución de agua

24.3. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 1359/2011 de 7 de octubre, los precios de las obras a que se refiere el presente proyecto serán revisables, a cuyos efectos se utilizarán las siguientes fórmulas referidas a Obras Hidráulicas:

Fórmula 561 para: Alto contenido en siderurgia, cemento, rocas y áridos. Tipologías más representativas:

“Instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento”:

$$K_t = 0,1 \frac{Ct}{C0} + 0,05 \frac{Et}{E0} + 0,02 \frac{Pt}{P0} + 0,08 \frac{Rt}{R0} + 0,28 \frac{St}{S0} + 0,01 \frac{Tt}{T0} + 0,46$$

Fórmula 521 para: Alto contenido en rocas y áridos, energía y siderurgia. Tipologías más representativas:

“Presas de materiales sueltos y escollera”:

$$K_t = 0,06 \frac{Ct}{C0} + 0,13 \frac{Et}{E0} + 0,02 \frac{Ot}{O0} + 0,13 \frac{Rt}{R0} + 0,08 \frac{St}{S0} + 0,01 \frac{Xt}{X0} + 0,57$$

En esta fórmula los símbolos utilizados son:

K_t = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.

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

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

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

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

O_0 = Índice de coste de plantas en la fecha de la licitación.

O_t = Índice de coste de plantas en el momento de la ejecución t.

P_0 = Índice de coste de productos plásticos en la fecha de la licitación.

P_t = Índice de coste de productos plásticos en el momento de la ejecución t.

R_0 = Índice de coste de áridos y rocas en la fecha de la licitación.

R_t = Índice de coste de áridos y rocas en el momento de la ejecución t.

S_0 = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación.

S_t = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

T_0 = Índice de coste de los materiales electrónicos en la fecha de la licitación.

Tt = Índice de coste de los materiales electrónicos en el momento de la Ejecución t.

Xo = Índice de coste de materiales explosivos en la fecha de la licitación.

Xt = Índice de coste de materiales explosivos en el momento de la Ejecución t.

24.4. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

Una vez finalizadas las obras, antes de ser recibidas, preceptivamente se deberá probar toda la instalación, incluyendo las pruebas de estanqueidad y presión, limpieza, tramitación de permisos y otros que pudieran ser necesarios de acuerdo con lo que se especifica en el Pliego de Prescripciones, comprobando que todos los suministros y obras realizadas están de acuerdo con lo establecido en los documentos que componen el Proyecto, levantando el correspondiente Acta de Inspección Previa, en cuyo momento la Contrata deberá facilitar al Director de Obra, si no lo ha hecho anteriormente, toda la documentación que defina la obra ejecutada.

Se deberá prever un plazo de tres (3) meses de pruebas preoperacionales conjuntos y doce (12) meses de pruebas de explotación y puesta en carga de la Balsa de Tudela, siendo por tanto el periodo total para los trabajos de puesta en marcha de doce (12) meses.

24.5. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de 12 meses, contando a partir de la recepción de las obras.

Cuando el plazo de garantía propio de algunos elementos suministrados sea superior, ese será el plazo de garantía que se establezca para esos casos.

Para el caso de los equipos electromecánicos se exigirá al suministrador un plazo de garantía mínimo de 5 años.

En cualquier caso, los plazos de garantías se ajustarán a lo recogido en el PCAP (Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares).

24.6. PLIEGO DE CONDICIONES

Las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, unidades de obra, mano de obra, etc., incluidas en el presente Proyecto, se recogen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que figura como **Documento Nº 3**, de este proyecto.

24.7. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 0. Ficha técnica del proyecto.
- ANEJO 1. Antecedentes.
- ANEJO 2. Cartografía y Topografía.
- ANEJO 3. Geología y Geotecnia.
- ANEJO 4. Estudio de caudales.
- ANEJO 5. Estudio de alternativas.
- ANEJO 6. Cálculos hidráulicos.
- ANEJO 7. Conducciones.
- ANEJO 8. Balsa de Tudela.
- ANEJO 9. Balsa de Mostrakas.
- ANEJO 10. Obra de toma de Pikarana.
- ANEJO 11. Reposición de servicios.
- ANEJO 12. Expropiaciones.
- ANEJO 13. Integración Ambiental.
- ANEJO 14. Gestión de residuos de construcción y demolición.
- ANEJO 15: Estudio de Explotación.
- ANEJO 16. Programa de trabajos.
- ANEJO 17: Procedimientos constructivos.
- ANEJO 18. Justificación de Precios.
- ANEJO 19. Presupuesto para conocimiento de la Administración.
- ANEJO 20. Estudio de Seguridad y Salud.

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

MEDICIONES

Mediciones auxiliares

Mediciones generales

CUADRO DE PRECIOS

Cuadro de precios nº1

Cuadro de precios nº 2

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

24.8. PRESUPUESTO

24.8.1. CUADROS DE PRECIOS

El Cuadro de Precios nº 1 y nº 2 se ha preparado a partir de la justificación de precios.

En la misma, se obtienen los costes de ejecución material de las diversas unidades de obra, siguiendo el método habitual: cálculo de los costes de mano de obra; obtención del coste directo de cada una de las unidades; deducción del precio de ejecución material, agregando al coste anterior un 6% en concepto de costes indirectos.

24.8.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.

Aplicando en las mediciones el Cuadro de precios nº 1, se obtiene el presupuesto de ejecución material:

Capítulo	Total €
SUBTRAMO O.T. PIKARANA-T12	68.127.819,91
SUBTRAMO T12-D.C. (Derivación Corella)	65.596.489,03
SUBTRAMO D.C.-T21 y DC-T14/15	31.758.440,70
BALSA DE TUDELA	33.194.479,68
BALSA DE MOSTRAKAS	4.034.033,14
Presupuesto de Ejecución Material	202.711.262,46

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL a la expresada cantidad de DOSCIENTOS DOS MILLONES SETECIENTOS ONCE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS (202.711.262,46 €).

El presupuesto se compone de costes directos e indirectos.

Costes Directos.

Se consideran "costes directos" los siguientes:

- La mano de obra, con sus pluses, cargos y seguros sociales, que intervengan directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra que queden integrados en la unidad o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria así como los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la misma.

Costes Indirectos.

Se considerarán "costes indirectos" todos aquellos gastos que no sean imputables directamente a unidades concretas sino al conjunto de la obra, tales como: instalaciones de oficinas a pie de obra, almacenes, talleres, pabellones para obreros, etc., así como los devengados por el personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y que no intervenga directamente en la ejecución de unidades concretas tales como ingeniero, ingeniero técnico, encargados, pagadores, vigilantes, etc.

También se consideran costes indirectos aquellos que son necesarios para la realización del Plan de Aseguramiento de la Calidad del Contratista, tales como ensayos y laboratorio, archivo, personal de inspección.

Los costes indirectos se han estimado en el 6%, por lo que queda estructurado de la siguiente forma:

Costes directos		191.237.040,06
Costes indirectos	6%	11.474.222,40
Presupuesto de Ejecución Material con costes indirectos		202.711.262,46

24.8.3. VALOR ESTIMADO DE CONTRATO.

El Valor Estimado de Contrato se determina a partir del Presupuesto de Ejecución Material incrementado en un 13% en concepto de Gastos generales y un 6% de Beneficio industrial, con lo que se obtiene:

Presupuesto de Ejecución Material		202.711.262,46
13% Gastos Generales	13%	26.352.464,12
6% Beneficio Industrial	6%	12.162.675,75
Valor Estimado del Contrato		241.226.402,33

Asciende el VALOR ESTIMADO DE CONTRATO a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y UN MILLONES DOSCIENTOS VEINTISEIS MIL CUATROCIENTOS DOS EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS (241.226.402,33 €).

24.8.4. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

El Presupuesto Base de Licitación se ha determinado a partir del Valor Estimado de Contrato al que se le añade el 21% del Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.), con lo que se obtiene:

Valor Estimado del Contrato	241.226.402,33
IVA (21%)	50.657.544,49
Presupuesto Base de Licitación (incl. IVA)	291.883.946,82

Asciende el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS. (291.883.946,82 €)

Adicionalmente se debe consignar que no hay diferenciación por razón de género, entendiéndose que los salarios serán los mismos independientemente del género de la persona que los desarrolle conforme a lo establecido en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por el que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014.

24.8.5. PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración, resulta de sumar al Valor Estimado de Contrato el coste de las expropiaciones, más el 2% del Presupuesto de Ejecución Material que aporta el Estado, destinado a la financiación de obras de conservación del Patrimonio Artístico Español.

Según establece la Ley 14/2021, de 11 de octubre, por la que se modifica el Real Decreto-ley 17/2020, de 5 de mayo, por el que se aprueban medidas de apoyo al sector cultural y de carácter tributario para hacer frente al impacto económico y social del COVID-2019, es de obligado cumplimiento por parte de la Administración el disponer una partida del 2% del P.E.M. para Trabajos de Conservación o Enriquecimiento del Patrimonio Artístico Español, en todas aquellas obras cuyo Presupuesto de Ejecución Material exceda de 601.012,10 €.

La financiación del proyecto se divide de la siguiente manera:

El 50% lo financian los usuarios, y el 50% restante se financia con fondos públicos, de los cuales la aportación por parte del Estado es de un 60% y la del Gobierno de Navarra de un 40%.

Por lo tanto, el 2% cultural se aplica sobre 2% de la aportación Estatal, que, para este Proyecto sería el 2% del 50% (financiación pública) del 60% (de la aportación estatal), es decir, el 2% del 30% de la aportación estatal, lo que se traduce en el 2% del 30% del Presupuesto de Ejecución Material del proyecto:

$$2\% \times 30\% = 0.6\%$$

Capítulo		Total €
SUBTRAMO O.T. PIKARANA-T12		68.127.819,91
SUBTRAMO T12-D.C. (Derivación Corella)		65.596.489,03
SUBTRAMO D.C.-T21 y DC-T14/15		31.758.440,70
BALSA DE TUDELA		33.194.479,68
BALSA DE MOSTRAKAS		4.034.033,14
Presupuesto de Ejecución Material		202.711.262,46
13% Gastos Generales	13%	26.352.464,12
6% Beneficio Industrial	6%	12.162.675,75
Valor Estimado de Contrato		241.226.402,33
Asistencias Técnicas	1,50%	3.618.396,03
Expropiaciones		3.722.049,92
2% Patrimonio Cultural del PEM (2%x50%x60%=0,6%PEM)	0,60%	1.216.267,57
PCA (TOTAL INVERSION (Sin IVA))		249.783.115,86

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a la cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y TRES MIL CIENTO QUINCE EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS. (249.783.115,86 €).

24.8.6. CONSIDERACIÓN FINAL Y DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Considerando el Ingeniero que suscribe que el presente Proyecto ha sido redactado de acuerdo con las Normas Técnicas y Administrativas en vigor y que cumple asimismo los requisitos exigidos en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 en su artículo 235, ya que las obras a realizar constituyen una unidad completa para ser entregada a su inmediato uso público, se presenta para su tramitación.

En Zaragoza, Marzo de 2022

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.

Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.

Colegiado N° 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Juan Ortas González

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado n° 10.726

Examinado y conforme.

El Director del proyecto



D. Jose María Serra Llena

Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.

Colegiado N° 10.408