

**DOCUMENTO N° 1**  
**MEMORIA Y ANEJOS**



**MEMORIA**



**ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>	<b>10. SECTORIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE .....</b>	<b>15</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>	<b>11. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA: PARÁMETROS DE RIEGO.....</b>	<b>16</b>
<b>3. OBJETO DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>	<b>12. ESTIMACIÓN DEL AHORRO DE CONSUMO HÍDRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>4. NECESIDADES A SATISFACER .....</b>	<b>1</b>	<b>13. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS....</b>	<b>18</b>
<b>5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO..</b>	<b>2</b>	<b>13.1. REDES DE RIEGO .....</b>	<b>18</b>
<b>5.1. SITUACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA .....</b>	<b>2</b>	13.1.1. Cálculos hidráulicos .....	18
<b>5.2. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA .....</b>	<b>2</b>	13.1.2. Materiales de las tuberías .....	19
5.2.1. Acequias.....	7	13.1.3. OBRAS ACCESORIAS.....	19
5.2.2. Tomas directas.....	7	<b>13.2. BALSAS DE REGULACION.....</b>	<b>20</b>
5.2.3. Desagües.....	8	13.2.1. SECCIÓN TIPO.....	21
<b>6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>8</b>	13.2.2. Cálculos de estabilidad.....	21
<b>7. ESTUDIOS AGROCLIMÁTICOS .....</b>	<b>8</b>	13.2.2.1. BALSA PK 23+055.....	21
<b>8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....</b>	<b>9</b>	13.2.2.2. BALSA PK 30+871.....	22
8.1. MARCO GEOLÓGICO.....	9	<b>13.3. TOMAS DIRECTAS .....</b>	<b>23</b>
8.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO .....	10	<b>13.4. OBRAS DE REGULACIÓN DEL CANAL.....</b>	<b>23</b>
8.3. ESTUDIO DE MATERIALES .....	10	<b>13.5. OBRAS DE REPARACIÓN DEL CANAL.....</b>	<b>26</b>
<b>9. ESTUDIO DE SOLUCIONES .....</b>	<b>11</b>	<b>13.6. Auscultación.....</b>	<b>27</b>
9.1. ANÁLISIS COMPARATIVO.....	12	<b>14. SISTEMA DE CONTROL EN LAS BALSAS.....</b>	<b>27</b>
9.1.1. Garantía de riego .....	12	14.1. TELECONTROL .....	27
9.1.2. Eficiencia .....	13	<b>15. CLASIFICACIÓN DE LAS BALSAS DE REGULACIÓN .....</b>	<b>28</b>
9.1.3. Factores medioambientales y otros .....	14	<b>16. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....</b>	<b>28</b>
9.1.4. Conclusiones .....	14	<b>17. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES .....</b>	<b>30</b>
9.1.5. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	15	<b>18. CONDICIONES ESPECIALES DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>31</b>
		<b>19. SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>32</b>
		<b>20. PLAZO DE EJECUCION.....</b>	<b>32</b>

---

<b>21. JUSTIFICACION DE PRECIOS.....</b>	<b>32</b>
<b>22. PRESUPUESTOS DE LAS OBRAS.....</b>	<b>33</b>
22.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....	33
22.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN .....	33
22.3. VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO.....	33
22.4. PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN .....	34
<b>23. REVISIÓN DE PRECIOS.....</b>	<b>35</b>
<b>24. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>25. PERÍODO DE GARANTÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>26. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>36</b>
<b>27. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN ESTE PROYECTO.....</b>	<b>36</b>
<b>28. OBRA COMPLETA .....</b>	<b>40</b>
<b>29. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La zona Regable del Canal de Las Aves forma parte de la infraestructura de los Canales de Aranjuez, y es la más Antigua de la cuenca del Tajo. Su origen se remonta a los tiempos de Carlos I, quien mandó construir en el año 1.535 la presa del Embocador para derivar agua del río Tajo y regar los Reales Sitios.

El conjunto de presa y canales de derivación estuvo adscrito al Patrimonio Real hasta 1.933, fecha en la que fue entregada al Ministerio de Obras Públicas para su administración, juntamente con la de los canales. Actualmente se integra en el Servicio de la Zona 1ª de Explotación de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

De esta presa, recientemente acondicionada -2009-, parten dos canales, uno por la margen derecha (El Caz de la Azuda) y otra por la margen izquierda (Canal de las Aves).

Los problemas que se plantean en esta zona regable son similares a los de otras zonas regables con la misma antigüedad. De un lado, presenta una problemática obvia que es preciso resolver; el estado general de la infraestructura, tanto del canal como de las acequias deja mucho que desear, son necesarias continuas obras de reparación y reconstrucción que suponen unos gastos de mantenimiento elevados en cada campaña de riego.

Por otra parte, el sistema de riegos por turnos, y sin elementos de regulación, lo cual complica la tarea del personal de explotación a la hora de definir el caudal en cabecera y distribuir las dotaciones de forma equitativa. Se originan así situaciones, en las que, o bien no llega suficientemente agua a los regantes situados en cola del canal o bien se revierte agua al río con el consiguiente despilfarro de recursos.

## 2. ANTECEDENTES

La Ley 10/01, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional establece en su Anexo II "Listado de inversiones", la Modernización de la Zona Regable del Canal de las Aves.

El interés de la Confederación Hidrográfica del Tajo por modernizar es anterior, habiéndose redactado incluso un proyecto constructivo en el año 1995. Hasta la fecha cabe destacar los siguientes trabajos:

- Estudio de soluciones para la Modernización de la Zona Regable del Canal de las Aves. Diciembre de 1994.
- Proyecto de Modernización del Zona Regable del Canal de las Aves. Clave 28.28300/0301. Junio de 1995.
- Estudio de Alternativas para la Modernización de la Zona Regable del Canal de las Aves. Agosto de 2005.
- Ampliación del Estudio de Alternativas para la Modernización de la Zona Regable del Canal de las Aves. Marzo de 2007.

Con fecha 5 de mayo de 2009, la Dirección General del Agua ha resuelto autorizar a la Confederación Hidrográfica del Tajo la redacción del Proyecto para la Modernización de la Zona Regable del Canal de las Aves.

## 3. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es la definición constructiva de todas las obras necesarias para la Modernización de la Zona Regable

Con el actual proyecto se pretende llevar a cabo la mejora y modernización del regadío, transformando las instalaciones que tras el paso del tiempo se encuentran deterioradas, regulando el recurso.

## 4. NECESIDADES A SATISFACER

Las necesidades a satisfacer con el proyecto son de un lado la mejora de la explotación, de otro el ahorro del recurso. Las consecuencias inmediatas serán:

- Incremento en la eficiencia de distribución.
- Mejora de la gestión de la zona regable y control del agua de riego.

- Incremento en la flexibilidad y garantía del suministro.
- Disminución de las pérdidas de agua.
- Garantizar un reparto equitativo de los recursos disponibles y
- Mejorar el suministro de agua al usuario dando un servicio acorde con las mejoras sociales de los últimos años.

## 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 5.1. SITUACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA

El Canal de las Aves nace en la Presa de El Embocador en el Término Municipal de Aranjuez, regando en la actualidad una superficie de 3.744,81 Ha en la franja comprendida entre la toma del río y la confluencia del canal con el río Algodor, en el límite con la provincia de Toledo, la longitud total del canal en este tramo es de 39.802 metros.

Excepto una pequeña superficie regada por elevación, situada en la margen izquierda del canal, la zona regable se emplaza en la margen derecha y es regada por gravedad.

La superficie de riego actual que determina el Elenco de la zona es la siguiente:

Superficie regable total:.....3.744, 81 Ha  
 Por gravedad:.....3.543,47 Ha  
 Por elevación:.....201,34 Ha  
     Con servidumbre (1): ..... 27,80 Ha  
     Sin servidumbre pero documentada (2): ...11,00 Ha  
     Sin servidumbre y sin documentar: ..... 162,54 Ha

(1): Servidumbre establecida por el documento de las "Actas de entrega por el Real Patrimonio de la Administración de la República de 1933 de la Real Acequia del Tajo (Caz de las Aves, Caz de la Azuda y Acequia del Tajo) y sus servicios a favor del Ministerio de Obras Públicas."

(2): Documentadas por autorizaciones temporales otorgadas en precario.

La zona regable actual del canal se sitúa fundamentalmente en el Término Municipal de Aranjuez (Madrid), sin embargo existe una pequeña zona de riego en el T.M. de Añover

de Tajo y Villaseca de la Sagra, ambos en la Provincia de Toledo, debido a la existencia de un antiguo meandro del río actualmente abandonado que dio lugar a esta distribución territorial de términos, y en el T.M. de Toledo.

### 5.2. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Como se ha adelantado anteriormente la zona regable consiste en un canal de riego que domina la zona a modernizar, y del que salen las acequias de distribución hacia la zona regable, por lo tanto el sistema de regadío se realiza por gravedad, aprovechando la altura del canal respecto a la zona de riego.

Actualmente el Canal de las Aves tiene dos tomas de alimentación la toma en el inicio del canal, en la presa del Embocador y otra toma intermedia por elevación en el azud de Fuente de la Huelga.

Los datos resumidos de ambas tomas son:

- Toma del río Tajo en la Presa del Embocador en el inicio del canal. Término municipal de Aranjuez.  
 Coordenadas UTM: X = 453.351,6 - Y = 4.433.098.  
 Capacidad máxima de la toma: 5.000 l/s  
 La obra de toma del canal tiene la cota de rasante a 493,138 m, y está formada por dos compuertas deslizantes de dimensiones: 1,80 de ancho por 2,50 m de altura, con las guías alojadas en dos muros de mampostería laterales y en un muro central en el eje del canal. El accionamiento de las compuertas es manual.
- Toma del río Tajo en el Azud de Fuente de la Huelga por Elevación al PK 7.950 del Canal de las Aves. Término municipal de Aranjuez.  
 Coordenadas UTM: X = 446.951 - Y = 4.431.803.  
 Capacidad máxima de la toma: 6.000 l/s  
 Consta de cántara circular de 18 m de diámetro formada por muro pantalla de hormigón armado de 0,50 m de espesor y 10 de profundidad. Van instaladas seis bombas sumergibles tipo extraíble de 140 KW. de potencia nominal para



---

un caudal máximo de 1.000 l/s y altura manométrica de 12,33 m.c.a con 6 tuberías de impulsión de las bombas de diámetro 600 mm.

Tanto el canal como las acequias presentan un deterioro muy acusado, ya que se trata de infraestructura muy antigua, estando por otra parte el sistema de riego en precario. Ya que al no disponer el canal de elementos que lo regulen, complica la tarea del personal de explotación, a la hora de definir caudales en cabecera y distribuir las dotaciones de forma equitativa. Se originan así situaciones, en las que, o bien ni llega agua suficiente a los regantes situados en cola del canal o bien se revierte agua al río con el consiguiente despilfarro de recursos.

A efectos de la descripción el canal se ha dividido en dos tramos:

-El tramo I corresponde al tramo existente en el Embocador y Aranjuez, da servicio a las concesiones de Patrimonio Nacional, Ayuntamiento de Aranjuez y una serie de acequias para riego de parcelas. Corresponde al tramo Kilométrico desde el P.K. 0+000 al 7+700 coincidente con el desagador de Michalón.

-El tramo II, desde Aranjuez hasta la Confluencia con el río Algodor. Corresponde al tramo kilométrico desde el P.K. 7+700 al 39+802.

En los planos siguientes se refleja la situación actual de la zona regable, reflejando la tramificación anterior, las acequias existentes y los desagadores.









La totalidad de las redes de distribución del canal hacia la zona regable son a cielo abierto. Tan sólo en algunos tramos próximos al canal y en su cola existen en las cabeceras de las acequias conducciones de baja presión, que sirven de conexión entre el canal y la propia acequia situada tras un cruce de carretera o ferrocarril.

Se puede distinguir claramente dos áreas desde el punto de vista de las acequias del canal. La primera área formada por las acequias del primer tramo del canal y las del primer trozo del segundo tramo, es decir hasta la acequia nº 4, están básicamente constituidas por terraplenes de tierra. Sobre estos terraplenes se han excavado las secciones trapeziales de las acequias. El estado de estas acequias es muy variable, y en la mayoría de los casos precisarían una profunda reparación si se quisieran mantener en servicio muchos años más.



En los apartados siguientes se relacionan las tomas y acequias inventariadas así como los desagües.

Para la situación de las mismas se ha utilizado la información del inventario de infraestructura del proyecto del año 1995 así como la información recopilada por la Confederación en trabajos posteriores.

En el inventario citado las tomas desde el canal en los dos tramos totalizan un monto de 112 divididas entre:

- 46 tomas directas que riegan una superficie total de 118,84 hectáreas.
- 66 tomas para acequias que riegan superficie total de 3.715,85 hectáreas

Lo que supone una superficie de riego total de 3834,72 hectáreas

Y la segunda área formada por el último tramo de la zona regable, donde el canal domina ampliamente la zona regable, las acequias fueron constituidas sobre pilares, con piezas prefabricadas de hasta 7 metros de longitud. Estas acequias de hormigón están sufriendo continuas roturas, lo que está provocando unas importantes dificultades en su explotación. La altura media de estas acequias está entre los 2 y 3 metros sobre el terreno.

## 5.2.1. Acequias

Nº TOMA	TIPO DE TOMA	DENOMINACION	X	Y	DISTANC.	COTA S/SOLERA	TOTAL	OBSERVACIONES
A.02.06	ACEQUIA	MALECON DE SOLERA	451453	4432203	2597	0.60	0	JARDIN DEL PRINCIPE
D.03.02	TUBERIA		450796	4432351	3294	0.90	6.1761	
A.03.06	ACEQUIA	MALECON CASITA LABRADOR	450386	4432389	3715	0.95	0	JARDIN DEL PRINCIPE
D.03.08	TUBERIA		450191	4432386	3910	0.85	9.9296	CALLES
D.03.09	ELEVACION	IZDA.	450107	4432370	3996	0.95	1.7976	
D.04.05	ELEVACION	RESIDENCIA DE ANCIANOS	449629	4432347	4475	TUNEL	0	NO HAY EXPEDIENTE
D.04.06	TUBERIA		449552	4432345	4554	TUNEL	0	JARDIN DEL PRINCIPE
D.04.07	TUBERIA		449532	4432349	4574	TUNEL	0	JARDIN DEL PRINCIPE
D.04.08	TUBERIA		449382	4432355	4720	TUNEL	152.4699	
D.05.01	ELEVACION	AYUNTAMIENTO	448791	4432173	5359	TUNEL	0	
A.06.01	TUBERIA	PALACIO	448270	4431699	6335	TUNEL	23.84	
A.06.02	TUBERIA		448229	4431686	6388	TUNEL	0	
D.06.03	VALVULA	VIVEROS PUERTA	448099	4431542	6595	TUNEL	0	NO HAY EXPEDIENTE
D.07.07	ELEVACION		447414	4431561	7466		0	NO HAY FINCA
A.07.11	TUBERIA	RENFE	447202	4431703	7687		1.4696	
A.08.01	VALVULA	CEMENTERIO	446821	4431513	8143	0.00	6.981	
A.08.02	TUBERIA	LOS CACHURRIANOS	446369	4431184	8810	0.30	20.6969	
A.09.01	ACEQUIA	QUEMADERO	445731	4430912	9513	0.00	64.2032	
A.10.02	ACEQUIA	MALECON LAS CABEZADAS	445409	4430495	10067		27.6517	
D.10.03	ACEQUIA		445346	4430429	10157		72.4948	
A.10.04	ACEQUIA	MALECON 1	445235	4430276	10361	0.80	9.1361	
A.10.05	ACEQUIA		444944	4430120	10697	0.00	1.2409	
A.11.04	ACEQUIA	MALECON 3	444202	4429950	11511	0.00	107.9398	
A.11.06	ACEQUIA	MALECON 4	443978	4429891	11743	0.00	0	
A.12.01	ACEQUIA	MALECON 5	443680	4429698	12119		0	
A.12.04	ACEQUIA	MALECON 6	443269	4429527	12597	0.00	0	
A.13.01	ACEQUIA	MALECON 7	442861	4429438	13018		0	
A.13.02	ACEQUIA	MALECON 8	442724	4429359	13183	0.00	236.0198	
A.13.04	ACEQUIA	MATALONGUILLA	442378	4429259	13572		164.2872	
A.14.01	ACEQUIA	BELMONTE	442040	4428966	14030		11.8441	
A.14.02	ACEQUIA		441953	4428960	14321		0	
D.14.03	TUBERIA		441882	4428584	14459		14.4868	
A.14.04	TUBERIA		441752	4428360	14721	0.00	26.8959	
A.05.01	TUBERIA	MUNIZ	441645	4428047	15092	0.00	0	
D.15.01.01	TUBERIA		441417	4428194	0		12.2009	
A.15.01.02	ACEQUIA	ARTILLEROS	441360	4428133	0		89.845	
A.15.01.03	ACEQUIA	A-1	441370	4428110	0		311.2327	
A.15.02	TUBERIA	CACERA JARDINCILLO	441634	4428047	15092		4.8492	
D.15.03	TUBERIA	BASIDA	441414	4427715	15496		14.7965	
A.17.01	ACEQUIA	1BIS	440261	4426505	17331	0.30	133.0046	
D.17.02	TUBERIA	CASA QUEMADA	440084	4426386	17543	0.00	218.9003	
A.18.01	ACEQUIA	A-2	439792	4425992	18093	0.30	31.9346	
A.18.02	ACEQUIA	A-3	439665	4425687	18441	0.30	24.4668	
A.19.01	ACEQUIA	A-4	439167	4425335	19067	0.30	112.0079	
A.19.02	ACEQUIA	A-5	438837	4425166	19438	0.30	20.1863	
A.19.03	ACEQUIA		438618	4424972	19742	0.30	23.4506	
D.20.01	TUBERIA		437944	4424179	20927	0.30	6.1243	
A.22.01	ACEQUIA	A-A	436770	4423643	22331	0.00	134.2494	
A.22.02	ACEQUIA	A-B	436335	4423212	22963	0.00	170.0608	
D.23.01	TUBERIA		435728	4422694	23763		1.6819	
A.25.01	TUBERIA	A-C	434454	4422025	25149	0.00	227.892	
A.25.02	ACEQUIA	A-D	434051	4421846	25787	0.00	176.2981	
A.27.01	ACEQUIA	A-E	432678	4421421	27301	0.00	250.8345	
A.28.01	TUBERIA		431316	4421247	28750	0.00	0	
A.28.01.01	ACEQUIA	A-F	431322	4421291	0		136.9631	
A.28.01.02	ACEQUIA	A-G	431322	4421291	0		84.5686	
A.29.01	ACEQUIA	A-H (IZDA)	431107	4421083	29054	0.00	0	FUERA DE USO
A.29.02	ACEQUIA	A-I (IZDA.)	430568	4421088	29593	0.00	0	FUERA DE USO
D.30.01	TUBERIA		430091	4420915	30171	0.00	0	FUERA DE USO
A.31.01	ACEQUIA	A-J	429504	4420258	31227	0.00	17.2501	
A.31.02	ACEQUIA	A-1J	429269	4419991	31584	0.00	0	FUERA DE USO
A.32.01	ACEQUIA	A-2J	428548	4419383	32538	0.00	215.9013	
A.33.01	ACEQUIA	A-3J	427911	4419032	33275	0.00	182.523	
D.34.01	ACEQUIA	A-4J	427294	4418653	34021	0.00	44.5316	
A.35.01	ACEQUIA	A-5J	426354	4418279	35106	0.00	20.2342	
A.35.02	ACEQUIA	A-K	426308	4418217	35190	0.00	90.3056	
TOTAL							3328.1445	HECTAREAS

## 5.2.2. Tomas directas

Nº TOMA	DENOMINACION	X	Y	DISTANC.	COTA S/SOLERA	SUP.REGADA	OBSERVACIONES
D.00.01	LA ISLA	453393	4432978	456	1.05	0	FUERA DE USO
D.00.02		452765	4432833	957	1.15	0	SOTO PAVERA
D.01.01		452608	4432776	1122	1.20	0	SOTO PAVERA
D.01.02		452519	4432675	1256	1.00	1.049	
D.01.03		452388	4432561	1431	1.00	0	
D.01.04		452287	4432356	1661	0.90	3.0793	
D.02.01		451945	4432346	2020	1.10	30.26	
D.02.02		451898	4432295	2088	1.00	0	FUERA DE USO
D.02.03		451784	4432197	2246		0	FUERA DE USO
D.02.04		451707	4432158	2341	1.00	0	FUERA DE USO
D.02.05		451631	4432159	2408		0.2996	
D.02.07		451230	4432207	2823	0.90	0.6174	
D.02.08		451065	4432223	2990		1.9666	
D.03.01		450846	4432324	3241		0	FUERA DE USO
D.03.03		450694	4432387	3404	1.00	0	
D.03.04		450604	4432381	3493	1.10	0	FUERA DE USO
D.03.05		450402	4432387	3699	0.95	0	
D.03.07		450214	4432388	3887	0.90	6.6219	
D.04.01		449906	4432363	4197	0.95	1.18	
D.04.02	LA MONTANA RUSA	449842	4432359	4262	TUNEL	0.2385	
D.04.03		449777	4432362	4327	TUNEL	0.4264	
D.04.04		449705	4432360	4399	TUNEL	0.2333	
D.07.01		447625	4431448	7183		2.4652	
D.07.02		447578	4431482	7237		0.0455	
D.07.03		447500	4431517	7323		0.2824	
D.07.04		447437	4431529	7384		0.3636	
D.07.05		447437	4431529	7392		0	
D.07.06		447414	4431561	7424		0.1991	
D.07.08	VAQUERO	447350	4431594	7498		0	
D.07.09		447317	4431617	7537		0	NO HAY FINCA
D.07.10		447269	4431609	7581		1.0777	
D.10.01		445427	4430518	10037		3.2992	
A.10.06	MALECON 2	444867	4430125	10775	0.00	7.7071	
D.11.01		444665	4430021	11014	0.00	0	FUERA DE USO
D.11.02		444557	4430043	11128	0.00	0	
D.11.03		444393	4430000	11258	0.00	4.6566	
D.11.05	FLAMENCA	444086	4429933	11627	0.00	0	
D.11.07	GEROMITO	443832	4429823	11908		10.0121	
D.12.02	FLAMENCA	443584	4429641	12236		0	
D.12.03	FLAMENCA	443407	4429546	12450		0	
D.13.03		442515	4429300	13426		0	FUERA DE USO
D.24.01		435229	4422369	24377		0	FUERA DE USO
D.25.03		433988	4421721	25862	0.00	9.5356	
A.26.01		433257	4421410	26700	0.00	5.602	
D.30.02		429927	4420932	30336		0	
D.30.03		429742	4420780	30638	0.00	27.6433	
TOTAL						118.8614	HECTAREAS

### 5.2.3. Desagües

<i>Numeración</i>	<i>Denominación</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	DESAGÜE COMPUERTAS	453507	4433085
2	LA MONTA	453061	4432857
3	VALDELASCASAS	451924	4432329
4	CALLE CAPITAN	448806	4432200
5	MICHALON	447179	4431690
6	LAS CABEZADAS	445429	4430512
7	MATALONGUILLA	442465	4429308
8	QUINTANA	440250	4426505
9	SOTO DEL ESPINO	438419	4424919

## 6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO

Para la redacción del presente proyecto se ha utilizado el “Sistema integrado de gestión de elencos de regadío” del Canal de las Aves realizado por la Confederación Hidrográfica del Tajo. La escala de definición del mismo es 1:5.000 con curvas de nivel cada metro.

También se ha realizado levantamientos taquimétricos al objeto de disponer de una cartografía para la implantación de las balsas, a escala 1/1000 y equidistancia 1 m.

Se recogen en el Anejo nº 2 los trabajos Topográficos efectuados para este proyecto de “Modernización de la zona regable del canal de las Aves” mediante la toma de datos en campo, empleando para tal labor equipos y metodologías GPS en fase R.T.K. Se ha tomado como Sistema Oficial de Referencia el UTM. ED-50 si bien dado que a partir de año 2015, el único sistema oficial será el ETRS-89, se adjuntan coordenadas de ambos para las bases implantadas.

## 7. ESTUDIOS AGROCLIMÁTICOS

El clima es de tipo continental para una altitud media de 500 m y una media anual de lluvia de 500 mm.

La distribución orientativa de los cultivos en tanto por ciento es:

CEREALES VERANO	CEREALES INVIERNO	BARBECHO/ ERIAL	LEÑOSOS	HORTALIZAS VERANO	PRADERAS Y FORRAJES	AJOS	HORTALIZAS INVIERNO
40	23	12	10	6,5	6	2	0,5

El sistema de riego es gravedad prácticamente en su totalidad (80%).

La distribución de las dotaciones según el informe realizado por el CEDEX para la “Determinación de las dotaciones de riego en los Planes de Regadío de la cuenca del Tajo (marzo de 1994)” y comprobado con valores experimentales es la siguiente:

BRIL	AYO	UNIO	ULIO	A GOSTO	SEPTI EMBRE	OCTUBRE
%	2%	7%	7%	21%	13%	4%

Los consumos reales en base a lo indicado en el proyecto de modernización de la zona regable del canal de las AVES (1995) son los siguientes:

Mes	Consumo teórico (m3/ha)	Consumo real (m3/ha) E=0,65
Enero	-	
Febrero	-	



<b>Mes</b>	<b>Consumo teórico (m3/ha)</b>	<b>Consumo real (m3/ha) E=0,65</b>
Marzo	-	
Abril	148,77	228,87
Mayo	502,55	773,15
Junio	1200,01	1846,16
Julio	1501,50	2310,01
Agosto	1102,07	1695,50
Septiembre	364,23	560,36
Octubre	86,70	133,38
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
	<b>4906,00</b>	<b>7547,00</b>

De acuerdo con lo anterior los datos básicos considerados en el Proyecto de Modernización que aquí se desarrolla son:

- Concesión de agua : 28.762.500 m<sup>3</sup>/año
- Superficie neta de puesta en riego : 3835 ha
- Dotación anual bruta : 7.500 m<sup>3</sup>/ha/año
- Consumo punta mensual : 2.310,01 m<sup>3</sup>/mes de Julio

## 8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Se ha realizado el estudio geológico y geotécnico así como el estudio de aprovechamiento de materiales en los emplazamientos de las dos balsas de regulación diseñadas en el conjunto de la actuación.

Las obras se encuentran situadas en el término municipal de Aranjuez en la provincia de Madrid. La balsa situada en el PK 23+055 necesita un dique de más de 10 m de alto,

mientras que la situada en el PK 30+871 será excavada en su totalidad. De esta manera se compensará el movimiento de tierras a realizar en la ejecución de ambas balsas.

Para el estudio geotécnico se ha llevado a cabo una campaña de prospecciones de campo en febrero de 2010 que ha consistido en la realización de 2 sondeos, de 14 y 16 m de profundidad, 5 calicatas mecánicas y 8 penetrómetros dinámicos. Con muestras tomadas en sondeos y calicatas se realizó una campaña de ensayos de laboratorio con el fin de determinar el comportamiento de los materiales como cimiento de relleno, en caso de los materiales de la balsa PK 23+055 y como reutilización de materiales para la ejecución del dique, en el caso de los materiales del emplazamiento de la balsa PK 30+871.

### 8.1. MARCO GEOLÓGICO

La actuación se encuadra en el límite de las provincias de Madrid y Toledo, en el Valle del Tajo y muy próximo a su curso.

Geológicamente, la zona se caracteriza por dos series principales: Mioceno y Holoceno. El Mioceno ofrece tres términos en las proximidades: arenas arcillosas y yesos y margas yesíferas del Vindoboniense-Tortoniense y calizas del Pontiense. Estas ocupan los relieves más altos de la zona, en torno a Yepes, y se superponen a la otra formación, que se extiende por el resto de la zona. Los sedimentos arenosos y arcillosos ocupan el área suroccidental, en torno a la cuenca del río Algodor, en la margen izquierda del Tajo, y hasta el arroyo Melgar, presentando a veces manchas irregulares de gredas muy poco arenosas. Al otro lado del mencionado arroyo desaparecen, aflorando como Tortoniense de base yesos y margas yesíferas de estratificaciones muy variadas. Así mismo, la formación predominante en el margen derecho del río Tajo (Alameda de la Sagra, Añover de Tajo) es la de carácter margo-yesífero.

Al Holoceno corresponden las formaciones actuales de aluviones depositados por los ríos principales de la zona. Están subordinadas en su composición a la naturaleza de los terrenos recorridos por los cursos fluviales. Son más arenosos los elementos del río Algodor, mientras que en el río Tajo y en el arroyo Melgar alternan zonas más arcillosas con otras de cantos y gujarros de tamaños varios. Sobre estos materiales asienta el Tajo su curso divagante y constituyen los materiales sobre los que asentarán las balsas.

## 8.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los reconocimientos se han ubicado en el emplazamiento de cada una de las balsas que se encuentran distantes entre sí unos 7 km. El terreno afectado en ambas corresponde a los depósitos aluviales del río Tajo, que presentan características litológicas diferentes en ambas ubicaciones.

La balsa de PK 23+055 apoyará sobre depósitos aluviales con un mayor carácter cohesivo. Se describen como arenas limosas de color marrón grisáceo de baja consistencia en los primeros metros aumentando en profundidad.

Los reconocimientos realizados muestran un primer nivel de terreno, de unos 5 m de espesor, de arcillas de baja compacidad y plasticidad media, AR1, y un nivel inferior de arcillas duras, AR2, que alcanza los 15 m de profundidad. A partir de esta cota, se obtiene el material del sustrato formado por arcillas marrón rojizas muy duras con precipitaciones de yeso dispersas. En la siguiente tabla se recogen los valores de los parámetros geotécnicos asignados a estos dos niveles en base al análisis de los trabajos realizados.

Parámetros Geotécnicos Característicos Cimiento Balsa 23+055								
NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{ap}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$s_u$ (kPa)	$c'$ (kPa)	$\Phi'$ (°)	$E_m$ (kPa)
AR1	De 0,00 a 5,00	1,64	1,98	2,03	14	-	-	3330
AR2	De 5,00 a 15,00	1,75	2,10	2,10	245	63	27,3	30000

En el caso de la balsa de PK 30+871, los materiales que se excavarán resultan predominantemente granulares, en forma de alternancias de limos y arenas finas de color marrón claro y verdoso. En ocasiones aparecen intercalados niveles de arcillas de plasticidad media.

El material excavado ha sido descrito en el sondeo S-1 como distintos niveles de limos y arenas finas, de color marrón y verdoso, de baja plasticidad. Presentan alta compacidad con índices  $N_{spt}$  por encima de 60 desde superficie, alcanzándose el rechazo a partir de 8 m de profundidad. Se encuentran recubiertos por un nivel superficial de espesor inferior a 1 m de gravas con cantos cuarcíticos. No se ha detectado nivel freático en el sondeo.

Las calicatas C-1 a C-5 presentan perfiles similares, con un primer nivel de recubrimiento compuesto por gravas en matriz areno-limosa que en la calicata C-3 llega hasta 1,5 m de profundidad. El nivel inferior lo constituyen las arenas limosas y limos arenosos descritos en el sondeo.

Pese a que no se ha detectado la presencia de un nivel freático, ni en el sondeo, ni en las calicatas, si que se ha detectado cierta humedad en el fondo de la excavación en las calicatas C-3, C-4 y C-5, por lo que se recomienda prever la disposición de sistemas de agotamiento del agua durante la obra en caso de que se produjeran afluencias de agua al fondo de excavación.

Los ensayos realizados permiten clasificar los materiales de esta zona como suelo tolerable en todas las muestras analizadas, excepto una que, por su carácter granular resulta clasificada como todo uno, según las especificaciones del PG-3.

De acuerdo con la investigación realizada se estima razonable adoptar para los análisis de estabilidad de las balsas los siguientes valores característicos de los parámetros geotécnicos.

Parámetros Geotécnicos Característicos Material Balsa 30+871									
NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{ap}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$q_c$ (kPa)	$c'$ nat (kPa)	$\Phi'$ nat (°)	$c'$ rell (kPa)	$\Phi'$ rell (°)
AL1	De 0,00 a 15,00	1,79	2,04	2,21	200	20	33	10	30

Los materiales resultan excavables con medios mecánicos. El talud de excavación tendrá una inclinación de 3H:1V. Los cálculos de estabilidad del talud de excavación de la balsa se han incluido en el apartado correspondiente a la balsa de PK 30+871 del Anejo nº 10 Balsas de regulación. Cálculos de estabilidad.

## 8.3. ESTUDIO DE MATERIALES

Se ha estudiado la procedencia y características de los materiales a utilizar en las distintas partes del Proyecto y que mayoritariamente serán los necesarios para el levantamiento del dique de cierre de la balsa de PK 23+055.



Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados consideran el material excavado en la balsa de PK 30+871 como suelo tolerable, de acuerdo con el PG-3 y, por tanto, adecuado para su reutilización como material constituyente del dique de la balsa de PK 23+055.

Estas conclusiones ya fueron adelantadas en el estudio realizado por IBAYE en 1995, donde la zona en la que se ubicará finalmente la balsa de PK 30+871 fue inventariada como zona de posible suministro de materiales para la ejecución de los diques, denominándose en aquel documento como cantera "Holgado-1".

Para valorar el volumen de material necesario para cubrir la demanda de la obra se tendrá en cuenta el coeficiente de paso del material excavado. Para ello se tiene que conocer la densidad óptima de cada material, Esta densidad óptima es la máxima a la que tiene que llegar un relleno (terraplén, pedraplén) para asegurar su estabilidad en las condiciones de uso preestablecidas, A través del ensayo Próctor se puede conocer esta densidad óptima de los diferentes rellenos de la obra.

Para los materiales que se excavarán en la balsa PK 30+871, el coeficiente de paso para conformar el cuerpo del dique, considerando una compactación del 95% del Próctor Modificado resulta igual a 0,99. Como coeficiente de paso a vertedero se recomienda tomar un valor superior, de alrededor de 1,20.

Se prevé que con el volumen de material excavado en la balsa de PK 30+871 sea suficiente para la ejecución del dique de la balsa de PK 23+055. No obstante, se recogen en este punto, a título informativo y en previsión de la necesidad de materiales para otros usos, las canteras y préstamos inventariados y estudiados en la zona, y susceptibles de suministrar material adecuado para las obras.

- Algodor, cantera en explotación, en la carretera de Algodor a Villasequilla de Yepes. Se ubica en el dominio arenoso del Mioceno.
- El Matujal, cantera en explotación junto a la carretera que une la N-400 (Aranjuez-Toledo) con Añover de Tajo, próxima al puente de la misma sobre el río Tajo.

## 9. ESTUDIO DE SOLUCIONES

En el presente proyecto se han analizado los diversos estudios de soluciones realizados de la zona regable.

A continuación se realiza un resumen de las alternativas propuestas en estudios anteriores:

Proyecto Base : Es el proyecto de referencia cronológica Junio 1995 "Proyecto de Modernización de la zona Regable del Canal de Las Aves", contempla la modernización de la zona regable mediante la entubación de acequias, así como la regulación del canal mediante vertederos de pico de pato y la ejecución de 4 balsas de regulación.

El presente estudio comprende por tanto el análisis económico y actualización del Proyecto Base así como el estudio de las siguientes alternativas, atendiendo a lo solicitado por la Comunidad de Regantes:

Alternativa 1: Entubación de la red de acequias existente, incluyendo un estudio de la regulación del canal de bajo coste.

Alternativa 2: Entubación de la red de acequias existente, más regulación del canal más, balsa de cola y apoyo a la regulación del canal.

Alternativa 2 Bis: Entubación de la red de acequias existente, más regulación del canal, más dos balsas de regulación, funcionando la última como balsa de cola. De tal manera que se garantice la demanda con independencia de la explotación del canal.

Alternativa 3: Entubación de la red de acequias existente, más regulación del canal más bombeo intermedio para apoyo a la regulación del canal mas balsa de cola.

Alternativa 4: Entubación con presión de la red de acequias diseñada en el Proyecto Base, mediante la implantación de estaciones de bombeo a pie de balsa. Por lo que solamente se optimiza la red diseñada desde la balsa.

## 9.1. ANÁLISIS COMPARATIVO

A continuación se realiza un análisis comparativo de las 6 opciones que se plantean para la mejora y modernización de la zona regable que nos ocupa.

### 9.1.1. Garantía de riego

Afectos de garantía de riego es necesario discriminar entre la garantía de riego que proporciona el canal y la garantía de riego con la que está calculada la red.

La primera depende del grado de regulación del canal y la segunda depende del método estadístico y criterios utilizados para la optimización de la red, suponiendo garantizados el caudal de cabecera de cada una de ellas.

Dejando claro estos dos tipos de garantía se tiene que la garantía con la que está calculada la red, es decir, el caudal de cada hidrante que aseguraría el suministro de agua en cualquier circunstancia sería el correspondiente a la máxima demanda que pueda acumularse en la situación más desfavorable, pero ello conduciría a una red muy cara cuyo nivel de utilización sería tremendamente bajo. Este sobredimensionamiento se evita fijando el caudal del hidrante Q mediante un método estadístico que permita eliminar todas aquellas combinaciones de consumo de muy pequeña probabilidad de ocurrencia. Entre todas las formulaciones estadísticas existentes se ha utilizado la de René Clément.

La aplicación de esta formulación se ha realizado estableciendo los mismos módulos y grados de libertad para cada una de las alternativas, por lo que sólo discrimina la regulación del canal en términos de garantía de riego.

Así se tiene:

Alternativa	Garantía de riego de la red	Garantía de riego del canal
Proyecto Base	En función de los grados de libertad (igual para todas las alternativas)	100 % para un riego de 16 horas diario con <b>independencia</b> de la explotación del canal.
Alternativa 1	En función de los grados de libertad (igual para todas las alternativas)	<b>Insuficiente</b> para abastecer a las tomas en cola del canal en concreto a las acequias 3J y K
Alternativa 2	En función de los grados de libertad (igual para todas las alternativas)	100 % para un riego de 16 horas diario con <b>dependencia</b> de la explotación del canal.
Alternativa 2 Bis	En función de los grados de libertad (igual para todas las alternativas)	100 % para un riego de 16 horas diario con <b>independencia</b> de la explotación del canal.
Alternativa 3	En función de los grados de libertad (igual para todas las alternativas)	100 % para un riego de 16 horas diario con <b>dependencia</b> de la explotación del canal.
Alternativa 4	En función de los grados de libertad (igual para todas las alternativas)	100 % para un riego de 16 horas diario con <b>independencia</b> de la explotación del canal

### 9.1.2. Eficiencia

En riego, la eficiencia se define como la relación entre el volumen de agua puesto a disposición de las plantas en su zona radicular y el volumen total utilizado del embalse, pozo o cualquier otra fuente, en nuestro caso del canal de Las Aves.

La eficiencia tiene tres componentes: eficiencia en la conducción hasta la zona de riego, eficiencia de distribución dentro de la zona, hasta llegar a cada parcela y eficiencia de aplicación dentro de la parcela.

Aplicando esto a la zona regable la primera eficiencia es para todas las alternativas estudiadas idéntica, por lo que sólo puede discriminarse por la eficiencia en la distribución dentro de la zona regable y la eficiencia de aplicación dentro de la parcela, por lo que la eficiencia de estas últimas componentes pertenece a la red terciaria de riego que es igual para todas las alternativas estudiadas.

En cuanto al valor de la eficiencia en la conducción hasta la zona de riego se ha tomado un valor altamente contrastado para este tipo de redes entubadas e igual al 75 %. En cuanto a los dos últimos componentes, éstos pueden ser diferentes en la única solución que brinda el riego con presión, nos referimos a la alternativa 4.

En esta solución la presión supone para los regantes el riego por aspersión, que aplican el agua por aspersores en forma parecida a la lluvia o el riego localizado o micro riego que incluye métodos como el goteo la micro aspersión, exudación, etc.

Un tópico en relación con el riego localizado es el menor consumo de agua por los cultivos. De hecho ocurre lo contrario: las plantas, al disponer de una alta humedad permanentemente, absorben más agua que con los demás métodos de riego, lo que es una de las causas de las mayores producciones. Sin embargo, el hecho de que las conducciones sean siempre tuberías y el aplicar el agua en pequeñas cantidades muy bien controladas, hacen que las pérdidas sean mucho menores, de manera que coinciden un mayor consumo por las plantas y un menor volumen de agua consumida del sistema general de abastecimiento a la zona de riego. Las pérdidas globales por este método están entre el

5% y el 40%, lo que supone una eficiencia de 60-95 %. Las pérdidas globales fijadas para la aspersión se cifran entre el 20 % y el 50% lo que supone una eficiencia del 50-80 %.

En resumen se tiene:

Alternativa	Eficiencia	
	En la conducción hasta la zona de riego	Distribución y aplicación dentro de la zona de riego
Proyecto Base	75 %	Forma parte de la red terciaria
Alternativa 1	75 %	Forma parte de la red terciaria
Alternativa 2	75 %	Forma parte de la red terciaria
Alternativa 2 Bis	75 %	Forma parte de la red terciaria
Alternativa 3	75 %	Forma parte de la red terciaria
Alternativa 4	75 %	Forma parte de la red terciaria

A continuación se resumen los valores medios de eficiencia global en los riegos por aspersión y en los riegos localizados:

Valores medios de eficiencia global	
Método de riego	Eficiencia Global (%)
Aspersión	50-80
Riego localizado	60-95

### 9.1.3. Factores medioambientales y otros

En este capítulo se compara las alternativas de tal manera que por la tipología de elementos a ejecutar, necesiten de una declaración de impacto, como puede ser la ejecución de balsas de riego, que por otra parte sería necesario clasificar en función del riesgo potencial.

Alternativa	Necesidad de declaración de impacto ambiental	Necesidad de clasificación en función del riesgo potencial
Proyecto Base	SI	SI
Alternativa 1	NO	NO
Alternativa 2	SI	SI
Alternativa 2 Bis	SI	SI
Alternativa 3	SI	SI
Alternativa 4	SI	SI

### 9.1.4. Conclusiones

Como conclusiones a las soluciones propuestas se puede resumir:

El Proyecto Base permite la regulación integral del canal, a la vez que una cierta libertad de funcionamiento entre la explotación del canal y de la zona regable, gracias a la existencia de balsas reguladoras. Desde el punto de vista futuro esta opción permite la implantación del riego a la demanda por aspersión ó goteo, con la instalación de estaciones de bombeo a pie de las balsas.

Del análisis de las alternativas se concluye que la alternativa 1, si bien mejora mucho la situación actual, al entubar las acequias, no es totalmente satisfactorio, ya que no corrige los déficits de demanda existentes en la cola del canal.

La alternativa 2, corrige esta deficiencia, apoyando a la regulación del canal con una balsa de regulación, que tiene la doble ventaja de funcionar como balsa de cola. De esta manera, se aumenta la capacidad de regulación del canal al almacenar en la balsa el agua que no se utilice una vez acabado el riego, y se aumenta su seguridad, en caso de cese brusco de la demanda en la zona regable (días de fiesta, tormentas, etc.), incrementando los recursos que por él puede circular dentro de cada temporada. Si embargo la garantía de suministro del 100 % viene condicionada por el grado del llenado del canal y la regulación del mismo. De tal manera que si la regulación del canal falla, no se garantiza la demanda de riego.

La alternativa 2 bis, corrige esta deficiencia, apoyando a la regulación del canal con otra balsa, además de la balsa de cola con lo que se aumenta la garantía de suministro, independizándola del grado de llenado del canal y de la regulación del mismo.

La alternativa 3, añade un bombeo a la altura de la localidad de Añoover del Tajo, para el que debe realizarse un azud en el río. Esto encarece y penaliza económicamente esta opción. Además hay que considerar otros factores económicos que recaen sobre el regante y que están fuera de la inversión inicial. Como son el coste energético del bombeo, así como el mantenimiento del mismo, lo que incrementan la tarifa de riego, y supone un desembolso continuo para los regantes.

La alternativa 4, añade cuatro bombeos uno para cada balsa, lo que permite el riego presurizado. Este tipo de riego frente al de gravedad presenta las ventajas de un mayor control del agua y una mayor eficiencia dentro de la parcela. El principal inconveniente es la inversión inicial y el coste de la energía necesaria para bombear el agua, además de los costes de mantenimiento del mismo, lo que incrementan la tarifa de riego. Como ventaja añadida es que garantiza el 100 % de la demanda, sin depender de la regulación del canal.

Por todo lo expuesto, se concluye que la alternativa 2 resulta ser la más rentable técnica y económicamente, ya que resuelve la problemática existente, mediante un riego por gravedad a la demanda, con la misma garantía de servicio en todas las tomas, es decir, independientemente de su situación. Pero no permite cierta libertad de funcionamiento entre explotación del canal y zona regable al carecer de volumen de regulación, lo que significa que la garantía de suministro está supeditada a la explotación del canal.

Esta deficiencia como se ha dicho anteriormente la suple la alternativa 2 bis con la incorporación de otra balsa.

Por otra parte es de destacar que la alternativa 4 es la única que presenta la opción de riego presurizado. Por lo que el tipo de riego es distinto, y la comparación es diferente. El riego con presión presenta la ventaja frente al riego por gravedad un mejor manejo del recurso hídrico y una mayor eficiencia dentro de la parcela al aplicar tecnologías más avanzadas y más respetuosas con el medio ambiente, que en la práctica revierten en un mayor ahorro de agua. Además es la única junto con el proyecto Base que presenta una garantía de suministro del 100 % independientemente de la explotación del canal.

#### 9.1.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Como conclusión del análisis comparativo recogido en el anterior epígrafe se ha adoptado, como solución de proyecto, la denominada Alternativa 2 Bis) cuyas características distintivas son en resumen:

- Entubación de la red de acequias
- Regulación funcional del canal más balsa, mas balsa de cola

Esta alternativa se desarrolla en el presente proyecto. Así se ha realizado un estudio de regulación del canal para determinar la capacidad de regulación adicional necesaria mediante balsas que se incluye en el I Anejo nº 6 Estudio de Regulación del Canal.

## 10. SECTORIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE

De acuerdo con lo expuesto la zona regable se divide en cuatro “zonas” o “sectores” atendiendo a la toma del recurso, si esta se realiza directamente desde el canal, o bien desde las balsas propuestas. Debiendo aclarar que toda la zona regable se riega por gravedad aprovechando el dominio de la cota del canal sobre la zona de riego.

La actual rasante del Canal de Las Aves no experimenta en ningún punto un salto o rápida que permita intercalar una balsa intermedia de regulación del propio canal. Sin embargo y gracias a ello el canal va ganando cota sobre la Zona Regable, posibilitando disponer balsas laterales al mismo con una carrera de 3 a 7 m útiles, desde la que se puede abastecer la superficie de riego dominada.

SECTOR I: Comprende la superficie regable dominada por el canal desde el inicio del tramo II del canal hasta el P.K. 7+700 lo que totaliza 1.635,77 hectáreas desglosadas de la siguiente manera:

<b>Superficie hasta balsa 1: riego desde el canal</b>	<b>1.634,43 Ha</b>
Las Cabezas	85,00 Ha
Quemadero	21,02 Ha
Malecón 1F+2F	202,09 Ha
Malecón 3F	48,17 Ha
La Flamenca (4F+5F+6F+7F+isla	238,86 Ha
Matalonguilla	167,80 Ha
Artilleros mas Acequia 1	415,00 Ha
Toma acequia C-28 Alamos blancos	29,29 Ha
Toma C-29	19,43 Ha
Acequia 1 Bis	160,63 Ha
Acequia 4	212,14 Ha
Tomas directas	35,00 Ha

Las acequias Artilleros más Acequia 1 se encuentra actualmente entubada, debido a las obras de emergencia ejecutadas con anterioridad a este proyecto.

SECTOR II: Regado desde la balsa del P.K. 23+055 domina una superficie de riego de unas 1.000 hectáreas, desglosadas de la siguiente manera:

<b>Superficie de riego desde balsa 1</b>	<b>922,00 Ha</b>
acequia B	293,00 Ha
acequia C	180,00 Ha
Resto acequia D,E, parte de la F	449,00 Ha

Las acequias B y C, se encuentra actualmente entubada, debido a las obras de emergencia ejecutadas con anterioridad a este proyecto.

SECTOR III: Se riega desde el canal comprende una superficie de 243,52 hectáreas, desglosadas de la siguiente manera:

Superficie de riego entre balsa P.K. 23+055 a balsa P.K. 30+871 riego desde el canal	
acequia F parcial	137,00 Ha
acequia H e I (79,10 el sector sur no riega desde el canal)	52.10 Ha
<b>Superficie de riego entre balsa P.K. 23+055 a balsa P.K. 30+871 riego desde el canal</b>	<b>243,52 Ha</b>

SECTOR IV: Se riega desde la balsa del P.K. 30+871 domina una superficie de unas 1.000 ha desglosadas de la siguiente manera:

<b>Superficie de riego desde balsa 2</b>	<b>867,00 Ha</b>
acequia J, 3 J parte de la G y resto	576,00 Ha
acequia 2J	291,00 Ha

Como puede observarse la superficie total de riego es de 3.666,95 Ha.+26,90 ha de la acequia H e I 3.693,85 Ha cifra muy parecida a la actualmente declarada en riego 3.744,81 Ha.

## 11. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA: PARÁMETROS DE RIEGO

Los parámetros de riego adoptados para el cálculo de la red han sido una duración del riego diario de 16 horas, diarias de lunes a sábado lo que supone 96 horas de riego sobre las 168 horas semanales. El rendimiento de la red se define como el ratio de tiempos de funcionamiento de la red durante el período punta de riego:

$$r = \frac{n^{\circ} \text{ horas funcionamiento red semana}}{n^{\circ} \text{ horas semana}} = \frac{96}{168} = 0,571$$

El caudal a suministrar durante una jornada de riego sería:

$$q_r = \frac{q_{fr}}{r} = 0,862 \times \frac{168}{96} = 1,5085 \text{ l/s/ha}$$

Siendo  $q_{fr}$  el caudal ficticio real que sale de aplicar al mes de máximo consumo, es decir al mes de Julio la eficiencia real:

$$q_{fr} = \frac{2310,01 \times 10^3}{31 \times 24 \times 3600} = 0,862 \text{ l/s/ha}$$

Para el dimensionamiento de las redes de riego se ha considerado un grado de libertad asignado a la parcela de 1,20 para contemplar una diferencia entre el volumen de suministro de la toma y el volumen de necesidades de la parcela.

$$d = q_r \times GL \times S$$

Donde:

d= dotación (l/s)

GL=grado de libertad asignado a la parcela

S=superficie de la parcela (ha)

El grado de libertad de las tomas define la libertad del regante para organizar el riego como mejor le convenga desde el punto de vista del tiempo. Este parámetro será un coeficiente mayorador que se aplica al caudal ficticio continuo obteniéndose el caudal real.

Cada una de las redes se ha dimensionado en la hipótesis de suministro simultáneo de la totalidad de las tomas para la dotación asignada a las parcelas que es igual:

$$\text{Dotación} = 1,5085 \times 1,20 \times S = 1,8102 \times S \text{ l/s}$$

Salvo en las redes con mayor número de hidrantes, en las que el suministro se ha calculado por turnos, de tal manera que se ha activado como media la mitad de los hidrantes de la red. Lo que ha permitido la reducción de los calibres de las tuberías troncales de distribución.

Así este criterio de ha aplicado a las siguientes redes de riego:

- Malecón 1F+2F
- Matalonguilla
  - Red desde la balsa 1
  - Red desde la balsa 2

El módulo mínimo de riego disponible en cualquier toma independientemente de la superficie de riego es de 40 l/s. Esta es la cantidad mínima de agua que el regante necesita para el riego por gravedad. Para servir dicho caudal es necesario adoptar una toma mínima de riego capaz de servir el mismo con la presión mínima demanda en el toma, y que se corresponde con 1 m.c.a.. La dimensiones de la toma que sirve dicho caudal en esas condiciones es la toma de 6 “.

La superficie máxima que se asigna al módulo de riego es de 7 Ha, de esta manera limitando el tamaño máximo de la superficie a regar y limitando el caudal mínimo de la toma de riego, se garantiza que el regante pueda llevar a cabo el riego por gravedad de su parcela, riego que requiere unos caudal instantáneos mayores y un menor tiempo de riego que el riego por goteo, si bien es cierto que el volumen total aportado al cultivo es similar a ambos casos.

Una red que permitiera a cada regente disponer a la demanda de una toma de riego en su parcela (independientemente de la superficie de ésta) alcanzaría unas dimensiones que la harían inviable técnica y económicamente. Por esta razón se ha fijado el módulo mínimo de riego “interno” de 20 l/s, (que es como si se dimensionara por turnos) si bien las condiciones de servicio en la toma son un caudal de unos 40 l/s, que es el caudal que es capaz de dar la toma mínima fijada en un tamaño de 6 “. La cual es capaz de dar un caudal de 40 l/s con a las condiciones de presión mínimas fijadas en la red.

Para la definición del tamaño del hidrante se ha discretizado la superficie de riego en intervalos.

Y se ha aplicado la dotación del hidrante al valor máximo de cada intervalo, de esta manera se está del lado de la seguridad y el grado de libertad en la toma es mayor. En la tabla siguiente se definen los intervalos adoptados para definir el diámetro nominal que tendrá la toma de riego en pulgadas.

Intervalo	Dotación de línea	módulo en las tomas	DN Toma de riego
	(l/s)	(l/s)	(")
Hasta 7 Ha	20	40	6
de 7 Ha a 33 Ha	Sx1,8102 l/s x ha	60	8
de 33 Ha a 55 Ha	Sx1,8102 l/s x ha	100	10
de 55 Ha a 88 Ha	Sx1,8102 l/s x ha	160	12
de 88 Ha a 144 Ha	Sx1,8102 l/s x ha	260	16
de 144 Ha a 272 Ha	Sx1,8102 l/s x ha	500	20

Las condiciones de servicio impuestas en la red son:

- Presión mínima de servicio 1 m.c.a antes de hidrante.
- Velocidades mínimas de servicio de 0,3 m/s para evitar riesgo de sedimentación.
- Velocidades máximas de servicio de 3 m/s para evitar posibles sobrepresiones por transitorios.

## 12. ESTIMACIÓN DEL AHORRO DE CONSUMO HÍDRICO

Con la realización del proyecto se estima un gran ahorro de agua, además de no desperdiciar el agua sobrante, ya que se envían los caudales sobrantes hacia la balsa de cola.

Según los datos del proyecto base el consumo actual por hectárea y año es de 10.057 m<sup>3</sup>, y la estimación del consumo con las mejoras proyectadas es de 7.547 m<sup>3</sup> por ha. y año, por lo que el ahorro unitario será de:

$$V = 10.057 - 7.500 = 2.557 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Como la superficie total de la zona regable es de 3.835 ha el ahorro previsible en recursos regulados será de:

$$V = 2.510 \text{ m}^3/\text{ha} \times 3.835 \text{ ha} \times 10^{-6} = 9,81 \text{ hm}^3$$

Además del ahorro del volumen de agua, el entubado de acequias proporciona una serie de ventajas:

- Menores pérdidas de agua, al evitarse las filtraciones por grietas, ya que la estanqueidad de las conducciones es absoluta.
- Economía de terreno, ya que puede cultivarse el espacio situado sobre la tubería, que va enterrada a profundidad suficiente para no impedir el laboreo con cualquier tipo de apero, incluso subsoladores.
- Facilita las comunicaciones dentro de las fincas y evita las obras de paso (como sifones, losas y pasos de bóveda), por lo general bastante costosas, permitiendo besanas más amplias de cultivos.
- Evita el crecimiento de malas hierbas en los bordes de las acequias y el transporte de sus semillas por las aguas de riego.
- Existe mayor flexibilidad en el trazado de la red siendo ésta mucho más adaptable a las exigencias de la nivelación y de la parcelación.
- Se simplifican los proyectos y los replanteos de las redes, puesto que en las conducciones a presión no es necesaria la nivelación de las rasantes, limitándose la determinación de las cotas a las obras especiales y puntos singulares.

Desde el punto de vista del regante, hay que señalar la gran mejora que supone, aún manteniendo la existencia de turnos en las épocas de máxima demanda, el hecho de disponer del caudal del módulo de riego tan sólo con abrir una válvula.

### 13. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS

La obra de puesta en riego que aquí se proyecta está integrada por las siguientes obras principales que se describen seguidamente:

- Entubación de acequias: redes de riego
- Balsas de regulación
- Tomas directas
- Obras de regulación del canal
- Obras de reparación del canal
- Telecontrol

#### 13.1. REDES DE RIEGO

Consiste en entubar las acequias existentes llegando hasta la parcela, por lo que no sólo se diseña la red primaria, sino que también la terciaria.

Para el cálculo de la red de riego del presente proyecto se ha considerado las siguientes condiciones de entrega del agua de riego:

- Riego por turnos
- Presión mínima en los hidrantes de 1 m.c.a

##### 13.1.1. Cálculos hidráulicos

El dimensionamiento hidráulico de las redes de distribución de agua secundaria y terciaria, se desarrolla en detalle en el Anejo nº 8.- "Cálculos hidráulicos de la red de riego".

Los parámetros básicos considerados en el cálculo de la red son:

- |                                                          |                                 |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|
| - Necesidades netas para el mes más desfavorable (Julio) | 2.310,01 m <sup>3</sup> /ha/mes |
| - Duración diaria de riego (jornada de riego)            | 16 horas                        |



- |                                                                                                                                                                                                                                                |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| - Días de riego semanales (el domingo no se riega)                                                                                                                                                                                             | 6 días        |
| - Caudal Ficticio Continuo                                                                                                                                                                                                                     | 0,862 l/s/ha  |
| - Dotación en hidrante                                                                                                                                                                                                                         | 1,8102 l/s/ha |
| - Rendimiento de la Red                                                                                                                                                                                                                        | 0,667         |
| - Grado de libertad                                                                                                                                                                                                                            | 1,2           |
| - Garantía de suministro con discriminación                                                                                                                                                                                                    |               |
| Hasta 5 hidrantes la garantía de suministro es del 100 %                                                                                                                                                                                       |               |
| De 5 a 50 hidrantes $G_S = 99\%$ .                                                                                                                                                                                                             |               |
| >50 hidrantes $G_S = 95\%$ .                                                                                                                                                                                                                   |               |
| - Módulo de riego mínimo 40 l/s en las tomas, aunque para el cálculo de caudales en las líneas se utiliza 20 l/s para parcelas menores de 7 Ha.                                                                                                |               |
| - Módulo ó gasto máximo, para parcelas mayores de 7 Ha y dependerá de la superficie de cada parcela, su valor se determina en función de la superficie aplicándola a la dotación del hidrante. ( $d_i = 1,8102 \text{ l/s} \times \text{ha}$ ) |               |
| - Toma de riego mínima de 6" lo que permite dar un caudal de 40 l/s en el hidrante.                                                                                                                                                            |               |

Los caudales circulantes, en cada uno de los tramos de la red, serán en todo momento una función aleatoria, ya que no está prefijado el número de tomas abiertas, ni el caudal que se deriva por cada una de ellas. Para determinarlos se aplica el método de Clement. Los cálculos se realizan mediante el programa DIOPRAM desarrollado por la Unidad Docente de Mecánica de Fluidos del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia. Así se obtienen los caudales correspondientes a cada ramal y el diámetro necesario para transportar dicho caudal con la presión mínima establecida.

La presión necesaria en cada punto de la red se ha obtenido considerando los siguientes criterios:

- |                      |          |
|----------------------|----------|
| - presión mínima:    | 1 m.c.a. |
| - pérdidas hidrante: | 1 m.c.a. |

Se adopta el valor 3 m/s como valor máximo de la velocidad admitida para cualquier tipología de tubería y un valor mínimo de 0,3 m/s para evitar sedimentaciones.

Por último las sobrepresiones, producidas por el régimen transitorio, son asumibles por los elementos que constituyen la red, sin necesidad de elementos de protección especiales antiarriete.

### 13.1.2. Materiales de las tuberías

Se ha elegido dos materiales ha emplear, cuya disposición depende del diámetros de la tubería. Así se propone utilizar P.V.C. para diámetro pequeños hasta 400 mm inclusive y PRFV para los diámetros mas grandes a partir 500 mm de inclusive.

### 13.1.3. OBRAS ACCESORIAS

Las redes de riego descritas se complementan con las obras accesorias que se indican seguidamente necesarias para su explotación y mantenimiento:

- **Válvulas de seccionamiento:** de tipo compuerta, se han dispuesto en distintos puntos de las conducciones principales y en la acometida de ramales a las mismas, para permitir su aislamiento, durante eventuales operaciones de reparación o mantenimiento sin interrumpir el servicio en el resto de la red.
- **Ventosas:** de tipo trifuncional que permiten bien la evacuación del aire durante el llenado de las conducciones, bien su admisión en el vaciado de las mismas y finalmente la purga de las burbujas y bolsas de aire que se pueden originar en las conducciones en servicio.

Todas las ventosas se disponen en derivación de las tuberías, con interposición de válvula de aislamiento.

Al fin indicado se han dispuesto estos elementos en los puntos altos de las conducciones.

Se proyectan así mismo ventosas en las válvulas de seccionamiento dispuestas en la red e hidrantes para facilitar la evacuación del aire en dichos puntos.

Asimismo se dispone válvula de corte para el aislamiento de los hidrantes en cada uno de los mismos.

- **Desagües:** en los puntos bajos de las conducciones se proyectan desagües integrados por una derivación “en té” y válvula de corte para facilitar el vaciado de las tuberías en caso necesario.
- **Hidrantes:** son los dispositivos a través de los cuales se efectúa el suministro del agua desde la red colectiva a la privada de cada regante. Constan de los siguientes elementos: Acometida, ventosa con válvula de aislamiento, 2 válvulas de compuerta de seccionamiento, carrete de desmontaje, y caudalímetro electromagnético.
- **Arquetas:** Los elementos de valvulería de la red reseñados, se alojan en arquetas visitables de hormigón armado HA-25, que pueden ser prefabricadas o bien de fábrica de ladrillo macizo, que se han proyectado con un diseño convencional para este tipo de obras.

Según el tamaño de la tubería y de elemento de valvulería a disponer en la misma se han proyectado:

- Arquetas tipo para desagües
- Arquetas tipo para ventosas
- Arqueta tipo para válvulas de seccionamiento en conducción principal y acometidas de ramales.

- **Anclajes:** Para contrarrestar los empujes debidos a la presión interna de las tuberías en los puntos singulares (codos, tes, etc.) se han diseñado anclajes formados por bloques de hormigón en masa fabricados *in situ*, de dimensiones variables según el diámetro nominal .

- **Otros:** Puntualmente se prevé la instalación de un filtro en una de la tomas directas del canal, concretamente la toma 1F+2F, que permitirá tener agua filtra en el hidrante, con la posibilidad de poder utilizar contadores tipo woltman en las tomas de esta acequia así como la posibilidad de poner riego por aspersión en la parcela, poniendo el equipo correspondiente a pie de la mima.

Igualmente se incluye sendos filtros de malla autolimpiable en las dos tuberías de distribución de las balsa 23+055 (aprovechando su carga de agua muerta), para conseguir las dos ventajas adicionales anteriormente espuestas (contadores woltman y posibilidad de poner riego por aspersión).

**Contadores:** se ha previsto la medición del caudal detraído desde el canal mediante la instalación de contadores en los hidrantes de la parcela, así como en cabecera del canal de la Aves. Estos contadores serán por tanto de diferente tipología en función de donde estén situados:

- Caudalímetro ultrasónico para canal abierto
- Contadores electromagnéticos
- Contadores tipo woltman

### 13.2. BALSAS DE REGULACION

Se han previsto dos balsas de regulación que tiene la finalidad de almacenar el caudal circulante por el canal en las horas de no riego. De esta manera se consigue aprovechar toda el agua derivada del Tajo hacia la zona regable, almacenándola en las horas de no consumo, lo que permite disponer del recurso almacenado, en las horas de riego.

El dimensionamiento del volumen de las balsas se ha realizado teniendo en cuenta la regulación del canal y los parámetros de riego empleados en el diseño de la red. Con estas premisas el resumen de los volúmenes de cada balsa son:

**BALSA1: P.K. 23+055**

Volumen necesario	230.056 m <sup>3</sup>
Volumen de diseño	238.074 m <sup>3</sup>

Por las características geométricas del terreno sobre el que se asienta la balsa, respecto de la zona regable, es necesario disponer un volumen muerto en la misma que se ha cifrado en 144.396 m<sup>3</sup> lo cual supone tener un volumen de embalse total de 382.470 m<sup>3</sup>.

**BALSA2: P.K. 30+871**

Volumen necesario	223.281 m <sup>3</sup>
Volumen adicional balsa de cola	145.749 m <sup>3</sup>
Volumen de diseño	369.570 m <sup>3</sup>

**13.2.1. SECCIÓN TIPO**

La sección tipo utilizada para cada balsa es diferente ya que mientras que la primera necesita un dique de más de 10 metros de alto, la segunda va excavada en su totalidad, lo que ha permitido compensar todo el material excavado en la segunda balsa, para el relleno del dique de la primera.

El elemento impermeable de ambas balsas es una lámina impermeabilizante de polietileno de alta densidad de 2 mm de espesor. Esta lámina se dispone en el talud interior y en el fondo, en el talud exterior se dispone de una cubierta vegetal que evite la erosión y elimine los impactos visuales causados por el terraplén.

	PARAMENTO AGUAS ARRIBA	PARAMENTO EXTERIOR
BALSA P.K. 23+055	2,5H:1V	2,5H:1V
BALSA P.K. 30+871	3H:1V	2H:1V terraplén 1H:1V desmonte

La lámina asienta sobre un lecho de arena de 25 cm. de espesor, bajo la lámina se dispone de un sistema de drenaje con una doble finalidad:

- detectar posibles fugas en la lámina impermeabilizante
- evitar posibles subpresiones de aguas bajo la lámina, cuando la lámina se encuentre vacía.

Para el diseño del drenaje interior se ha sectorizado la balsa en zonas, dos de ellas drenan los taludes y otras dos la superficie del fondo. De esta manera el agua se evacua mediante varias tuberías a una arqueta de desagüe en condiciones tales que permitan su vigilancia y aforo.

**13.2.2. Cálculos de estabilidad****13.2.2.1. BALSA PK 23+055**

Para realizar el estudio de estabilidad del dique se ha empleado el programa SLOPE/W de la casa GEO-SLOPE a través del cual se estudia el problema con un grado razonable de exactitud, considerando si es necesario, la acción de presiones intersticiales en el dique, la existencia de diferentes tipologías de materiales y la presencia de un nivel de agua.

Se ha analizado la estabilidad del conjunto dique-cimiento en las siguientes hipótesis:

- Final de construcción.
- Situación de balsa llena con elemento de impermeabilización externa
- Rotura de lámina y embalse lleno sin elemento de impermeabilización externo.
- Desembalse rápido total.

Se han considerado los valores de los parámetros geotécnicos establecidos en el Estudio Geológico-Geotécnico.

Los taludes del dique son iguales en el paramento de aguas arriba y en el de aguas abajo y presentan una inclinación de 2,5H/1V y una altura máxima de 13,5 m.

La presencia de un nivel de arcillas blandas en el apoyo del dique condiciona la estabilidad de este durante el proceso de construcción, produciéndose la rotura del relleno por el cimientado con un factor de seguridad insuficiente. Por esta razón se establece la construcción del relleno por etapas, de manera que se aproveche la mejora en la resistencia al corte de las arcillas del cimientado debida a su consolidación. Los coeficientes de consolidación de este nivel resultan incompatibles con el desarrollo razonable de las obras por lo que se ha diseñado un tratamiento mediante mechas drenantes extendido a todo el perímetro del dique de manera que se reduzcan los plazos de construcción.

Se dispondrán mechas drenantes en malla triangular de 350 cm de lado y longitud media de 5 m a lo largo de todo el área de apoyo del relleno, extendiéndolo en planta unos 10 m a cada lado del pie del relleno.

En la siguiente tabla se incluyen los coeficientes de seguridad obtenidos para cada una de las hipótesis estudiadas.

HIPÓTESIS DE CÁLCULO	FACTOR DE SEGURIDAD			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Durante la construcción	H=3 m	H=6 m	H=10 m	H=13,5 m
	1,35 >1,3	1,33 >1,3	1,34 >1,3	1,48 >1,3
Embalse lleno	1,72 >1,5			
Desembalse rápido	1,51 >1,1 (talud exterior)			
	1,30 >1,1 (talud interior)			
Rotura de lámina y embalse lleno sin elemento de impermeabilización externa	1,51 >1,3			

El tratamiento con mechas drenantes permite reducir los plazos de ejecución de cada una de las etapas del relleno a tiempos razonables de obra, además de acelerar los asentamientos

a tiempos de obra que, de otro modo, se producirían a muy largo plazo con el consiguiente peligro para el resto de las instalaciones de la balsa y su adecuado funcionamiento.

Se deberá llevar a cabo un plan de instrumentación y auscultación de los movimientos verticales del relleno, mediante hitos topográficos y líneas continuas de asiento, con objeto de verificar las hipótesis establecidas al respecto. Se deberá controlar que no se ejecute una nueva etapa de recrecimiento del dique hasta que no se verifique que los asentamientos debidos a la etapa anterior se encuentran estabilizados y que se ha alcanzado el grado de consolidación requerido en los cálculos.

#### 13.2.2.2. Balsa PK 30+871

Esta balsa PK 30+871 será excavada casi en su totalidad desde la cota de terreno natural. Los taludes de excavación considerados han sido de 3H:1V y la altura máxima de excavación de 7,5 m.

Para realizar el estudio de estabilidad del dique se ha empleado el programa SLOPE/W de la casa GEO-SLOPE a través del cual se estudia el problema con un grado razonable de exactitud, considerando si es necesario, la acción de presiones intersticiales en el dique, la existencia de diferentes tipologías de materiales y la presencia de un nivel de agua.

Se ha analizado la estabilidad del talud de excavación en las siguientes hipótesis:

- Final de construcción.
- Situación de balsa llena con elemento de impermeabilización externa
- Rotura de lámina y embalse lleno sin elemento de impermeabilización externo.
- Desembalse rápido total.

El terreno se considera formado por un único estrato compuesto por arenas limosas (AL1) de alta compacidad, con las características geotécnicas descritas en el apartado correspondiente del Estudio Geológico-Geotécnico.

Al tratarse de una balsa excavada en la que el “dique” lo conformará el terreno natural, siendo este de buena calidad, la estabilidad de los taludes no presenta grandes problemas. Pese a eso, se ha tratado de realizar un tratamiento similar al de los diques en terraplén, considerándose hipótesis de rotura similares. Así, los posibles deslizamientos considerados han sido los que pueden llegar a producirse durante la fase de construcción, la fase de embalse lleno y la fase de desembalse. También se ha tenido en cuenta la situación de rotura accidental de la lámina impermeabilizante en situación de embalse lleno.

En la siguiente tabla se incluyen los coeficientes de seguridad obtenidos para cada una de las hipótesis estudiadas.

HIPÓTESIS DE CÁLCULO	FACTOR DE SEGURIDAD
Durante la construcción	3,55 > 1,3
Embalse lleno	4,58 > 1,5
Desembalse rápido	2,31 > 1,1
Rotura de lámina y embalse lleno sin elemento de impermeabilización externa	4,12 > 1,3

### 13.3. TOMAS DIRECTAS

La superficie de riego que no ha sido posible abastecer mediante la red de riego diseñada, se regará mediante tomas directas desde el canal coincidentes en la mayor parte con la posición de las actuales.

### 13.4. OBRAS DE REGULACIÓN DEL CANAL

El canal de las Aves ha quedado tal como se ha mencionado, dividido en dos tramos, cuyos tratamientos desde el punto de vista de la regulación son independientes y diferentes.

A continuación se describen los elementos de regulación del canal para el segundo tramo.

En el anejo nº 6 Estudio de regulación del canal, se justifica los elementos necesarios para la regulación del canal.

Las regulación del canal se ha realizada teniendo en cuenta la explotación del mismo con la finalidad de conseguir una mejor gestión del recurso, garantizando la demanda.

Se plantea un sistema de regulación consistente en el tableado del canal, aguas abajo de las principales tomas de riego, que permitan mantener la lámina en las mismas suficientemente alta. Y un apoyo a la regulación del canal con balsas de almacenamiento de regulación semanal, de tal manera que éstas recojan los caudales circulantes por el canal en las horas de no riego. Así el recurso se va almacenando en la balsa, quedando disponible para el regante en las horas de riego.

Para la facilidad de explotación del canal se ha considerado una aportación continua en cabecera, que se adecue a las dotaciones brutas teóricas en la cuenca del Tajo, adaptadas a la superficie del estudio.

En estas condiciones y con un caudal continuo derivado en cabecera para el mes de máxima demanda, mes de julio, cercano a 4,00 m<sup>3</sup>/s con una regulación semanal se necesita un volumen adicional necesario de 453.337 m<sup>3</sup> en balsas de almacenamiento.

De esta manera se consigue aprovechar los caudales detraídos en la presa de El Embocador para el riego de la zona, en las horas de no demanda de riego al recoger las aportaciones sobrantes en balsas de regulación. Por lo que se consiguen tres objetivos:

- aprovechar los caudales circulantes por el canal
- permitir el riego durante las horas diurnas
- independizar la demanda de riego de las aportaciones del canal en la zona regable que se abastece de las balsas. Ya que es en esta zona donde los caudales que llegan por el canal son deficitarios. Estando condicionada la garantía de riego al número de tomas de riego abiertas aguas arriba.

El objetivo de la regulación es por tanto garantizar la demanda de riego en toda la zona regable almacenando el volumen de agua durante las horas que no va a existir riego.

De esta manera se incrementa los caudales que pueden circular por el canal y se garantiza el mejor aprovechamiento del recurso.

Resumiendo lo anterior los elementos de regulación necesarios son dos:

- Compuertas de regulación para el tableado del canal, dispuestas aguas abajo de las tomas agrupadas.
- Balsas de regulación

En cuanto a la compuertas, las tomas de las mismas funcionarán a la demanda, con limitación de caudal, esto es, los distintos usuarios podrán demandar o no caudal de agua, pero para repartir el agua circulante entre los distintos usuarios, se dispondrá en cabeza de derivación de un elemento de aforo / regulación (módulos de máscara) del caudal máximo que se pueda derivar. Si el caudal real demandado es menor del máximo fijado, el elemento de aforo quedará parcialmente sumergido, y el caudal no demandado circulará hacia aguas abajo y podrá ser embalsado en las balsas diseñadas. Para elevar el nivel de agua en el canal y mantenerlo constante independientemente del caudal que por él circule, se dispondrá en el canal principal de una compuerta automática de regulación de nivel constante aguas arriba, con capacidad para la totalidad del caudal circulante en cabeza (4 m<sup>3</sup>/s), escogiéndose el modelo más adecuado en cada caso en función de la pérdida de carga disponible.

Se ha previsto la instalación de 7 compuertas hidráulicas para la regulación de las tomas en los siguientes puntos kilométricos del canal, además de las dos necesaria para la toma de las balsas:

Nº compuerta	COORDENADAS		P.K
	X	Y	
1 (a arriba constante)	445.731	4.430.912	9+512,50
2 (a arriba constante)	445230	4.430.264	10+370,00
3 (a arriba constante)	443.670	4.429.695	12+130,00
4 (a arriba constante)	442.378	4.429.259	13+571,55
5 (a arriba constante)	441.634	4.428.047	15+098,25
6 (a arriba constante)	440261	4.426.504	17+331,00
7 (a arriba constante)	439.151	4.425.327	19+066,60

Nº compuerta	COORDENADAS		P.K
	X	Y	
8 (a arriba constante)	431.107	4.421.083	29+053,68
Balsa P.K. 23+055 (mixta)	436.261	4.423.155	23+055,00
Balsa P.K. 30+871 (toma acequia K) a. abajo constante	429.689	4.420.557	30+871,00

La primera balsa de regulación se ubicada en el P.K.23+055 la explotación del canal en este punto precisa de:

- Un elemento de regulación sobre el propio canal: compuerta mixta, más aforador de pared gruesa en el canal.
- Un elemento de regulación sobre la entrada a la balsa: dos aliviadero móviles
- Un aliviadero de emergencia para impedir que el nivel de la balsa sobrepase el nivel máximo extraordinario.

Estos tres elementos van a permitir la explotación del canal, así las funciones de cada elemento son:

**Compuerta mixta más aforador:**

- Nivel mínimo aguas arriba: Permite fijar la prioridad sobre el agua circulante, puesto que si se fija por debajo de la arista de vertido de los aliviaderos móviles de entrada a balsa, todo el agua que venga por el canal pasará hacia aguas abajo (en tanto en cuanto no se satisfaga la condición de nivel regulado aguas abajo), pero fijado por encima de la arista de vertido de los aliviaderos móviles, garantizará una lámina de vertido mínima sobre estos (y por lo tanto un caudal derivado hacia la balsa) y sólo a partir de que esta condición se cumpla, la compuerta abrirá dejando pasar el exceso de agua hacia aguas abajo.
- Nivel regulado aguas abajo: Asociado a un umbral aforador de 3 m de anchura ubicado justo aguas abajo de la compuerta mixta, permite fijar un caudal circulante hacia aguas abajo variable desde cero (haciendo coincidir el nivel regulado aguas abajo por debajo de la cresta de dicho umbral) hasta el máximo que se desee (la curva de descarga de dicho aforador es conocida así como las necesidades de pérdida de carga para que no quede sumergido).
- Nivel máximo aguas arriba: Permite, en conjunción con los aliviaderos móviles de entrada a la balsa, limitar el caudal que entre hacia la balsa 1, y así poder repartir el exceso de agua entre ambas balsas. Por ejemplo, fijando dicho nivel máximo a la lámina de vertido correspondiente a "x"  $m^3/s$ , podemos limitar a ese caudal el máximo que entre en la balsa 1; en caso de que circulase más caudal, la compuerta se olvida de regular el nivel aguas abajo y abre buscando impedir que el nivel aguas arriba suba por encima de la cota de consigna.
  - Disponiendo los aliviaderos móviles de tal forma que el funcionamiento del aliviadero de seguridad de la balsa vierta todo el agua con una cota tal que no permita que el flujo sobre los vertederos móviles quede sumergido, el caudal máximo que circule hacia aguas abajo por el canal será la diferencia entre el que viene por el canal y el que se quiere derivar a la balsa 1.

- Disponiendo los aliviaderos móviles de tal forma que el funcionamiento del aliviadero de seguridad de la balsa permita ahogar totalmente el flujo sobre los aliviaderos móviles, se reducirá la entrada de agua a la balsa, por lo que el nivel máximo aguas arriba de la compuerta mixta actuará, permitiendo que todo el exceso de agua circule hacia aguas abajo.

**Aliviaderos móviles de entrada a la balsa**

Se ha diseñado dos aliviaderos móviles de 3 m de anchura cada uno, dimensionados para  $2 m^3/s$  cada uno, de tal forma que sea más fácil e intuitivo limitar a  $2 m^3/s$  el caudal a derivar hacia la balsa, sin perder la capacidad de introducir todo el sobrante hacia esta balsa..

Cada aliviadero móvil por tanto estaría dimensionado para  $2 m^3/s$  con una lámina de vertido de 53 cm. Para pasar  $1 m^3/s$ , la lámina de vertido necesaria es de 34 cm. La cota de la arista de vertido podrá fijarse a voluntad entre 482,00 y 483,00, pudiendo aislar la balsa totalmente.

En caso de que se quisiera dar prioridad al caudal circulante hacia aguas abajo, la posición más baja que debería adoptar sería la del nivel de energía mínimo necesaria para que circulase dicho caudal, considerando la geometría propia del canal, la pérdida de carga del umbral aforador y la pérdida de carga de la compuerta mixta. El nivel de energía necesario para  $2 m^3/s$  es de 482,21; para  $1 m^3/s$  es de 481,89.

**Aliviadero de emergencia**

La balsa 23+055 se ha diseñado para un Nivel Normal de Explotación de 482,55, y un Nivel Extraordinario de Explotación de 482,85. La diferencia entre ambos niveles corresponde con la lámina de vertido sobre el aliviadero de emergencia previsto.

Para completar la regulación del canal se dispone en el P.K. 30+871 de la segunda balsa de regulación en la que se ha dispuesto una compuerta de regulación aguas abajo constante con sus correspondientes módulos de máscara, para regular la toma de la acequia K, ya que esta toma no puede ser abastecida desde la propia balsa por que topográficamente está más alta.

Las características generales de todas las compuertas descritas anteriormente son su escasa afección en el entorno, ya que desde el punto de vista de la obra civil implican una menor y sencilla obra de instalación y desde el punto de vista de la explotación, al tener una mecánica sencilla, evitan desbordamientos debido a tormentas o falsas maniobras en el canal, por ultimo al ser su funcionamiento mecánico no necesita conexión con la red de electricidad, lo que facilita su colocación y explotación, aumentando su seguridad frente a fallos en la red de distribución.

### 13.5. OBRAS DE REPARACIÓN DEL CANAL

Estas actuaciones van encaminadas a conseguir un nivel de impermeabilidad y de estabilidad estructural adecuado.

Para establecer las reparaciones en primer lugar se han delimitado los daños en el trazado del canal, clasificándolo según el criterio siguiente:

-Daños en canal a cielo abierto:

D<sub>0</sub>: Tramo de reciente construcción ó reparación, en perfecto estado de conservación. No necesita reparación alguna.

D<sub>1</sub>: No presenta daños de consideración o apreciables a simple vista. Buen estado de conservación.

D<sub>2a</sub>: Agrietamiento o erosiones puntuales en el revestimiento de los cajeros.

D<sub>3a</sub>: Agrietamiento o erosiones frecuentes en el revestimiento de los cajeros.

D<sub>2b</sub>: Erosión generalizada, con afloramiento de la fracción gruesa del hormigón. Grados medio (m) ó intenso (i).

D<sub>3b</sub>: Tramos fuertemente erosionados, presentando los síntomas anteriores y fuerte degradación puntual de cajeros.

D<sub>4</sub>: Paños con graves desmoronamientos y aparición del terreno del trasdós de los cajeros.

D<sub>S</sub>: Daños en la solera.

J: Deterioro y movimiento de juntas.

D<sub>v</sub>: Presencia de vegetación en los cajeros del canal y necesidad de limpieza de éstos.

- Daños en acueductos:

La tipología de daños asociada a los acueductos es:

PILAS:

D<sub>ap</sub>: Deficiencias estructurales en pilas (perdida de sección, agrietamiento, etc.). El nivel de deterioro se ha graduado según "alto", "medio" y "bajo".

SUPERESTRUCTURA:

D<sub>af</sub>: Daños ocasionados por presencia de filtraciones y carbonataciones.

D<sub>ar</sub>: Afloramiento de las armaduras en las caras exteriores del acueducto.

D<sub>ad</sub>: Junta abierta entre vanos por asientos diferenciales.

D<sub>ac</sub>: Junta acueducto – canal en mal estado.

D<sub>aj</sub>: Juntas entre vanos en mal estado.



D<sub>ai</sub>: Deficiencias en revestimiento interior.

Una vez clasificadas e inventariadas la patologías y daños de todo el canal en estudio, se ha realizado un estudio de alternativas en cuanto a materiales y técnicas de reparación, para finalizar en la proposición de unos tratamientos y reparaciones de cada uno de los tipos de daños y su valoración.

En el anejo nº 7: *Reparación del Canal* se recogen todos los trabajos realizados para la definición y reparación del canal, aportando su información gráfica, planos, en el capítulo 5 del documento de planos y su valoración igualmente en un capítulo específico del presupuesto del proyecto.

### 13.6. Auscultación

En líneas generales se controlarán los siguientes elementos de la instalación de las balsas:

- Nivel de agua en la balsa. Sistema redundante mediante un nivel de medida continua y dos niveles independientes, uno de máxima y otro de mínima.
- Supervisión de la salida de drenaje.
- Caudales de salida de la balsa a la red mediante caudalímetro

En la balsa del P.K. 23+055 se instalará un sistema para el control de los asientos ó posibles movimientos del terraplén con métodos topográficos.

Todos estos elementos servirán para la realización de la auscultación ordinaria de la balsa que complementada con la vigilancia e inspección visual de la misma y sus proximidades, servirán para la realización del informe anual.

## 14. SISTEMA DE CONTROL EN LAS BALSAS

Se procederá al menos una operación anual de movimiento de compuertas del canal y la balsa para chequear su correcto funcionamiento, también se procederá a una comprobación de todos los elementos de control de la balsa así como a una inspección visual de la misma y sus proximidades.

### 14.1. TELECONTROL

Se ha previsto un sistema de telecontrol con centro de control en las oficinas de la confederación hidrográfica de Tajo en Aranjuez para controlar los siguientes puntos de la red que permitirán una mejor gestión y explotación de la zona regable.

- 1) P.K. 0+000 presa de Embocador
- 2) P.K. 0+300 estación SAIH
- 3) P.K. 8+000 Elevación Azud Fuente la Huelga
- 4) P.K. 23+055 balsa 1
- 5) P.K. 30+871 basa 2

La comunicación de los datos registrados en cada uno de los puntos al sistema de control se realizará por vía radio con un sistema de alimentación autónoma mediante placas fotovoltaicas y un MODEM vía radio (por el que será posible el correspondiente sistema de transmisión/recepción).

A continuación se resume a grandes rasgos los parámetros principales de medida en cada uno de los puntos propuestos que como se ha comentado antes permitirán una mejor gestión y explotación del sistema.

- 1) P.K. 0+000 presa de Embocador. en este punto interesa recoger el estado de las compuertas de la presa del Embocador
- 2) P.K. 0+300 estación SAIH: la medida de esta estación servirá para tener registrado los caudales de entrada al sistema en cabecera del mismo.

3) P.K. 8+000 Elevación Azud Fuente la Huelga, permitirá recoger el estado del bombeo.

4) P.K. 23+055 balsa 1 y 5) P.K. 30+871 basa 2: Para completar el diseño de las balsas se ha diseñado una red de sensores de medida que ha de permitir disponer de la información necesaria para verificar que el funcionamiento de cada una de las balsas se ajusta a los parámetros de explotación requeridos.

El sistema de control de las balsas permitirá recoger todos los datos de los sensores que se han instalado que en líneas generales se controlarán los siguientes elementos de la instalación:

- Nivel de agua en la balsa. Sistema redundante mediante un nivel de medida continua y dos niveles independientes, uno de máxima y otro de mínima.
- Supervisión de la salida de drenaje.
- Caudales de salida de la balsa a la red mediante apertura de la compuerta de regulación en la tubería de derivación.
- Caudales de entrada a la balsa:
  - Posición de los vertederos móviles y compuerta de regulación mixta en la balsa 1).
  - Caudales de entrada a la balsa, posición de la compuerta de entrada y compuerta de regulación aguas abajo constante en la balsa 2

El PCL estará en las oficinas de la CHT en Aranjuez, los módulos de entrada /salida, el equipo de radio y el de alimentación autónoma, estarán ubicados en cada una de las caseta de instalaciones situadas en el aliviadero de seguridad de las balsas. Esta caseta tendrá un alto nivel de humedad, por lo que se tomarán las correspondientes protecciones.

## 15. CLASIFICACIÓN DE LAS BALSAS DE REGULACIÓN

Se analiza la clasificación de las balsas para dar cumplimiento al REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, quedan incluidas en el ámbito de aplicación de la seguridad de presas, embalses y balsas, además de todas las consideradas como gran presa, aquellas presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m<sup>3</sup>, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estando obligados a solicitar su clasificación y registro.

En nuestro caso:

- la balsa del P.K. 23+055: al tener un dique mayor de 5 metros de altura y un volumen mayor de 100.000 m<sup>3</sup> es necesario clasificarla. En el Anejo nº 21 de este Proyecto se hace un estudio de clasificación de la balsa para proponer su clasificación. En base a los resultados del estudio realizado se propone la clasificación C.
- la balsa del P.K. 30+871: es una balsa excavada en su totalidad, dispone de un pequeño dique de cierre de 1,45 metros de alto, prácticamente situado en la zona del resguardo de la balsa, por lo que el volumen embalsado por el mismo es menor de 100.000 m<sup>3</sup>. En base a esas premisas se se propone la clasificación C.

## 16. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

En el anejo nº 18 Expropiaciones se recogen las expropiaciones que el presente proyecto implica.

Los criterios adoptados con carácter general para definir la expropiación necesaria para el emplazamiento de las futuras obras, han sido las siguientes:

## a) Balsas

Franja de terreno paralela a la línea de cerramiento de la parcela con un sobre ancho de 2 metros a cada lado con respecto a dichas líneas.

## b) Variantes de caminos y accesos

Franja de terreno paralela a la línea de derrame del terraplén o de coronación de desmonte con un sobrecancho de 5 metros a cada lado con respecto a dicha línea.

En obras singulares como pueden ser desagües se ha establecido un ancho de 4 metros de expropiación, dos a cada lado del eje de la conducción. En cuanto a las obra singulares en el canal (compuertas de regulación, obras de toma de las balsas), al disponerse de la banda de terreno propiedad de la confederación Hidrográfica, no se han tenido que incluir expropiación alguna.

En cuanto al tendido de la nueva red de riego se hará con el consentimiento previo de los propietarios del terreno, por lo que no se han previsto partida para estas expropiaciones.

Asimismo, se establecerá una servidumbre de paso en un ancho de 3 m medidos sobre el eje de las tuberías una vez acabada la construcción, con las siguientes limitaciones:

1. Prohibición de efectuar trabajos de arada a una profundidad superior a 90 cm., así como de plantar árboles o arbustos a una distancia inferior a 1,5 m del eje de la tubería.
2. Prohibición de realizar cualquier tipo de obras, construcción, edificación o efectuar acto alguno que pudiera dañar o perturbar el buen funcionamiento de las obras, a una distancia inferior a 1,5 m del eje del trazado, a uno y otro del mismo. Esta distancia podrá reducirse siempre que se solicite expresamente y se cumplan las condiciones que en cada caso fije el titular de la servidumbre.
3. Libre acceso del personal, maquinaria y equipos necesarios para poder mantener, reparar o renovar las obras con pago, en su caso, de los daños que ocasionen.
4. Posibilidad de instalar los hitos de señalización o delimitación.

Con carácter general, y destacando el carácter informativo de cara a la administración, se ha adoptado el criterio de expropiar hasta los límites de la propiedad de la finca para aquellos propietarios cuya afección, aplicando los criterios anteriores, den lugar a áreas poco útiles para su aprovechamiento agrícola.

El precio adoptado para la expropiación se ha fijado en función de los precios medios del mercado en la zona.

CLASE DE CULTIVO	PRECIO (Euro/m <sup>2</sup> )		
	PERMANENTE	SERV. PASO	TEMPORAL
Huerta regadio	3.80	2.28	1.52
Labor o labradío regadio	3.00	1.80	1.20
EN INVESTIGACION, ARTICULO 47 DE LA LEY 33/2003	3.00	1.80	1.20
olivos regadio	2.80	1.68	1.12
Pinar maderable	2.00	1.20	0.80
arboles de ribera	2.00	1.20	0.80
Labor o Labradío seco	1.20	0.72	0.48
Viña de seco	1.00	0.60	0.40
Prado o Praderas de regadio	0.60	0.36	0.24
Monte Bajo	0.60	0.36	0.24
Pastos	0.60	0.36	0.24
Improductivo	0.60	0.36	0.24
prados o praderas	0.60	0.36	0.24
Vía de comunicación de dominio público	0.00	0.00	0.00
Vía férrea	0.00	0.00	0.00
Hidrografía natural (río,laguna,arroyo.)	0.00	0.00	0.00

De la aplicación del precio anterior a las superficies afectadas se ha obtenido un presupuesto de expropiación según el siguiente cuadro:

RED	VALORACION		
	PERMANENTE	SERV. PASO	TEMPORAL
Cabezadas	0,00	3.956,33	7.276,71
Quemadero	0,00	1.689,00	2.012,39
Malecón 1F+2F	0,00	29.595,10	68.254,68
Malecón 3F	0,00	3.547,06	19.008,65
La Flamenca (4F+5F+6F+7F+isla)	0,00	2.142,83	4.556,25
Matalonguilla	0,00	66.201,79	41.932,57
toma acequia c-28 (alamos Blancos)	0,00	439,85	853,75
toma C-29 (belmonte)	0,00	3.445,92	6.471,47
Acequia 1 bis	0,00	2.940,19	4.395,77
Acequia 4	0,00	9.635,65	21.299,24
red desde balsa 1	647.505,00	29.182,83	94.208,32
acequia F	0,00	2.314,98	5.656,54
Acequia H e I	0,00	2.372,71	7.474,17
red desde balsa 2	122.590,40	42.462,80	124.463,17
Acequia K desde el canal	0,00	9.332,62	21.117,49
TOTAL	770.095,39	209.259,67	428.981,18

## 17. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

Las actuaciones se desarrollarán en el entorno del Canal de las Aves, entre los términos municipales de Aranjuez (provincia de Madrid y Comunidad Autónoma homónima), Añover de Tajo, Villaseca de la Sagra y Toledo (los tres últimos pertenecientes a la provincia castellanomanchega de Toledo). La mayor parte de la zona regable discurre por Aranjuez. Este ha estado ocupado tradicionalmente, al igual que en la actualidad, por cultivos en regadío, siendo el objeto del proyecto la modernización del riego por gravedad, a fin de incrementar su rendimiento económico, y el ahorro de agua, facilitando su mantenimiento futuro.

En su mayor parte, el canal atraviesa terrenos incluidos en la Red Natura 2000, concretamente en el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), ES3110006, Vegas, cuevas y páramos del Sureste y la Zona de Especial protección para las aves (ZEPA), ES0000119, Carrizales y Sotos de Aranjuez; además en las proximidades se encuentra la ZEPA ES0000438 Carrizales y Sotos del Jarama y Tajo. Asimismo, discurre por las inmediaciones de dos humedales incluidos en el Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid: Humedal del Carrizal de Villamejor y el Soto del Lugar, y se desarrolla sobre el Área Importante para las Aves (IBA) n.º 72 Carrizales y Sotos de Aranjuez.

Además hay que destacar, que Aranjuez, cuenta con unos importantes recursos culturales. Dentro del patrimonio hidráulico se encuentra la presa de El Embocador. Esta presa-azud fue la primera construida en el río Tajo, en tiempos de Carlos I hacia 1535 (siglo XVI) junto a la de Valdajos aguas arriba. Pertenece al patrimonio histórico fluvial y etnográfico de Aranjuez. Y se destaca que en la zona se han encontrado yacimientos del Paleolítico inferior, de la primera Edad de Hierro, así como restos romanos y paleocristianos.

Características del potencial impacto:

En el proyecto del conjunto de estas obras, se ha buscado minimizar la incidencia de la actuación sobre los distintos elementos de valor medioambiental presentes en la zona, según se resume seguidamente:

Se minimiza la afección a la cubierta vegetal y flora, disponiendo las conducciones en las acequias existentes o junto a los caminos de acceso a las fincas y los lindes de parcela.

Las obras proyectadas son todas de carácter superficial, con poca incidencia y a veces nula sobre el nivel freático. Únicamente la red que más cercana está al río Tajo se ve afectada por los niveles freáticos del mismo.

Los materiales de excavación se aprovechan en gran parte en la propia obra, utilizando los sobrantes para rellenos en zonas apropiadas o vertederos.

Como se ha indicado, en el trazado de las conducciones se utiliza al máximo la red de acequias y caminos existente, por lo que se minimiza la remoción de tierra vegetal que en todo caso se restituirá en su lugar o para recubrir superficies de posibles replantaciones.

El impacto visual se reduce, según se ha indicado, a las balsas de regulación. Para minimizar dicho impacto, se ha revegetado los taludes de las mismas aguas abajo en la zona terraplenada. Por lo que en la balsa de cola que va excavada esta incidencia es mínima.

La calidad de los materiales a emplear en la ejecución, debe garantizar un mantenimiento mínimo y en general a realizar con utilización de medios ligeros

Las obras se encuentran fuera de núcleos urbanos, por lo que las molestias a la población de las mismas serán de escasa significación.

La superficie ocupada sobre del terreno, de las obras proyectadas, es poco significativa y corresponde únicamente a las balsas proyectadas, una de ellas fuera de la zona regable. Ya que las redes de tuberías, por su carácter subterráneo, solo se manifiestan al exterior en las arquetas de reducidas dimensiones y en de sus elementos de control y toma, también de dimensiones poco significativas.

Se considera que durante la fase de explotación las modificaciones introducidas en el medio no van a tener efectos significativos en su funcionamiento.

Aun así se han considerado una serie de medidas compensatorias a aplicar durante la fase de obra, de tal forma que se minimicen las afecciones temporales que se producen a los diferentes factores del medio natural y cultural, según se especifican en el Anejo 12 de este

documento. Se ha tenido especial cuidado dado que el ámbito de estudio, se encuentra dentro de espacios de la Red Natura 2000, concretamente sobre el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), ES3110006, Vegas, cuevas y páramos del Sureste y la Zona de Especial protección para las aves (ZEPA), ES0000119, Carrizales y Sotos de Aranjuez.

Para paliar las posibles afecciones que tendrán lugar durante la fase de obras, se propone la aplicación de todas las medidas protectoras y correctoras definidas para todos los factores del medio (Anejo 12), reforzándose cuando el canal discurra por el interior de los hábitats de interés comunitario o en las proximidades de los dos humedales catalogados. En concreto, se propone la limitación de la velocidad de circulación de los vehículos, el control de emisiones de contaminantes atmosféricos y sonoros por parte de la maquinaria, control de la superficie de ocupación, vigilancia de los movimientos de tierras, recogida, acopio y conservación del suelo fértil, extendido de tierra vegetal sobre las zonas sin suelo, revegetación de zonas degradadas, prevención de la contaminación de los suelos, localización y restauración de préstamos, vertederos e instalaciones auxiliares de obra, protección de la calidad de las aguas, protección individual del arbolado de interés y control en la época de realización de los trabajos.

Especial cuidado se tendrá con el Patrimonio Cultural. Durante la fase de construcción, las distintas actuaciones de la obra, en particular los movimientos de tierra necesarios, podrían provocar la pérdida de restos arqueológicos presentes en la zona. Por otra parte, determinadas actuaciones como el tránsito de maquinaria, realizadas en superficies con presencia de ese tipo de restos, podrían ocasionar un deterioro de los mismos.

En el tramo I, las obras actualmente contempladas son únicamente la rehabilitación del canal en los tramos que no va enterrado mediante un revestimiento, (lo cual ya se hace actualmente mediante actuaciones de urgencia), y no se contempla realizar movimiento de tierras.

En el tramo II, en la zona de actuación cabe la posibilidad de afectar a yacimientos arqueológicos. Por este motivo, previo a la ejecución del proyecto, se realizará una prospección arqueológica que determine si podría verse afectado por las obras algún yacimiento arqueológico, que requiriese la modificación del diseño de la actuación. Por tanto, se tendrán en cuenta los plazos de tramitación del permiso para la realización de la

prospección y la aprobación del informe arqueológico por parte del organismo competente en la redacción del proyecto.

#### Tramitación y consultas

El promotor de la actuación es la Confederación Hidrográfica del Tajo y el órgano sustantivo, la Dirección General del Agua; ambos organismos pertenecen al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

La documentación ambiental del proyecto, se recibió en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con fecha 4 de mayo de 2012. Posteriormente, el 6 de noviembre del mismo año, se inició el preceptivo periodo de consultas a los organismos implicados e interesados.

Una vez analizada toda la documentación ambiental enviada y las consultas realizadas y a propuesta de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, el Ministerio resolvió de acuerdo con la evaluación de impacto ambiental practicada según la sección 2.<sup>a</sup> del capítulo II, artículos 16 y 17, y el análisis realizado con los criterios del anexo III del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, no es previsible que el proyecto Modernización canal de las Aves, términos municipales de Aranjuez, Añover de Tajo, Villaseca de la Sagra y Toledo (Madrid y Toledo), cumpliendo los requisitos ambientales que se han descrito, vaya a producir impactos adversos significativos, por lo que no se considera necesaria la tramitación prevista en la sección 1.<sup>a</sup> del capítulo II de dicha Ley.

La Resolución ha sido publicada en el BOE del 1 de noviembre del 2013 (sección III, pág. 88425)

## 18. CONDICIONES ESPECIALES DE EJECUCIÓN

En este apartado se hace mención a que los trabajos se ejecutarán de tal manera que no se afecte a la campaña de riegos comprendido en los meses de abril a octubre.

El periodo de intrariego lo establecerá el Director de Explotación de la presa de "EL Embocador" y habitualmente será coincidente con los meses comprendidos entre noviembre

y marzo inclusive, pudiéndose ajustar a las necesidades de riego. En dicho periodo se procederá de forma normal al cierre de la obra de toma, para proceder a las operaciones de mantenimiento de la red de canales y acequias.

## 19. SEGURIDAD Y SALUD

La finalidad del Estudio de Seguridad y Salud es establecer, durante la duración de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptivos de salud y bienestar de los trabajadores.

Sirve para dar las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio. Por ello los errores u omisiones que pudieran existir en el mismo, nunca podrán ser tomados por el contratista en su favor.

Dicho Plan facilitará la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

Todo ello se realizará con estricto cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, en el que se ordena incluir un estudio de Seguridad y Salud en los Proyectos de Obras cuyo presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 (75 millones de pesetas); en los que su duración sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente; en los que el volumen de la mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 y en las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Como aplicación del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en el presente Real Decreto y, expresamente, el Real Decreto 555/1986, de 21 de febrero,

por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un estudio de Seguridad e Higiene en los proyectos de edificación y obras públicas, modificado por el Real Decreto 84/1990, de 19 de enero.

Se ha previsto en los presupuestos, una partida presupuestaria para la Seguridad y Salud en el Trabajo por importe de 104.492,75 €.

El estudio de Seguridad y Salud se incluye en el Anejo nº 20 de este Proyecto.

## 20. PLAZO DE EJECUCION

Se ha analizado el desarrollo temporal de las distintas actividades necesarias para llevar a cabo la completa realización de las obras proyectadas, según se detalla en el Anejo nº 15, en el que se incluye un posible programa de ejecución de aquellas.

De acuerdo con el mismo se establece un plazo de ejecución de las obras, incluidas en este proyecto, de 48 MESES.

Podrán ser objeto de recepción parcial aquellas partes de obra susceptibles de ser ejecutadas por fases que puedan ser entregadas al uso público, en concreto pueden recibirse parcialmente las siguientes partes del proyecto:

- Rehabilitación de canal y su regulación
- Redes de riego
- Balsas

## 21. JUSTIFICACION DE PRECIOS

Para las distintas unidades de obra integrantes de la actuación proyectada, se han deducido los precios correspondientes, aplicando en lo posible los criterios y elementos de valoración de mercado.

En el Anejo nº 17 se incluye la justificación de todos los precios de aplicación a la obra proyectada.

## 22. PRESUPUESTOS DE LAS OBRAS

### 22.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El Presupuesto de Ejecución Material de las obras que integran el proyecto, se obtiene por aplicación a las correspondientes mediciones, de los precios unitarios especificados en el Cuadro de Precios nº 1, resultando:

#### **PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL**

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LAS AVES.

CAPÍTULO 1. RED DE TUBERÍAS.....	8.531.855,15
CAPÍTULO 2. Balsa de Regulación P.K. 23+055.....	3.097.976,94
CAPÍTULO 3. Balsa de Regulación P.K. 30+871.....	2.590.609,29
CAPÍTULO 4. REGULACIÓN DEL CANAL.....	256.332,38
CAPÍTULO 5. REPARACIONES DEL CANAL.....	3.934.891,50
CAPÍTULO 6. REGULACIÓN DE LAS TOMAS.....	191.381,77
CAPÍTULO 7. GESTIÓN DE RESÍDUOS.....	91.516,24
CAPÍTULO 8. MEDIDAS CORRECTORAS.....	132.068,87
CAPÍTULO 9. SEGURIDAD Y SALUD.....	104.492,75
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL</b>	<b>18.931.124,89</b>

*Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:*  
DIECIOCHO MILLONES NOVECIENTOS TREINTA Y UN MIL CIENTO  
VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (18.931.124,89 € )

### 22.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Incrementando este Presupuesto en un 16% en concepto de Gastos Generales y en un 6% por el Beneficio Industrial y aplicando al resultado así obtenido el Impuesto del Valor Añadido (IVA) del 21%, se obtiene el siguiente valor del:

#### **PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN**

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LAS AVES.

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL.....	18.931.124,89
16,00% Gastos generales.....	3.028.979,98
6,00% Beneficio industrial.....	1.135.867,49
<b>SUMA.....</b>	<b>23.095.972,36</b>
21,00% I.V.A.....	4.850.154,20
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>27.946.126,56</b>

*Asciende el presente presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de:*  
VEINTISIETE MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL CIENTO  
VEINTISEIS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS (27.946.126,56 € )

### 22.3. VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO

A continuación se calcula el valor estimado del contrato donde se ha tenido en cuenta un importe de 9,5 % sobre el Presupuesto Base de Licitación sin IVA resultando:

a) Presupuesto de Ejecución Material:	18.931.124,89 Euros.
b) Valor estimado del contrato:	
Presupuesto Base de Licitación sin IVA:	23.095.972,36 Euros
Importe modificaciones previstas (9,5% s/PBLsIVA):	2.194.117,37 Euros
<b>Total Valor Estimado del contrato:</b>	<b>25.290.089,73 Euros</b>
c) Presupuesto Base de Licitación (sin I.V.A.):	23.095.972,36 Euros
d) Presupuesto Base de Licitación (con I.V.A.):	27.946.126,56 Euros

## 22.4. PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El presupuesto para conocimiento de la Administración se ha determinado a partir del Presupuesto de Base de Licitación incrementado en la valoración de las indemnizaciones por expropiaciones y servidumbres, los costes de redacción y los costes de control y vigilancia de las obras, dando lugar al siguiente importe:

• PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:.....	18.931.124,89 €
– 16 % de Gastos Generales.....	3.028.979,98 €
– 6 % Beneficio Industrial .....	1.135.867,49 €
	-----
SUBTOTAL.....	23.095.972,36 €
– 21 % I.V.A. ....	4.850.154,20 €
	-----
• PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (con I.V.A).....	27.946.126,56 €
Expropiaciones e Indemnizaciones .....	1.478.753,06 €
Patrimonio (1 % del PEM) .....	189.311,25 €
Gastos de redacción del proyecto .....	137.340,92 €
Presupuesto para el control y vigilancia de las obras 5%PBL.....	1,397,306.33 €
Importe modificaciones previstas (9,5% s/PBLsIVA).....	2.194.117,37 €
	-----
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO</b>	
<b>DE LA ADMINISTRACIÓN .....</b>	<b>33.342.955,49 €</b>

Asciende el presente Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de TREINTA Y TRES MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS CINQUENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS. (33.342.955,49 €).

La Ley de Patrimonio Histórico establece la obligación de destinar en los contratos de obras públicas una partida de al menos el 1% a trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o al fomento de la creatividad artística, con preferencia en la propia obra o en su inmediato entorno.

No tendrán esta obligación:

- Las obras cuyo presupuesto total no exceda de los 601.012,10 €.

- Las obras que afecten a la seguridad y defensa del Estado, así como a la seguridad de los servicios públicos.

Se considera de aplicación el 1% del Presupuesto en este caso ya que la obra supera el importe de 601.012,10 €.



## 23. REVISIÓN DE PRECIOS

Considerando las características generales de la obra proyectada, se propone para la revisión de los precios de ejecución, la fórmula polinómica aprobadas en el RD 1359/2011:

Para la Red de tuberías será de aplicación la fórmula 541. Alto contenido en plásticos y energía. Tipologías más representativas: obras de modernización y transformación de regadíos y conducciones de derivados de plásticos.

$$K_t = 0,05 \frac{C_t}{C_o} + 0,08 \frac{E_t}{E_o} + 0,15 \frac{P_t}{P_o} + 0,06 \frac{R_t}{R_o} + 0,14 \frac{S_t}{S_o} + 0,01 \frac{T_t}{T_o} + 0,51$$

Para la Red las balsas será de aplicación la fórmula 521. Alto contenido en rocas y áridos, energía siderúrgica. Tipologías más representativas: presas de materiales sueltos y escollera.

$$K_t = 0,06 \frac{C_t}{C_o} + 0,13 \frac{E_t}{E_o} + 0,02 \frac{O_t}{O_o} + 0,13 \frac{R_t}{R_o} + 0,08 \frac{S_t}{S_o} + 0,01 \frac{X_t}{X_o} + 0,57$$

El significado de cada una de las variables que intervienen en la expresión anterior es el siguiente:

$K_t$  = Coeficiente teórico de revisión de precios a la fecha de la ejecución t.

$C_o$  = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.

$C_t$  = Índice de coste del cemento en la fecha de la ejecución t.

$E_o$  = Índice de coste de energía en la fecha de la licitación.

$E_t$  = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación t.

$P_o$  = Índice de coste de los productos plásticos en la fecha de la licitación.

$P_t$  = Índice de coste de los productos plásticos en la fecha de la ejecución t.

$R_o$  = Índice de coste de los áridos y rocas en la fecha de la licitación.

$R_t$  = Índice de coste de los áridos y rocas en la fecha de la ejecución t.

$S_o$  = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.

$S_t$  = Índice de coste las materias siderúrgicos en la fecha de ejecución t.

$T_o$  = Índice de coste de los materiales electrónicos en la fecha de licitación.

$T_t$  = Índice de coste de los materiales electrónicos en la fecha de ejecución t.

$O_o$  = Índice de coste de las plantas en la fecha de licitación.

$O_t$  = Índice de coste de las plantas en la fecha de ejecución t.

$X_o$  = Índice de coste de los materiales explosivos en la fecha de licitación.

$X_t$  = Índice de coste de los materiales explosivos en la fecha de ejecución t.

## 24. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición establece la obligación de incluir en el proyecto un estudio de gestión de los residuos de construcción y demolición.

Este Estudio de Gestión de Residuos tiene como finalidad recoger las directrices de gestión de residuos de construcción y demolición que posteriormente se concretarán en obra mediante el Plan de Gestión de residuos.

En cumplimiento de la citada normativa, se incluye como Anejo nº 16 un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición que incluye, atendiendo a lo estipulado en el artículo 4.1.a) del Real Decreto 105/2008, los siguientes apartados:

- Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición generados en la obra
- Medidas de minimización y prevención de residuos
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra
- Medidas para la separación de los residuos en obra
- Operaciones de gestión de residuos
- Pliego de prescripciones técnicas
- Documentación gráfica de las instalaciones para la gestión de los residuos
- Presupuesto

Los residuos generados en las obras de construcción o demolición que estén regulados por legislación específica sobre residuos han sido considerados en el presente estudio en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación siempre y cuando se encuentren mezclados con residuos de construcción y demolición.

Se ha estimado que la cantidad de residuos generados en la obra asciende a la cantidad de 2.542,02 m<sup>3</sup>, que corresponden en su mayor parte a residuos de hormigón procedente de las demoliciones de las acequias existentes. Estos residuos serán depositados en centros autorizados por la Comunidad Autónoma de Madrid para su gestión, teniendo como objetivo conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva estableciendo unos requisitos mínimos de producción y gestión, fomentando, por este orden: la prevención, reutilización, reciclado y valorización frente al depósito en vertedero.

Se han considerado en este estudio los excedentes de excavación no reutilizados en la propia obra ni en los destinados a actividades de restauración, acondicionamiento o relleno, que ascienden a 22.150 m<sup>3</sup>, que igualmente serán depositados en centros autorizados. Asimismo, los residuos generados en la obra que estén regulados por legislación específica sobre residuos han sido considerados en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación, siempre y cuando se encuentren mezclados con residuos de construcción y demolición.

En el presupuesto del proyecto, se incluye un capítulo específico para el tratamiento de la gestión de residuos de construcción y demolición.

## 25. PERÍODO DE GARANTÍA

Finalizada la ejecución de las obras, quedarán sometidas a un periodo de garantía de UN (1) años, contadas a partir de su Recepción Provisional.

Es de señalar en este punto que si hubiese partes de las obras que se reciban parcialmente, la garantía de cada parte susceptible de recibirse parcialmente, empieza a contar desde la fecha de recepción parcial.

## 26. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el Artículo 36 del Reglamento General de la Ley de Contrato de las Administraciones Públicas (R.D. 1098/2001 de 12 de octubre) el Contratista, de las obras definidos en el presente proyecto, deberá tener la siguiente clasificación, de las definidas en el Artículo 25 del citado Reglamento:

Grupo E): Hidráulicas.

Subgrupo 6: Conducciones con tuberías de presión de gran diámetro de gran diámetro

Subgrupo 2: Presas

Categoría F.

## 27. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN ESTE PROYECTO

### DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJO Nº 1: FICHA TÉCNICA

ANEJO Nº 2: TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

ANEJO Nº 3: ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

ANEJO Nº 4: INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

ANEJO Nº 5: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº 6: ESTUDIO DE REGULACIÓN DEL CANAL

ANEJO Nº 7: REPARACIÓN DEL CANAL

ANEJO Nº 8: CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO Nº 9: CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA RED DE RIEGO

ANEJO Nº 10: BALSAS DE REGULACION. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

ANEJO Nº 11: BALSAS DE REGULACION. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO Nº 12: INTEGRACIÓN AMBIENTAL: MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

ANEJO Nº 13: TRAZADO RED DE RIEGO

ANEJO Nº 14: MOVIMIENTO DE TIERRAS

ANEJO Nº 15: PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ANEJO Nº 16: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ANEJO Nº 17: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 18: EXPROPIACIONES

ANEJO Nº 19: REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO Nº 20: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº 21: PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE Balsa P.K. 23+055

ANEJO Nº 22: PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE Balsa P.K. 30+871

ANEJO Nº 23: PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

ANEJO Nº 24: CERTIFICADO DE OBRA COMPLETA

#### DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

Nº PLANO	TÍTULO	Nº HOJAS
<b>1.</b>	<b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>RED DE RIEGO</b>	
2.1	PLANTA GENERAL. SITUACIÓN ACTUAL	2
2.2	PLANTA GENERAL. SITUACIÓN FUTURA. SECTORES DE RIEGO. E 1/20000	3
2.3	PLANTA GENERAL. IMPLANTACION FOTOGRAFICA. E 1/7500	9
2.4	GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE HOJAS. E 1/50000	1
2.5	PLANTA GENERAL. E 1/5000	18
2.6	PLANTA GENERAL. RED DE TUBERÍAS. E 1/2500	
2.6.1	CABEZADAS	2
2.6.2	QUEMADERO	2
2.6.3	MALECÓN 1F+2F	5
2.6.4	MALECÓN 3F	2
2.6.5	LA FLAMENCA (4F+5F+6F+7F+ISLA)	4
2.6.6	MATALONGUILLA	4
2.6.7	TOMA ACEQUIA C-28 (ALAMOS BLANCOS)	2
2.6.8	TOMA C-29 (BELMONTE)	2
2.6.9	ACEQUIA 1 BIS	3
2.6.10	ACEQUIA 4	3
2.6.11	RED DESDE Balsa 1	11
2.6.12	ACEQUIA F	3

Nº PLANO	TÍTULO	Nº HOJAS
2.6.13	ACEQUIA H E I	2
2.6.14	RED DESDE Balsa 2	10
2.6.15	ACEQUIA K	3
2.6.16	TOMAS DIRECTAS	4
<b>2.7</b>	<b>DETALLES</b>	
2.7.1	FASES CONSTRUCTIVAS	2
2.7.2	SECCIONES TIPO	2
2.7.3	CRUCES ESPECIALES	3
2.7.4	ARQUETA DE TOMA	2
2.7.5	ARQUETA DE VENTOSA	1
2.7.6	ARQUETA DE DESAGÜE	1
2.7.7	ARQUETA DE VÁLVULA DE CORTE	1
2.7.8	MACIZOS DE ANCLAJE	1
2.7.9	PASO MEDIANTE HINCA	1
<b>3.</b>	<b>Balsa DE REGULACION P.K. 23+055</b>	
3.0	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	1
3.1	PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS	1
3.2	OPERACIONES PREVIAS	
3.2.1	REPLANTEO DE LAS OBRAS	1
3.2.2	FASES CONSTRUCTIVAS Y TRATAMIENTO DEL TERRENO	1
3.3	Balsa	
3.3.1	SECCIÓN TIPO Y DETALLES	5
3.3.2	DEFINICIÓN DE PERFILES	1
3.3.3	PERFILES TRANSVERSALES	7
3.4	OBRA DE TOMA	
3.4.1	PLANTA Y SECCIONES	1
3.4.2	SECCIONES Y DETALLES	2
3.5	OBRA DE ENTRADA Y SALIDA	
3.5.1	PLANTA GENERAL	1
3.5.2	PERFIL LONGITUDINAL	1
3.5.3	OBRA DE LLENADO. PLANTA Y SECCIÓN	1
3.5.4	ARQUETA DE DERIVACIÓN. PLANTA Y SECCIÓN	1
3.5.5	DETALLES (REJAS Y ZANJAS)	1
3.5.6	ARQUETA DE FILTRADO. PLANTA Y SECCIÓN	2
3.6	DESAGÜE DE FONDO Y ALIVIADERO	
3.6.1	PLANTA GENERAL	1
3.6.2	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	3
3.6.3	OBRA DE TOMA. DESAGÜE DE FONDO	4
3.6.4	ALIVIADERO DE SEGURIDAD. ARQUETA DE ENTRADA	1
3.6.5	ARQUETA DE VÁLVULAS	1

Nº PLANO	TÍTULO	Nº HOJAS
3.6.6	OBRA DE VERTIDO	1
3.7	DRENAJE	
3.7.1	PLANTA DE DRENAJE SUPERFICIAL	1
3.7.2	PLANTA DE DRENAJE INTERIOR	1
3.7.3	SECCIONES Y DETALLES	1
3.8	MEDIDAS CORRECTORAS	
3.8.1	PLANTA DE DEFINICIÓN	1
3.9	SISTEMA DE CONTROL	
3.9.1	DEFINICIÓN	1
3.9.2	CASETA DE INSTALACIONES	1
3.10	CAMINOS DE ACCESO	
3.10.1	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1
3.10.2	CAMINO 1: PERFILES TRANSVERSALES Y SECCIÓN TIPO	1
3.10.3	RAMPA DE LIMPIEZA: PERFILES TRANSVERSALES	1
3.10.4	CAMINO DE ACCESO A BALSA. PERFILES TRANSVERSALES Y SECCIÓN TIPO	1
<b>4.</b>	<b>BALSA DE REGULACION P.K. 30+871</b>	
4.1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	1
4.2	PLANTA GENERAL Y REPLANTEO DE LAS OBRAS	1
4.3	BALSA	
4.3.1	SECCIÓN TIPO Y DETALLES	6
4.3.2	DEFINICIÓN DE PERFILES	1
4.4	OBRA DE TOMA	
4.4.1	PLANTA Y PERFIL	1
4.4.2	SECCIONES Y DETALLES	2
4.5	OBRA DE ENTRADA Y CANAL DE LLENADO	
4.5.1	PLANTA Y SECCIÓN	1
4.5.2	DETALLES Y ARMADURA	1
4.6	OBRA DE SALIDA Y DESAGÜE DE FONDO	
4.6.1	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1
4.6.2	SECCIONES Y DETALLES	1
4.6.3	ARQUETA DE VÁLVULAS	1
4.7	ALIVIADERO DE SEGURIDAD	
4.7.1	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1
4.7.2	ARQUETA DE ENTRADA	1
4.7.3	SECCIONES Y DETALLES	1
4.7.4	OBRA DE VERTIDO	1
4.8	DRENAJE	

Nº PLANO	TÍTULO	Nº HOJAS
4.8.1	PLANTA DE DRENAJE SUPERFICIAL	1
4.8.2	PLANTA DE DRENAJE INTERIOR	1
4.8.3	SECCIONES Y DETALLES	1
4.9.	MEDIDAS CORRECTORAS	
4.9.1	PLANTA DE DEFINICIÓN	1
4.10	SISTEMA DE CONTROL	
4.10.1	DEFINICIÓN	1
4.10.2	CASETA DE INSTALACIONES	1
4.11	CAMINO DE ACCESO	
4.11.1	PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIÓN TIPO	1
<b>5.</b>	<b>OBRAS DE REGULACIÓN DEL CANAL</b>	
5.1	PLANTA GENERAL	1
5.2	COMPUERTA 1	1
5.2	COMPUERTA 2	1
5.2	COMPUERTA 3	1
5.2	COMPUERTA 4	1
5.2	COMPUERTA 6	1
5.2	COMPUERTA 7	1
5.2	COMPUERTA 8	1
<b>6.</b>	<b>OBRAS DE REPARACIONES DEL CANAL</b>	
6.1	PLANTA DE ACTUACIONES DE REPARACIÓN	17
6.2	DETALLES DE OBRAS DE REPARACIÓN	4
<b>7.</b>	<b>OBRAS DE REGULACION EN LAS TOMAS</b>	
7.1	TOMAS CON MÓDULOS DE MÁSCARA	2
7.2	TOMAS CON MÓDULOS DE MÁSCARA Y COMPUERTAS DE REGULACION	
7.2.1	TOMA MALECÓN 3F	1
7.2.2	TOMA ACEQUIA C-28	1
7.2.3	TOMA ACEQUIA C-29	1
<b>8.</b>	<b>INTEGRACIÓN AMBIENTAL: MEDIDAS CORRECTORAS</b>	
8.1	RED NATURA	1
8.2	HABITAT PRIORITARIOS	3
8.3	BALSA 1 Y CONDICIONES AMBIENTALES	1

Nº PLANO	TÍTULO	Nº HOJAS
8.4	BALSA 2 Y CONDICIONES AMBIENTALES	1
8.5	JALONAMIENTO DE PROTECCIÓN	18
8.6	PROTECCIÓN DE CAUCES	18

**DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE OBRA CIVIL
2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELECTRO MECÁNICOS
4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

**DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO**

1. MEDICIONES AUXILIARES
2. MEDICIONES
3. CUADRO DE PRECIOS Nº 1
4. CUADRO DE PRECIOS Nº 2
5. PRESUPUESTOS GENERALES
6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

## 28. OBRA COMPLETA

El presente Proyecto define una obra completa susceptible de ser entregada al uso general, sin perjuicio de las posteriores ampliaciones previstas, y define todos los elementos necesarios para su utilización, en el sentido recogido en Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, en el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

## 29. CONCLUSIÓN

Considerando que el presente Proyecto define las obras objeto del mismo, con nivel suficiente par su construcción, según se detalla en las preceptivos documentos se presenta a la consideración de la autoridad competente para su aprobación, si procede.

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: D. Manuel Cabrera Alonso

Examinado y Conforme  
EL JEFE DE EXPLOTACIÓN

Fdo.: D. Luís Pérez Sánchez

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo.: D. Juan Carlos de Cea Azañero