

serie monografías

La presa de Tous

José Luis Utrillas Serrano
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente
Confederación Hidrográfica del Júcar

1996

Evidentemente, los elementos de seguridad de la Nueva Presa de Tous-La Ribera han sido los determinantes en los planteamientos técnicos de su construcción, para garantizar la seguridad de los bienes y de las personas y para que una riada equivalente a la de 1982 pueda ser laminada sin producir daños. Junto a estos aspectos se ha procurado su integración en el paisaje y con su adecuación medioambiental se pretende que sea disfrutada por los ciudadanos a los que sirve.

Como se pone de manifiesto en las páginas que siguen, la Presa ha sido visitada por más de 12.000 personas, entre ellas, Diputados, Alcaldes, colectivos universitarios, Comunidades de Regantes, escolares, asociaciones culturales y cívicas, en una política de puertas abiertas que se ha practicado por este Ministerio y por la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Para finalizar, quiero felicitar al equipo de la Dirección Técnica de la Confederación Hidrográfica del Júcar por su trabajo bien hecho y por los desvelos y el esfuerzo, que han hecho posible la magnífica obra que se presenta en este libro.

ESTEVE TOMAS TORRENS

Presidente de la Confederación Hidrográfica del Júcar

1. ANTECEDENTES	19
1.1. INTRODUCCION	19
1.2. JUSTIFICACION DE LAS OBRAS	20
1.3. OBJETIVOS	23
2. HIDROLOGIA	25
2.1. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA	25
2.2. PLUVIOMETRIA	26
2.3. AVENIDAS	27
2.4. APORTACIONES	27
2.5. CURVA CARACTERISTICA DEL RIO JUCAR	27
3. GEOLOGIA	29
3.1. DESCRIPCION GEOLOGICA GENERAL	29
3.2. DESCRIPCION GEOLOGICA LOCAL	29
3.2.1. Estratigrafia	29
3.2.2. Descripción litológica de la cerrada	32
3.2.3. Tectónica	34
3.2.4. Carsticidad	35
4. PROYECTO	37
4.1. OBRA CIVIL.....	37
4.1.1. Estudios incluidos en el proyecto	39
4.2. OBRA HIDROMECHANICA	41
4.3. OBRA ELECTRICA	41
4.4. APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO A PIE DE PRESA	42
4.4.1. Antecedentes	42
4.4.2. Descripción	42
5. DESCRIPCION DE LAS OBRAS	45
5.1. CUERPO DE PRESA	45
5.1.1. Tipología - Condicionantes	45
5.1.2. Descripción de la geometría	45

5.1.3. Características de los materiales utilizados	45
5.1.4. Resguardos	51
5.2. ALIVIADERO	51
5.2.1. Puente del aliviadero	53
5.3. DESAGÜE INTERMEDIO	56
5.3.1. Obra civil	56
5.3.2. Equipos hidromecánicos	59
5.4. TOMA DE AGUA	61
5.4.1. Torres y túnel	61
5.4.2. Obra de salida	65
5.5. DESAGÜE DE FONDO	70
5.5.1. Obra civil	70
5.5.2. Equipos hidromecánicos	73
5.6. GALERIAS Y POZOS	73
5.6.1. Galerías de la margen izquierda	73
5.6.2. Galerías de la margen derecha	76
5.7. INSTALACIONES ELECTRICAS	76
5.7.1. Subestación transformadora y líneas eléctricas de alta tensión	76
5.7.2. Instalaciones eléctricas para la presa	77
5.7.3. Centro de control y telefonía	79
5.8. OBRAS SINGULARES	79
5.8.1. Torres de acceso a la cámara de compuertas del desagüe intermedio y pozo P-4	79
5.8.2. Pasarela del puente del aliviadero	80
5.9. OBRAS PREEXISTENTES	83
5.9.1. Central de bombeo	83
6. CALCULOS ESTATICOS	85
6.1. CALCULO DE ESTABILIDAD	85
6.1.1. Cálculo de estabilidad de proyecto	85
6.1.2. Cálculo de estabilidad con datos de construcción	86
6.2. CALCULO TENSODEFORMACIONAL	88
6.2.1. Modelo bidimensional	88
6.2.2. Modelo tridimensional	88
6.3. CALCULO DE LA TORRE DE ACCESO	90
6.4. MODELIZACION CONTACTOS NUCLEO-HORMIGON	91
6.4.1. Generalidades	91
6.4.2. Fracturación hidráulica	91
6.4.3. Modelización	92
7. CALCULOS DINAMICOS	95
7.1. INTRODUCCION	95
7.2. ESTUDIO DE LAS SOLICITACIONES SISMICAS	96
7.2.1. Estudio sísmico	96
7.2.2. Obtención del input sísmico	98
7.3. CARACTERIZACION DINAMICA DE LOS MATERIALES	100
7.4. CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE LOS CALCULOS DINAMICOS	102
7.5. CALCULO DINAMICO DEL CUERPO DE PRESA	103
7.5.1. Cálculo por métodos simplificados	103
7.5.2. Modelo bidimensional	104
7.5.3. Modelo tridimensional	107
7.5.4. Conclusiones	107

7.6.	CALCULO DINAMICO DE ESTRUCTURAS	110
7.6.1.	Torre de toma, pila intermedia y torre de compuertas	111
7.6.2.	Pasarelas de acceso a torres	111
7.6.3.	Desagüe intermedio	112
7.6.4.	Aliviadero	112
7.7.	RED DE MICROSISMICIDAD	113
8.	ENSAYOS EN MODELO REDUCIDO	115
8.1.	DESVIACION DEL RIO DURANTE LA CONSTRUCCION DE LAS OBRAS	115
8.2.	ALIVIADERO	116
8.3.	DESAGÜE INTERMEDIO	118
8.4.	ALIVIADERO-DESAGÜE INTERMEDIO. FUNCIONAMIENTO CONJUNTO	118
8.5.	TOMA DE AGUA. DISIPACION DE ENERGIA. VALVULAS HOWELL-BUNGER	119
9.	CONSTRUCCION DE LA OBRA	121
9.1.	ANTECEDENTES	121
9.2.	DESVIO DEL RIO	121
9.2.1.	Generalidades	121
9.2.2.	Fases del desvío del río	121
9.2.3.	Cierre del desvío del río	127
9.3.	CONSTRUCCION DEL CUERPO DE PRESA	127
9.3.1.	Antecedentes	127
9.3.2.	Construcción de la nueva presa	127
9.4.	ALIVIADERO	134
9.5.	DESAGÜE INTERMEDIO	136
9.5.1.	Cámara de compuertas	141
9.5.2.	Conductos de descarga	142
9.6.	OBRA DE TOMA	143
9.6.1.	Torres de la obra de toma	143
9.6.2.	Blindaje túnel de toma	144
9.6.3.	Estanque de regulación	146
9.7.	DESAGÜE DE FONDO	147
9.8.	TRATAMIENTOS DE LA CERRADA	148
9.8.1.	Cortina de impermeabilización	148
9.8.2.	Cortina de drenaje	151
9.8.3.	Consolidación e impermeabilización del contacto núcleo-roca	151
9.9.	CONSTRUCCIONES SINGULARES	151
9.9.1.	Torres de acceso	151
9.9.2.	Izado de las pasarelas de la obra de toma	154
9.9.3.	Cierre técnico de la presa	157
9.10.	PERSONAL, MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	161
9.10.1.	Personal	161
9.10.2.	Maquinaria y medios auxiliares	161
9.11.	PROGRAMA DE CONSTRUCCION	166
10.	OBRAS DE RECUPERACION MEDIOAMBIENTAL Y USO RECREATIVO-SOCIAL	169
10.1.	RECUPERACION MEDIOAMBIENTAL	169
10.1.1.	Excavación aguas abajo del aliviadero y del desagüe intermedio para el despeje del cauce	170
10.1.2.	Explanada de ubicación de la planta de machaqueo y vertedero	170
10.1.3.	Cantera de la isla	170
10.1.4.	Cantera de Tous	171

10.1.5. Vertedero en el barranco de Los Charcos	171
10.1.6. Otras obras de recuperación medioambiental	172
10.1.7. Instalaciones de suministro de agua a las zonas restauradas y áreas recreativas	173
10.2. PUENTE AGUAS ABAJO DE LA PRESA	173
10.3. ACONDICIONAMIENTO DE CARRETERAS	174
11. AUSCULTACION	175
11.1. INTRODUCCION	175
11.2. DESCRIPCION DE LA INSTRUMENTACION DISPUESTA	175
11.2.1. Variables exteriores	176
11.2.2. Control de filtraciones	176
11.2.3. Auscultación del cimientto	176
11.2.4. Auscultación de los contactos	177
11.2.5. Auscultación del cuerpo de presa	178
11.2.6. Auscultación del desagüe intermedio	180
11.2.7. Auscultación de las torres de acceso	181
11.2.8. Auscultación del puente del aliviadero y estructuras anejas	181
11.2.9. Auscultación sísmica	182
11.3. TOMA DE LECTURAS. ARCHIVO-PROCESO DE INFORMACION	182
11.3.1. Centrales de lectura	182
11.3.2. Plan de lecturas	182
11.3.3. Archivo de la información	182
11.3.4. Manual de auscultación	185
11.4. ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION	185
11.4.1. Modelo tensodeformacional de los contactos del núcleo	185
11.4.2. Modelo de movimientos del cuerpo de presa	185
11.4.3. Modelo de movimientos postconstructivos	187
11.4.4. Filtraciones	190
11.4.5. Comportamiento estructural del desagüe intermedio	191
11.4.6. Otros aspectos de la auscultación	192
12. DIRECCION DE OBRA	195
12.1.- PROTOCOLOS	195
12.2.- ORGANIGRAMA	195
12.3.- CONTROL DE OBRA	195
12.3.1.- Control cualitativo	195
12.3.2.- Control cuantitativo	205
12.4.- SEGURIDAD E HIGIENE	206
13. PRESUPUESTOS	211
14. DATOS CARACTERISTICOS DE LA PRESA Y DEL EMBALSE	213
15. VISITAS A LA OBRA	217
16. COLABORACIONES	219
17. REFERENCIAS	221

1. ANTECEDENTES

Fig. 1.1.	Antigua presa de Tous. Planta general	21
Fig. 1.2.	Antigua presa de Tous. Sección tipo y sección por aliviadero	21
Fig. 1.3.	Esquema de caudales punta correspondientes a la avenida de 500 años en el Júcar, laminada por las presas de Tous, Bellús y Escalona	23
Fig. 1.4.	Zona inundable aguas abajo de Tous	24

2. HIDROLOGIA

Fig. 2.1.	División de subcuencas.....	26
-----------	-----------------------------	----

3. GEOLOGIA

Fig. 3.1.	Geología. Planta general	31
Fig. 3.2.	Corte geológico por la cerrada y por el túnel de toma	33
Fig. 3.3.	Movimiento relativo de las fallas en el eje de presa	34

4. PROYECTO

Fig. 4.1.	Curva característica del embalse	39
Fig. 4.2.	Laminación de avenidas.....	40

5. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Fig. 5.1.	Presa. Planta general	46
Fig. 5.2.	Sección tipo de presa. Definición geométrica.....	46
Fig. 5.3.	Sección de presa en contacto con bloques de hormigón de la presa antigua ..	47
Fig. 5.4.	Definición geométrica del núcleo	47
Fig. 5.5.	Aliviadero. Planta general y alzado	52
Fig. 5.6.	Aliviadero. Estructura de control y curva de descarga	54
Fig. 5.7.	Puente sobre el aliviadero.....	55
Fig. 5.8.	Desagüe intermedio	57
Fig. 5.9.	Cámara de compuertas del desagüe intermedio	57
Fig. 5.10.	Equipos hidromecánicos en la cámara de compuertas del desagüe intermedio	62
Fig. 5.11.	Perfil longitudinal por túnel de toma.....	63
Fig. 5.12.	Toma de agua. Equipos hidromecánicos en torre de toma y torre de compuertas	66

Fig. 5.13. Estanque de regulación. Planta general.....	66
Fig. 5.14. Equipos hidromecánicos. Casa de válvulas del estanque de regulación	69
Fig. 5.15. Estanque de regulación. Toma canal Júcar-Turia	69
Fig. 5.16. Estanque de regulación. Desagüe profundo	70
Fig. 5.17. Desagüe de fondo	71
Fig. 5.18. Desagüe de fondo. Embocadura y curva de descarga	72
Fig. 5.19. Desagüe de fondo. Equipos hidromecánicos	74
Fig. 5.20. Red de pozos y galerías	75
Fig. 5.21. Torre de acceso a cámara del desagüe intermedio	81
Fig. 5.22. Torres de acceso al desagüe intermedio y pozo 4	82
Fig. 5.23. Distribución de gatos y situación inicial	82

6. CALCULOS ESTATICOS

Fig. 6.1. Modelización tridimensional de la presa	89
Fig. 6.2. Dimensionamiento estructural del anillo	91
Fig. 6.3. Deformaciones horizontales	93
Fig. 6.4. Estado tensional del contacto arcilla-hormigón (T/m ²)	93
Fig. 6.5. Compresión existente en el apoyo del núcleo	94
Fig. 6.6. Factor de seguridad en el contacto con el muro cajero del desagüe intermedio	94

7. CALCULOS DINAMICOS

Fig. 7.1. Compartimentación sismotectónica	97
Fig. 7.2. Espectros de respuesta	99
Fig. 7.3. Acelerograma del TP 1.000	100
Fig. 7.4. Módulo de corte y amortiguamiento de los materiales. Potencial de licuación del filtro	101
Fig. 7.5. Malla de cálculo de la sección por el cauce	105
Fig. 7.6. Variación de tensiones inducidas por el terremoto	108
Fig. 7.7. Ubicación de estaciones remotas	114

8. ENSAYOS EN MODELO REDUCIDO

Fig. 8.1. Ensayo en modelo reducido del aliviadero. Modificaciones en la embocadura..	117
Fig. 8.2. Ensayo modelo a escala reducida. Ensayo conjunto aliviadero - desagüe intermedio	119
Fig. 8.3. Ensayo en modelo reducido del estanque de regulación	120

9. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA

Fig. 9.1. Situación de las obras al final de las fases 0 y I	123
Fig. 9.2. Situación de las obras al final de las fases II, III y IV	124
Fig. 9.3. Esquema de funcionamiento del desvío del río	126
Fig. 9.4. Estado inicial según una sección por la zona del cauce	128
Fig. 9.5. Planta de excavaciones	129
Fig. 9.6. Desagüe intermedio. Muro cajero izquierdo	138
Fig. 9.7. Conductos de salida del desagüe intermedio	138
Fig. 9.8. Sección por la cámara de compuertas del desagüe intermedio	142
Fig. 9.9. Cortina de impermeabilización y drenaje	149
Fig. 9.10 a 9.13. Secuencia montaje torre de acceso	153-154

Fig. 9.14.	Secuencia de montaje del tramo de pasarela entre torre de toma y pila intermedia	155
Fig. 9.15.	Secuencia de montaje del tramo de pasarela entre pila intermedia y torre de compuertas	156
Fig. 9.16.	Secuencia de montaje del tramo de pasarela entre torre de compuertas y coronación de presa	157
Fig. 9.17.	Cierre del desvío del río	159
Fig. 9.18.	Distribución de personal	162
Fig. 9.19.	Esquema de funcionamiento de la planta	163
Fig. 9.20.	Programa de construcción	167

11. AUSCULTACION

Fig. 11.1.	Planta general de auscultación hidráulica	177
Fig. 11.2.	Esquema de auscultación de los contactos	178
Fig. 11.3.	Esquema de la auscultación del cuerpo de presa	179
Fig. 11.4.	Esquema de la auscultación del desagüe intermedio	181
Fig. 11.5.	Auscultación de las juntas de las torres de acceso	181
Fig. 11.6.	Ejemplos de gráficos con la evolución de algunas de las variables de control	184
Fig. 11.7.	Deformaciones en el núcleo durante la construcción	187
Fig. 11.8.	Asientos calculados y medidos al final de la construcción (Abril - 94)	188
Fig. 11.9.	Pronóstico del asiento máximo en coronación	189
Fig. 11.10.	Evolución de los asientos de la berma cota 100 aguas arriba	190
Fig. 11.11.	Evolución de las filtraciones y del nivel del embalse	191
Fig. 11.12.	Estado tensional del desagüe intermedio según la auscultación	192
Fig. 11.13.	Movimientos del cimiento del aliviadero (cajero derecho)	193
Fig. 11.14.	Evolución de algunos piezómetros del cimiento	193
Fig. 11.15.	Evolución de los asientos de la galería perimetral	194

12. DIRECCION DE LA OBRA

Fig. 12.1.	Ejemplo de solicitud para autorización de tajo	196
Fig. 12.2.	Organigrama general durante la construcción	197
Fig. 12.3.	Resumen de ensayos realizados, por años, en suelos y hormigones	204
Fig. 12.4.	Unidades principales de obra	206
Fig. 12.5.	Indíces de frecuencia y gravedad	207
Fig. 12.6.	Estadística de accidentes	208

13. PRESUPUESTOS

Fig. 13.1.	Distribución del presupuesto (37.687 millones de pesetas)	211
Fig. 13.2.	Desviaciones de las principales partes de la obra respecto al Proyecto inicial	212

1. ANTECEDENTES

Foto 1.1. Vista general de la antigua presa en explotación (Nov - 79)	22
Foto 1.2. Vista general de la presa con posterioridad a la riada de 1982	22

3. GEOLOGIA

Foto 3.1. Representación geológica de la cerrada	30
--	----

5. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Foto 5.1. Vista aérea de la cantera de arcilla	48
Foto 5.2. Vista general del puente sobre el aliviadero	56
Foto 5.3. Desagüe intermedio. Interior cámara de mecanismos	60
Foto 5.4. Cuadro sinóptico en cámara de mecanismos del desagüe intermedio	60
Foto 5.5. Bifurcación del blindaje a la salida del túnel de toma	63
Foto 5.6. Cilindros de accionamiento hidráulico de las compuertas circulares	64
Foto 5.7. Montaje de uno de los tramos de la compuerta vagón en la torre de compuertas	65
Foto 5.8. Cuenco de salida del estanque de regulación	68
Foto 5.9. Válvula Howell-Bunger	68
Foto 5.10. Interior de la cámara de válvulas	68
Foto 5.11. Sala de control de la casa de válvulas del estanque de regulación	68
Foto 5.12. Montaje de compuertas Taintor en la toma del canal Júcar-Turia	68
Foto 5.13. Cámara de compuertas del desagüe de fondo	74
Foto 5.14. Vista de la galería perimetral en su prolongación hacia la margen izquierda ..	74
Foto 5.15. Galería G. 4 en la margen izquierda	76
Foto 5.16. Montaje línea 132 Kv	77
Foto 5.17. Subestación transformadora	77
Foto 5.18. Vista de la iluminación ornamental de la obra	78
Foto 5.19. Vista de la superestructura de la torre de acceso al pozo 4	80
Foto 5.20. Puente y pasarela sobre aliviadero vistos desde aguas abajo	83
Foto 5.21. Pasarela del aliviadero. Vista interior	84

9. CONSTRUCCION DE LA OBRA

Foto 9.1. Situación de las obras al final de la fase I (Agosto - 92)	122
--	-----

Foto 9.2.	Situación de las obras al final de la fase II (Agosto - 93)	122
Foto 9.3.	Vista aérea de las obras terminadas	125
Foto 9.4.	Vista nocturna desde la margen izquierda	125
Foto 9.5.	Excavación de los restos de la antigua presa (Julio - 91)	128
Foto 9.6.	Bloques de hormigón procedentes de la destrucción del aliviadero (Julio - 91)	128
Foto 9.7.	Demolición de los bloques de la antigua presa (Nov. - 90)	130
Foto 9.8.	Ejecución de la transición entre el núcleo y el cimiento (calizas) con el hormigón (Mayo - 93)	131
Foto 9.9.	Relleno de hormigón compactado entre bloques de hormigón y terreno adyacente, previo a la ejecución del núcleo	131
Foto 9.10.	Vista de la ejecución del contacto del núcleo con el hormigón existente (Julio - 92)	132
Foto 9.11.	Ejecución de terraplenes de ensayo para la arcilla del núcleo (Mayo - 91)	132
Foto 9.12.	Aliviadero. Vista de la excavación (Abril - 92)	135
Foto 9.13.	Aliviadero. Vista nocturna de la construcción (Febr. - 93)	135
Foto 9.14.	Vista aérea del aliviadero y desagüe intermedio terminados (Nov. - 95)	137
Foto 9.15.	Ejecución de las bóvedas de los conductos de salida del desagüe intermedio (Junio - 92)	140
Foto 9.16.	Montaje de la compuerta Bureau en el desagüe intermedio (Febr. - 93)	141
Foto 9.17.	Vista de uno de los conductos de salida del desagüe intermedio	143
Foto 9.18.	Construcción de la torre de compuertas utilizando encofrado deslizante (Enero - 93)	143
Foto 9.19.	Vista de la torre de toma y pila intermedia terminadas (Nov. - 95)	145
Foto 9.20.	Vista general del estanque de regulación (Nov. - 95)	146
Foto 9.21.	Desagüe de fondo. Vista de la construcción del túnel artificial y su conexión con el antiguo túnel (Sep. - 91)	147
Foto 9.22.	Fabricación y transporte de los anillos que forman la torre de acceso al desagüe intermedio	152
Foto 9.23.	Módulos de la torre de acceso al desagüe intermedio en su posición final	152
Foto 9.24.	Vista de dos tramos de pasarelas en la plataforma de ensamblaje (Mayo - 94)	154
Foto 9.25.	Izado de la pasarela (tramo 1) entre torre de toma y pila intermedia (Mayo - 94)	155
Foto 9.26.	Vista de la pasarela (tramo 1) al final del izado y de los pórticos utilizados en la maniobra (Mayo - 94)	155
Foto 9.27.	Deslizado de la pasarela (tramo 2) por el talud de la presa (Mayo - 94)	156
Foto 9.28.	Embocadura del túnel de desvío y ataguía de hormigón ya construida	160
Fotos 9.29 y 9.30.	Montaje de la ataguía metálica y de los tubos necesarios para mantener el suministro	160
Foto 9.31.	Detalle de las válvulas compuerta integradas en la ataguía metálica	160
Foto 9.32.	En primer plano compactador "pata de cabra". Detrás la extendedora de filtros (Sept. - 93)	164
Foto 9.33.	Planta para la fabricación de áridos y filtros (Marzo - 93)	164
Foto 9.34.	Planta para la fabricación de hormigón (Febr. - 93)	165
Foto 9.35.	Torres grúa en la construcción del aliviadero (Febr. - 93)	165
Fotos 9.36 y 9.37.	Vertido de lodos procedentes del lavado de arenas	166

10. OBRAS DE RECUPERACION MEDIOAMBIENTAL Y USO RECREATIVO-SOCIAL

Foto 10.1.	Inicio del tratamiento de envejecimiento de la roca a la salida del aliviadero (Junio - 95)	170
Foto 10.2.	Vista general de una zona acondicionada para su uso como mirador (Enero - 96)	170
Foto 10.3.	Detalle del reloj de sol en la zona del mirador (Enero - 96)	170

Foto 10.4. Acondicionamiento de la zona para su uso como área recreativa y deportiva (Oct. - 95)	171
Foto 10.5. Vista del tratamiento dado a la zona del vertedero y panorámica del área recreativa (Junio - 95)	171
Foto 10.6 y 10.7. Tratamiento con hidrosiembra sobre malla de polipropileno.	
a) Colocación de la malla (Enero - 95)	172
b) Resultado del tratamiento (Marzo - 95)	172
Foto 10.8. Vista del puente aguas abajo de la presa (Nov. - 95)	173

2. HIDROLOGIA

Cuadro 2.1. Valores de precipitación en las proximidades de Tous	26
Cuadro 2.2. Rango de valores de precipitación máxima en 24 horas para distintos periodos de retorno	26
Cuadro 2.3. Distribución de precipitación y aportación por cuencas (lluvias año 82)	27
Cuadro 2.4. Características de las principales avenidas	27
Cuadro 2.5. Aportación media anual	27
Cuadro 2.6. Cotas de lámina de agua, aguas abajo de Tous, para distintos caudales de salida	27

4. PROYECTO

Cuadro 4.1. Resultados del estudio de laminación	40
Cuadro 4.2. Tiempos de vaciado del embalse	41
Cuadro 4.3. Centrales. Saltos máximo y mínimo	42
Cuadro 4.4. Características de los equipos previstos en las centrales	43
Cuadro 4.5. Producción energética prevista	43

5. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Cuadro 5.1. Características de las arcillas	48
Cuadro 5.2. Exigencias de puesta en obra de los materiales del núcleo	49
Cuadro 5.3. Granulometría de arcillas	50
Cuadro 5.4. Granulometría de filtros	50
Cuadro 5.5. Exigencias para las escolleras	50

6. CALCULOS ESTATICOS

Cuadro 6.1. Características de materiales (proyecto)	85
Cuadro 6.2. Coeficientes de seguridad	86
Cuadro 6.3. Características de los materiales colocados en obra	87
Cuadro 6.4. Resumen de coeficientes de seguridad en los cálculos estáticos	87
Cuadro 6.5. Resumen de coeficientes de seguridad en los cálculos pseudodinámicos ...	87
Cuadro 6.6. Características de los materiales de la presa y cimiento	90
Cuadro 6.7. Valores adoptados para los materiales.....	90
Cuadro 6.8. Resultados de tensiones	91

Cuadro 6.9. Características de los materiales	92
7. CALCULOS DINAMICOS	
Cuadro 7.1. Definición de intensidades máximas	98
Cuadro 7.2. Características de los sismos	99
Cuadro 7.3. Movimientos permanentes según cálculo dinámico simplificado	104
Cuadro 7.4. Resumen de los principales resultados de los cálculos dinámicos bidimensionales	106
Cuadro 7.5. Desplazamientos permanentes en coronación (cm.). Talud aguas abajo	106
Cuadro 7.6. Desplazamientos permanentes en coronación (cm.). Talud aguas arriba	106
Cuadro 7.7. Cálculos dinámicos de las estructuras	110
Cuadro 7.8. Desplazamientos máximos horizontales (cm)	111
Cuadro 7.9. Coeficientes de seguridad	112
9. CONSTRUCCION DE LA OBRA	
Cuadro 9.1. Rendimientos máximos de los rellenos	134
Cuadro 9.2. Dosificación hormigones	136
Cuadro 9.3. Tipos de hormigón	141
Cuadro 9.4. Características del hormigón compactado	141
Cuadro 9.5. Resistencia hormigones (torre de compuertas)	143
Cuadro 9.6. Resistencia hormigones (torre de toma)	144
Cuadro 9.7. Distribución personal punta	161
Cuadro 9.8. Planta para la fabricación de áridos y filtros. Fracciones granulométricas producidas	163
11. AUSCULTACION	
Cuadro 11.1. Plan de lecturas de la auscultación	183
Cuadro 11.2. Índice general del manual de auscultación	186
Cuadro 11.3. Periodicidad de los informes de auscultación	186
12. DIRECCION DE OBRA	
Cuadro 12.1. Caracterización de las arcillas	198
Cuadro 12.2. Control de ejecución del núcleo	199
Cuadro 12.3. Caracterización de los filtros	199
Cuadro 12.4. Control de ejecución de los filtros	199
Cuadro 12.5. Caracterización de las escolleras	200
Cuadro 12.6. Control de ejecución de las escolleras	200
15. VISITAS A LA OBRA	
Cuadro 15.1. Relación de visitantes	218