



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

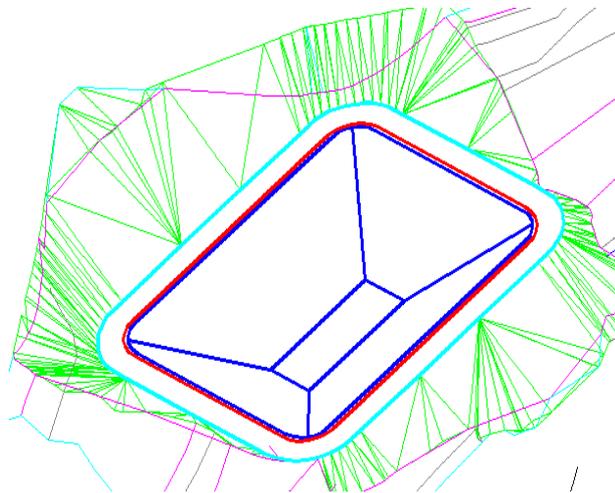
E.T.S. DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRAFÍA Y TOPOGRÁFICA



Ingeniería en Geomática y Topografía

**PROYECTO FINAL DE GRADO:**

Diseño de una balsa de regulación para agua de riego  
en el T.M. de Millares (Valencia).



Autor: Vicente Gómez Lorente

Director Académico: Jose Manuel Delgado de Molina Canovas

Septiembre de 2016

## DISEÑO DE UNA Balsa DE REGULACIÓN PARA AGUA DE RIEGO EN EL T.M. DE MILLARES (VALENCIA)

<b>1. EL AGUA.</b>	<b>9</b>
1.1. El agua y la zona habitable.	7
1.2. Origen del agua terrestre.	8
1.3. El ciclo del agua.	11
1.4. El agua dulce en la naturaleza.	12
1.5. El agua en la agricultura.	13
1.6. La contaminación y la depuración del agua.	14
1.7. La gestión del ciclo del agua en España.	15
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>16</b>
2.1. Naturaleza del proyecto.	16
<b>3. LOCALIZACIÓN. EMPLAZAMIENTO.</b>	<b>18</b>
3.1. Emplazamiento.	18
3.2. Vías de comunicación.	20
3.3. Accesos a la zona de proyecto.	22
3.4. Descripción de la zona a regar.	23
<b>4. CENSO DE CULTIVOS.</b>	<b>26</b>
4.1. Numeración de las parcelas que se pondrán ha riego.	26
4.2. Estimación del porcentaje de cada tipo de cultivo existente.	29
4.3. Calculo del Número de árboles.	30
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.</b>	<b>31</b>
5.1. El medio físico.	31
5.1.1. Suelo.	31
5.1.2. Clima.	31
5.1.3. Orografía.	31
5.1.4. Hidrografía.	
5.2. Demografía.	32
5.3. El medio biótico.	35
5.4. Economía.	35
<b>6. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.</b>	<b>36</b>
6.1. Clasificación de la parcela del proyecto.	36
6.2. Adecuación de la memoria a la Normativa Urbanística vigente.	39
6.2.1 .Normativa vigente de aplicación.	40
6.2.2. Justificación de la necesidad para la actividad.	40
6.2.3. Según la Ley 10/2004, de 9 de diciembre, de la Generalitat, del Suelo No urbanizable.	
6.2.4. Según la Ley forestal de la Comunidad Valenciana 3/1993 de 9 de diciembre.	42
6.2.5. Según Ley 21/2013 de 9 de Octubre, de evaluación de impacto ambiental.	42
6.2.6. Según aplicación de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana de impacto ambiental y Decreto 162.	43
<b>7. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS POSIBLES.</b>	<b>44</b>
7.1. Depósitos.	44
7.1.1. Tipos de depósitos: Según el tipo de material.	45
7.2. Construcción de la balsa por movimiento de tierras.	46
7.2.1. Consideraciones generales.	46
7.2.2. Balsas Impermeabilizadas con arcillas.	46
7.2.3. Balsas impermeabilizadas con láminas.	52
7.2.4. Balsas impermeabilizadas con asfalto.	55

<b>8. OBTENCIÓN DEL AGUA PARA EL LLENADO DE LA Balsa.</b>	<b>56</b>
8.1. Planteamiento general del proyecto.	56
8.2. Elección del sistema de riego.	56
8.3. Elección de los filtros.	56
8.4. Elección del sistema de fertirrigación.	57
8.5. Elección de la fuente de alimentación.	57
<b>9. RECURSOS DISPONIBLES.</b>	<b>58</b>
9.1. Hidrológica de la zona.	58
9.2. Caudal de la acequia principal para regadío.	59
<b>10. PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA.</b>	<b>60</b>
10.1 Evapotranspiración (ET).	60
10.1.1. Factores que afectan la evapotranspiración.	61
10.1.2. Conceptos de evapotranspiración.	61
10.1.3. Proceso de evapotranspiración.	63
10.2. Evapotranspiración del cultivo de referencia. (ET <sub>o</sub> ).	64
10.3. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar. (ET <sub>c</sub> ).	64
10.4. Necesidades hídricas del cultivo. Cálculo de las necesidades de agua.	65
10.4.1. Necesidades hídricas del olivo.	67
10.5 Cálculo de la <b>ET<sub>o</sub></b> .	70
10.6. Cálculo de la <b>ET<sub>c</sub></b> .	71
10.7. Cálculo de necesidades netas de riego para el periodo de máximas necesidades.	72
10.8. Cálculo de necesidades totales de riego para el periodo de máximas necesidades.	74
10.9. Planificación anual del riego. Programación de riego.	76
<b>11. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.</b>	<b>77</b>
11.1. Introducción.	77
11.2. Objetivos.	77
11.3. Tectónica.	78
11.4. Estratigrafía.	82
11.4.1. El Cretácico.	82
11.4.1.1. Dolomías y / o Calizas superiores. $C_{22-23}^{23-0}$	82
11.4.2. Cretácico Terminal-Paleógeno.	83
11.4.2.1. Margas y areniscas con niveles conglomeraticos. $T_{C2-3}^A$	84
11.5. Características geotécnicas.	85
11.5.1. Niveles geotécnicos.	86
11.6. Hidrología.	87
11.7. Sismicidad.	92
11.7.1. Aceleración sísmica de cálculo.	94
11.7.2. Clasificación de los terrenos.	95
<b>12. TOPOGRAFÍA.</b>	<b>97</b>
12.1. Introducción.	97
12.2. Movimiento de tierras.	97
12.2.1. Cálculo del movimiento de tierras.	98
12.3. Listado de coordenadas; Levantamiento terreno natural.	99

<b>13. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.</b> .....	<b>106</b>
13.1. Recursos disponibles. ....	106
13.2. Entrada y salida del agua de la balsa. ....	106
13.3. Características de la balsa. ....	107
13.3.1. Calculo del tiempo de llenado de la balsa. ....	108
13.3.2. Características geométricas. ....	108
13.4. Capacidad y dimensiones de la balsa. ....	109
13.5. Resguardo. ....	111
13.6. Solera. ....	111
13.7. Formación e impermeabilización del vaso. ....	111
13.8. Drenaje de fondo. ....	112
13.9. Aliviadero. ....	112
13.10. Camino de coronación. Ancho coronación. ....	113
13.11. Vallado perimetral. ....	113
13.12. Caseta de riego. ....	113
13.13. Clasificación de la balsa. ....	114
13.14. Taludes. Determinación de su estabilidad. ....	115
<b>14 CONTROL Y VIGILANCIA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN.</b> .....	<b>115</b>
14.1 Recomendaciones. ....	115
14.2 Durante la construcción. ....	115
14.3 Durante la explotación. ....	116
14.4 Aspectos esenciales en lo que respecta a la prevención de accidentes durante la explotación.	
14.4.1. El Vallado perimetral. ....	116
14.4.2. Accesos a la balsa. ....	116
14.4.3. Dotación de medios de salida y rescate del agua. ....	117
14.4.4. La señalización de la balsa. ....	117
14.4.5. Las instalaciones anexas a las balsas. ....	117
14.5. Conclusiones. ....	118
<b>15 GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN.</b> .....	<b>119</b>
15.1. Antecedentes. ....	119
15.2. Identificación de los residuos. ....	120
15.3. Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables “in situ”. ....	120
15.4. Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los residuos. ....	121
<b>16 BIBLIOGRAFÍA.</b> .....	<b>122</b>

<b>17 ANEJOS.</b>	126
<b>ANEJO I: PLIEGO DE CONDICIONES.</b>	125
<b>ANEJO II: DOCUMENTO AMBIENTAL. (Es.I.A.).</b>	134
<b>ANEJO III: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b>	141
<b>ANEJO IV: PRESUPUESTO.</b>	142
<b>ANEJO V: PLANOS.</b>	142

## 1. EL AGUA.

El **agua**, (del latín aqua), es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor.

El agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. La distribución del agua en la tierra sería en los porcentajes siguientes:

**OCÉANOS:** se concentra el 96,5 % del agua total.

**GLACIARES Y CASQUETES POLARES:** el 1,74 %,

**ACUÍFEROS, LOS PERMAFROST Y LOS GLACIARES:** el 1,72 %

El restante 0,04 % se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

El agua es un elemento común constituyente y que pertenece al sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede encontrarse, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas.

Desde el punto de vista de la física, el agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración, (evapotranspiración), precipitación y desplazamiento hacia el mar.

Los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45 000 km<sup>3</sup> al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74 000 km<sup>3</sup> anuales a causar precipitaciones de 119 000 km<sup>3</sup> cada año.

\*Se estima que aproximadamente el **70 %** del agua dulce se destina a la agricultura.

\* El agua en la industria absorbe una media del **20 %** del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas.

\*El consumo doméstico absorbe el **10 %** restante.

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo, estudios de la FAO, estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes de 2030; en esos países es vital un menor gasto de agua en la agricultura modernizando los sistemas de riego.

a. El agua no es un bien ilimitado, ni su disponibilidad en la cuantía y calidad adecuadas es gratuita.

b. El agua es, al mismo tiempo, un derecho y una responsabilidad. Tiene valor económico, ambiental y social.

c. La solución de los retos asociados al ciclo del agua es una actividad íntimamente ligada al desarrollo sostenible de nuestra sociedad.

## 1.1. EL AGUA Y LA ZONA HABITABLE.

La existencia de agua en estado líquido, en menor medida en sus formas de hielo o vapor sobre la Tierra es vital para la existencia de la vida tal como la conocemos. La Tierra está situada en un área del sistema solar que reúne condiciones muy específicas, pero si estuviésemos un poco más cerca del Sol, un 5 %, o sea 8 millones de kilómetros, ya bastaría para dificultar enormemente la existencia de los tres estados de agua conocidos. La masa de la Tierra genera una fuerza de gravedad que impide que los gases de la atmósfera se dispersen. El vapor de agua y el dióxido de carbono se combinan, causando lo que ha dado en llamarse el efecto invernadero. Aunque se suele atribuir a este término connotaciones negativas, el efecto invernadero es el que mantiene la estabilidad de las temperaturas, actuando como una capa protectora de la vida en el planeta. Si la Tierra fuese más pequeña, la menor gravedad ejercida sobre la atmósfera haría que ésta fuese más delgada, lo que redundaría en temperaturas extremas, evitando la acumulación de agua excepto en los casquetes polares (tal como ocurre en Marte).

Algunos teóricos han sugerido que la misma vida, actuando como un macroorganismo, mantiene las condiciones que permiten su existencia. La temperatura superficial de la tierra ha estado en relativamente constante variación a través de las eras geológicas, a pesar de los cambiantes niveles de radiación solar. Este hecho ha motivado que algunos investigadores creen que el planeta está termorregulado mediante la combinación de gases del efecto invernadero y el albedo atmosférico y superficial. Esta hipótesis, conocida como la teoría de Gaia, no es sin embargo la posición más adoptada entre la comunidad científica.

El estado del agua también depende de la gravedad de un planeta. Si un planeta es lo bastante grande, el agua que exista sobre él permanecería en estado sólido incluso a altas temperaturas, dada la elevada presión causada por la gravedad.

El agua es fundamental para todas las formas de vida conocidas. El hombre posee del 65 % al 75 % de su peso en agua y el porcentaje es menor a medida que la persona crece, en y algunos animales supera el 99 %. Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales. Según la ONU, actualmente 80 países del mundo sufren debido a la falta de agua. En la China, donde se concentra 1/5 de la población mundial y menos de 1/10 del agua del planeta Tierra, se han secado el 35 % de los pozos.



**Fig.1** Plataforma de hielo.

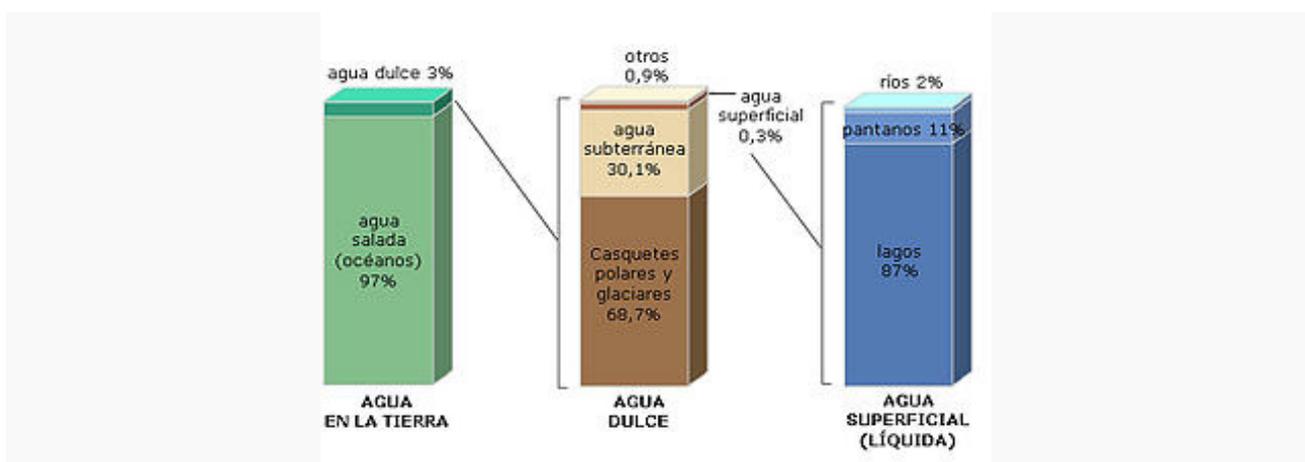


**Fig.2** Permafrost

## 1.2. ORIGEN DEL AGUA TERRESTRE.

Durante la formación de la Tierra, la energía liberada por el choque de los planetesimales, y su posterior contracción por efecto del incremento de la fuerza gravitatoria, provocó el calentamiento y fusión de los materiales del joven planeta. Este proceso de acreción y diferenciación hizo que los diferentes elementos químicos se reestructurasen en función de su densidad. El resultado fue la desgasificación del magma y la liberación de una enorme cantidad de elementos volátiles a las zonas más externas del planeta, que originaron la protoatmósfera terrestre. Los elementos más ligeros, como el hidrógeno molecular, escaparon de regreso al espacio exterior. Sin embargo, otros gases más pesados fueron retenidos por la atracción gravitatoria. Entre ellos se encontraba el vapor de agua. Cuando la temperatura terrestre disminuyó lo suficiente, el vapor de agua que es un gas menos volátil que el  $\text{CO}_2$  o el  $\text{N}_2$  comenzó a condensarse. De este modo, las cuencas comenzaron a llenarse con un agua ácida y caliente (entre  $30^\circ\text{C}$  y  $60^\circ\text{C}$ ). Esta agua ácida era un eficaz disolvente que comenzó a arrancar iones solubles de las rocas de la superficie, y poco a poco comenzó a aumentar su salinidad. El volumen del agua liberada a la atmósfera por este proceso y que precipitó a la superficie fue aproximadamente de  $1,37 \times 10^9 \text{ km}^3$ , si bien hay científicos que sostienen que parte del agua del planeta proviene del choque de cometas contra la prototierra en las fases finales del proceso de acreción. En este sentido hay cálculos que parecen indicar que si únicamente el 10 % de los cuerpos que chocaron contra la Tierra durante el proceso de acreción final hubiesen sido cometas, toda el agua planetaria podría ser de origen cometario, aunque estas ideas son especulativas y objeto de debate entre los especialistas.

Hay teorías que sugieren que el agua por ser sustancia universal está en la Tierra desde que el planeta se estaba formando, durante el disco protoplanetario pudieron existir grandes cantidades de agua en ese espacio que fue arrastrada por los cometas que originaron la Tierra. Esa teoría tomó fuerza después de que científicos estadounidenses hallaran un gigantesco océano incrustado en rocas a 600 kilómetros de profundidad, hasta tres veces el volumen de los mares superficiales, pero debido a la presión y la temperatura no es precisamente un acuífero tal como conocemos si no un mineral. . El agua es vital para el ser humano.



**Fig. 3** Distribución actual del agua en la Tierra.

Los océanos cubren el 71 % de la superficie terrestre: su agua salada supone el 96,5 % del agua del planeta. El 70 % del agua dulce de la Tierra se encuentra en forma sólida (Glaciar Grey, Chile).

El total del agua presente en el planeta, en todas sus formas, se denomina hidrosfera. El agua cubre 3/4 partes (71 %) de la superficie de la Tierra. Se puede encontrar esta sustancia en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso.

El 97 % es agua salada, la cual se encuentra principalmente en los océanos y mares; solo el 3 % de su volumen es dulce. De esta última, un 1 % está en estado líquido.

El 2% restante se encuentra en estado sólido en capas, campos y plataformas de hielo o banquisas en las latitudes próximas a los polos.

Fuera de las regiones polares el agua dulce se encuentra principalmente en humedales y, subterráneamente, en acuíferos.

El agua representa entre el 50 y el 90 % de la masa de los seres vivos (aproximadamente el 75 % del cuerpo humano es agua; en el caso de las algas, el porcentaje ronda el 90 %).

La mayor parte del agua terrestre, por tanto, está contenida en los mares, y presenta un elevado contenido en sales. Las aguas subterráneas se encuentran en yacimientos subterráneos llamados acuíferos y son potencialmente útiles al hombre como recursos.

En estado líquido compone masas de agua como océanos, mares, lagos, ríos, arroyos, canales, manantiales y estanque.

El agua desempeña un papel muy importante en los procesos geológicos. Las corrientes subterráneas de agua afectan directamente a las capas geológicas, influyendo en la formación de fallas. El agua localizada en el manto terrestre también afecta a la formación de volcanes. En la superficie, el agua actúa como un agente muy activo sobre procesos químicos y físicos de erosión.

El agua en su estado líquido y, en menor medida, en forma de hielo, también es un factor esencial en el transporte de sedimentos. El depósito de esos restos es una herramienta utilizada por la geología para estudiar los fenómenos formativos sucedidos en la Tierra.

**Nota:** El **permafrost**, es la capa de suelo permanentemente congelado ,pero no permanentemente cubierto de hielo o nieve, de las regiones muy frías o periglaciares, como es la tundra. Puede encontrarse en áreas circumpolares de Canadá, Alaska, Siberia, Tíbet, Noruega y en varias islas del Océano Atlántico sur como las Islas Georgias del Sur y las Islas Sandwich del Sur. También se ha encontrado este fenómeno en la superficie del planeta Marte.

El permafrost se puede dividir en pergelisol, la capa helada más profunda, y mollisol, capa más superficial que suele descongelarse.

Durante cientos de miles de años, el permafrost del Ártico<sup>2</sup> ha acumulado grandes reservas de carbono orgánico (se estima que de 1,4 a 1,85 billones de toneladas métricas).

En la superficie de la Tierra hay unos 1.386.000.000 km<sup>3</sup> de agua, que se distribuyen de la siguiente forma:

Situación del agua	Volumen en km <sup>3</sup>		Porcentaje	
	Agua dulce	Agua salada	de agua dulce	de agua total
Océanos y mares	-	1.338.000.000	-	96,5
Casquetes y glaciares polares	24.064.000	-	68,7	1,74
Agua subterránea salada	-	12.870.000	-	0,94
Agua subterránea dulce	10.530.000	-	30,1	0,76
Glaciares continentales y Permafrost	300.000	-	0,86	0,022
Lagos de agua dulce	91.000	-	0,26	0,007
Lagos de agua salada	-	85.400	-	0,006
Humedad del suelo	16.500	-	0,05	0,001
Atmósfera	12.900	-	0,04	0,001
Embalses	11.470	-	0,03	0,0008
Ríos	2.120	-	0,006	0,0002
Agua biológica	1.120	-	0,003	0,0001
Total agua dulce	35.029.110		100	-
Total agua en la tierra	1.386.000.000		-	100

**Tabla. 1** Distribución del agua en la tierra

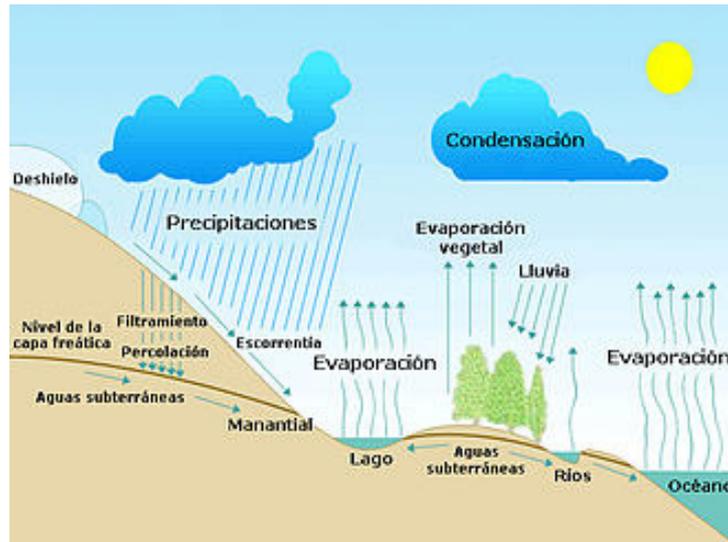
### 1.3. EL CICLO DEL AGUA.

Con ciclo del agua; conocido científicamente como el *ciclo hidrológico*, se denomina al continuo intercambio de agua dentro de la hidrosfera, entre la atmósfera, el agua superficial y subterránea y los organismos vivos. El agua cambia constantemente su posición de una a otra parte del ciclo de agua, implicando básicamente los siguientes procesos físicos:

- evaporación de los océanos y otras masas de agua y transpiración de los seres vivos (animales y plantas) hacia la atmósfera,
- precipitación, originada por la condensación de vapor de agua, y que puede adoptar múltiples formas,
- escorrentía, o movimiento de las aguas superficiales hacia los océanos.

La energía del sol calienta la tierra, generando corrientes de aire que hacen que el agua se evapore, ascienda por el aire y se condense en altas altitudes, para luego caer en forma de lluvia. La mayor parte del vapor de agua que se desprende de los océanos vuelve a los mismos, pero el viento desplaza masas de vapor hacia la tierra firme, en la misma proporción en que el agua se precipita de nuevo desde la tierra hacia los mares (unos 45 000 km<sup>3</sup> anuales). Ya en tierra firme, la evaporación de cuerpos acuáticos y la transpiración de seres vivos contribuye a incrementar el total de vapor de agua en otros 74 000 km<sup>3</sup> anuales. Las precipitaciones sobre tierra firme. Con un valor medio de 119 000 km<sup>3</sup> anuales, pueden volver a la superficie en forma de líquido; como lluvia, sólido; nieve o granizo, o de gas, formando nieblas o brumas.

El agua condensada presente en el aire es también la causa de la formación del arco iris: La refracción de la luz solar en las minúsculas partículas de vapor, que actúan como múltiples y pequeños prismas. El agua de escorrentía suele formar cuencas, y los cursos de agua más pequeños suelen unirse formando ríos. El desplazamiento constante de masas de agua sobre diferentes terrenos geológicos es un factor muy importante en la conformación del relieve. Además, al arrastrar minerales durante su desplazamiento, los ríos cumplen un papel muy importante en el enriquecimiento del suelo. Parte de las aguas de esos ríos se desvían para su aprovechamiento agrícola. Los ríos desembocan en el mar, depositando los sedimentos arrastrados durante su curso, formando deltas. El terreno de estos deltas es muy fértil, gracias a la riqueza de los minerales concentrados por la acción del curso de agua. El agua puede ocupar la tierra firme con consecuencias desastrosas: Las inundaciones se producen cuando una masa de agua rebasa sus márgenes habituales o cuando comunican con una masa mayor; como el mar, de forma irregular. Por otra parte, y aunque la falta de precipitaciones es un obstáculo importante para la vida, es natural que periódicamente algunas regiones sufran sequías. Cuando la sequedad no es transitoria, la vegetación desaparece, al tiempo que se acelera la erosión del terreno. Este proceso se denomina desertización y muchos países adoptan políticas para frenar su avance. En 2007, la ONU declaró el 17 de junio como el *Día mundial de lucha contra la desertización y la sequía*".



**Fig.4** El ciclo del agua implica una serie de procesos físicos continuos

#### 1.4. EL AGUA DULCE EN LA NATURALEZA.

El agua dulce en la naturaleza se renueva gracias a la atmósfera que dispone de 12.900 km<sup>3</sup> de vapor de agua. Sin embargo, se trata de un volumen dinámico que constantemente se está incrementando en forma de evaporación y disminuyendo en forma de precipitaciones, estimándose el volumen anual en forma de precipitación o agua de lluvia entre 113 500 y 120 000 km<sup>3</sup> en el mundo. Estos volúmenes suponen la parte clave de la renovación de los recursos naturales de agua dulce. En los países de clima templado y frío la precipitación en forma de nieve supone una parte importante del total.

El 68,7 % del agua dulce existente en el mundo está en los glaciares y mantos de hielo.

Sin embargo, en general, no se consideran recursos hídricos por ser inaccesibles (Antártida, Ártico y Groenlandia). En cambio los glaciares continentales son básicos en los recursos hídricos de muchos países.

Las aguas superficiales engloban los lagos, embalses, ríos y humedales suponiendo solamente el 0,3 % del agua dulce del planeta, sin embargo representan el 80 % de las aguas dulces renovables anualmente de allí su importancia.

También el agua subterránea dulce almacenada, que representa el 96 % del agua dulce no congelada de la Tierra, supone un importante recurso. Los sistemas de aguas subterráneas empleados en abastecimiento de poblaciones suponen entre un 25 y un 40 % del agua potable total abastecida. Así la mitad de las grandes megalópolis del mundo dependen de ellas para su consumo. En las zonas donde no se dispone de otra fuente de abastecimiento representa una forma de abastecimiento de calidad a bajo coste.

La mayor fuente de agua dulce del mundo adecuada para su consumo es el Lago Baikal, de Siberia, que tiene un índice muy reducido en sal y calcio y aún no está contaminado.

### 1.5. EL AGUA EN LA AGRICULTURA.

La mayor parte del agua se destina a la agricultura, y es utilizada para irrigar los cultivos. La agricultura es la actividad que más agua demanda, datos de la UNESCO dicen que menos del 20 % de este total llega a la planta; el resto es un inmenso desperdicio que, además, transporta residuos con sustancias tóxicas que inevitablemente van a parar a los ríos. La relación directa entre recursos hídricos y producción de alimentos es crítica por tanto para una población humana en constante crecimiento. La irrigación absorbe hasta el 90 % de los recursos hídricos de algunos países en desarrollo. La agricultura es un sistema de producción tan antiguo que se ha sabido adaptar a los diferentes regímenes hídricos de cada país: Así, en zonas donde se den abundantes precipitaciones suelen realizarse cultivos de secano, mientras que en zonas más secas son comunes los cultivos de regadío. Más recientemente, y en entornos más adversos, como el desierto se ha experimentado con nuevas formas de cultivo, centradas en minimizar el consumo de agua. En la actualidad una de las vertientes más activas de la investigación genética intenta optimizar las especies que el hombre usa como alimento. También se ha empezado a hablar de agricultura espacial para referirse a los experimentos destinados a difundir la agricultura por otros planetas.

Actualmente la agricultura supone una importante presión sobre las masas naturales de agua, tanto en cantidad como en calidad. Así, el agua que precisan los regadíos supone una disminución de los caudales naturales de los ríos y un descenso de los niveles de las aguas subterráneas que ocasionan un efecto negativo en los ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, en España se riegan 3,4 millones de hectáreas que supone el 7 % de la superficie nacional y emplea el 80 % de los recursos hídricos disponibles.

También el uso de nitratos y pesticidas en las labores agrícolas suponen la principal contaminación difusa de las masas de agua tanto superficial como subterránea. La más significativa es la contaminación por nitratos que produce la eutrofización de las aguas. En España el consumo anual de fertilizantes se estima en 1 076 000 toneladas de nitrógeno, 576 000 toneladas de fósforo y 444 000 toneladas de potasio. La mayor parte de los abonos son absorbidos por los cultivos, el resto es un potencial contaminante de las aguas.

## 1.6. LA CONTAMINACIÓN Y LA DEPURACIÓN DEL AGUA.

Los humanos llevamos mucho tiempo depositando nuestros residuos y basuras en la atmósfera, en la tierra y en el agua. Esta forma de actuar hace que los residuos no se traten adecuadamente y causen contaminación. La contaminación del agua afecta a las precipitaciones, a las aguas superficiales, a las subterráneas y como consecuencia degrada los ecosistemas naturales.

El crecimiento de la población y la expansión de sus actividades económicas están presionando negativamente a los ecosistemas de las aguas costeras, los ríos, los lagos, los humedales y los acuíferos. Ejemplos son la construcción a lo largo de la costa de nuevos puertos y zonas urbanas, la alteración de los sistemas fluviales para la navegación y para embalses de almacenamiento de agua, el drenaje de humedales para aumentar la superficie agrícola, la sobreexplotación de los fondos pesqueros, las múltiples fuentes de contaminación provenientes de la agricultura, la industria, el turismo y las aguas residuales de los hogares. Un dato significativo de esta presión es que mientras la población desde 1900 se ha multiplicado por cuatro, la extracción de agua se ha multiplicado por seis. La calidad de las masas naturales de agua se está reduciendo debido al aumento de la contaminación y a los factores mencionados.

La Asamblea General de la ONU estableció en el año 2000 ocho objetivos para el futuro (Objetivos de Desarrollo del Milenio). Entre ellos estaba el que los países se esforzaran en invertir la tendencia de pérdida de recursos medioambientales, pues se reconocía la necesidad de preservar los ecosistemas, esenciales para mantener la biodiversidad y el bienestar humano, pues de ellos depende la obtención de agua potable y alimentos.

Para ello además de políticas de desarrollo sostenible, se precisan sistemas de depuración que mejoren la calidad de los vertidos generados por la actividad humana. La depuración del agua es el conjunto de tratamientos de tipo físico, químico o biológico que mejoran la calidad de las aguas o que eliminan o reducen la contaminación. Hay dos tipos de tratamientos: los que se aplican para obtener agua de calidad apta para el consumo humano y los que reducen la contaminación del agua en los vertidos a la naturaleza después de su uso.

## 1.7. LA GESTIÓN DEL CICLO DEL AGUA EN ESPAÑA.

El agua es un recurso fundamental para nuestras vidas, para la actividad económica y para el conjunto de los ecosistemas del planeta. El agua, no obstante, es también un recurso escaso y, a menudo, mal distribuido. En España, por ejemplo, debido a su situación geográfica y a su orografía, la climatología es irregular y, en ocasiones, hasta extrema, circunstancias que provocan que, según la zona considerada, el acceso a un suministro de agua seguro, de calidad y sostenible constituya un verdadero reto. De hecho, existen grandes desequilibrios entre regiones. Junto a zonas con abundancia de agua en todas las épocas del año coexisten otras con importante escasez e irregularidad de recursos. En algunas llegan a producirse, incluso, procesos de desertización, mientras que en otras se producen episodios de intensas lluvias que provocan peligrosas inundaciones.

El cambio climático que, probablemente, causará un incremento generalizado de las temperaturas y una mayor irregularidad en la distribución de las precipitaciones agudizará estos contrastes en las próximas décadas. Esta variedad de situaciones puede condicionar el desarrollo socioeconómico de las diferentes zonas al influir en la productividad de actividades tan fundamentales y tan dependientes del agua como son la agricultura, la industria, el turismo o, incluso, los usos domiciliarios.

Más allá de su carácter económico, el agua es un recurso ambiental básico. A lo largo de nuestra geografía, son muchos los cursos de agua y alrededores que acogen ecosistemas únicos que es preciso proteger no sólo por su valor ambiental sino por los beneficios que muchas veces prestan a otras actividades (prevención de inundaciones, depuración natural de las aguas, producción agrícola y piscícola, usos recreativos, atractivo turístico, etc.). Dentro de España, las Cuencas Mediterráneas son una de las zonas más complejas en materia de gestión del agua. Allí conviven períodos cíclicos de sequía con un régimen de precipitaciones muy concentradas en determinadas épocas del año y escasas en los meses de verano. Por tanto, una adecuada gestión que equilibre la disponibilidad del recurso con su demanda por los diferentes sectores y que, asimismo, garantice su uso para fines ambientales (mantenimiento de los ecosistemas acuáticos, recarga de acuíferos sobreexplotados, etc.) es fundamental.

### PRINCIPALES RETOS.

La planificación hidrológica existente, articulada en torno a cuencas hidrográficas, persigue una gestión unificada y coordinada del agua en todo el territorio español con el fin de garantizar el suministro presente y futuro para sus diversos usos domiciliarios, medioambientales y en otros sectores. Las especiales circunstancias de escasez e irregularidad del recurso indicado anteriormente, y cuyo ejemplo más palpable se da en las Cuencas Mediterráneas, plantean una serie de retos que esta gestión debe afrontar:

- 1.-Maximizar la eficiencia en la utilización del agua.
- 2.-Hacer compatible el suministro del recurso para sus diferentes usos cumpliendo con los principios de solidaridad, sostenibilidad, racionalidad económica y vertebración del territorio.
- 3.-Alcanzar unos niveles de calidad suficiente en el suministro y en el vertido que respeten la normativa nacional y europea.
- 4.-Minimizar el impacto ambiental en la construcción y gestión de infraestructuras.
- 5.-Mantener adecuadamente las infraestructuras existentes.
- 6.-Conseguir la máxima eficiencia en la construcción y operación de estas infraestructuras, máxime en un escenario de crisis económica como el actual.
- 7.-Facilitar la adaptación a los nuevos riesgos que el cambio climático puede suponer sobre el ciclo del agua.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO.

### 2.1. NATURALEZA DEL PROYECTO.

La finalidad del proyecto es la puesta en riego de 39 Hc de tierras de labor de secano, principalmente olivar. Así como futuros frutales que se pudieran implantar. Adscritas a la cooperativa agraria, perteneciente al municipio de Millares (Valencia). Paraje "El Ortiz".

Para ello se pretende construir de una balsa de acumulación que permita el riego y sirva de reserva para las posibles restricciones de agua en años de sequía.

Para ello se diseñan una serie de obras hidráulicas.

En primer lugar, el agua necesaria para el riego se obtendrá de la toma directa del colector existente red local próximo.

El agua obtenida se llevará por una conducción cerrada desde las captaciones a una balsa que se construirá en las proximidades, y en la que el agua se irá almacenando durante el invierno. Por último, se trazará una red de tuberías enterradas que comunicarán la balsa con un cabezal de riego, y éste a su vez con los hidrantes situados en la parcela a regar. El desnivel orográfico existente entre la balsa y las tierras proporcionará la presión manométrica suficiente para poner en marcha un sistema de riego localizado.

La mayoría de la zona a regar se dedica principalmente al cultivo del olivo, también hay algarrobos, y algún almendro. Copando el Olivar aproximadamente el **79%** de la Superficie total de dicho paraje. Y serán estas parcelas las que se pondrán en riego, correspondientes a un total de **39 Hc, (hectáreas); 39.000 m<sup>2</sup>**

El resto de superficie lo ocupan los algarrobos, que no se regaran.

En la zona no existe red de acequias ni tampoco tuberías. Tampoco existe comunidad de regantes.

Pero la zona esta dotada de agua potable que llega a innumerables, casetas de campo de la zona. Así como granjas dedicadas a la cría de conejos.

La finalidad principal del proyecto es implantar un sistema moderno de unas instalaciones con las que se pueda regar toda la zona.

En síntesis, se trata de mejorar la eficiencia de los cultivos y mejorar el rendimiento, y posibilitar la implantación de otros cultivos.

Se suministrarán caudales a los agricultores, implantando una infraestructura de riego y posibilitando el riego por goteo. y por aspersión. Para conseguir dotar a las parcelas de un caudal entregado, en tomas de riego colocadas en parcelas, con una presión no inferior a 40 m.c.a.

A partir de la toma de riego, cada parcela podrá instalar un sistema de riego por aspersión, bien con cobertura total enterrada o móvil, bien con máquinas de riego (pivotes, laterales y cañones). La posibilidad de riego localizado también es perfectamente factible intercalando los oportunos reguladores de presión.

En definitiva: se trata de poner en marcha toda una serie de infraestructuras que permitan transformar **39 Hc** que en la actualidad albergan una rotación de secano en agricultura de regadío por goteo.

Para ello y como primera fase de las obras a realizar **se proyecta el diseño de la balsa de riego** objeto del presente proyecto.

*Objetivos marcados con el desarrollo del proyecto:*

- \* Cumplir con los condicionantes impuestos por el promotor.
- \* Maximizar los beneficios por hectárea, aumentando así, el beneficio de la cooperativa, y por consiguiente, de los socios.
- \* Aprovechar de forma sostenible los recursos hídricos y energéticos disponibles en la zona.
- \* Diversificar las producciones de la cooperativa utilizando especies y cultivares más productivas y rentables (“de regadío”).
- \* Multiplicar el valor de la tierra.
- \* Dotar al entorno rural de mayor dinamismo y calidad de vida, creando nuevos puestos de trabajo en el pueblo.
- \* Proteger el medio ambiente en la medida de lo posible.

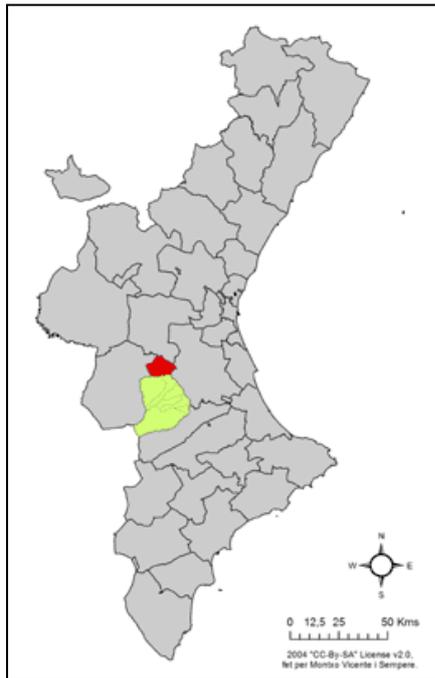
### 3. LOCALIZACIÓN. EMPLAZAMIENTO.

#### 3.1. EMPLAZAMIENTO.

Tal y como se puede observar en la Fig. 5. La zona objeto de proyecto se localiza en término municipal de Millares, perteneciente a la comarca de la Canal de Navarres, al Sur-Oeste de la provincia de Valencia, dentro de la Comunidad Valenciana, y ésta a su vez en España. La villa se encuentra, geográficamente, en la cuenca del río Júcar.



**Fig.5** Localización de la Comunidad Valenciana.



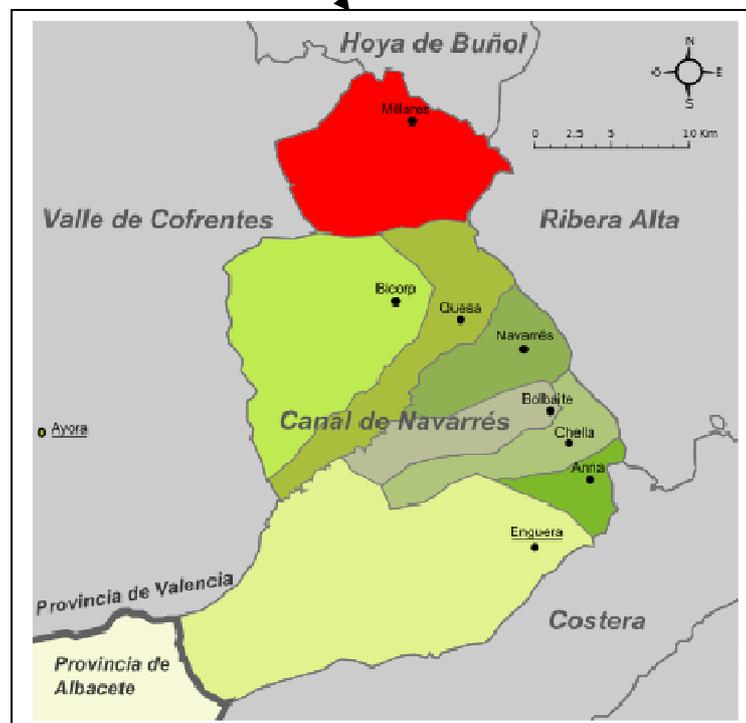
\*El término tiene una superficie de **110 Km<sup>2</sup>**.

\*La altitud del municipio es de **344 m** sobre nivel medio del mar.

\*La distancia a la ciudad de Valencia es de **70 Km**.

\*Los Municipios colindantes son Cortes de Pallas, Tous, Dos aguas, Quesa y Bicorp.

**Fig.6** Localización del municipio de Millares



**Fig.7** Comarca: La Canal de Navarres

### 3.2. VÍAS DE COMUNICACIÓN.

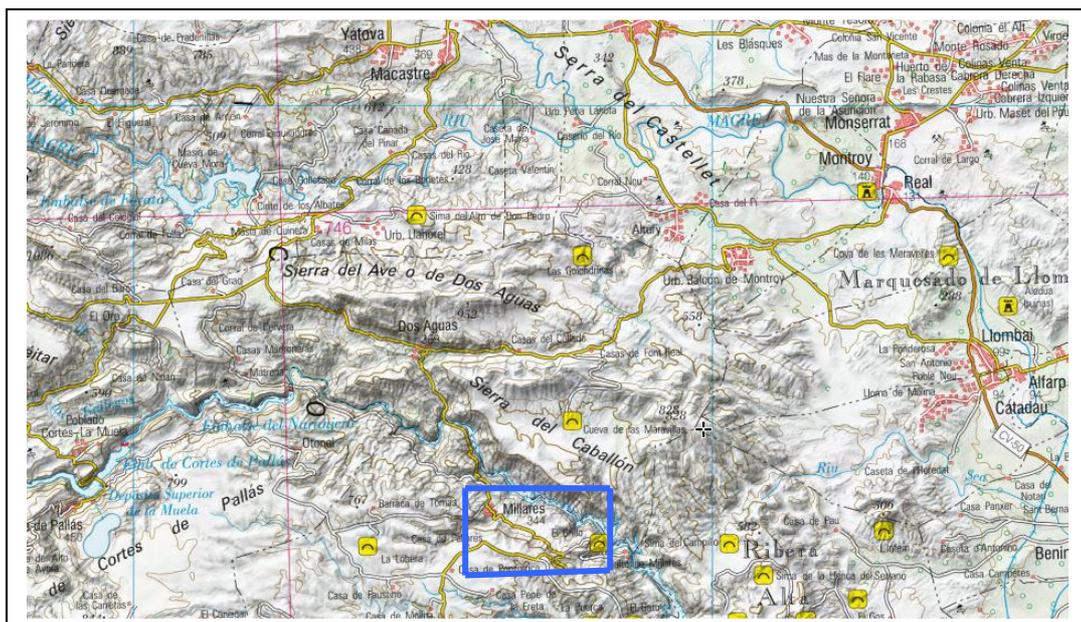
Se accede a Millares desde Valencia a través de la A-7, con desvíos por la CV 520 pasando por real de Montroy y Dos Aguas por la CV 435. Desde Bicorp, Quesa, Navarres por la CV 580. (fig.8, fig.9, fig.10 y fig.11).

Por las características montañosas de la zona, los últimos kilómetros para acceder a la población, por cualquier de las rutas que se elija, supone entrar en carreteras con un estado de conservación que en general no es malo, aunque con muchas curvas y fuertes pendientes, propio de la orografía del lugar.

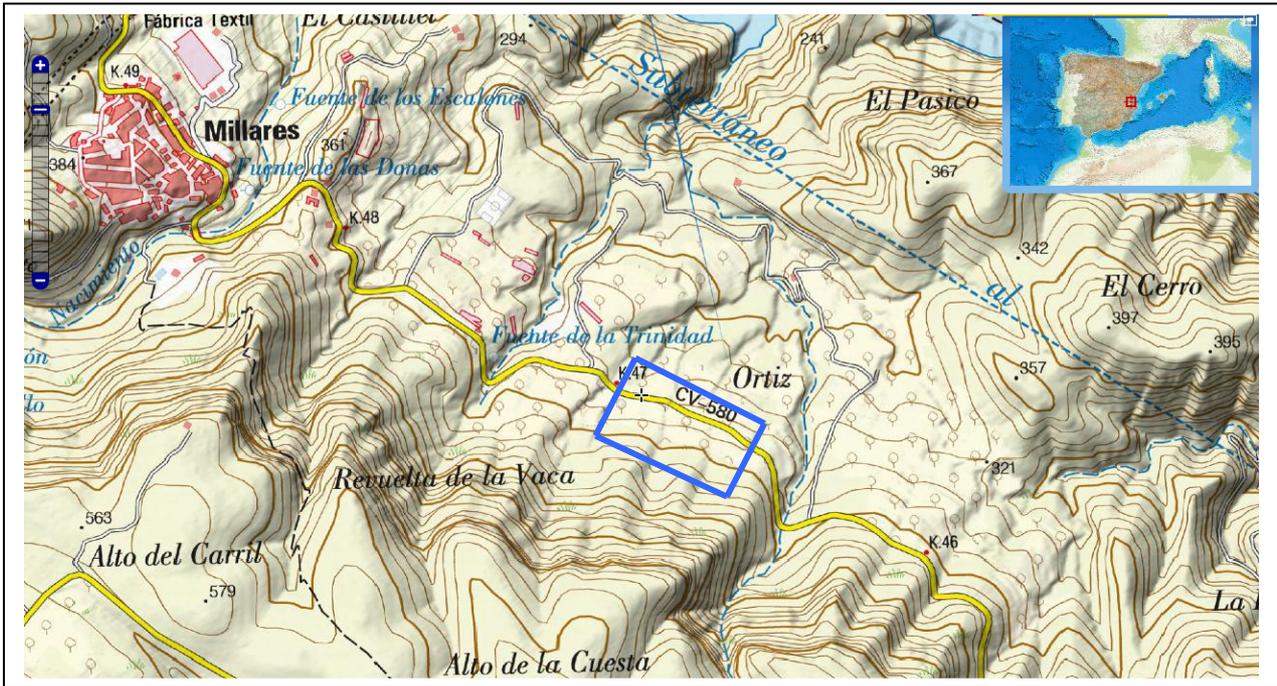
La superficie del término municipal es completamente montañosa. Situado en el Macizo del Caroig, forma parte de la Muela de Cortes, altiplano con alturas de 800 y 900 m.



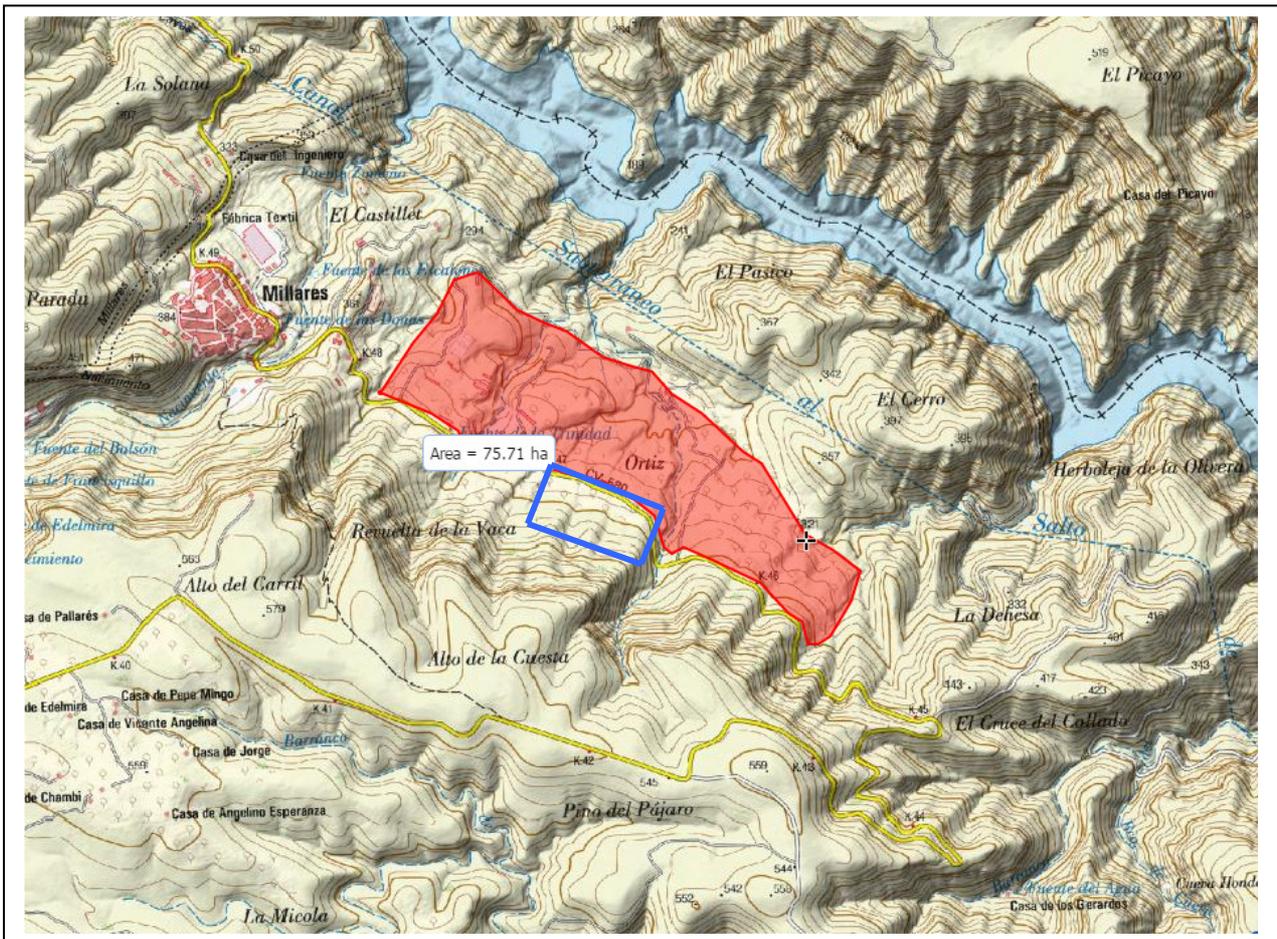
**Fig.8** Vías de comunicación. Y localización de la población de Millares (Valencia).  
 Captura visor Iberpix. I.G.N. Ministerio de Fomento. <http://www.ign.es/iberpix2/visor>



**Fig.9** Vías de comunicación y localización de la población de Millares (Valencia), sobre Mapa topográfico Nacional E.1:25.000.  
 Captura visor Iberpix. I.G.N. Ministerio de Fomento. <http://www.ign.es/iberpix2/visor/>



**Fig.10** Localización de la ubicación futura de la balsa proyectada, en el paraje El Ortiz. Captura visor Iberpix



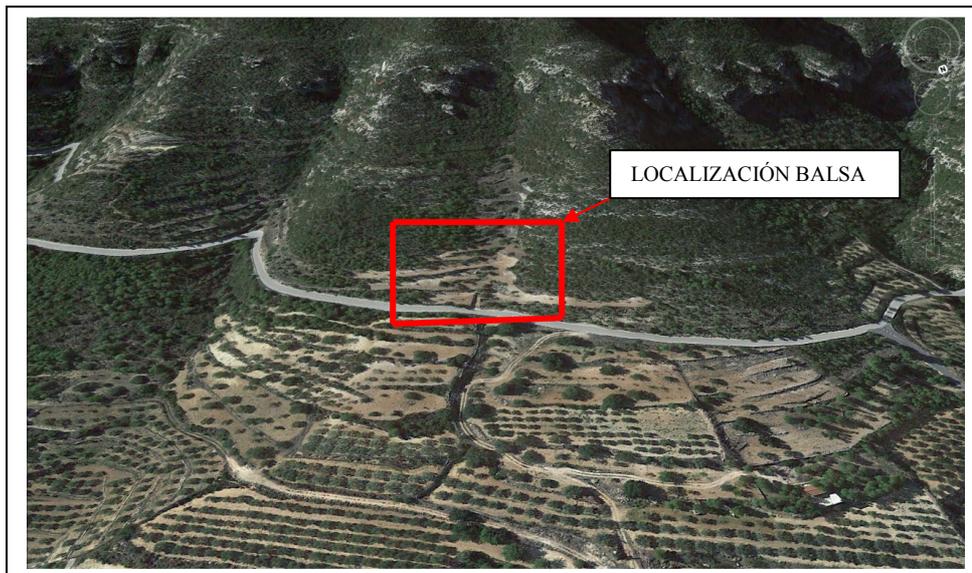
**Fig.11** Localización de la balsa proyectada, junto con la superficie de cultivos, en el paraje El Ortiz. Captura visor Iberpix

### 3.3. ACCESOS A LA ZONA DE PROYECTO.

La zona de proyecto se localiza al Sur-Este del pueblo de Millares, tal y como se puede ver en la Fig.11, y en la panorámica general, (Fig.12). Al emplazamiento de la balsa de riego se accede tomando la carretera CV 580 hacia dirección Bicorp, a unos 2 Km. de la salida del pueblo.

En el Km 47; (pto kilométrico) de la CV 580 tomamos un desvío existente a la izquierda que nos lleva a los terrenos de puesta en riego.

Zona donde se ubicaría la balsa:



*Fig.12 Panorámica donde se ubicara la balsa de regulación.*



*Fig.13 Acceso a la zona de proyecto*



*Fig.14 Lugar donde se ubicara la balsa.*

### 3.4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA A REGAR.

El regadío de la zona que nos ocupa, se encuentra en el paraje denominado “El Ortiz “ dentro del término municipal de Millares (Valencia).

La principal vía de comunicación es la carretera CV-850, que atraviesa toda la zona por su parte mas alta.

Además, la zona regable cuenta con una extensa red de caminos secundarios, caminos rurales y vías de servicio para llegar al emplazamiento de la balsa.

Dentro del término municipal, el proyecto abarca una zona de estudio muy amplia. Como se puede comprobar en las fig.15, y fig. 16

La Localización, la balsa se sitúa ocupando parcialmente la parcela 302 del polígono 8, con una superficie total en planta de **1.697 m<sup>2</sup>** ; y tendrá una capacidad de embalse de agua de **2.728 m<sup>3</sup>**, con una profundidad total de **6.5 m**.

Así, el agua procedente de la red municipal próxima a la zona de proyecto, es captada por medio de unas arquetas, y desde ahí, y conducida por unas tuberías de PVC, el agua tiene entrada a la balsa por gravedad. Que podrá ser apoyada por una estación de bombeo.

Vista panorámica de las parcelas a regar:



**Fig.15:** Vista panorámica de las parcelas a regar  
El paraje “El Ortiz”



**Fig.16** Vista panorámica de las parcelas a regar; el paraje “El Ortiz” .Captura Google Earth

Parcelas con cultivo de olivos: de la Fig.17 a la Fig.24.



**Fig.17**



**Fig.18**



**Fig.19**



**Fig.20**



Fig.21



Fig.22



Fig.23



Fig.24

## 4. CENSO DE CULTIVOS.

### 4.1 NUMERACIÓN DE LAS PARCELAS QUE SE PONDRÁN HA RIEGO.

Las parcelas que se podrán en riego, serán las que contengan olivos. Dichas parcelas están situadas en el polígono Nº 8, ocupando una extensión total de **39 Hc.**

PARCELA	RECINTO	CULTIVO	Superficie
247	1	olivar	652,03
247	2	olivar	426,57
246	1	algarrobos	1867,45
481	4	algarrobo	873,99
481	2	algarrobo	1319,6
481	1	algarrobos	714,54
378	1	algarrobos	714,16
245	1	algarrobos	1595,22
480	1	algarrobos	950,89
244	1	algarrobos	4443,14
244	4	algarrobos	771,49
243	4	algarrobos	4101,08
243	1	algarrobos	317,59
243	3	algarrobos	438,08
242	2	algarrobos	1767,84
479	1	algarrobos	4354,24
478	1	algarrobos	1253,36
478	5	algarrobos	967,28
482	5	algarrobos	2725,15
477	1	olivar	2995,97
476	1	olivar	3089,01
476	5	algarrobos	811,37
476	4	algarrobos	1107,96
215	1	olivar	3209,91
475	1	olivar	3171,53
214	1	olivar	1590,7
213	1	olivar	1414,07
213	3	olivar	1243,81
9000	39	olivar	3117,26
9000	5	olivar	3077,25
241	1	olivar	3643,75
234	1	olivar	2985,68
232	1	olivar	2209,82
90	1	olivar	839,57
235	1	olivar	2054,77
9000	2	olivar	4762,97
9000	22	olivar	1975,25
9000	33	olivar	1893,46
9000	8	olivar	3872,04
9000	21	olivar	609,49
9000	20	olivar	5009,13
9000	9	olivar	7996,74
9000	11	olivar	3992
9000	23	olivar	1747,77
9000	13	olivar	3502,2
386	1	olivar	1926,15
400	1	olivar	1588,95

PARCELA	RECINTO	CULTIVO	Superficie
404	1	olivar	<b>2077,19</b>
405	1	olivar	<b>1524,9</b>
405	5	algarrobos	7020,24
405	3	olivar	1723,44
405	6	olivar	374,81
406	3	almendros	5791,73
406	2	algarrobos	1547,09
466	1	olivar	8804,19
467	1	olivar	1559,43
465	2	olivar	801,11
460	1	olivar	1703,65
460	2	algarrobos	1893,25
458	1	olivar	904,87
457	1	olivar	1847,77
187	1	olivar	2497,87
190	1	olivar	7280,68
190	2	algarrobos	3102,34
750	1	algarrobos	2049,98
198	1	algarrobos	1972,14
199	1	algarrobos	2156,21
202	1	olivar	1945,37
200	1	olivar	2125,75
201	1	olivar	1685,02
203	1	olivar	5859,84
203	2	olivar	1604,77
463	1	algarrobos	2298,76
206	1	olivar	4725,6
196	1	algarrobos	6995,65
195	1	olivar	7004,47
192	3	olivar	1907,19
192	1	olivar	1361,57
193	1	olivar	2499,45
454	1	algarrobos	2965,07
418	6	algarrobos	8498,29
418	1	olivar	7834,39
451	1	olivar	2202,83
452	1	algarrobos	3849,27
453	1	olivar	3927,6
411	6	olivar	5151,61
411	4	olivar	3175,73
410	1	olivar	1654,99
408	1	olivar	1018,72
407	4	olivar	5713,23
407	2	olivar	1445,93
416	1	olivar	1617,44
419	1	olivar	1415,97
419	4	algarrobos	4867,88
448	8	algarrobos	2553,27
419	3	algarrobos	654,72
449	3	algarrobos	2925,54
449	2	algarrobos	585,96
450	1	olivar	233,17
444	1	olivar	3377,97

PARCELA	RECINTO	CULTIVO	Superficie
445	1	olivar	1549,54
445	2	olivar	1893,86
420	1	olivar	14912,84
448	6	algarrobos	2924,24
447	2	olivar	1320,5
443	1	olivar	5461,86
179	1	olivar	2704,68
441	1	olivar	1327,21
180	1	olivar	12475,46
752	1	olivar	5317,96
181	2	olivar	420,41
178	1	olivar	3507,42
178	3	olivar	4062,85
180	3	olivar	6895,7
177	1	algarrobos	2872,11
176	1	olivos	1245,73
176	2	olivos	2112,57
440	1	olivos	7852,02
182	3	algarrobos	3203,18
183	1	olivos	2530,64
422	1	olivos	3079,39
426	2	olivos	3434,11
423	1	olivos	6757,51
429	1	olivos	8405,67
756	1	olivos	2039,21
184	1	olivos	1431
436	3	olivos	4585,1
437	1	olivos	2215,45
168	1	olivos	2838,71
168	2	olivos	1765,41
168	6	olivos	1144,65
182	1	olivos	774,83
182	2	olivos	460,65
183	3	olivos	821,15
185	1	olivos	331,05
186	4	olivos	771,79
296	1	olivos	2549,5
468	2	olivos	2294,05
468	1	olivos	2851,66
293	1	olivos	1468,61
280	1	olivos	2175,38
280	5	olivos	772,22
280	2	olivos	259,15
281	2	olivos	2241,71
282	2	olivos	1544,18
279	1	olivos	5247,63
279	2	olivos	1401,75
268	1	olivos	2390,84
267	1	olivos	7910,94
258	7	olivos	2367,81
260	1	olivos	3656,82
256	1	olivos	1917,52
245	1	olivos	7087,56

PARCELA	RECINTO	CULTIVO	Superficie
242	1	olivos	8082,37
242	3	olivos	2184,55
252	1	olivos	2529,15
252	4	olivos	3889,33
252	3	olivos	472,73
485	2	algarrobos	1000,85
485	1	algarrobos	621,54
249	1	olivos	854,57
266	1	olivos	2748,02
261	1	olivos	4826,11
269	1	olivos	2598,3
278	7	olivos	7509,66
9000	29	olivos	2460,48
9000	10	olivos	1233,21
212	2	olivos	974,73
471	1	olivos	1160,45
638	1	olivos	372,1
421	5	olivos	11375,62
426	1	olivos	2322,66

493385,41	$m^2$
49,34	Hc

**Tabla 2.** Parcelas con cultivos en el Ortiz. Se regaran las que contengan Olivos.

#### 4.2 ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE CADA TIPO DE CULTIVO EXISTENTE.

Los cultivos existentes en la zona, son cultivos de secano como ya se ha mencionado anteriormente. Podemos decir que aproximadamente estos se distribuyen de la siguiente forma:

Tipo de árbol	%
OLIVAR	79
ALMENDROS	0
ALGARROBOS	21
FRUTALES	0

Total 100 %

Si la superficie total es 49 Hc ; tendremos que la superficie ocupada por los olivos será:

$$\text{Olivos} = \left( \frac{39 \cdot 100}{49} \right) = 79\% ; \text{Algarrobos} = 49 \text{ Hc} - 39 \text{ hc} = 10 \text{ Hc}$$

	Olivos	Algarrobos	Almendros	Otros	Total
Superficie Hc	39	10	0	0	49
%	79	21	0	0	100

**Tabla 3.** Porcentaje de ocupación del Olivar en el Paraje el Ortiz. *Elaboración propia.*

**4.3 CALCULO DEL NÚMERO DE ÁRBOLES.**

$$N^{\circ} \text{ arboles} = \left( \frac{\text{Superficie}_{total}}{a \cdot b} \right) = \frac{490000}{6,25 \cdot 6,09} = 12.884 ;$$

Si en **49 Hc** de superficie tenemos 12.884 árboles, en **39 Hc** que ocupa el olivar habrá:

$$N^{\circ} \text{ olivos} = \left( \frac{39 \cdot 12884}{49} \right) = 10.255 \text{ Olivos} ; \text{Olivos}_{hectaria} = \frac{10.255}{39} = 263 \text{ olivos/hc}$$

Calculo del censo de cultivos								
1º muestra	fila 1	6,01	columna 1	6,72				
2º muestra	fila 2	6,74	columna 2	6,23				
3º muestra	fila 3	6,53	columna 3	5,49		Hc	m <sup>2</sup>	nº arboles = (Sup total de cultivo)/a x b
4º muestra	fila 4	5,72	columna 4	5,9	Sup total	49	490000	<b>12884</b>
media	a	<b>6,25</b>	b	<b>6,09</b>		1	10000	

**Tabla 4. Calculo del censo de cultivos. Elaboración propia.**

Muestra Nº 1

$$a \times b = 6.01 \times 6.72$$



**fig.25**

Muestra Nº 2

$$a \times b = 6.74 \times 6.23$$



**fig.26**

Muestra Nº 3

$$a \times b = 6.53 \times 5.49$$



**fig.27**

Muestra Nº 4

$$a \times b = 5.72 \times 5.90$$



**fig.28**

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

### 5.1. EL MEDIO FÍSICO.

#### 5.1.1. Suelo.

La textura representa el porcentaje en el que se encuentran los elementos que Constituyen el suelo: arena (44%), limo (20%) y arcilla (36%). Según la clasificación granulométrica del método USDA, un suelo con estas proporciones recibe la denominación de Franco Arcilloso, lo que supone que es un suelo con bastante capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes.

#### 5.1.2. Clima.

El clima es de tipo mediterráneo continental, aunque presenta variaciones significativas respecto a La zona litoral. Por la altitud del municipio, las noches de verano son más frescas que en la costa, haciendo mas frío durante el invierno.

Las temperaturas medias oscilan entre los siguientes valores:

Enero: 6° C a 8° C

Julio: 24° C a 26° C

Media anual: 15.5° C

Las temperaturas extremas rara vez rebasan los – 4 °C en invierno y los 35 °C en verano.

El régimen de lluvias sigue las pautas del área mediterránea, concentrándose en primavera y otoño. La pluviosidad media se sitúa alrededor de los 400 mm/año.

#### 5.1.3. Orografía.

La superficie del término municipal es completamente montañosa. Situado en el Macizo del Caroig, forma parte de la Muela de Cortes, altiplano con alturas entre 800 y 900 m.

#### 5.1.4. Hidrografía.

El río Júcar, que discurre encajonado la mayor parte de su recorrido, es el principal accidente geográfico, sirviendo de linde natural con Dos Aguas y Tous.

Vierten al río varios barrancos y ramblas como las del sabinar, Seca, Carrilos y Pileta.

Toda la zona del Macizo del Caroig es muy rica en agua, lo que da lugar a que existan en el término municipal numerosas fuentes y manantiales.

La ruta de las acequias:

\*Acequia principal que lleva el agua desde la fuente del “Nacimiento” hacia el pueblo.

\*La partida de Cavas, dispone de una fuente de agua potable, espacio que cuenta con una balsa de riego.

\*Fuente de la donas, Fuente de los escalones, Fuente del zomeño, todas ellas ubicadas en el barranco del Nacimiento y de agua potables que discurren unos kms hacia el río Júcar.

### 5.2. DEMOGRAFÍA.

Según el último censo referido a 2015, la población es de 347 habitantes, con una densidad de 4.7 habitantes por Km<sup>2</sup>. Esta población en los meses de Julio y agosto experimenta un aumento importante. La evolución desde el año 2000 nos indica una reducción en el número de habitantes que se mantiene todos los años, como se pone de manifiesto en el siguiente cuadro.

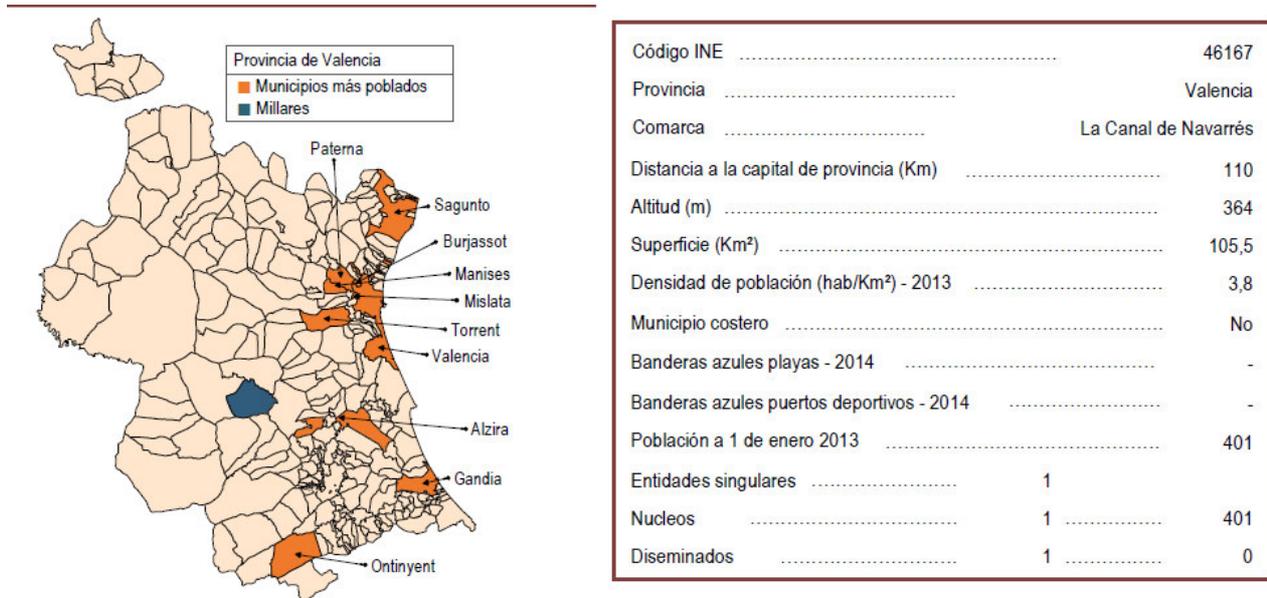


Fig.29 Censo de población. Millares. (Valencia).

Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero			
Detalle municipal			
Valencia: Población por municipios y sexo.			
Unidades: Personas			
	Total	Hombres	Mujeres
	2015	2015	2015
<b>46167 Millares</b>	387	192	195

Tabla 4. Censo municipal de Millares por sexo, a uno de enero de 2015

En el periodo comprendido entre 2000 y 2015, Millares ha perdido 241 hab. Equivalente al 62 % de la población del 2015:

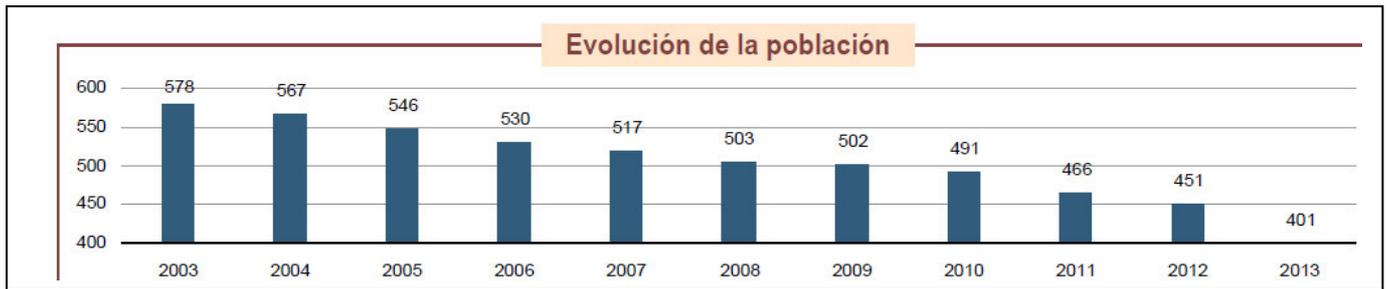
$$628 - 387 = 241 \quad ; \quad x = \frac{241 \cdot 100}{387} = 62 \%$$

La evolución desde el año 2000 nos indica una reducción en el número de habitantes que se mantiene todos los años, como se pone de manifiesto en el siguiente cuadro

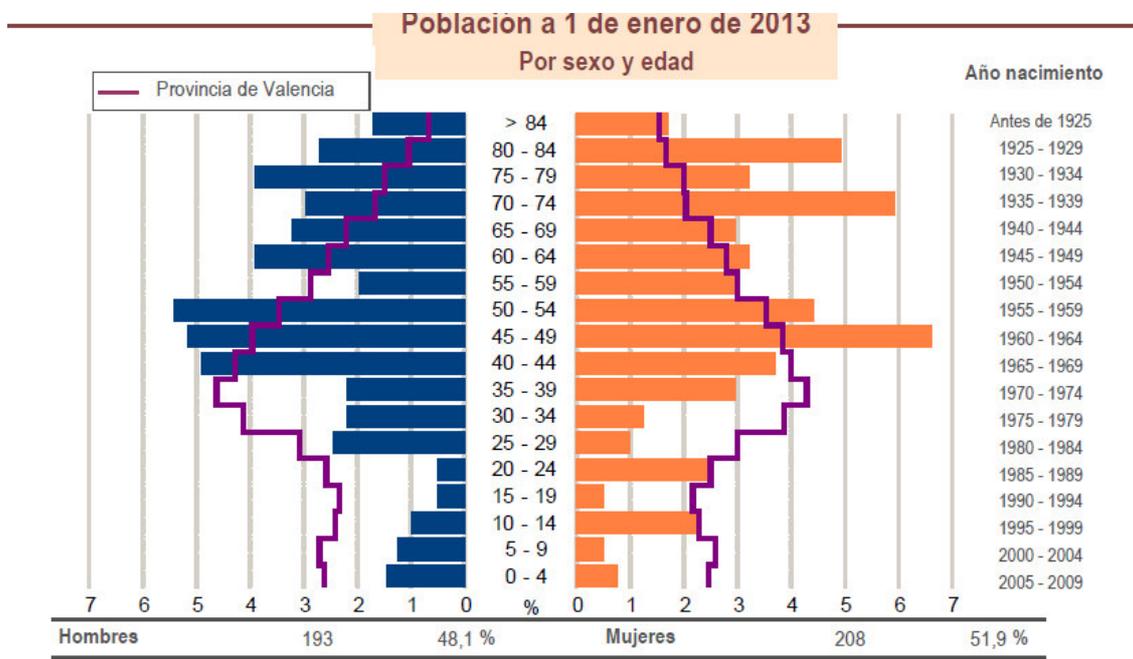
AÑO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HABITANTES	628	616	599	578	567	546	530	517	503	502	491	466	451	401	-----	387

Tabla 4. Censo de habitantes de Millares. A uno de Enero de cada año.

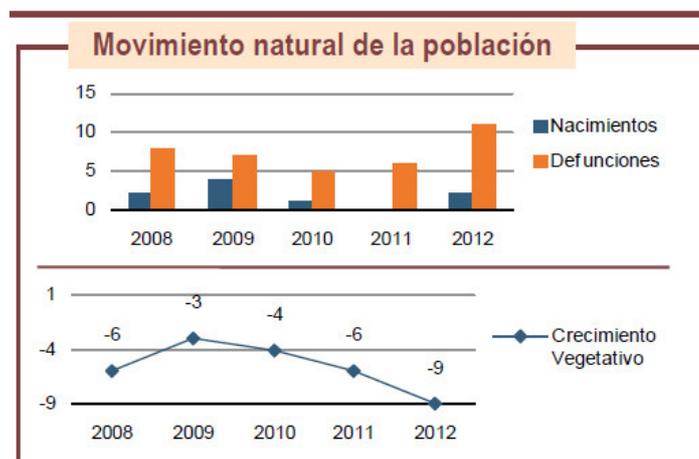
\*Evolución de la población entre 2003 y 2013:



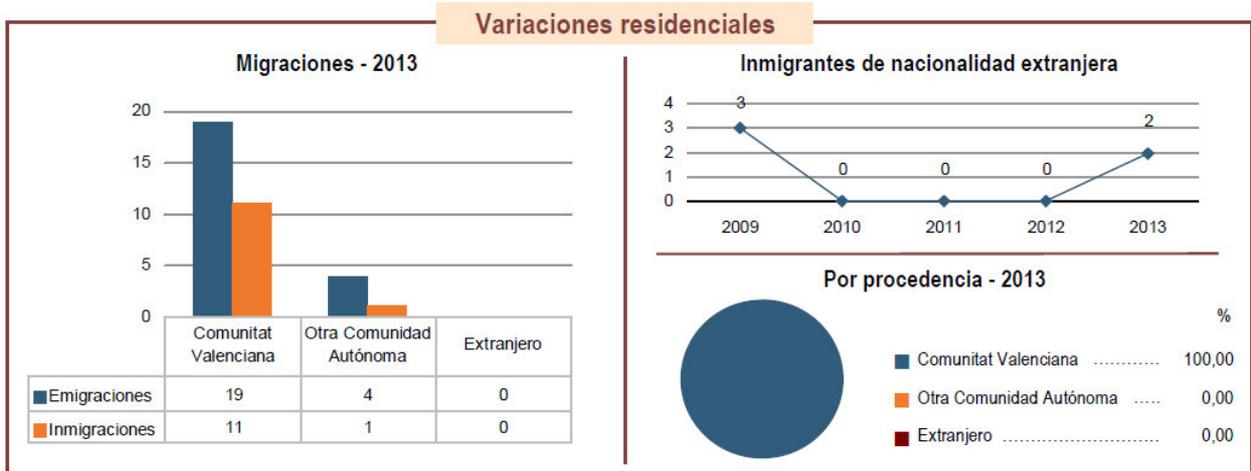
\*Estructura de la población:



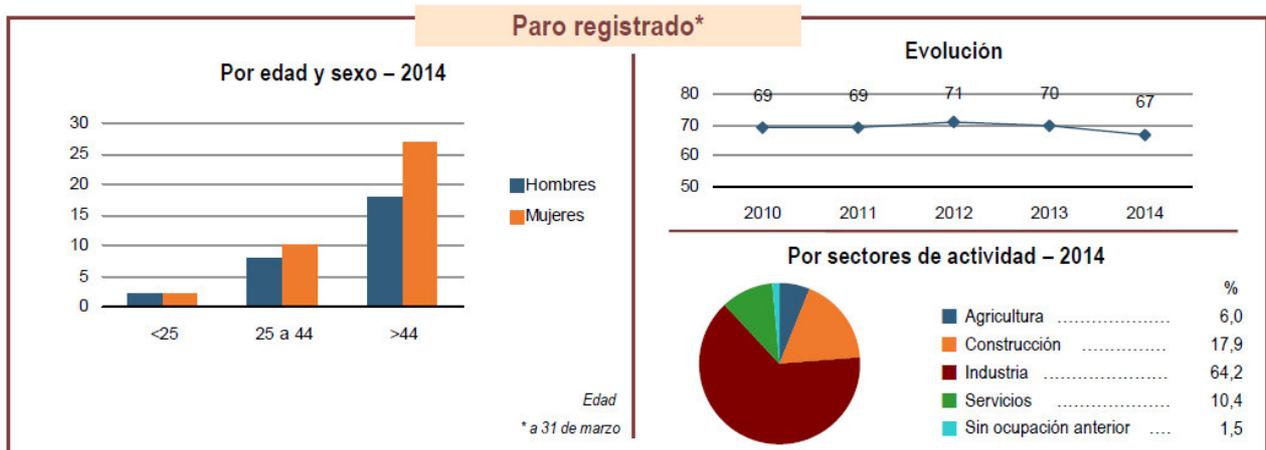
\*Movimiento natural de la población:



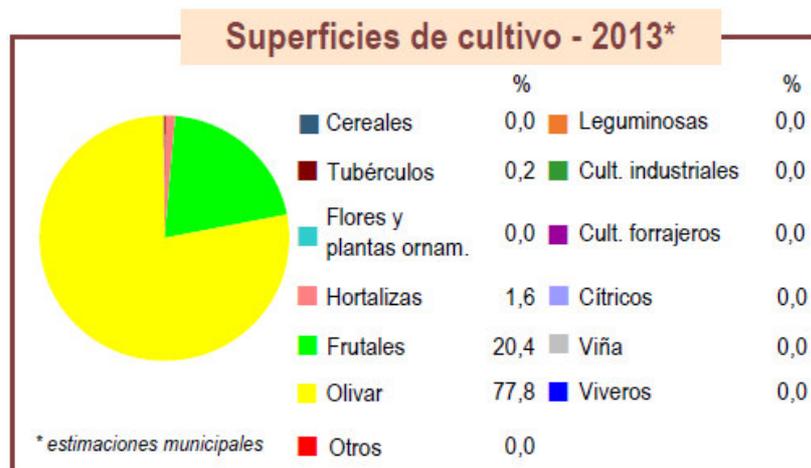
\*Variaciones residenciales:



\*paro registrado:



\*Superficie de cultivo:



### 5.3. EL MEDIO BIÓTICO.

Dentro del término municipal, se encuentra la reserva Nacional de caza de la muela de Cortes. Destacan entre los mamíferos; la cabra hispánica, el muflon, introducidos en su día por el ICONA, con finalidades cinegéticas. Otras especies que también se encuentran son el jabalí, el zorro, la jineta y el gato montes.

Respecto a la población de aves, podemos destacar; el águila real, el águila azor perdicera, el búho real, el Alcon peregrino y el martín pescador.

Fuente: Atlas de aves nidificantes de la Comunidad Valenciana.

### 5.4. ECONOMÍA.

La economía de la población de Millares, hasta mediados de la década de los 90, se basaba fundamentalmente en la industria textil. En los años 40 unos empresarios locales instalaron telares para la fabricación de tejidos, lo que supuso el inicio de un cambio radical en la forma de vida de la población, al pasar de una agricultura de subsistencia a disfrutar de puestos de trabajo estables y mejor remunerados.

En 1977 se instaló una nueva empresa dedicada a la confección de géneros de punto. El cambio en la composición del empleo, trajo como consecuencia que otra actividad importante en la demanda de mano de obra, como es la construcción, alcanzara un fuerte desarrollo.

Este periodo de 50 años, década de los cuarenta a los noventa, fue la época dorada en el desarrollo de Millares que, a partir de 1992, por el cierre de los telares, entra en un proceso que se traduce en desempleo y emigración. En este sentido el cuadro de población es muy significativo al poner de manifiesto una reducción constante en el número de habitantes, puesto que por la falta de trabajo muchos se ven obligados a emigrar.

En la agricultura predominan los cultivos de secano; como el olivo, algarrobo, almendro.

Un elemento diferenciador, que aporta mucho valor añadido es el aceite de oliva ecológico que se produce en la almazara de la cooperativa del pueblo, pionera en este campo en la Comunidad Valenciana.

La actividad inmobiliaria es escasa. No existen urbanizaciones turísticas y la construcción en el casco urbano está más dirigida al mantenimiento y restauración de las viviendas que a la construcción de obras nuevas.

La actividad industrial es muy escasa, salvo actuaciones puntuales como la almazara en la época de la aceituna.

Semanalmente tiene lugar un pequeño mercado ambulante.

La hostelería está atendida por un albergue municipal situado en los alrededores del casco urbano.

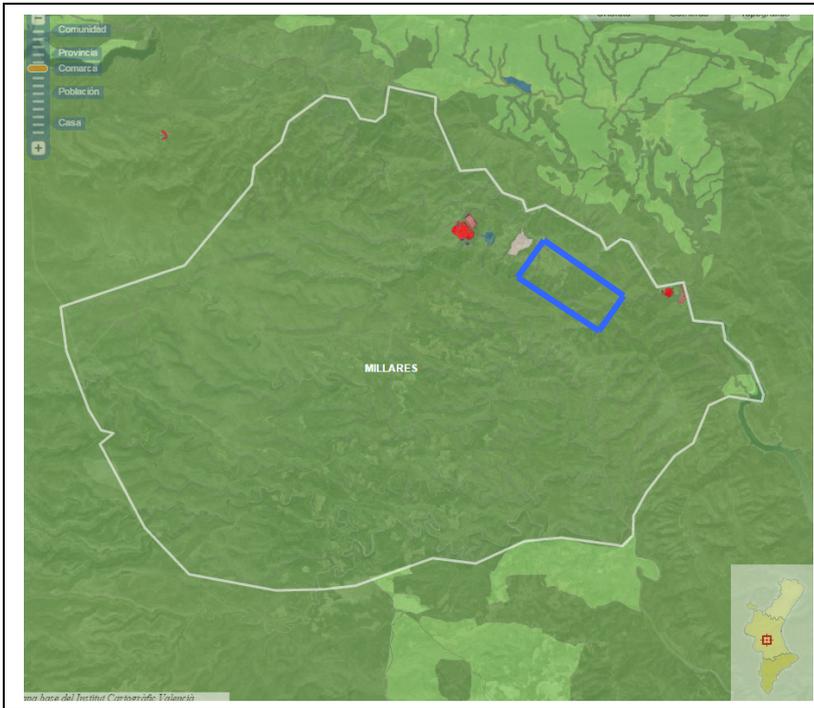
## 6. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.

### 6.1. CLASIFICACIÓN DE LA PARCELA DEL PROYECTO.

La balsa se construirá en el polígono 8 parcela 302

La clasificación: Suelo protegido, de uso agrícola

Suelo no urbanizable



**LEYENDA PLANEAMIENTO**

**Clasificación**

- Suelo Urbano
- Suelo Urbano
- Suelo Urbanizable
- Suelo No Urbanizable
- Sin planeamiento vigente

**Calificación**

- Residencial
- Industrial
- Terciario
- Protegido
- Dotacional
- Dominio público
- Común
- Sin planeamiento

Clasificación     Calificación

Municipios:

Millares

**Propiedades Municipio**

Propiedad	Valor
Código INE	46167
Municipio	Millares
Habitantes	401
Superficie	10551
Planeamiento	NNSS
Fecha aprobación	1988-12-22
BOP	24/01/89
Acceso a la revisión	<a href="http://www.cma.cva.es/web/indic.e.es..">http://www.cma.cva.es/web/indic.e.es..</a>

**Fig.30** Vista general de la extensión del termino municipal de Millares. Recuadro azul situación de las parcelas a regar y la balsa proyectada. Captura; [www.terrasit.gva.es](http://www.terrasit.gva.es)

**Fig.31** Leyenda Planeamiento

**Información**

Inf. General    Catastro(WMS)    **Calificación: Protegido**

Campo	Valor
Código municipio	46167 <a href="#">Zoom a elemento</a>
Nº expediente	19880366
Observaciones	NORMAS SUBSIDIARIAS
Código clasificación	30
Código calificación	67000
Municipio	Millares
Clasificación	Suelo no urbanizable
Calificación	Protegido
Nivel 1	Agrícola
Nivel 2	
Nivel 3	
Nivel 4	
Etiqueta calificación:	7

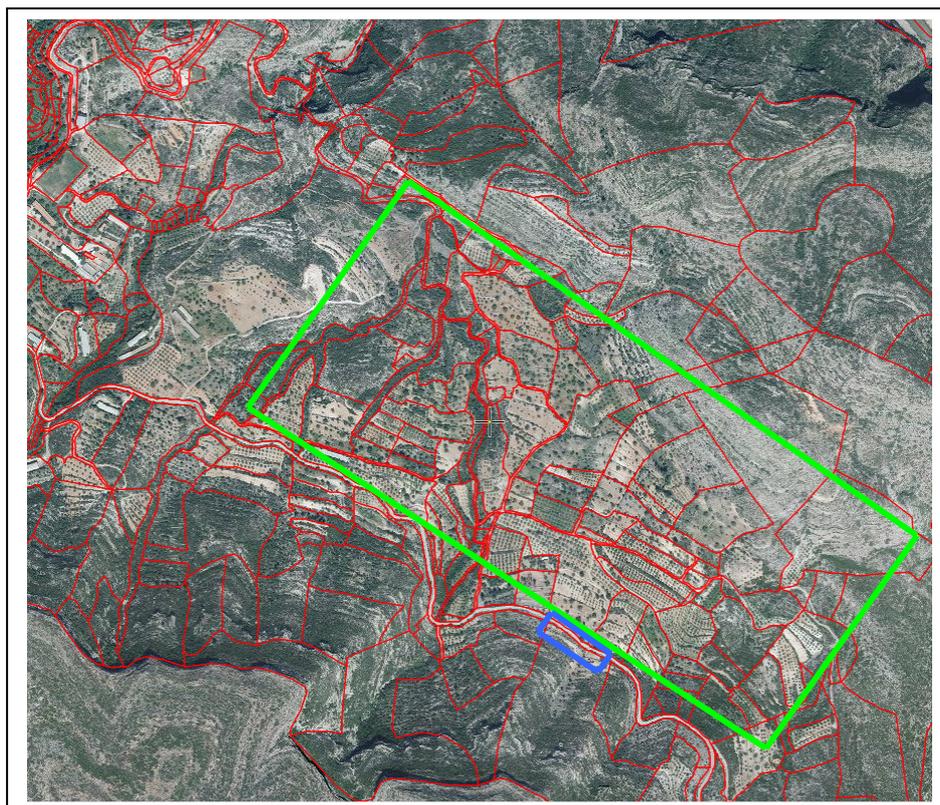
**Información**

Inf. General    Catastro(WMS)    Calificación: Protegido    **Clasificación: Suelo no urbanizable**

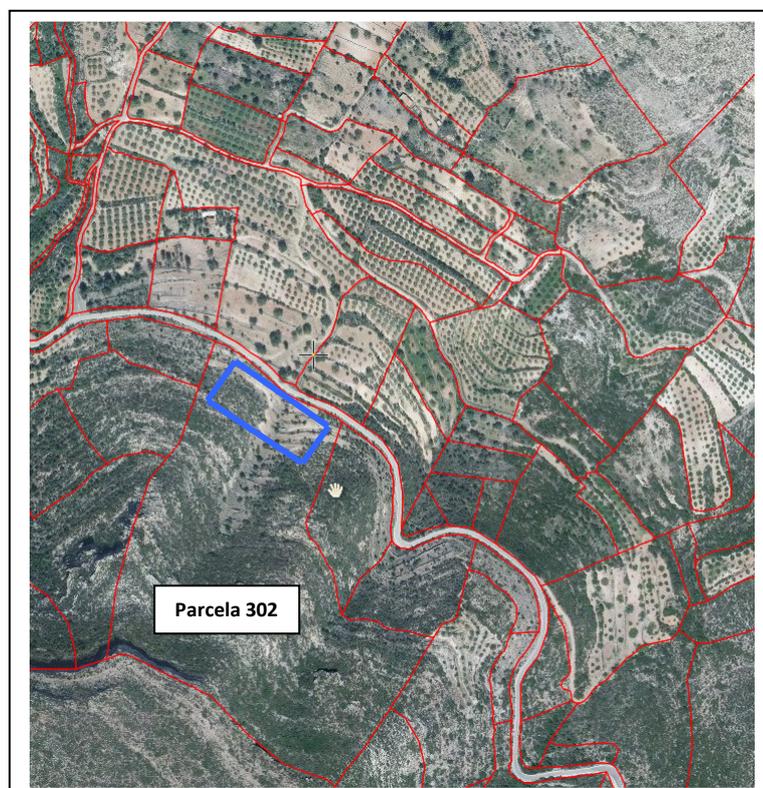
Campo	Valor
Código municipio	46167 <a href="#">Zoom a elemento</a>
Nº expediente	19880366
Observaciones	NORMAS SUBSIDIARIAS
Código clasificación	30
Municipio	Millares
Clasificación	Suelo no urbanizable

**Fig.33** Clasificación del suelo ha ocupar por la balsa

**Fig.32** Clasificación suelo ha ocupar por la balsa



**Fig.34** Recuadro verde; parcelas que se pondrán a riego. Recuadro; azul ubicación de la balsa proyectada.  
Captura visor SigPac; [www.SigPac.mapa.es](http://www.SigPac.mapa.es)



**Fig.35** Vista de la parcela 302, ubicación de la la balsa proyectada en recuadro azul  
Captura visor SigPac. [www.SigPac.mapa.es](http://www.SigPac.mapa.es)

Inf. General | **Catastro(WMS)** | Fisiografía: Montañoso | Calificación: Protegido | Clasificación: Suelo no urbanizable | Municipios CV etiquetas - IGN 25.000: Millares

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS | SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA | DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO | Sede Electrónica del Catastro

### CONSULTA DE DATOS CATASTRALES

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO DEL MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

**Cartografía**

Consulta Descriptiva y Gráfica

Imprimir Datos

Cartografía Catastro

Otras Cartografías

Croquis por plantas (FXCC), foto de fachada, GML

Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	46169A008003020000US
Localización	Polígono 8 Parcela 302 ORTIZ. MILLARES (VALENCIA)
Clase	Rústico
Intensidad	100,000000 %
Uso	Agrario

Datos de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
	Localización Polígono 8 Parcela 302 ORTIZ. MILLARES (VALENCIA)
	Superficie gráfica parcela 61.979 m <sup>2</sup>

Cultivos			
Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (ha)
0	MT Matorral	00	6,2513

Fig. 36 Datos catastrales de la parcela 302. Captura; [www.catastro.meh.es](http://www.catastro.meh.es)

## 6.2 ADECUACIÓN DE LA MEMORIA A LA NORMATIVA URBANÍSTICA VIGENTE.

En las obras hidráulicas situadas fuera del dominio público hidráulico. La gestión corresponde a la Comunidad Autónoma.

Las obras de este supuesto, en la **Ley 8/2002** de Ordenación y Modernización de las Estructuras Agrarias de la Comunidad Valenciana en sus artículos 29 y 30 dice lo siguiente:

### *“Artículo 29. Órgano competente”*

En este sentido será competencia de la administración agraria valenciana, específicamente, el ejercicio de las siguientes funciones: la proyección y la ejecución de las obras de interés general de la Comunidad Valenciana. La coordinación, cooperación y colaboración con los órganos estatales a quienes corresponda el ejercicio de competencias en materia de aguas para riego.

### *“Artículo 30. Supuestos previos”*

A estos efectos se consideran balsas o depósitos de riego aquellas construcciones destinadas al almacenamiento de agua para riego, situadas fuera de cauces públicos que no interrumpan corrientes superficiales y cuyo llenado se produzca bien desde pozos que aprovechen agua subterráneas o bien de aguas depuradas, desalinizadas o superficiales a través de construcciones o mecanismos que permitan el control de los caudales afluentes. En el resto de los casos, cuando la construcción interrumpa un cauce o corriente superficial, será de aplicación la normativa vigente sobre presas y embalses.

Además el **Decreto 131/2007 del Consell** por el que se aprueba el Reglamento Funcional de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda en su disposición adicional tercera, dice literalmente:

“Las referencias a la conselleria competente en materia de agricultura y a la Administración Agraria Valenciana contenidas en la Ley 8/2002, de 5 de diciembre, de Ordenación y Modernización de las Estructuras Agrarias de la Comunidad Valenciana se entenderán hechas a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda cuando se refieran a competencias en materia de infraestructuras hidráulicas”.

**El Decreto 106/2008** asigna a la Dirección General del Agua de la Generalitat Valenciana las funciones derivadas del Real Decreto 9/2008. Por lo tanto, el órgano competente en materia de seguridad en relación con las presas, embalses y balsas situados en el dominio público hidráulico de la Generalitat Valenciana y las situadas fuera de él son competencia de la Dirección General del Agua, con excepción de lo dispuesto en el punto 1 del artículo 360 del mencionado Reglamento:

“La administración General del Estado es competente en materia de seguridad en relación a las presas, embalses y balsas situados en el dominio público hidráulico en las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias, así como cuando constituyan infraestructuras de interés general del Estado, siempre que le corresponda su explotación”.

### 6.2.1 .Normativa vigente de aplicación.

Se encuentran vigentes las Normas Subsidiarias Municipales de MILLARES, 19 de diciembre de 1995.

La parcela pertenece al tipo de suelo no urbanizable, uso agrícola.

La construcción de una balsa de riego al aire libre se encuentra entre los usos compatibles en este tipo de suelo.

### 6.2.2. Justificación de la necesidad para la actividad.

1. Es necesaria la construcción de esta balsa de regulación para riego, para poder permitir al sector agrícola un mayor rendimiento en la producción.

2. Con la construcción de esta balsa se pretende acumular el agua necesaria para el funcionamiento de varios días únicamente con el apoyo de una bomba de menor potencia.

3. Retranqueos a linderos: La construcción estará separada más de 5 metros de linderos y caminos.

3. Además de los derechos ordinarios en suelo rústico, pueden autorizarse: otros usos, sean dotacionales, comerciales, industriales, de almacenamiento, vinculados al ocio o de cualquier otro tipo, que pueda considerarse de interés público: Por estar vinculados a cualquier forma de servicio público.

4 .Porque se aprecie la necesidad de su emplazamiento en suelo rústico, ya sea a causa de sus específicos requerimientos en materia de ubicación, superficie, accesos, ventilación u otras circunstancias especiales, o por su incompatibilidad con los usos urbanos. Por lo que según el artículo 59. Régimen del suelo rústico común, se trata de un uso excepcional sujeto a autorización previa a la licencia urbanística.

### 6.2.3. Según la Ley 10/2004, de 9 de diciembre, de la Generalitat, del Suelo No urbanizable.

#### Artículo 1. Definición de suelo no urbanizable.

Es aquel que, según el planeamiento territorial o urbanístico, debe ser destinado a los usos propios de la naturaleza rústica de los terrenos, ya sea por los valores y riquezas que en él residen o por la presencia de riesgos naturales, ya sea por ser inadecuados para su desarrollo urbano de conformidad con los objetivos y criterios establecidos en la legislación sobre ordenación del territorio o en los instrumentos de ordenación del territorio previstos en aquélla.

#### Artículo 3. Categorías de suelo no urbanizable.

1. Integran el suelo no urbanizable aquellos terrenos que los planes urbanísticos o territoriales, con capacidad para clasificar suelo en virtud de su respectiva legislación, delimiten con los objetivos anteriormente definidos.
2. Dichos planes, calificarán el suelo no urbanizable en las siguientes categorías: a) Suelo no urbanizable protegido. b) Suelo no urbanizable común.

#### Artículo 5. Suelo no urbanizable común.

1. Los planes urbanísticos o territoriales con capacidad para clasificar suelo en virtud de su respectiva legislación calificarán como suelo no urbanizable común los terrenos que presentando valores, riesgos o riquezas naturales el planeamiento no se incluya en la categoría de protegido, por no encontrarse en los supuestos previstos en el artículo 4 de esta ley y aquellos inadecuados para su desarrollo urbano de conformidad con los objetivos y criterios establecidos en la legislación sobre ordenación del territorio o en los instrumentos de ordenación del territorio previstos en aquélla.
2. El plan en cada caso justificará detalladamente la procedencia de incluir suelo no urbanizable en el régimen común. 3. El suelo no urbanizable común deberá destinarse a aquellos usos que sean conformes a su naturaleza rústica o a actuaciones de interés comunitario en los términos establecidos en esta ley

#### Artículo 24. Explotación de canteras, extracción de áridos y de tierras o recursos geológicos, mineros o hidrológicos, y generación de energía renovable.

La explotación de canteras, extracción de áridos y de tierras o recursos geológicos, mineros o hidrológicos, y generación de energía renovable, se regulará mediante planes de acción territorial sectoriales, planes generales y cualquier otro plan urbanístico o territorial con capacidad para ordenar usos en suelo no urbanizable común, por razón de su legislación respectiva, con sujeción a lo que establece esta Ley, a la legislación de patrimonio cultural valenciano y a la legislación sectorial específica.

Si procede, se permitirá la realización de construcciones e instalaciones destinadas a la transformación de la materia prima obtenida de la explotación que convenga territorialmente emplazar cerca de su origen natural.

La implantación de estos usos en el suelo no urbanizable exige la declaración de interés comunitario anterior en los términos previstos en esta Ley.

Todas estas instalaciones, para su implantación, estarán sometidas a la declaración de impacto ambiental de su actividad, del suelo y de los terrenos inmediatos a la explotación y deberán incluir medidas de minimización de los impactos y la restauración ambiental y paisajística posterior al cese de la explotación.

En línea a esta legislación de aplicación las obras proyectadas son compatibles con el uso al que se destinan con las siguientes condiciones:

Según **P.G.O.U.** la obra es compatible, por encontrarse en terrenos clasificados como suelo no urbanizable común, con el uso al que se pretende destinar, que es el uso agrícola.

Según **la Ley 10/2004**, de 9 de diciembre de la Generalitat, del suelo no urbanizable y su artículo 24, la obra no requiere la declaración de impacto ambiental por ser una obra en la que no se extraen áridos ni tierras o recursos geológicos, mineros o hidrológicos. El movimiento de tierras es de uso agrícola.

#### **6.2.4. Según la Ley forestal de la Comunidad Valenciana 3/1993 de 9 de diciembre.**

Según artículo 3: La parcela donde se ubicará la balsa no afectará a terrenos clasificados como forestales y no requieren autorización de la Administración competente de la Generalitat Valenciana para este tipo de terrenos.

#### TITULO I. Disposiciones generales CAPITULO I. Definición y principios generales

Artículo tercero:

1. No tendrán la consideración legal de terrenos forestales:

a) Los suelos clasificados legalmente como urbanos o aptos para urbanizar, desde la aprobación definitiva del Programa de Actuación Urbanística.

b) Los dedicados a siembras o plantaciones de cultivos agrícolas.

c) Las superficies destinadas al cultivo de plantas y árboles ornamentales, y viveros forestales.

2. Los terrenos forestales incluidos en espacios naturales protegidos se regirán por su normativa específica, sin perjuicio de que les sean aplicables los preceptos de esta ley que contengan superiores medidas de protección.

#### **6.2.5. Según Ley 21/2013 de 9 de Octubre, de evaluación de impacto ambiental.**

Deberán de realizar El **Es.I.A**, las obras contenidas en este apartado.

Anexo II: Grupo 8: Proyectos de Ingeniería hídrica y de gestión del agua.

Apartado g) Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla, siempre que se de alguno de los siguientes supuestos:

1º Grandes presas según se definen en el reglamento técnico sobre seguridad de Presas y Embalses, aprobado por orden de 12 de marzo de 1996, cuando no se encuentren incluidas en el anexo I.

2º Otras instalaciones destinadas a retener el agua, no incluidas en el apartado anterior, con capacidad de almacenamiento, nuevo o adicional, superior a 200.000  $m^3$

No requieren de Estudio de Impacto Ambiental, y su Declaración de Impacto Ambiental por tener la balsa una capacidad inferior a 200.000  $m^3$

### 6.1.6. Según aplicación de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana de impacto ambiental y Decreto 162:

\*Según la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana de impacto ambiental y Decreto 162/1990.

Las obras no requieren de Estudio de Impacto Ambiental, y su Declaración de Impacto Ambiental por tener la balsa una capacidad inferior a 50.000 m<sup>3</sup>

\*Según el R.D. 162/1990 de 5 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.

Este decreto amplía la lista de proyectos respecto a la ley nacional y plantea un procedimiento simplificado, (Estimación de Impacto), para una lista de proyectos menores. (Anexo II).

Los proyectos que estarán sujetos a Evaluación de Impacto Ambiental serán:

#### Anexo I

##### - Proyectos de infraestructura.

e) Presas y embalses de riego, siempre que concurra alguna de las siguientes circunstancias:

- Que su capacidad este comprendida entre 20.000 m<sup>3</sup> y 50.000 m<sup>3</sup>
- Que la altura de muros o diques este comprendida entre cuatro a seis metros desde la rasante del terreno.

Los proyectos que estarán sujetos a Estimación de Impacto Ambiental serán:

#### Anexo II

##### - Proyectos de infraestructura.

c) Presas y embalses de riego, siempre que concurra alguna de las circunstancias siguientes:

- Su capacidad esté comprendida entre 20.000 y 50.000 metros cúbicos.
- La altura de diques o muros esté comprendida entre 4 y 6 metros.

Concluimos diciendo que el apartado c.2. nos condiciona a redactar el Es.I.A.

Hemos incluido un resumen de los apartados que se incluirían en este documento y desarrollando alguno de ellos. (Ver anexo III).

NOTA: Según decreto 32/2006:

(Se eliminan los epígrafes 3.f, 3.g y 3.h del anexo II; 3. Proyectos de infraestructuras del Decreto 162/1990, de 15 de octubre, de la Generalitat, y se añade:)

f) Proyectos de urbanización de planes parciales de uso industrial, que desarrollen planes generales de ordenación urbana o normas subsidiarias y complementarias del planeamiento no sometidos a evaluación o estimación de impacto ambiental.

## 7. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS POSIBLES. TIPOLOGÍA DE LA Balsa.

Se estudiarán dos posibles alternativas:

- a. Colocación de un **Depósito**.
- b. Diseño de un Balsa de regulación, construida por movimiento de tierras.

Se descartan las opción "a" por que la capacidad de embalse es menor, y habría que colocar varios depósitos de gran tamaño con lo que el presupuesto se encarecería.

Los depósitos de gran tamaño pueden embalsar unos 250.000 litros, con un coste cercano a los 29.000 € cada uno. Habría que instalar unos 12 depósitos para conseguir la misma capacidad de embalse. Por lo tanto se decide por realizar la opción b.

### 7.1. DEPÓSITOS.

El correcto almacenamiento de agua requiere unas condiciones mínimas de higiene y sanidad, tanto en la forma de almacenamiento como al tipo de depósito que se utilice. Los depósitos se suelen utilizar en la regulación de turnos de riego, como acumuladores en los sistemas de riego por goteo y también para optimizar el funcionamiento de la motobomba.

Estos depósitos pueden colocarse sobre el nivel del suelo o estar enterrados, y lo más común es utilizar depósitos de agua de lluvia. De este modo, cuando llueve se abre el techo y el agua cae dentro, llenándose en poco tiempo si se encuentra situado en una zona propensa a la lluvia. En otras ocasiones, estos depósitos extraen el agua de los ríos y, una vez llenos, se cierra la conexión hasta que se vuelva a precisar volver a llenar el depósito otra vez. Algunos depósitos de agua para riego no tienen para nada un techado que proteja el agua del calor. Esto puede ser un problema, ya que eso puede provocar que insectos contaminen el agua, los rayos del sol generen bacterias y microorganismo o entre cualquier sustancia del aire que la estropee, por eso, si se adquiere un depósito sin techo, lo mejor es comprar algo para cubrirlo.

Los modelos grandes están fabricados con acero reforzado, que es la superficie que recubre todo el exterior, para impedir que el agua se escape del interior, y para las juntas y uniones se utiliza una masilla especial que puede resistir tanto las altas como las bajas temperaturas. De este modo, se asegura que la vida útil de estos aparatos sea más larga y no se estropeen tan fácilmente, pero de vez en cuando es bueno realizar un chequeo para comprobar que todo está bien. Los modelos más pequeños son de un material menos resistente, pero igual de fuerte, razón por la cual es más barato.

Una vez instalado el depósito de agua de riego, solo hay que conectarlo al sistema de regado, y al activarlo saldrá el agua sin ningún problema. Recordad que hay que mezclarla con fertilizante, por lo que está agua no será potable.

Lo que es muy importante es comprobar que este maravilloso sistema siempre tenga agua en su interior. Y lo más importante, requerirá un mantenimiento para comprobar que no haya fugas ni grietas que puedan provocar la salida del agua.

Es algo difícil que en los depósitos de agua de hoy día haya una fuga, puesto que están cubiertos por una chapa de acero bastante resistente, y las juntas que cubren el producto se recubren con una masilla blanca que puede soportar hasta 120° C y – 30° C respectivamente de temperatura, lo cual hace de estos aparatos un objeto muy resistente. Claro que en estos casos hablamos de los modelos gigantes, con los pequeños no hay de qué preocuparse, porque su capacidad al ser menor las posibilidad de fuga es mínima, pero nunca está de más de vez en cuando echar un vistazo para asegurarse de que está bien.

### 7.1.1. TIPOS DE DEPÓSITOS: Según el tipo de material:

#### 1. Depósito de fibra de vidrio:

Depósito de capacidad muy limitada; hasta 2500 litros. Se emplean corrientemente como estanque regulador montado sobre una torre en los sistemas de riego basado en la captación de napas subterráneas de muy bajo caudal.

#### 2. Depósito de albañilería de ladrillo:

Son de forma rectangular, su altura máxima es de 2 metros, posee pilares cada 3 metros, y armadura en piso y cadenas. Normalmente se construyen en excavación o semienterrado. El piso es de hormigón armado. Requiere un estuco con tratamiento para su impermeabilización. Tiene reducida capacidad de embalse.

#### 3. Depósito de mampostería de piedra:

Depósito con forma rectangular y altura máxima de 1.5 metros. Normalmente se construye como estanque enterrado. Su capacidad es muy reducida.

#### 4. Depósito de hormigón armado:

Es de forma rectangular altura máxima de 3 metros. Corrientemente se construyen sobre el terreno, como una estructura auto soportante, sin necesidad de refuerzos en la cara exterior de los muros. Es muy resistente a sismos. Tiene un coste unitario que varía entre 9610.86 euros y 14416 euros por cada metro cúbico de agua acumulada.

#### 5. Depósito de polietileno:

Depósito construido en el lugar con planchas de polietileno de alta densidad, de 5 mm de espesor, las cuales se unen mediante soldadura con aporte de material. Es de forma circular, de altura constante 1 metro. La capacidad varía según el diámetro entre 160.000 y 250.000 litros. El coste unitario puede llegar a 28.832 € por metro cúbico de embalse.

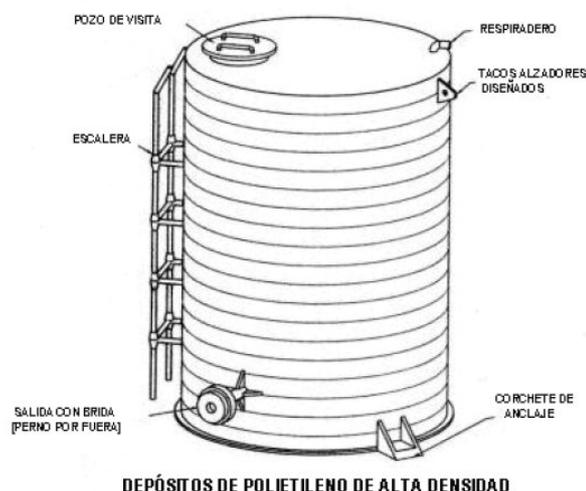


Fig.37 Depósito de polietileno de alta densidad.

## 7.2.-CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa POR MOVIMIENTO DE TIERRAS.

### 7.2.1. Consideraciones generales.

Las diferentes condiciones locales y los distintos modos de lograr la impermeabilización del vaso dan lugar a una gran diversidad de soluciones. Sin embargo la gran diversidad proviene de las condiciones locales. Con referencia al procedimiento de impermeabilización prácticamente la totalidad de las posibilidades quedan integradas diferenciadamente en uno de los grupos siguientes:

- 1.- Balsas impermeabilizadas con arcillas.
- 2.- Balsas impermeabilizadas con láminas.
- 3.- Balsas impermeabilizadas con asfalto.
- 4.-Balsas impermeabilizadas con hormigón.

Hoy por hoy, el grupo más numeroso de las existentes y de las proyectadas a corto plazo lo constituyen las impermeabilizadas con láminas. Sin embargo, hay que tener presente que al aumentar su capacidad por encima del hectómetro cúbico se aprecia una tendencia, si la cimentación lo permite, al asfalto por motivos de seguridad (vandalismo) y de durabilidad. En cuanto a las condiciones locales los aspectos mas influyentes son la situación y variación del nivel freático, la disposición en llano o en media ladera y la pretensión o no de medir y localizar eventuales filtraciones.

Un grupo diferente, poco frecuente hoy, pero con porvenir es el de las balsas en cursos de agua que en realidad son embalses que básicamente se llenan con aportación exterior. Generalmente es preciso impermeabilizar el vaso e impedir que los arrastres y sedimentos de la cuenca propia penetren en el y lo colmaten.

En los apartados siguientes describiremos los distintos tipos y las disposiciones adecuadas según las condiciones locales.

### 7.2.2. Balsas Impermeabilizadas con arcillas.

Como se ha señalado anteriormente, las balsas se sitúan donde se necesitan independientemente de la mejor o peor calidad del terreno. Por ello, es poco frecuente que el emplazamiento sea impermeable y que el material que se excave sea, a su vez, adecuado para construir con el un dique impermeable. Tampoco es frecuente que se encuentre en las inmediaciones un material arcilloso adecuado. Pero si se dan ambas o alguna de estas circunstancias conviene, en principio, aprovecharlas para obtener una obra más duradera.

#### 7.2.2.1. Emplazamiento impermeable y material de excavación adecuado.

La impermeabilidad de la parte excavada esta asegurada. En cuanto a la estabilidad y durabilidad conviene distinguir entre la estabilidad al deslizamiento y ante la erosión y degradación. La primera se comprueba de un modo clásico preferentemente mediante el método de Bishop a vaciado rápido, partiendo de terreno saturado. La protección mas eficaz ante la erosión, sea por oleaje u otras causas y ante la de gradación es un *rip-rap* sobre una capa de filtro, para evitar que el material arcilloso emigre por los huecos del *rip-rap*. Esta capa de filtro puede sustituirse, sobre todo si la obra no es muy grande, por un geotextil no tejido de 400 gr/m<sup>2</sup>, cuya duración al estar protegido de la luz es muy larga. El fondo puede protegerse o no, o hacerlo parcialmente si se quiere un acceso firme a los órganos de desagüe.

El talud de la parte excavada generalmente continuara en el dique (Figura 38.1.), pero no necesariamente (Figura 26.2.), sobre todo si la balsa es muy profunda.

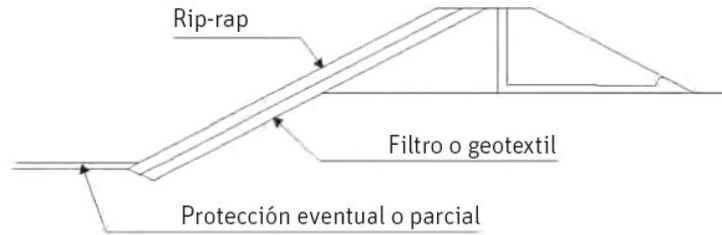


Fig.38.1

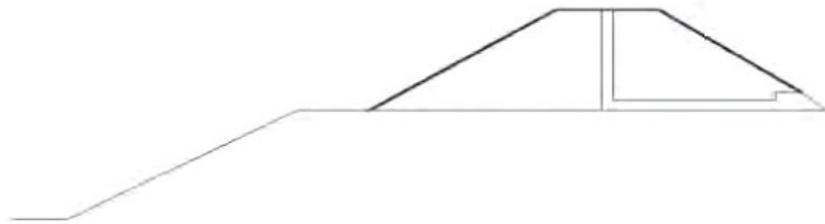


Fig.38.2

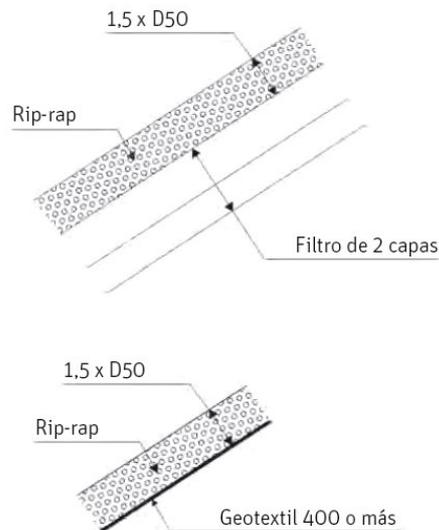


Fig.38.3

La práctica usual es compensar los volúmenes excavados y los utilizados en el dique, una vez retirada la capa vegetal y eventualmente alguna otra parte. El volumen a utilizar en el dique dependerá, por una parte de las características del material y por otra del tipo de sección que se adopte.

La sección de la Figura 38.4, rebaja, teóricamente, la línea de saturación según indica la figura pero no impide que el agua circule por una junta defectuosa y arruine la obra por arrastre de material.

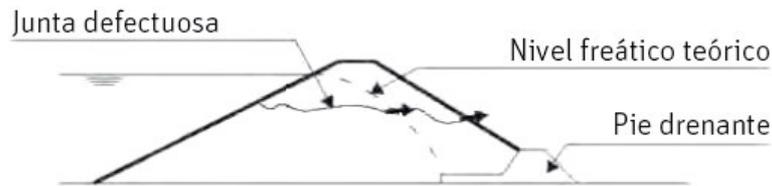


Fig.38.4

Esta circunstancia es especialmente importante en las balsas, pues las distancias son cortas y el control de ejecución puede tener dificultades. En la sección de la Figura 38.5. La incidencia mencionada resulta imposible, pues las eventuales filtraciones quedan cortadas por el dren chimenea.

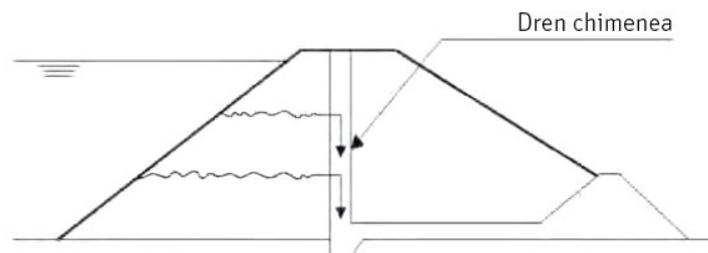


Fig.38.5

Además, toda la zona de dique de aguas abajo del dren chimenea está siempre seca lo que conduce a que sea muy segura y pueda tener un volumen menor. En la sección de la Figura 38.6, las capas drenantes del espaldón de aguas arriba reducen drásticamente las presiones intersticiales en vaciado rápido, con lo que el volumen del espaldón puede ser sustancialmente menor para la misma seguridad.

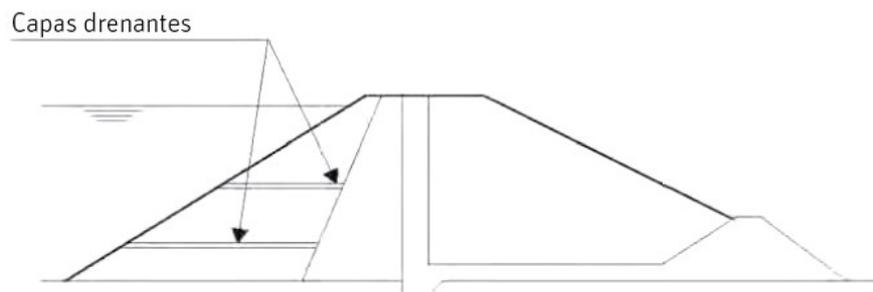


Fig.38.6

Finalmente, las capas drenantes aguas abajo permiten una ejecución rápida con materiales muy impermeables, sin provocar presiones intersticiales importantes durante la construcción.

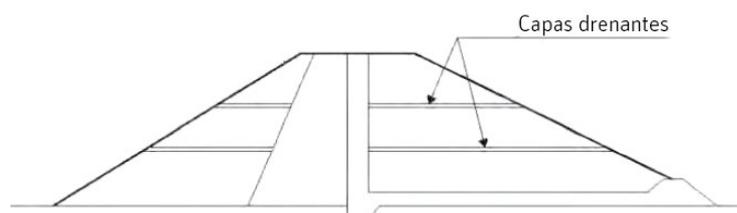


Fig.38.7

Como las dimensiones de los diques de las balsas son reducidas esta disposición raramente será de interés para ellas. Resumiendo, las disposiciones de interés, son las de las Figura 38.5. y Figura 38.6., tanto por seguridad como por ahorro de materiales.

**7.2.2.2. Emplazamiento impermeable y material de excavación permeable.**

Este puede ser el caso de una balsa excavada en pizarras. El cuenco excavado es impermeable, pero con los materiales excavados no se puede construir un dique impermeable, aunque si un dique soporte de una impermeabilización que puede ser con material arcilloso si existe a distancia adecuada.

Puede ocurrir que los taludes del cuenco sean impermeables en toda su altura o que presenten permeabilidad horizontal en parte o en toda ella.

Como se aprecia en las figuras se trata de construir un dique de núcleo impermeable aguas arriba (Figura 38.8.), o centrado (Figura 38.9.), y en ambos casos dejando o no una berma por otras consideraciones, ya que la berma es impermeable.

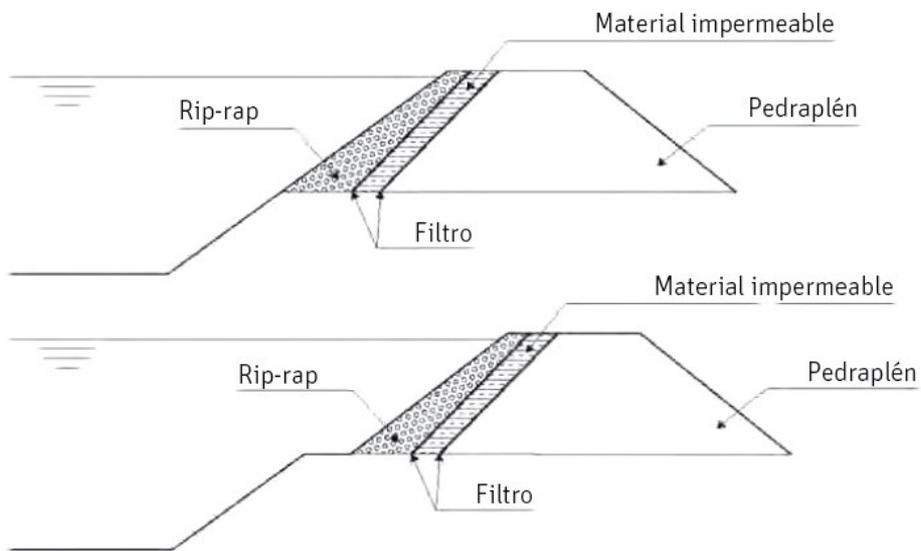


Fig.38.8

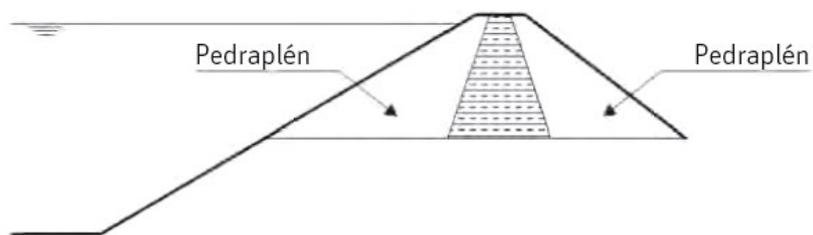


Fig.38.9

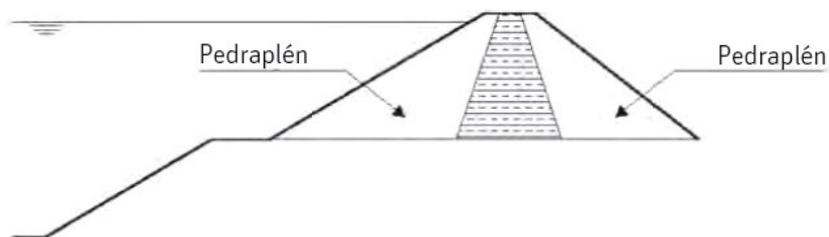


Fig.38.10

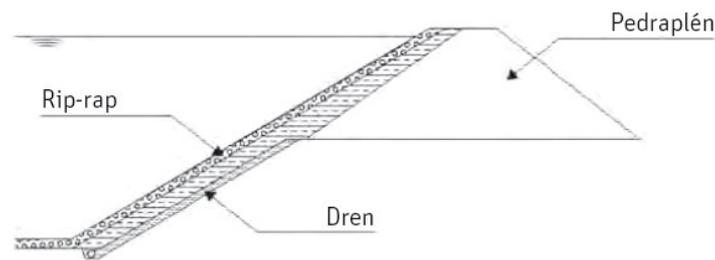


Fig.38.11

En vaciado rápido el núcleo aguas arriba no presenta teóricamente presiones intersticiales (Cedergreen, Sherard) mientras drene en vertical. Sin embargo, en obras en explotación se han medido presiones en el centro del orden de  $1/3$  de la carga de agua y nula en los bordes.

Aunque se han atribuido a la liberación de aire disuelto es prudente tenerlas en cuenta. De todos modos, en las cuantías indicadas resultan prácticamente irrelevantes. El núcleo centrado si presenta presiones intersticiales, y se deben tener en cuenta, aunque su efecto resulta prácticamente nulo ante los espaldones de pedraplén. (Figura 38.9. y Figura 38.10.).

Los que si son importantes son los filtros para evitar migraciones, aunque como en el caso anterior, pueden sustituirse por geotextil no tejido, en las dimensiones usuales en las balsas. Si los taludes interiores son permeables será preciso disponer un drenaje (Figura 38.11.) para que con la balsa vacía el agua exterior no levante la impermeabilización. Este drenaje resulta además muy beneficioso en el caso del desembalse rápido.

### 7.2.2.3. Emplazamiento permeable y material de excavación permeable.

En este caso es necesario impermeabilizar también el fondo. Una circunstancia de especial importancia es si el nivel freático exterior esta siempre, o no, por debajo del fondo (consideremos por ejemplo el caso de una balsa en un aluvial) y la permeabilidad del emplazamiento.

Otro aspecto de interés es si se quiere sectorizar para detectar y localizar las eventuales fugas.

a. Nivel freático siempre bajo el fondo sin detección de fugas.

En el fondo (Figura 38.12.), basta con evitar la migración con un filtro o un geotextil. En los taludes habrá que añadir un rip-rap de protección sobre otro filtro o geotextil. Si se quiere circular por el fondo a embalse vacío, convendrá disponer un firme de zahorra en todo o en parte de el.

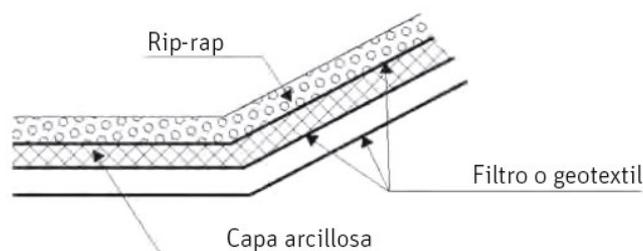


Fig.38.12

b. Nivel freático sobre el fondo.

En este caso, resulta necesario rebajar el nivel freático en todo el contorno de la balsa hasta una cota inferior a la del fondo para evitar el colapso en el vaciado. El procedimiento que se emplee para ello depende, básicamente, de la permeabilidad del terreno y de la procedencia del agua. Si el agua puede ser desviada resultaría el procedimiento más seguro y permanente. Si el terreno no es muy permeable puede recurrirse a los *well-points* (Figura 38.13.) lo que conlleva un bombeo permanente.

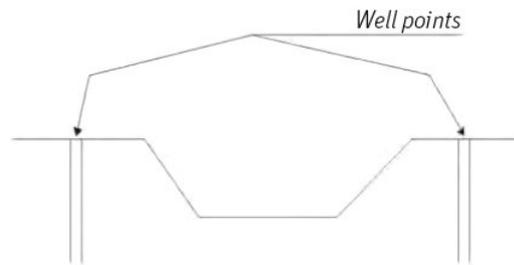


Fig.38.13

Si es demasiado permeable se puede intentar impermeabilizar lo suficiente en el contorno para que el bombeo sea tolerable (Figura 38.14.).

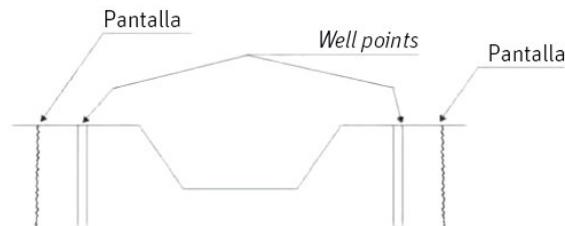


Fig.38.14

Finalmente puede en algún caso darse la circunstancia de que el contorno pueda drenarse por gravedad (Figura 38.17.).

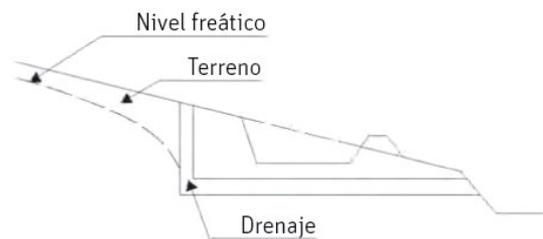


Fig.38.17

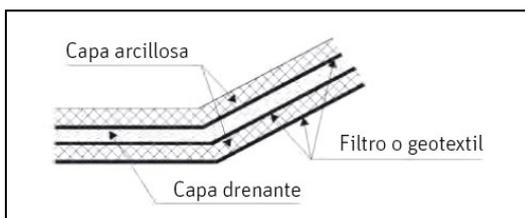


Fig.38.18

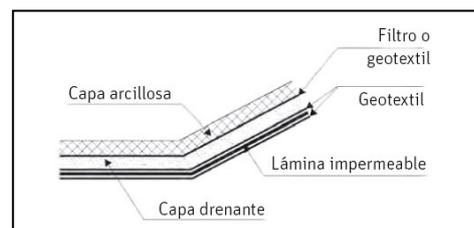


Fig.38.19

### 7.2.3 Balsas impermeabilizadas con láminas.

La situación "habitual" es que el emplazamiento sea permeable, y que con los materiales excavados no se pueda construir un espaldón impermeable, ni estable internamente una circulación de agua a su través de una cierta intensidad. Tampoco la estabilidad de forma de los espaldones que se construyan es muy fiable y, en cualquier caso, no es de esperar que su deformación sea homogénea. Estas circunstancias llevan, por una parte, a disponer de una impermeabilización capaz de soportar deformaciones acusadas sin deterioro apreciable, y por otra, a tomar disposiciones que eviten, en el caso de que una avería en la impermeabilización ocasione una filtración de cierta importancia, que ni los espaldones ni el terreno sean destruidos por erosión interna.

La impermeabilización flexible se logra con eficacia mediante las geomembranas, laminas sintéticas de diversas composiciones, pero todas con una elevada deformación en rotura, del orden del 200% y más, que además de impedir la rotura, aun con asientos diferenciales importantes, delatan la situación mucho antes de que pueda ser peligrosa.

En cuanto a la erosión interna, la solución es siempre de filtro que impida la migración, asociado al drenaje para dejar sin presión ni fuerza de arrastre al agua que atraviesa el filtro.

Las laminas se adaptan a las mas variadas condiciones locales, y tanto su impermeabilidad, como sus propiedades mecánicas, son independientes de ellas ya que se trata de productos elaborados en fabrica. Debido a ello, la impermeabilización con laminas ha sido, y sigue siendo, la utilizada hasta volúmenes del orden del hm<sup>3</sup>, en que ya se tienen superficies expuestas que presentan dificultades de mantenimiento debido a sus dimensiones.

El terreno soporte debe presentar un paramento lo mas liso posible, exento de material granular grueso al que se suele aplicar una capa de material fino cohesivo. Esta capa sirve para nivelar, uniformizar y crear una base con una granulometría fina para recibir las láminas sintéticas, y evitar su punzonamiento. Además de esta función de apoyo adecuado, hace también el papel de segunda línea impermeable, que ante un desgarró de la lámina limita el caudal.

Las láminas de protección son los denominados geotextiles.

Las laminas impermeabilizantes, son las denominadas geomembranas.

La capa drenante en el caso de ser ejecutada con zahorra o gravilla, limita la pendiente del talud, respecto a la que pudiera realizarse, si se sustituye dicha capa por geosintéticos. Los geosintéticos no tienen mucha capacidad de evacuación por lo que su efecto resulta una combinación de segunda lámina y aviso.

La gravilla tiene mucha capacidad y se estabiliza eficazmente con un 2-3% en peso de betún perdiendo menos del 5% de capacidad.

La capa de protección exterior, de material grueso, protege la lamina de impactos exteriores, y lo que es mas importante de la radiación solar, lo que supone en la practica el no envejecimiento de la geomembrana; las pendientes a utilizar son del orden 1V/4H.

Esta capa presenta dos problemas que son:

1. Uno de tipo constructivo, que es su colocación sin dañar la geomembrana.
2. La detección y reparación de fugas.

Este tipo de protección exterior con extendido en dos capas una inferior de arena, y una superior de material grueso de unos **50 mm**, estuvo muy extendida en el pasado, asociado a geomembranas de polietileno de baja densidad, y solo unas décimas de milímetro de espesor que era ineludible proteger, presentando un resultado excelente, sin apenas envejecimiento de la geomembrana. En la actualidad, debido fundamentalmente a las dificultades arriba mencionadas no se ejecuta. La estructura completa, representada en la Figura 38.20. Solo se ejecuta cuando se quieren localizar y medir las eventuales filtraciones, y aun entonces sin la protección exterior, por los inconvenientes a que da lugar, y con el dren de material geosintético. En la práctica la solución más extendida es la siguiente (Figura 38.21).

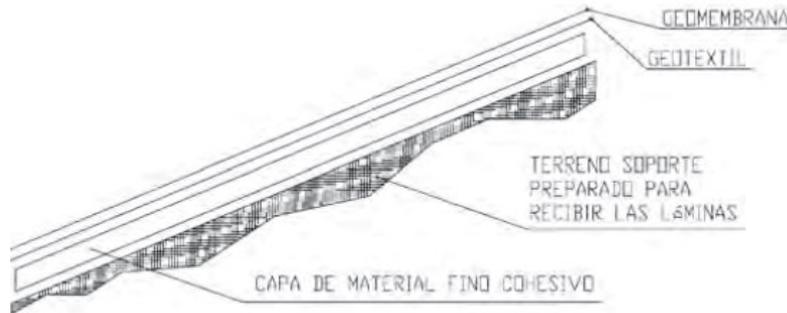


Fig.38.20

**7.2.3.1 Aspectos específicos de las balsas impermeabilizadas con láminas.**

Dado que se trata de balsas impermeabilizadas, se da por sentado que el terreno es permeable, así como los diques que se construyan con los materiales excavados.

Análogamente a las balsas impermeabilizadas con arcilla, se tiene la influencia del nivel freático exterior y la necesidad o no, de medir los caudales filtrados en su caso. La lamina “no pesa” prácticamente, y ya se ha indicado que por otros motivos se renuncia, en general, a lastrarla con un rip-rap, que a su vez la protegería de la luz ultravioleta y del oleaje. Esto conduce a un aspecto específico de este tipo de impermeabilización que es la acción del viento, directamente por succión e indirectamente por el oleaje. La lámina es sensible al punzonamiento sobre todo “diferido” por puntos duros, piedras o gravas en general, para lo que se dispone la capa de material fino y el geotextil. El terreno puede ser arrastable o soluble por las eventuales filtraciones, lo que lleva a disponer una doble impermeabilización (Figura 38.22. b).

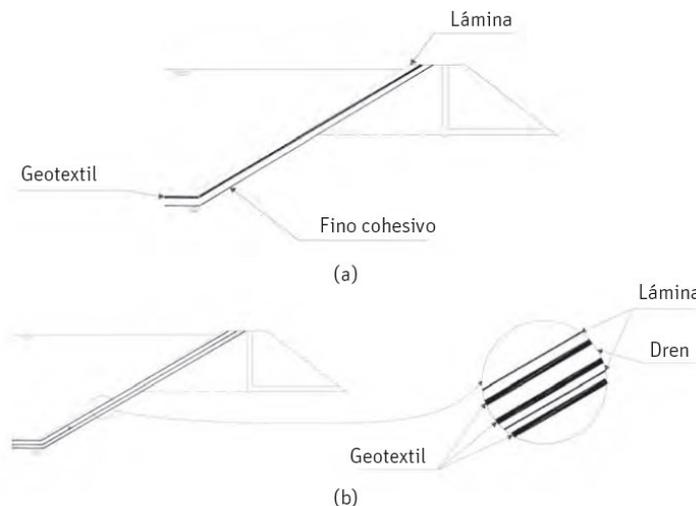


Fig.38.21

Se tienen así las siguientes situaciones de especial interés:

1. Emplazamiento permeable no erosionable ni soluble.
2. Emplazamiento permeable erosionable y/o soluble.
3. Nivel freático siempre bajo el fondo.
4. Nivel freático por encima del fondo siempre u ocasionalmente.
5. Punzonamiento.
6. Radiación Solar.
7. Compatibilidad química.
8. Anclaje.
9. Succión.
10. Oleaje.
11. Enlace con obras de hormigón.

### **7.2.3.2 Emplazamiento permeable no erosionable ni soluble.**

La disposición de la figura (Figura 38.22.a) que se encuentra en numerosas balsas puede ser suficiente si no hay interés en medir los caudales de eventuales filtraciones.

### **7.2.3.3. Emplazamiento erosionable y/o soluble.**

Una rotura en la lamina, especialmente en el fondo, puede dar lugar, como por ejemplo ha ocurrido en la balsa de La Marga en Agost (Alicante), construida parcialmente en yesos kársticos, a que se produzca un conducto que desagüe incluso a mas de un centenar de metros. La zona del fondo de la balsa es más peligrosa en este caso, porque la subsidencia inicial es más difícil de percibir. Hemos mencionado una rotura de la lamina, pero el daño puede provenir de aguas freáticas exteriores, como ocurrió en la balsa de La Rosa en Callosa d'En Sarria (Alicante), y que provoco el vaciado total de la balsa, a través de los conductos que se formaron en el Karts de yesos sobre el que estaba construida, sin mas incidencias.

Si no hay agua freática la disposición de la Figura 38.22. b) puede ser suficiente, al detectar el agua que atraviesa la primera lamina e impedir al mismo tiempo que llegue al terrenos hay aguas freáticas, habrá que cuidar el drenaje del terreno, de modo que ponga de manifiesto si se producen arrastres y vigilar las eventuales subsidencias de la lamina.

### **7.2.3.4. Nivel freático siempre bajo el fondo.**

Si no se quieren detectar las fugas, vale la disposición de la Figura 38.22.a). Si se quieren detectar hay que recurrir a la de la figura Figura 38.22. b).

### **7.2.3.5. Nivel freático por encima del fondo, siempre u ocasionalmente.**

Es preciso rebajar el nivel freático análogamente a lo indicado en el apartado 7.2.3.3. Para la impermeabilización arcillosa, con la ventaja, en este caso, de que un moderado levantamiento de la lámina no destruye la impermeabilización.

### 7.2.4. Balsas impermeabilizadas con asfalto.

Al ir aumentando el volumen de las balsas previstas, aumenta su superficie expuesta y, consecuentemente, su fragilidad ante las acciones externas naturales y vandálicas, lo que resulta especialmente preocupante en el caso de impermeabilización con láminas. Bien es verdad que la superficie puede intentarse proteger, ya sea principalmente mediante rip-rap, o mediante losas de hormigón armado, asfalto, etc. Pero ese remedio puede ser peor, pues por una parte al aplicarlo puede dañarse la lamina, o bien sufrir averías posteriormente muy difíciles de localizar, con el riesgo de causar nuevos daños al tratar de repararlas. Esto lleva a contar cada vez más con una impermeabilización asfáltica, que ya de por sí es muy resistente a las acciones externas y de fácil reparación, en caso de producirse algún desperfecto.

Pero el revestimiento asfáltico, aunque flexible, lo es menos que el arcilloso y sustancialmente menos que el de las geomembranas. Esto lleva a que, por una parte los espaldones, y las transiciones entre las zonas excavadas y los terraplenes, no den lugar a asentamientos diferenciales que lo agrieten, y por otra a que en caso de producirse la fisura exista un segundo escalón que impida que el agua filtrada pueda degradar el espaldón.

En la Figura 38.23, se esquematiza una disposición eficaz. La capa de material drenante autoestable, junto con la impermeabilización secundaria, garantiza que en el caso de rotura de la impermeabilización básica el caudal filtrado no sea excesivo y no produzca arrastres ni presiones intersticiales. Un modo práctico de construir la impermeabilización secundaria es mediante dos capas de geotextil impermeabilizado mediante un riego asfáltico *in situ*. Si el espaldón fuese de pedraplen sobre roca el dren chimenea resulta innecesario. Las situaciones debidas al nivel freático exterior son análogas al caso de impermeabilización arcillosa, aunque de solución más simple al no ser, en este caso, erosionables los materiales.

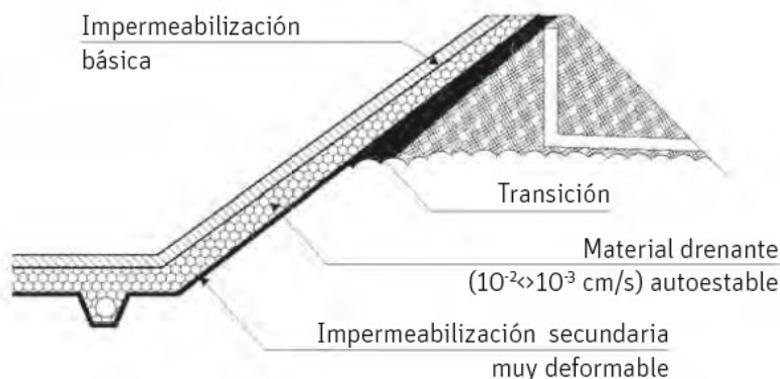


Fig.38.22

## 8. OBTENCIÓN DEL AGUA PARA EL LLENADO DE LA Balsa.

### 8.1. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO.

Para la obtención del agua necesaria para regar, se presentan tres alternativas posibles:

- a. Obtención del agua de red local, (agua potable), conectando en arqueta construida en caseta particular próxima a la zona. Esta agua deberá declararse. Se puede instalar unos filtros de carbón, Estos filtros requieren cuidados, como limpiar el filtro de carbón cada 6 meses y reemplazándolo con regularidad por los que recomiende el fabricante. Se estudiarán otras soluciones.
- b. Excavación de pozo para la extracción de agua.
- c. La opción de obtener el agua del río cercano, el Júcar.

Las opciones b y c se descartan por:

La opción “b”; habría que hacer numerosos sondeos para localizar acuíferos aun a sabiendas de que estos existen, encarecería el proyecto.

La opción “c”; obtener el agua del río cercano, el Júcar, con un caudal regular, pero, no se contempla por estar relativamente lejos y la orografía del terreno no es buena para llevar una conducción desde el.

La opción escogida es la “a”; que es la solución que se plantea en este proyecto. Esto es debido a que hay poca distancia desde la balsa a la caseta particular, en las proximidades.

### 8.2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.

Las alternativas son:

- a. Riego por inundación.
- b. Riego por aspersión.
- c. Riego localizado (goteo).

Esta última es la alternativa elegida, al ser la que mejor concuerda con las características del proyecto, pues se trata de un sistema que requiere poca presión, y no desperdicia agua.

### 8.3. ELECCIÓN DE LOS FILTROS.

Es necesario filtrar el agua de riego para evitar que las pequeñas partículas que éste contenga atrapen los goteros. Existen en el mercado varios tipos de filtros, cada uno con su función específica:

1. Filtros de hidrociclón, empleados para separar las partículas más pesadas que lleva el agua en suspensión, tales como la arena presente en el flujo.
2. Filtros de arena, para retener las partículas de arcilla y materia orgánica presentes.
3. Filtros de malla y filtros de anillas (o disco), muy empleados, sobre todo, para flujos de agua procedente de pozos.

Se colocará un filtro de lecho de arena. Es indispensable que el lavado de estos filtros sea manual, rechazando los elementos filtrantes con lavado automático, ya que, en la mayoría de los casos, el lavado automático requiere incrementos de presión en la red.

#### 8.4. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN.

Las opciones que se presentan a la hora de elegir un sistema de fertirrigación son muy variadas. Las agruparemos en cuatro grandes categorías:

- a. Inyectores con pérdida de carga (Venturi, etc.).
- b. Inyectores con pérdida de agua.
- c. Tanques presurizados.
- d. Bomba inyectora.

Se opta por instalar una bomba inyectora de fertilizante. Esto se debe, fundamentalmente, a que en el sistema proyectado, las pérdidas de carga y de agua no son admisibles.

#### 8.5. ELECCIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

La caseta de riego precisa de suministro de energía eléctrica para el funcionamiento de distintos elementos: luz, bomba inyectora, agitadores mecánicos. Para ello, se presentan tres alternativas:

- a. Conexión a la red eléctrica.
- b. Generador de gasolina/gasoil.
- c. Autoconsumo con paneles fotovoltaicos.

Como se ha comentado anteriormente, las soluciones que este proyecto propone pasan por no depender ni de combustibles fósiles, ni de energía de la red eléctrica. Por lo tanto, la electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos elementos del cabezal de riego se obtendrá del autoconsumo de energía solar fotovoltaica.

## 9. RECURSOS DISPONIBLES.

### 9.1. HIDROLÓGICA DE LA ZONA.

Uno de los testimonios más antiguos del origen islámico de Millares lo encontramos en el sistema hidráulico que riega las tierras próximas al pueblo. Bancales estrechos sobre laderas empinadas que durante siglos fueron la base y el sustento de sus habitantes. Este complejo sistema de acequias, balsas de riego, partidores. Derechos y obligaciones con respecto al agua ha ido modificándose con el tiempo, con la llegada de nuevos habitantes, con sus necesidades.

Los sistemas de riego en el Mediterráneo establecen, desde antiguo, un modo concreto y particular de organizar el territorio, el doblamiento, el trabajo en torno a la Comunidad de regantes que los mantienen, los aprovechan y los regulan, en la abundancia y en la sequía.

Siguiendo la acequia del Nacimiento nos guía desde las entrañas de la montaña donde “nace” el agua, hasta el corazón de Millares en la Fuente del Hinchidor. Allí podemos “henchir” (llenar) los cantaros de agua para la casa. .

Pilar básico en el complejo hidráulico de la huerta de Millares, las balsas de riego ayudan a retener el agua, a regular los turnos de riego y administrarla en periodos de fuerte demanda o de sequía y a disminuir el efecto de las pendientes evitando así golpes fuertes de agua que puedan causar daños en los cultivos o en la infraestructura hidráulica.

A lo largo del barranco del Nacimiento, encontramos varias de estas balsas, sin embargo, el balsón es una de las más características por la sección semicircular que describe, su construcción adaptada al medio y por ser una de las primeras del sistema de riego de las huertas que rodean al pueblo. Es la primera que existe antes del nacimiento del agua metros mas arriba.



*Fig.39 El balsón*



*Fig.40 El balsón del medio*

La inmensa plataforma calcárea que es la muela de Cortes actúa como un captador de agua de lluvia filtrada a través de las grietas, las simas. El agua actúa como un disolvente de la cal de las rocas creando así complejos sistemas de cuevas, ríos y lagos subterráneos.

Las cuevas existentes funcionan como unos aliviaderos del sistema cárstico siendo la cara visible de una intrincada red de agua.

## 9.2. CAUDAL DE LA ACEQUIA PRINCIPAL PARA REGADÍO.

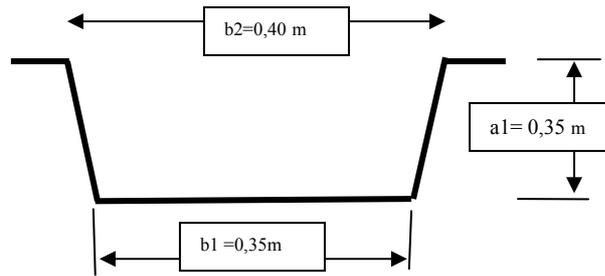


Fig.41. Sección transversal de acequia de riego existente.

Calculo de caudal: " $\varphi$ "

$$\varphi = \text{velocidad agua} \cdot \text{sección} = 0,27 \frac{m}{s} \cdot 0,13 m^2 = 0,04 \frac{m^3}{s}$$

$$1 dm^3 = 1 \text{ litro}; 1 m^3 = 1000 dm^3$$

$$0,04 m^3 \cdot 1000 dm^3 = 40 dm^3 = 40 \text{ litros / s}$$

$$\text{Sección acequia} \Rightarrow s = \left( \frac{b_1 + b_2}{2} \right) \cdot a_1 \Rightarrow$$

$$s = 0,375 m \cdot 0,35 m = 0,13 m^2$$

$$v = \frac{\text{espacio}}{\text{tiempo}} = \frac{e}{t} = \frac{5}{18,32} = 0,27 m/s$$

$$e = 5 m$$

$$t = 18,32 \text{ seg.}$$

En campo se determina la velocidad del agua por la acequia principal. En tramos de 5 m.

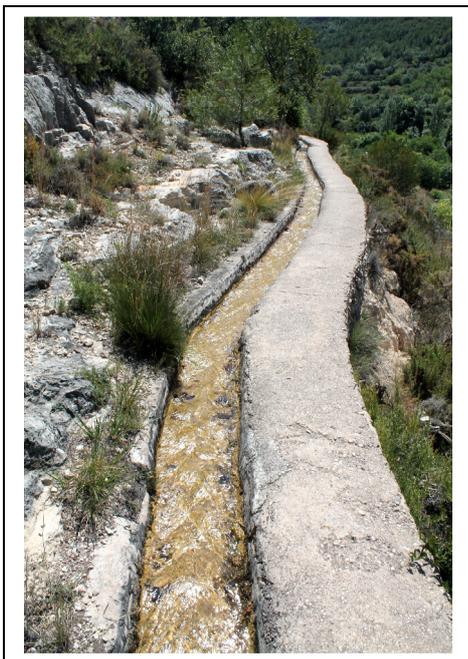
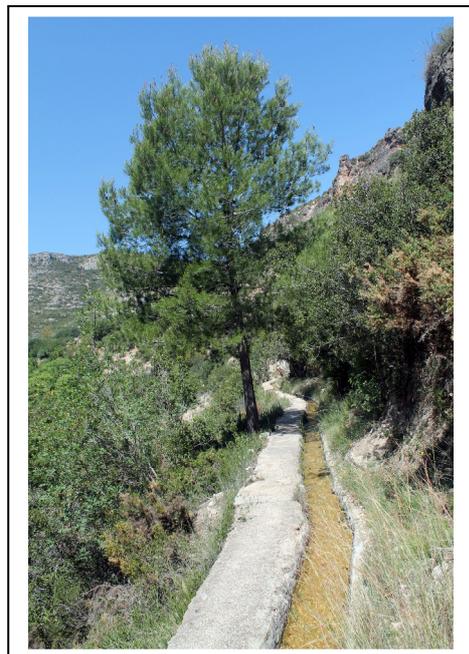


Fig.41

Fig.42



La acequia del Nacimiento en dirección a la población de Millares.

Fig.42 y Fig.43

## 10. PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA.

### 10.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET).

La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo.

En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal. En la Figura 44, se presenta la evapotranspiración dividida en sus dos componentes (evaporación y transpiración) en relación con el área foliar por unidad de superficie de suelo debajo de él. En el momento de la siembra, casi el 100% de la ET ocurre en forma de evaporación, mientras que cuando la cobertura vegetal es completa, más del 90% de la ET ocurre como transpiración.

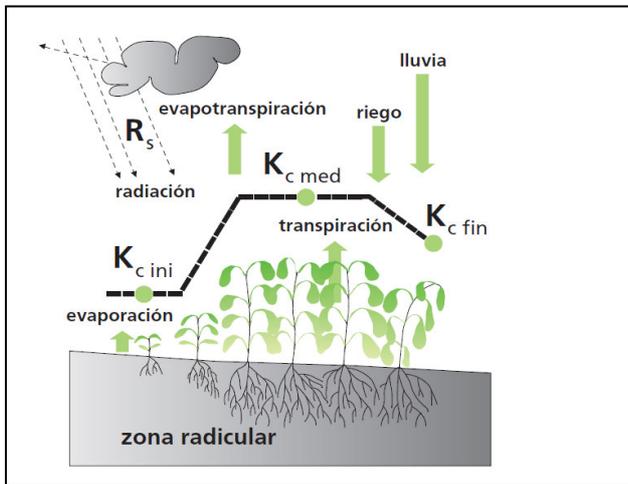


Fig.43 La evapotranspiración dividida en sus dos componentes: (Evaporación y transpiración)

**La Transpiración;** consiste en la evaporación del agua líquida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera.

Los cultivos pierden agua predominantemente a través de los estomas. Estos son pequeñas aberturas en las hojas de la planta a través de las cuales atraviesan los gases y el vapor de agua de la planta hacia la atmósfera.

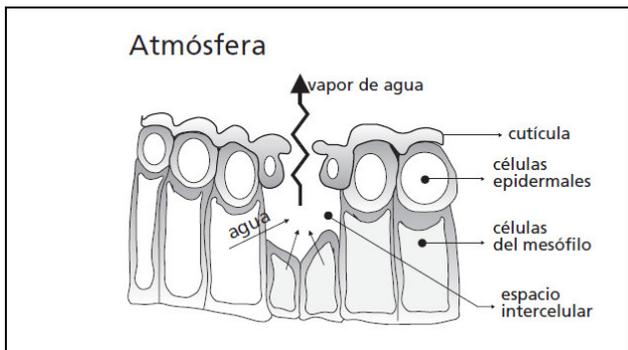


Fig.44 Representación esquemática de una estoma de una hoja.

**La Evaporación;** es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporación) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor).

El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada.

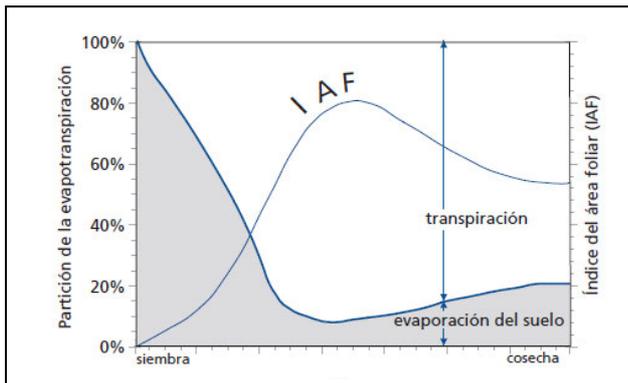


Fig.45 Repartición de la evapotranspiración en evaporación y transpiración, durante el periodo de crecimiento de un cultivo anual

### 10.1.1 Factores que afectan la evapotranspiración.

El clima, las características del cultivo, el manejo y el medio de desarrollo son factores que afectan la evaporación y la transpiración. Los conceptos relacionados a la ET y presentados en la Figura 45 se describen en la sección sobre conceptos de evapotranspiración.

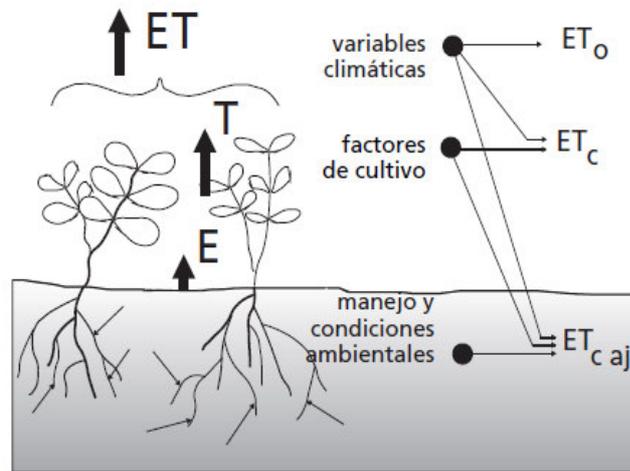


Fig.46 factores que afectan la evapotranspiración con referencia a conceptos relacionados de ET

### 10.1.2 Conceptos de evapotranspiración.

El concepto de evapotranspiración incluye tres diferentes definiciones:

1. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>). ET<sub>o</sub> es un parámetro relacionado con el clima que expresa el poder evaporante de la atmósfera.

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina ET<sub>o</sub>.

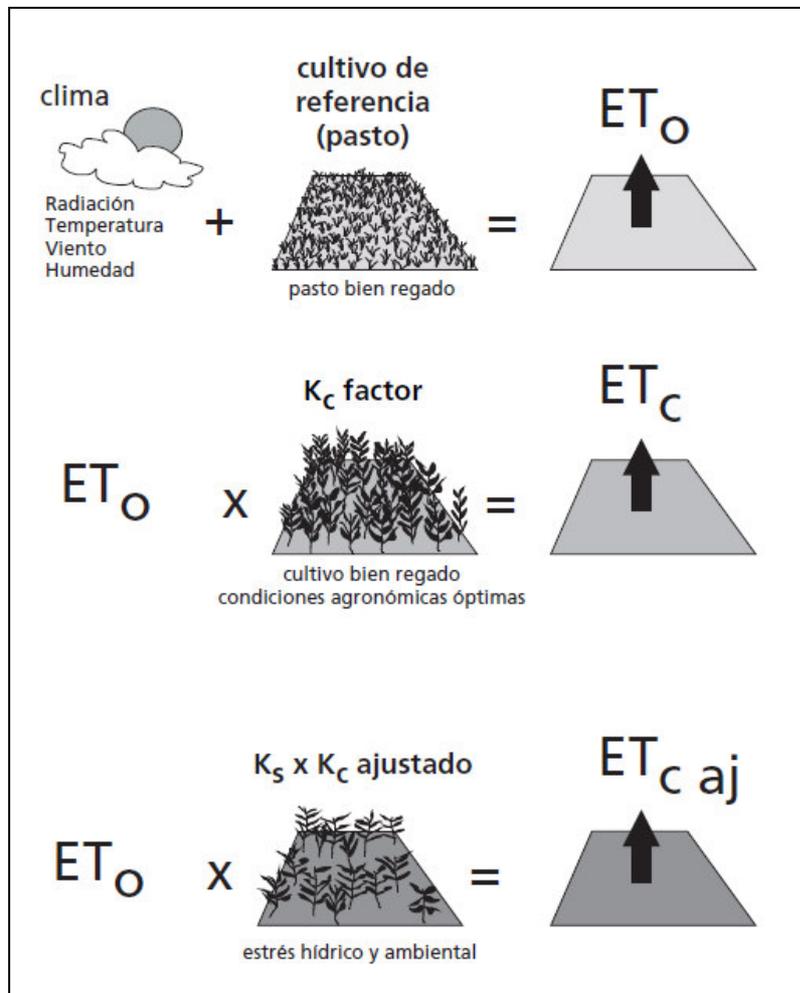
2. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET<sub>c</sub>).

La ET<sub>c</sub>, se refiere a la evapotranspiración en condiciones óptimas presentes en parcelas con un excelente manejo y adecuado aporte de agua y que logra la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas.

La ET<sub>c</sub> requiere generalmente una corrección, cuando no existe un manejo óptimo y se presentan limitantes ambientales que afectan el crecimiento del cultivo y que restringen la evapotranspiración, es decir, bajo condiciones no estándar de cultivo.

3. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar (ET<sub>c aj</sub>).

Se refiere a la evapotranspiración de cultivos que crecen bajo condiciones ambientales y de manejo diferentes de las condiciones estándar. Condiciones no optimas como son la presencia de plagas y enfermedades, salinidad del suelo, baja fertilidad del suelo y limitación o exceso de agua.



**Fig47. Evapotranspiración del cultivo de referencia( $ET_c$ ); bajo las condiciones estándar ( $ET_c$ ), y bajo condiciones no estándar ( $ET_{c\ aj}$ ).**

### 10.1.3 Proceso de evapotranspiración.

Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo

Se puede calcular la evapotranspiración de un cultivo a partir de datos climáticos, integrando además los factores de resistencia propios de cada cultivo. La FAO en su estudio de Riego y Drenaje, recomienda el método de Penman-Monteith para la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>r</sub>), a partir de datos climatológicos, las estaciones agroclimatológicas automatizadas, proporcionan la información sobre temperatura del aire, humedad atmosférica, radiación y velocidad del viento además de la localización del sitio. Las diferencias en evaporación y transpiración entre los cultivos sembrados y la evapotranspiración de referencia, pueden ser integradas en un coeficiente único del cultivo (K<sub>c</sub>) o separadas en dos coeficientes:

1. Un coeficiente basal del cultivo (K<sub>cb</sub>) y un coeficiente de evaporación del suelo (K<sub>e</sub>), por lo que  $K_c = K_{cb} + K_e$ .

El procedimiento a seguir dependerá del propósito de los cálculos, la exactitud requerida y la información disponible.

Los efectos combinados, tanto de la transpiración del cultivo, como de la evaporación del suelo se integran en este coeficiente único del cultivo. Así El coeficiente K<sub>c</sub> incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo, constituyendo una excelente herramienta para la planificación del riego y la programación de calendarios básicos de riego en periodos mayores a un día.

El procedimiento de cálculo de la evapotranspiración del cultivo, entonces sería el siguiente:

1. identificar las etapas de desarrollo del cultivo, determinando la duración de cada etapa y seleccionando los valores correspondientes de K<sub>c</sub>.
2. Ajustar los valores de K<sub>c</sub> seleccionados según la frecuencia de riego o las condiciones climáticas durante cada etapa.
3. Construir la curva del coeficiente del cultivo (permite la determinación de K<sub>c</sub> para cualquier etapa durante su período de desarrollo).
4. Calcular **ET<sub>c</sub>** como el producto de **ET<sub>o</sub>** y **K<sub>c</sub>**; **ET<sub>c</sub> = ET<sub>o</sub> \* K<sub>c</sub>**

## 10.2 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO DE REFERENCIA. (ET<sub>o</sub>)

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina ET<sub>o</sub>.

La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pastos con características específicas. El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo. Debido a que hay una abundante disponibilidad de agua en la superficie de evapotranspiración de referencia, los factores del suelo no tienen ningún efecto sobre ET. El relacionar la ET a una superficie específica permite contar con una referencia a la cual se puede relacionar la ET de otras superficies. Además, se elimina la necesidad de definir un nivel de ET para cada cultivo y periodo de crecimiento. Se pueden comparar valores medidos o estimados de ET<sub>o</sub> en diferentes localidades o en diferentes épocas del año, debido a que se hace referencia a ET bajo la misma superficie de referencia. Los únicos factores que afectan ET<sub>o</sub> son los parámetros climáticos. Por lo tanto, ET<sub>o</sub> es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. ET<sub>o</sub> expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época del año específicas, y no considera ni las características del cultivo, ni los factores del suelo. Desde este punto de vista, el método FAO Penman-Monteith se recomienda como el único método de determinación de ET<sub>o</sub> con parámetros climáticos. Este método ha sido seleccionado debido a que aproxima de una manera cercana la ET<sub>o</sub> de cualquier localidad evaluada, tiene bases físicas sólidas e incorpora explícitamente parámetros fisiológicos y aerodinámicos. Además, se han desarrollado procedimientos para la estimación de los parámetros climáticos faltantes.

## 10.3 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO BAJO CONDICIONES ESTÁNDAR. (ET<sub>c</sub>)

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar se denomina ET<sub>c</sub>, y se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes.

La cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por evapotranspiración del cultivo se define como necesidades de agua del cultivo. A pesar de que los valores de la evapotranspiración del cultivo y de las necesidades de agua del cultivo son idénticos, sus definiciones conceptuales son diferentes. Las necesidades de agua del cultivo se refieren a la cantidad de agua que necesita ser proporcionada al cultivo como riego o precipitación, mientras que la evapotranspiración del cultivo se refiere a la cantidad de agua perdida a través de la evapotranspiración. La necesidad de riego básicamente representa la diferencia entre la necesidad de agua del cultivo y la precipitación efectiva.

El requerimiento de agua de riego también incluye agua adicional para el lavado de sales, y para compensar la falta de uniformidad en la aplicación de agua.

La evapotranspiración del cultivo puede ser calculada a partir de datos climáticos e integrando directamente los factores de la resistencia del cultivo, el albedo, (*fracción de luz recibida que difunde un cuerpo no luminoso*), y la resistencia del aire en el enfoque de Penman-Monteith. Debido a que todavía existe una considerable falta de información para los diferentes cultivos, el método de Penman-Monteith se utiliza solo para la estimación de la tasa de evapotranspiración del cultivo estándar de referencia (ET<sub>o</sub>). La relación ET<sub>c</sub>/ET<sub>o</sub> que puede ser determinada experimentalmente para diferentes cultivos y es conocida como Coeficiente del Cultivo (K<sub>c</sub>), y se utiliza para relacionar ET<sub>c</sub> a ET<sub>o</sub> de manera que:

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

#### 10.4 NECESIDADES HÍDRICAS DEL CULTIVO. Cálculo de las necesidades de agua..

A efectos de diseño de una balsa de acumulación, lo que interesa es conocer las necesidades del consumo mensual y anual, en función del cual se dimensionan las instalaciones de riego. Para este proyecto vamos a analizar las necesidades por meses y por año para toda la zona de riego.

Las necesidades potenciales de agua del cultivo (demanda evaporativa), dependen de la climatología y tipo de suelo de la zona, así como de la reserva de agua disponible a la salida del invierno. Estos parámetros son fijos a la hora de programar el riego. Sin embargo, para dichas características edafoclimáticas, el tipo de olivar (marco de plantación y tamaño de los árboles) influye sobre las necesidades totales, así como la producción media del olivar. Al aumentar la densidad de plantación, para un determinado volumen de copa por hectárea, aumenta la superficie de suelo cubierta por la copa de los árboles ( $K_r$ ), y por lo tanto aumentan las necesidades de agua del cultivo. También aumentará la capacidad productiva de la plantación.

Así, mientras que en olivares de más de 200 árboles/ha bien regados y poco podados, el  $K_r$  estaría en torno a 1, en olivares tradicionales (60-80 árboles/ha) en condiciones de secano, el  $K_r$  puede ser inferior a 0,5. Las localidades con clima más cálido poseen un  $E_{To}$  mayor, y las necesidades de agua son sensiblemente superiores a las de las zonas más frías.

El olivo es un árbol típico de clima mediterráneo, bastante tolerante a la sequía, por lo que tradicionalmente se ha cultivado en condiciones de secano ya que dispone de una serie de mecanismos morfológicos para dicho fin:

\*El olivo posee un sistema radicular extenso que en terrenos muy arenosos puede alcanzar más de 100 metros de profundidad y un desarrollo horizontal de 2 o 3 veces el radio de la copa.

\*Sus hojas son coriáceas y tienen pocos estomas situados en el envés, por lo que no expuestos a la radiación directa del sol.

\*Los estomas están dispuestos en ligeras depresiones, donde se crea un microclima más húmedo, lo que disminuye la transpiración.

El olivo es una especie que puede cultivarse en secano en aquellas zonas donde la pluviometría media anual no sea menor de 400 o 500 mm. Cuando las precipitaciones caídas son muy inferiores a esta cantidad, se producen una serie de efectos en los procesos de crecimiento y producción del olivo, que se recogen en la tabla siguiente:

<b>Efectos del déficit hídrico en los procesos de crecimiento y producción del olivo (ORGAZ, F. &amp; FERERES, E. 1999)</b>		
<b>PROCESO</b>	<b>PERÍODO</b>	<b>EFECTO DEL DÉFICIT HÍDRICO</b>
Crecimiento vegetativo	Todo el año	Reducción del crecimiento y del número de flores al año siguiente
Desarrollo de yemas florales	Febrero-Abril	Reducción del número de flores. Aborto ovárico
Floración	Mayo	Reduce la fecundación
Cuajado de frutos	Mayo-Junio	Aumenta la alternancia
Crecimiento inicial del fruto	Junio-Julio	Disminuye el tamaño del fruto (menor número de células/fruto)
Crecimiento posterior del fruto	Agosto-Cosecha	Disminuye el tamaño del fruto (menor tamaño de las células del fruto)
Acumulación de aceite	Julio-Noviembre	Disminuye el contenido en aceite del fruto

**Tabla. 6 Efectos en los procesos de crecimiento y producción del olivo.**

El periodo crítico en cuanto a necesidades de agua en el olivo se sitúa entre la prefloración y la maduración, que coincide prácticamente con el periodo de mayor escasez de lluvias. Sin embargo, se ha comprobado como la producción del olivo aumenta considerablemente cuando recibe aportaciones de agua complementarias a la lluvia, especialmente en zonas y años de baja pluviometría.

Este hecho, unido a la sequía padecida en el primer quinquenio de los 90, ha llevado a un incremento espectacular de la superficie de olivar de regadío. Por otro lado, frente a otros cultivos alternativos, permite un máximo beneficio marginal del agua, así como un máximo beneficio social, siendo un cultivo que genera un gran empleo de mano de obra.

#### 10.4.1 Necesidades hídricas del olivo.

Con la finalidad de poder hacer una primera aproximación sobre las cantidades de agua de riego a aportar a diferentes tipos de olivar, es importante explicar la metodología de cálculo de las necesidades, analizando los parámetros de la plantación que pueden modificar de forma significativa las cantidades de agua a portar.

La programación del riego debe hacerse empleando la metodología propuesta por la FAO aportando mediante el riego (R) la diferencia entre la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc) y la lluvia efectiva (Pe). El concepto evapotranspiración engloba las cantidades de agua que se pierden por evaporación desde el suelo, más que la que lo hace desde las hojas de la planta (transpiración). La dotación de riego (R) cuando se emplee una instalación de riego localizado bien diseñada puede calcularse empleando la expresión, recomendándose regar en los períodos en los que ETc sea mayor que Pe:

$$R = ETc - Pe$$

En los meses en que  $ETc - Pe < 0$  el agua se acumula como reserva; en los meses en que  $ETc - Pe > 0$  se produce consumo que es necesario suplir bien mediante agua del perfil o bien mediante el riego con la cantidad resultante.

La estimación de ETc para plantaciones adultas de olivar con volumen de copa y cobertura del suelo estable podría hacerse basándose en datos climáticos reales (semanales o quincenales), o en datos climáticos medios de varios años sin que en este caso se cometa un grave error para la programación de riego en olivar, ya que la variabilidad interanual de ETc es relativamente pequeña, y el suelo, al tener una gran capacidad de retención, constituye un colchón de seguridad capaz de absorber pequeñas diferencias de cálculo. Sin embargo, en el caso de la lluvia efectiva (Pe) no pueden emplearse cifras medias para la programación anual del riego, ya que la variabilidad interanual es muy grande. Para la estimación de la fracción de la precipitación lo correcto es medir la variación del contenido de agua en el suelo antes y después de dicha lluvia, lo que solo es posible en parcelas experimentales.

El método FAO propone la estimación de la evapotranspiración del cultivo (ETc) empleando la expresión:

$$ETc = Eto \cdot kc$$

en donde ETo, denominada evapotranspiración de referencia, es la evapotranspiración de una pradera de gramíneas con una altura entre 8 y 10 cm que crece sin limitaciones de agua y fertilizantes en el suelo y sin incidencia de plagas o enfermedades, pero que puede estimarse en base a datos climáticos.

Con la fórmula de Hargreaves puede estimarse ETo con bastante precisión:

$$ETo = 0,0023 \cdot Ra \cdot (Tm + 17,8) \cdot (Tmax - Tmin)^{1/2}$$

Donde:

\* **Ra**; es la radiación expresada en mm/día.

\* **Tmax y Tmin**; son respectivamente la temperatura máxima y mínima mensual del aire,

\* **Tm**; la temperatura media de ambas.

El coeficiente  $k_c$  es el denominado coeficiente de cultivo, que debe ser determinado experimentalmente, y que en olivo puede tomar valores comprendidos entre 0,55 y 0,65 según los diferentes meses del año, empleándose la cifra menor en verano siempre que se riegue por goteo y se desprecien las lluvias producidas en esta época.

El valor máximo de  $k_c$  correspondería a los meses de primavera y otoño, en el que la superficie del suelo suele estar húmeda una buena parte del tiempo. En el caso del olivo, el  $k_c$  no sólo depende del área foliar de la plantación, sino que también de las condiciones climáticas, ya que el árbol cierra estomas cuando la humedad relativa del aire es baja, independientemente, del contenido de agua del suelo.

En el cuadro siguiente se recogen los valores del coeficiente de cultivo  $k_c$  para el cultivo del olivo en las regiones productoras más importantes del mundo. En el podemos observar que el valor medio de  $k_c$  es de 0,6, aunque este valor varía ligeramente en función de la época del año, como hemos comentado anteriormente.

<b>Tabla 2. Valores del coeficiente de cultivo <math>k_c</math> para el olivo.(ORGAZ, F. &amp; FERERES, E., 1999)</b>	
<b>Localidad</b>	<b>Kc</b>
Córdoba	0,45-0,65
Creta (Grecia)	0,6-0,75
California	0,55-0,65
California	0,75

**Tabla.7 Valores del coeficiente de cultivo.**

Las estimaciones de  $ET_c$  mediante la metodología descrita anteriormente, pueden ser válidas para olivares de gran desarrollo y con cobertura del suelo por la copa del árbol superiores al 50%, situación que no se presenta en la mayoría de las plantaciones. Para coberturas inferiores la estimación de  $ET_c$  habría que hacerla mediante la expresión:

$$ET_c = ET_o \cdot k_c \cdot k_r$$

Al no disponerse de información para el caso del olivar, el coeficiente reductor  $k_r$  podría estimarse de forma aproximada en base al porcentaje de superficie del suelo cubierta por la copa de los olivos ( $S_c$ ):

$$k_r = \frac{2 \cdot S_c}{100}$$

Así este coeficiente de sombreado  $k_r$  toma valores comprendidos entre poco más de 0 para un olivar recién plantado, hasta 1 para un olivar adulto e intensivo en condiciones de riego. Como  $k_r$  no puede superar el valor de la unidad, la expresión anterior solo es aplicable para valores de  $S_c$  inferiores al 50%.

El porcentaje de suelo cubierto ( $S_c$ ) se calcula en función del diámetro medio de la copa de los olivos de la plantación a regar ( $D$  en metros) y de la densidad de plantación ( $N$  olivos/ha), aplicando la expresión:

$$S_c = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot N}{400}$$

## 10.5 CÁLCULO DE LA ETo.

La evapotranspiración ETo, o evapotranspiración de referencia, cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera y equivale a la evapotranspiración de una pradera de gramíneas de 8-10 cm de altura que crece sin limitaciones de agua y nutrientes en el suelo y sin incidencia de plagas y/o enfermedades.

Para el cálculo inicial de la ETo se utiliza la expresión de Hargreaves, que permite dicho cálculo con datos de temperatura y radiación locales, según la expresión:

$$ETo = 0,23 \cdot Ra \cdot (Tm + 17,8) \cdot (Tmx - Tmin)^{1/2}$$

**ETo:** evapotranspiración de referencia

**Tmx:** Tª media de las máximas

**Tmin:** Tª media de las mínimas

**Tm:** Tª media del periodo considerado

**Ra:** Radiación extraterrestre (mm/día)

Los datos de radiación solar, temperaturas, y precipitación se obtienen de datos medios climáticos registrados en el Observatorio Meteorológico de Bolbaite, en el T.M. de Bolbaite (Valencia), registros realizados desde su apertura en junio de 2006 hasta la actualidad, en mayo de 2015, con un periodo total de registros de datos de 9 años.

Resumen por meses del cálculo ETo para olivos adultos:

	E	F	M	AI	M	J	JI	A	S	O	N	D
Radiacion (Estacion Bolbaite)	7,58	10	14,33	17,45	21,79	24,04	23,92	20,49	15,85	11,61	7,9	6,68
Tª media (°C)	8,99	9,5	11,82	14,65	18,25	22,77	25,19	25,11	21,6	17,54	12,28	8,88
Tª Max (°C)	15,25	15,47	18,53	21,37	25,61	30,03	32,77	32,44	28,76	24,38	18,31	15,2
Tª Min (°C)	3,45	3,88	5,72	8,43	11,29	18,88	18,20	18,75	15,68	11,83	7,16	3,49
(Tm + 17,80)	26,79	27,3	29,62	32,45	36,05	40,57	42,99	42,91	39,4	35,34	30,08	26,68
$(T \max - T \min)^{1/2}$	3,44	3,4	3,58	3,6	3,78	3,76	3,82	3,7	3,62	3,54	3,34	3,42
Eto (mm/día)	1,6	2,14	3,49	4,68	6,34	8,44	9,03	7,48	5,2	3,34	1,82	1,4
Eto (mm/mes)	49,6	66,34	108,19	145,08	196,54	261,64	279,93	231,88	161,2	103,54	56,42	43,4

**Tabla.8 Valores de ETo , según estación de Bolbaite.**

## 10.6 CÁLCULO DE LA ETc.

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc), se obtiene aplicando la siguiente expresión;

$$ETc = ETo * Kc$$

Siendo:

\* **ETo**; evapotranspiración de referencia.

\* **Kc**; el valor del coeficiente del cultivo según época y estado vegetativo.

Se establecen unos valores de ETc por meses, para unos cultivos de referencia,

En la tabla\_\_\_ se adjuntan valores de Kc por meses, para el cultivo del Olivo.

Coeficiente de cultivo para el Olivo "Kc"											
E	F	M	AI	M	J	JI	A	S	O	N	D
0,6	0,6	0,6	0,65	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,6

*Tabla.9 Coeficiente de cultivo para el Olivo, por meses*

En la tabla\_\_\_ de san valores de ETc , por cultivos y meses, expresados en mm/mes-ha:

	E	F	M	AI	M	J	JI	A	S	O	N	D
<b>Kc</b>	0,6	0,6	0,6	0,65	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,6
ETo mm / día	1,6	2,14	3,49	4,68	6,34	8,44	9,03	7,48	5,2	3,34	1,82	1,4
ETo mm / mes	49,6	66,34	108,19	145,08	196,54	261,64	279,93	231,88	161,2	103,54	56,42	43,4
ETc / mes	29,76	39,80	64,91	94,30	127,75	143,90	153,96	127,53	88,66	67,30	36,67	26,04
ETc / anual												<b>1000,60</b>

*Tabla.10Valores de ETc, por cultivos y meses.*

El valor de **ETc**, hay que corregirlo afectándolo por efecto de localización y por efecto de condiciones locales. El efecto de localización más práctico es el que se basa en la fracción de área sombreada por el cultivo, a la que denominamos A y definimos como la fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a la superficie total.

Diversos autores, han estudiado la relación entre el coeficiente de localización K<sub>1</sub> y A, obteniendo las fórmulas siguientes:

ALJIBURY:  $K_1 = 1,34 \cdot A$

DECROIX:  $K_1 = 0,1 + A = 0,1 + 0,52$

HOARE ET AL:  $K_1 = A + 0,5 (1 - A)$

KELLER:  $K_1 = A + 0,15 (1 - A)$

**K<sub>1</sub>** = coeficiente de localización.

**A** = fracción de área sombreada por el cultivo.

## 10.7 CÁLCULO DE NECESIDADES NETAS DE RIEGO PARA EL PERIODO DE MÁXIMAS NECESIDADES.

Para su cálculo se aplica la fórmula:

$$NRn \text{ (mm/mes)} = ETo \text{ (julio)} \cdot Kc \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 - Pe$$

Donde:

\* **NRn = ETc ( corregido).**

\* **ETo** (julio) = evapotranspiración de referencia en el mes de máxima demanda.

\* **Kc**; es la cte. correctora del cultivo. Para el mes de julio, estimamos un valor de  $Kc = 0,55$ , la constante del cultivo, que ajusta la evapotranspiración potencial de referencia, ETo, con la evapotranspiración del cultivo teniendo en cuenta la climatología de la zona y las características propias del cultivo.

El coeficiente de cultivo Kc; para el cultivo del olivo se estima que, como consecuencia de su adaptación al medio, Kc no es constante a lo largo del año, variando entre valores máximos en primavera y otoño, y valores mínimos en verano.

El olivo, como planta que ha evolucionado y adaptado al clima mediterráneo, mantiene un balance especial entre fotosíntesis y transpiración. Mientras que la casi totalidad de cultivos herbáceos, seleccionados desde tiempo inmemorial por su productividad, tienden a mantener sus estomas totalmente abiertos aceptando tasas de transpiración elevadas necesarias para mantener al máximo el nivel de flujo de CO<sub>2</sub> y las tasas de fotosíntesis, el olivo, como muestra de dicha adaptación, tiene un comportamiento estomático, (Fererres, (1984), que le permite maximizar la fotosíntesis por unidad de agua consumida (máxima eficiencia en transpiración).

\* **K1**; es el factor corrector por localización y depende del área de sombreado de la planta. A mayor tamaño de la copa del árbol, mayor zona de sombreado. Cuanta mayor zona de sombreado, mayor evapotranspiración del cultivo, y menor evaporación en el suelo.

Es el coeficiente reductor que calibra el efecto del desarrollo del cultivo teniendo en cuenta la superficie del terreno cubierta por la copa. Para un olivar recién plantado el K1 tomaría un valor próximo a 0, hasta 1 para un olivar adulto e intensivo en condiciones de riego.

Para el cálculo del valor de K1, se calcula previamente el área de sombreado de la planta,

Área de sombreado de la copas de las plantas valdrá:

$$A = \left( \frac{\pi \cdot D_a}{4 \cdot a \cdot b} \right) = \left( \frac{3,14 \cdot 5}{4 \cdot 6,25 \cdot 6,09} \right) = 0,52 \text{ m}$$

Siendo:

$D_a$ , es el diámetro aéreo de la planta, en m ;  $D_a = 5$

A, es la distancia entre plantas dentro de una misma fila de árboles, en m;  $a = 6.25$  m

b, es la distancia entre filas de árboles, en m;  $b = 6.09$  m

Se calculará el valor de **K1**, calculado por el método clásico según las fórmulas de:

$$\begin{aligned} \text{ALJIBURY:} & \quad K1 = 1,34 \cdot A = 1,34 \cdot 0,52 = \mathbf{0,69} \\ \text{DECROIX:} & \quad K1 = 0,1 + A = 0,1 + 0,52 = \mathbf{0,62} \\ \text{HOARE ET AL:} & \quad K1 = A + 0,5 (1 - A) = 0,52 + 0,5 (1 - 0,52) = 0,76 \\ \text{KELLER:} & \quad K1 = A + 0,15 (1 - A) = 0,52 + 0,15 (1 - 0,52) = 0,58 \end{aligned}$$

Se desechan los dos valores extremos, y se obtiene la media de los dos restantes,

$$K_1 = \frac{0,69 + 0,62}{2} = \frac{1,31}{2} = 0,65$$

El valor será, **K1 = 0,65**

\* **K2**; corrección por variación climática, provocado por la variación climática de un año a otro. Se toma como valor para **K2=1,2**. Supone un incremento de un 20% las necesidades estimadas.

\* **K3**; corrección por advección, provocado por el microclima de la zona, depende del terreno que rodea a la finca. Su cálculo se establece mediante una gráfica. Para árboles, y para el tamaño de la finca, aprox. 1 ha, consideramos el valor de **K3= 1**, por lo que no influye en el cálculo de necesidades.

\* **Pe**; la precipitación efectiva se calcula a partir de los datos medios de precipitación mensual, aplicando la fórmulas siguientes,

$$\text{Si: } P < 75 \text{ mm/mes: } Pe = 0,60 \cdot P - 10 = 0,60 \cdot 6,29 - 10 = -6,226 \approx -6,23$$

$$\text{Si: } P > 75 \text{ mm/mes: } Pe = 0,80 \cdot P - 25$$

	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D
Precipitación (mm/mes)	105,4	42,86	77,82	51,43	39,66	18,89	6,29	9,13	88,06	94,98	83,9	36,48
Precipitación efectiva (mm/mes)	59,35	15,72	37,26	20,86	13,8	1,33	-6,23	-4,52	45,45	50,98	42,12	11,89

*Tabla.11 Precipitaciones mensuales. Estación de Bolbaite*

La precipitación efectiva en el mes de julio resulta un valor negativo.

Con todos los datos obtenidos, se calcula las necesidades de riego netas para el mes de mayor demanda:

$$\mathbf{NRn} = E_{To} (\text{julio}) \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_2 - Pe = 279,93 \cdot 0,55 \cdot 0,65 \cdot 1,2 - (-6,23) = \mathbf{126,32 \text{ mm/mes}}$$

$$E_{To} (\text{julio}) = 279,93$$

$$K_c = 0,55$$

$$K_1 = 0,65$$

$$K_2 = 1,2$$

$$Pe = -6,23$$

### 10.8. CÁLCULO DE NECESIDADES TOTALES DE RIEGO PARA EL PERIODO DE MÁXIMAS NECESIDADES.

Las necesidades totales de riego, se calcula mediante estas dos expresiones, tomando el valor de la mayor de ellas:

$$NTr = \frac{NRn}{UE \cdot (1 - LR)} ; \text{ o bien, } NTr = \frac{NRn}{UE \cdot EA}$$

Donde:

\* *UE*; es el factor corrector por la uniformidad en la emisión. Se considera un valor de **UE = 0,95**

\* *LR*; es el factor corrector que tiene en cuenta la salinidad del agua de riego.

El LR o fracción de lavado en el riego localizado se calcula como:

$$LR = \frac{CEw}{2 \cdot CEes}$$

Donde :

\**CEw*; es la conductividad eléctrica del agua de riego, que en este caso es: **CEw = 0,51 dS.m-1**

\**CEes*; corresponde con el valor de la conductividad máxima del extracto de saturación que produce mermas del 100% de la producción.

En el cultivo del olivo es, **CEmax = 15 dS.m-1**, según se aprecia en el cuadro adjunto:

CONDUCTIVIDAD MAXIMA DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN QUE PRODUCE MERMAS DEL 100% DE LA PRODUCCIÓN (dS/m)					
HORTALIZAS	CE max	FRUTALES	CE max	EXTENSIVOS	CE max
Fresa	4,5	Aguacate	6,0	Frijoles	6
Judía	6,0	Banana	7,0	Alfalfa	16
Zanahoria	8,0	Morena	8,0	Limo	11
Cebolla	8,0	Albaricoquero	7,0	Cacahuete	7
Lechuga	9,0	Almendro	7,5	Habas	13
Rábano	10,0	Ciruelo	7,5	Caña de azúcar	15
Pepino	10,0	Melocotonero	7,0	Lenteja	15
Berenjena	11,0	Manzano	8,5	Arroz	13
Pimiento	12,0	Naranja	9,0	Maíz	11
Patata	10,0	Limonero	9,0	Soja	11
Col	11,0	Peral	8,5	Avena	15
Sandía	12,0	Nogal	9,0	Trigo	22
Melón	15,0	Pomelo	9,0	Sorgo	20
Tomate	16,0	Vid	13,0	Girasol	18
Calabaza	14,0	Granado	15,0	Azafrán	16
Brócoli	16,0	Algarrobo	15,0	Colza	20
Apio	14,0	Higuera	15,0	Remolacha Az	26
Espinaca	16,0	Olivo	15,0	Algodón	30
Espárrago	20,0	Palmea dat.	35,0	Cebada	32

**Tabla.12** Conductividad máxima del extracto de saturación que produce mermas del 100% de la producción (dS/m)

Y el valor de la fracción de lavado será,

$$LR = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_{es}} = \frac{0,51}{2 \cdot 15} = 0,017$$

**EA**; es el coeficiente corrector por eficiencia en la aplicación debido a pérdidas por percolación, y según la tabla adjunta,

CLIMAS ARIDOS				
Profundidad Radicular (cm)	TEXTURA			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75 cm	0.85	0.90	0.95	0.95
75 a 150 cm	0.90	0.90	0.95	0.95
> 150 cm	0.95	0.95	1.00	1.00
CLIMAS HUMEDOS				
Profundidad Radicular (cm)	TEXTURA			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75 cm	0.65	0.75	0.85	0.90
75 a 150 cm	0.75	0.80	0.90	0.95
> 150 cm	0.85	0.90	0.95	1.00

Tabla.13 Valores de EA; coeficiente corrector por eficiencia.

Para el cultivo de olivo, con raíces profundas, a efectos de cálculo se considera de 1m de profundidad por seguridad, y para terreno de textura franca, el valor de la eficacia en la aplicación será; **EA=0,95**

Por tanto, de las fórmulas anteriores, con los datos mencionados, se tiene que:

$$NTr = \frac{NR_n}{UE \cdot (1 - LR)} = \frac{126,32}{0,95 \cdot (1 - 0,017)} = \frac{126,32}{0,934} = 135,25 \text{ mm/mes}$$

$$NTr = \frac{NRn}{UE \cdot EA} = \frac{126,32}{0,95 \cdot 0,95} = \frac{126,32}{0,902} = 140,04 \text{ mm/mes}$$

Siendo:

\*Necesidades netas de riego para el periodo de máximas necesidades; **NRn=126,32 mm/mes**

\*Factor corrector por la uniformidad en la emisión; **UE = 0,95**

\*Coeficiente corrector por eficiencia en la aplicación debido a pérdidas por percolación **EA=0,95**

De los dos valores se tomará el mayor, por tanto, las necesidades de riego totales para los olivos adultos, serán para el mes de mayor demanda (julio) las siguientes:

$$\text{En el mes: } NTr = 140,04 \text{ mm/mes}$$

$$\text{Por día: } NTr = \frac{140}{31} = 4,52 \text{ mm/día}$$

Según las equivalencias:

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ liro} / \text{m}^2 ; 1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ dm}^3 ; 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro}$$

Tendremos:

1. GASTO DE AGUA: (para riego semanal de las 39 hc) = 1.762.800 litros

Si en  $1 \text{ m}^2$  tenemos 4.52 litros en  $390.000 \text{ m}^2$ , tendremos:  $390.000 \cdot 4,52 = 1.762.800 \text{ litros}$

$$\text{Gasto diario en riego: } Gasto_{\text{litros}} = \frac{1762800}{7} = 251.828,6 \text{ litros/día}$$

2. APORTACIÓN DE AGUA:

Los **2728**  $\text{m}^3$  equivalen a  $2.728.000 \text{ dm}^3 \approx 2.728.000 \text{ litros}$ ; La balsa proyectada tendrá una capacidad de 2.728.000 litros.

$$\text{Tendremos que: } \frac{2728000 \text{ litros}}{10 \text{ días}_{\text{paralllenar}}} = 272.800 \text{ litros / día que tendrán que entrar en la balsa}$$

Si el tiempo de llenado de la balsa es de **10 días** para un caudal de entrada de  $3.2 \text{ L/s}$

$$\text{Aporte semanal} = 272.800 \cdot 7 = 1.909.600 \text{ litros/semana}$$

3. BALANCE = APORTE - GASTO; (Tendrá que ser positivo):  $1.909.600 \text{ litros} - 1.762.800 \text{ litros} = 146.800 \text{ l}$

La balsa proyectada cumple con las expectativas de riego.

## 10.9. PLANIFICACIÓN ANUAL DEL RIEGO. PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

Una vez conocidas las necesidades totales de agua del cultivo en el mes de mayor demanda, se procede a realizar los mismos cálculos para cada uno de los meses del año.

Con la siguiente expresión podremos calcular las necesidades totales de riego en cada mes del año para los olivos adultos. (Se supone que todos tienen una edad mayor a 10 años).

En los meses de Febrero, Marzo, y Octubre, no se regará. Las necesidades hídricas se extraerán de las reservas de agua en el suelo, estimadas en  $127,50 \text{ mm/año}$ .

En los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, y Septiembre, se regará todos los días; (de lunes a Domingo), unas  $5,5 \text{ hc/día}$

El volumen de agua necesario anualmente será:

- Lámina de agua  $1 \text{ l/m}^2 = 1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3/\text{ha}$

$$V_{\text{total}}_{\text{agua/año}} = (NTr_{\text{ABRIL}} + NTr_{\text{MAYO}} + NTr_{\text{JUNIO}} + NTr_{\text{JULIO}} + NTr_{\text{AGOSTO}} + NTr_{\text{SEPTIEMBRE}}) \cdot Superficie_{\text{riego}}$$

$$\Rightarrow (mm / \text{año}) \cdot m^2 = m^3 / \text{año}$$

## 11. ESTUDIO GEOLÓGICO.

### 11.1. INTRODUCCIÓN.

El contenido del estudio geológico geotécnico describe, en primer lugar, la metodología de trabajo y la ejecución de las labores de campo, seguida de la descripción de la geología regional, hidrogeología, riesgos geológicos, características y propiedades geomecánicas de los materiales involucrados.

El presente estudio geológico-geotécnico realizado corresponde a los terrenos afectados por las obras del “**Proyecto de Diseño de una Balsa de regulación para riego en el paraje “el Ortiz” T.M. de Millares (Valencia)**”.

La zona de estudio se encuentra localizada en la hoja Nº 746 (Llombay), del Mapa topográfico nacional de España a escala 1:50.000.

La hoja de Llombay esta situada en la parte central de la provincia de Valencia y las localidades existentes son los núcleos de Llombay-Catadau-Alfarp y Carlet-Benimodo en la ribera del río Magro, y Millares y Dos Aguas en el interior.

La altitud de la hoja es muy variable, en el punto mas alto es el Pico del Ave (949 m), en la sierra de Dos Aguas o del Ave, que se extiende por toda la parte septentrional; mas al sur esta la sierra del Caballón (827 m), separadas ambas por la depresión de Dos Aguas, y la planicie de Millares con una altitud media de 600 m.

Las sierras que ocupan casi la totalidad de la hoja bajan hacia el valle del río Magro, que enlaza con la llanura valenciana, donde se da la cota mas baja, 30 m.

El Río Júcar atraviesa toda la región de NO a SE y discurre encajado por un angosto valle que a veces alcanza 500 m de desnivel. El río Magro se extiende por el NE, siguiendo por la llanura valenciana.

La morfología de toda la zona esta condicionada a la litología de los materiales, así como a su disposición estructural.

Geológicamente queda comprendida en las estribaciones sudorientales de la Cordillera Ibérica, con la zona oriental cubierta por los depósitos cuaternarios, lo que da lugar a la existencia de dos partes con características morfológicas y geológicas distintas.

En la zona Ibérica afloran, en su mayor parte, sedimentos mesozoicos plegados y fracturados según la dirección NO-SE. También existen afloramientos de triádico (Keuper) con carácter diaprico ligado a fracturas. El terciario inferior se presenta plegado, en contacto mecánico con los materiales mesozoicos, y el Terciario Medio Superior esta horizontal. El Cuaternario ocupa una amplia zona por donde discurre el río Magro.

### 11.2. OBJETIVOS.

El principal objetivo del estudio radica en la determinación de las características geológicas-geotécnicas de la parcela donde se situará la futura balsa, con el fin de destacar:

1. Litología, grado de alteración y estructura de los materiales afectados.
2. Profundidad y potencia de los diferentes niveles.
3. Espesor y tipología de los recubrimientos.
4. Estabilidad de los taludes de excavación.
5. Excavabilidad del terrenos.
6. Presencia de agua.
7. Parámetros geomecánicos y presiones admisibles.

Los mencionados trabajos de investigación se completaron con la recopilación de toda la información previa existente sobre la zona.

### 11.3. TECTÓNICA.

La hoja de Llombay queda incluida totalmente en la rama accidental o castellana de la cadena ibérica, (separada de la rama aragonesa y oriental o castellana de la cuenca de Teruel), cuyas estructuras mantienen una dirección NO-SE, en su terminación en la zona costera (Huerta de Valencia), donde los depósitos cuaternarios alcanzan mayor importancia.

La zona estudiada queda totalmente incluida en la parte central, entre los ríos Turia y Montesa. Se observan tres dominios estructurales distintos:

Domínio I: Millares

Domínio II: Dos- Águas

Domínio III: Río Magro

**El Dominio I** se caracteriza por la presencia de materiales del cretácico Superior, dispuestos subhorizontalmente. Constituye una banda que ocupa casi totalmente el cuadrante SO de la Hoja, Geográficamente esta limitada al NE por el río Júcar, extendiéndose por las Hojas limítrofes al O y S.

Los materiales aflorantes son las calizas del Senoniense y las dolomías superiores del conjunto Cenomaniense-Coniaciense (en algunas zonas más deprimidas aparecen los términos inferiores y tan solo en el borde oriental aflora el Cretácico inferior).

Tectónicamente esta zona se caracteriza por la disposición subhorizontal de las cañas y con pliegues muy locales.

Las estructuras más importantes corresponden a las distintas fracturas de dirección NO-SE, de gran recorrido, y que han motivado el hundimiento del borde de la zona, y donde se ha encajado el río Júcar.

Estas fracturas se ven afectadas por otro sistema de dirección SO-NE de menor importancia.

En algún caso se han conservado algunos restos de depósitos terciarios entre las fracturas, como sucede en la zona del pueblo de Millares.

En el borde occidental Aparece por contacto mecánico un pequeño afloramiento de Keuper, que es continuación de la gran triasica de Jalance.



Ubicación de la balsa proyectada, (recuadro azul), sobre el *Mapa Geológico de España Nº 746 Llobay. E: 1:50.000. Fig 49 y Fig.50*

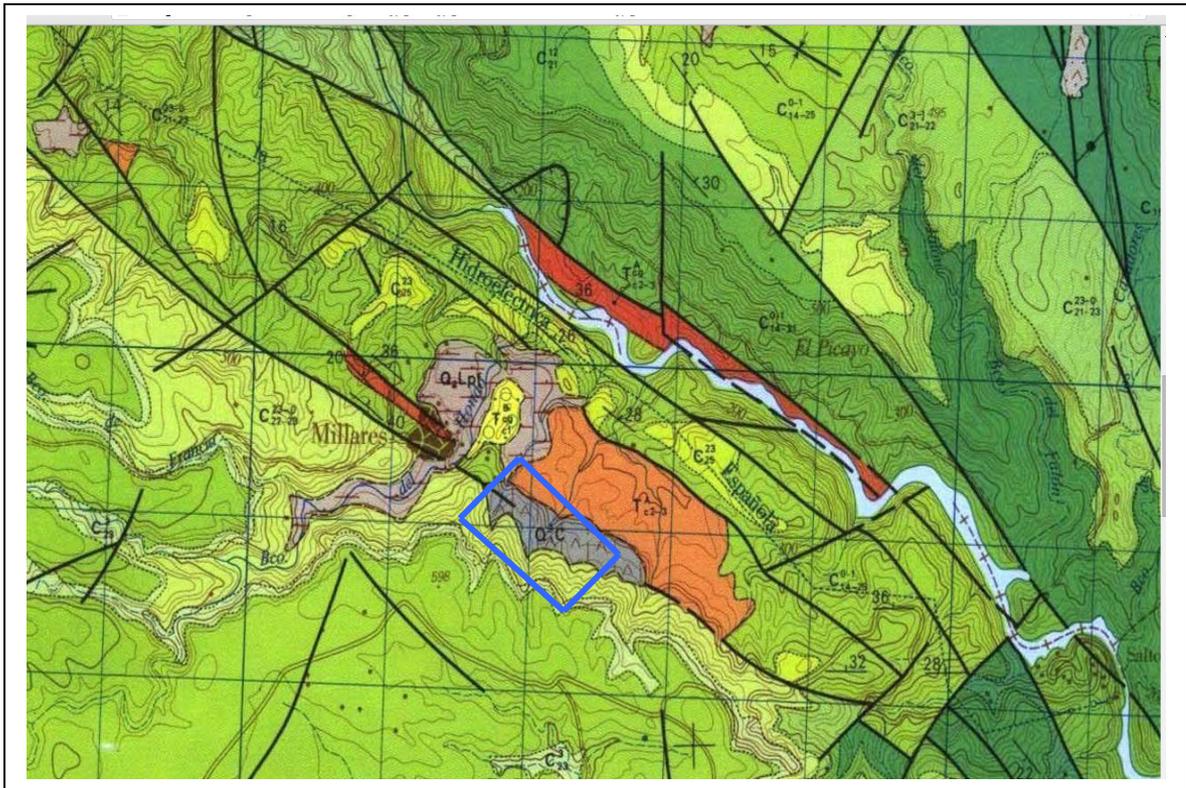


Fig. 49

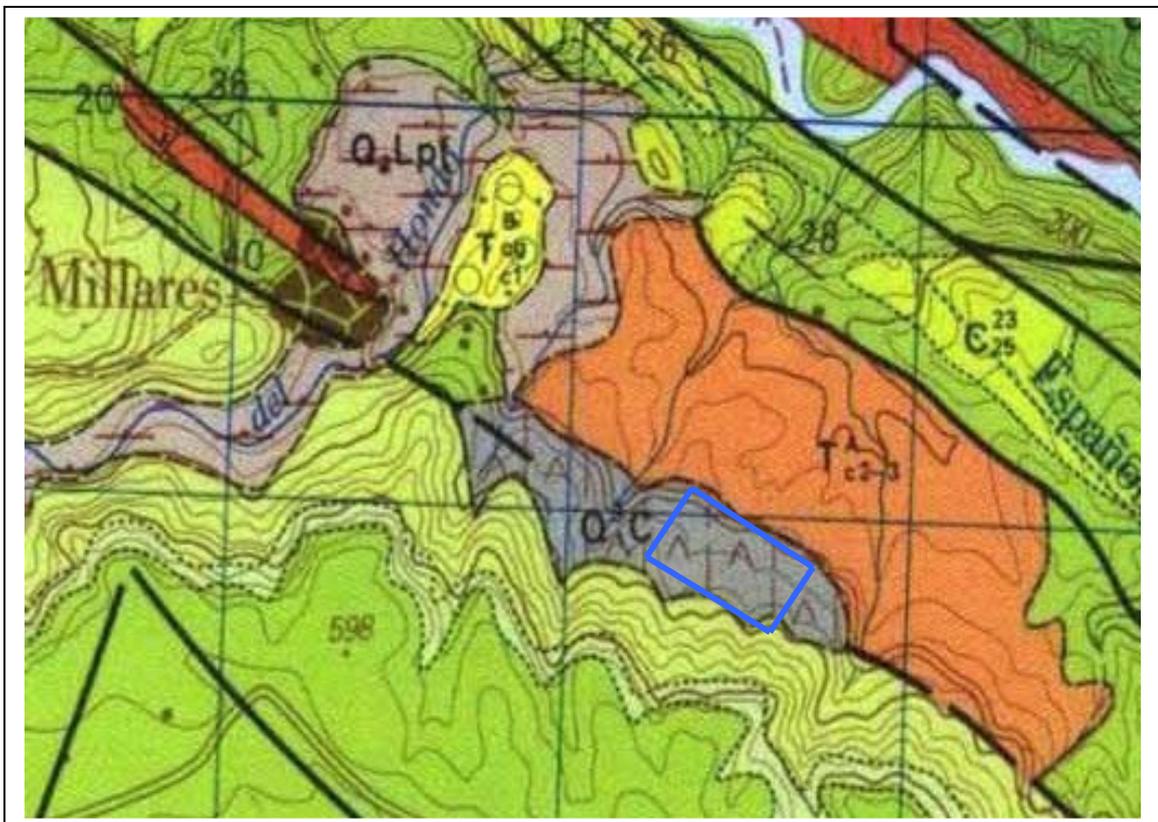


Fig. 50

Legenda; del mapa Geológico de España Nº 746 Llombay. E:1:50.000. Fig. 51

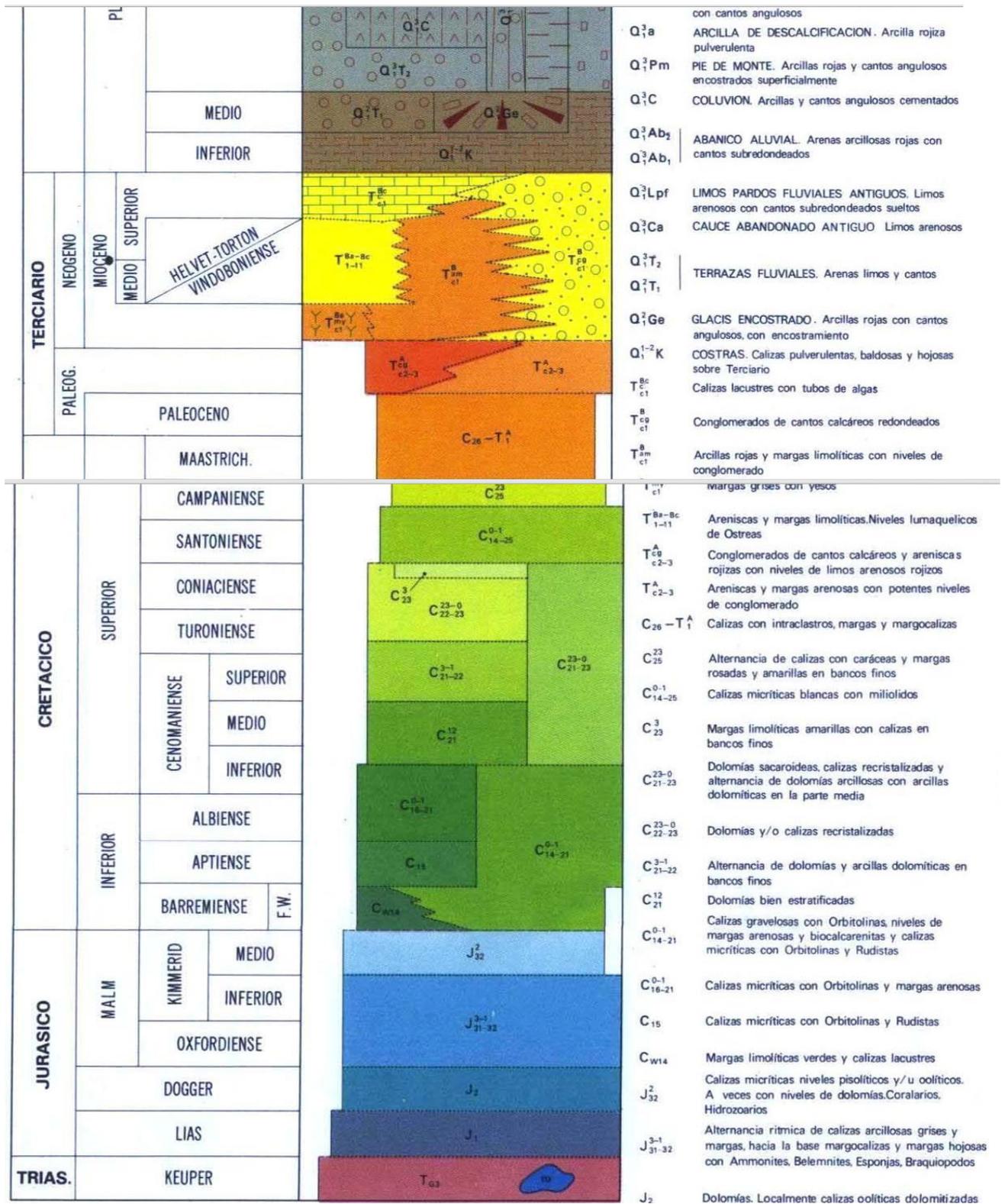


Fig. 51

## 11.4. ESTRATIGRAFÍA.

En esta hoja afloran materiales del Triádico, Jurásico, triádico paleógeno, Neógeno y Cuaternarios.

Los materiales del cretácico son los mejores representados y ocupan casi toda la hoja. Comprenden desde el Barremiense hasta el Maastrichtiense.

El paleógeno aparece en dos zonas del interior y el Neógeno forma una banda de manchas irregulares que bordea a los materiales mesozoicos, bien representados en cuanto a la variedad de depósitos.

### 11.4.1. El cretácico.

Los materiales cretácicos ocupan casi el 75% de la hoja y se han cortado casi en su totalidad solo en la columna de la Rapita. El cretácico inferior está representado por calizas microcristalinas con algunos pequeños niveles detríticos hacia el techo. La no existencia de Albiense no marino, hace difícil la separación de los materiales Albiense de los Aptienses, y de los tramos inferiores del cretácico Superior, también calcáreo, por lo que junto a un Cretácico inferior indiferenciado se ha cartografiado, en las zonas donde se ha efectuado un muestreo seriado, un tramo de facies Weald, al Aptense masivo y al Albense-Cenomanense inferior también masivo. La microfauna ha sido abundante y precisa.

El cretácico superior los problemas han sido muy diferentes ya que los tramos datados son exclusivamente los del Senomiense.

En los materiales del Cenomaniense inferior al Conaciense se han cartografiado distintos tramos litológicos:

- \*Tramo dolomítico inferior.
- \*Tramo de alternancia de dolomías y arcillas.
- \*Tramo dolomítico y / o calizo superior.
- \*Tramo de margas limolíticas con bancos calcáreos.

Por encima de estos conjuntos dolomíticos sin fauna específica se ha diferenciado las calizas del Santoniense y Campaniense, de ambiente marino, y sobre ellos un tramo de margas y calizas lacustres del campanéense superior.

Sobre estos niveles alternantes lacustres, en el ángulo NE, aparecen calizas con intraclastos del Maastrichtiense y en otras zonas la serie paleógena.

#### 11.4.1.1. Dolomías y / o calizas superiores $C_{22-23}^{23-0}$

En la rapita este tramo está compuesto por dolomías de grano grueso (dolosparita) con tonos rosados y numerosas cavidades. Su potencia es de 46 m. y no se han encontrado restos fósiles.

En la columna del Pico del Ave los materiales encontrados son dolomías sacaroides gris, deleznable, en bancos de 40 a 60 cm, con un tramo en la parte media de caliza dolomitizada con nódulos de dolomías sacaroides en bancos de 1-3 m. la potencia es de 60 m.

En otras zonas esta formación no está compuesta totalmente por dolomías, sino que son calizas recristalizadas y parcialmente dolomitizadas.

En el SO, los niveles son calizas finas de color crema claro, algo recristalizadas y medianamente dolomitizadas (biodolomicrita y dolomicrita), conteniendo restos de Ataxophragmidos, Gasteropodos, moluscos.

### 11.4.2. Cretácico terminal-paleógeno.

Esta representado por aquellos materiales que se encuentran afectados por las fases de plegamientos principales y mantienen facies de transición o netamente continentales.



**Fig.52** Contacto de las margas y areniscas rojas del Paleógeno con la serie Cretácea, en la que se distinguen de derecha a izquierda: calizas del Albiense, dolomías inferiores, alternancia de dolomías y margas dolomíticas, y dolomías superiores del Cenomano-Turonense, y calizas del Santoniense.



**Fig.53** Materiales del cretácico inferior, en la margen izquierda del río Júcar.

**11.4.2.1. Margas y areniscas con niveles conglomeráticos.**  $T_{C2-3}^A$ 

Se han cartografiado en la depresión de Dos aguas y en la depresión de Millares.

En cuanto a la edad hay que considerar la formación como post-senoniense, y teniendo en cuenta su posición estratigráfica en la serie regional y la litología, se piensa que estos sedimentos de facies continental deben pertenecer al Eoceno-Oligoceno, aunque no se tengan pruebas definitivas.

En Dos Aguas la serie levantada consta de muro a techo de:

- \*15 m. de margas limolíticas rojas y amarillentas con algo de yeso.
- \*35 m de margas arenosas en bancos de finos color salmón, con bancos de areniscas margosas de cemento calcáreo en la parte superior.
- \*30 m. de margas limolíticas rojas con manchas de carbonatos.
- \*36 m. de margas limolíticas amarillas con niveles de areniscas margosas de grano fino, con matriz calcárea.
- \*18.5 m de margas arenosas amarillas y salmón en bancos muy finos con algún nivel de areniscas en bancos de 0.2-0.6 m.
- \*47 m. de margas limolíticas amarillentas con algunas zonas de areniscas calcáreas en bancos de 0.6 a 1 m.
- \*27.5 m de margas limolíticas y margas calcáreas de 0.7 – 1.2 m.
- \*47 m. de areniscas calcáreas amarillas en bancos de 1-1.5 m. con algunos niveles de margas nodulosas algo areniscosas.
- \*22 m. de conglomerados de cantos calizos en grandes bancos de aspecto masivo, con algunas intercalaciones de areniscas de grano grueso.
- \*15 m. de areniscas calcáreas de grano grueso, amarillos y en bancos de 1-2m.
- \*35 m. de conglomerados de cantos calcáreos gruesos, que hacia el techo van disminuyendo de tamaño hasta pasar a areniscas; en la zona media, intercalación de margas nodulosas amarillas.
- \*25 m. de margas limolíticas arenosas amarillas con un nivel de arenisca conglomerática.
- \*36 m. de arenisca calcárea amarilla de grano grueso en bancos de 1-2 m. con niveles y lentejones de conglomerados.
- \*73 m. de margas finas, generalmente versicolores con niveles de areniscas de grano grueso y de conglomerados, hacia el techo predominan las margas amarillas.
- \*31 m. de conglomerados de cantos calcáreos gruesos; en la zona media, areniscas calcáreas amarillas con algunos niveles de margas.
- \*30 m. de margas arenosas con algún nivel de areniscas calcáreas amarillas.

El conjunto tiene una potencia de 543 m. y esta situada entre dos contactos mecánicos. Los únicos fósiles encontrados han sido Miliolidos y Equinodermos.

En cuanto a la edad hay que considerar la formación como post-senoniense, y teniendo en cuenta su posición estratigráfica en la serie regional y la litología, se piensa que estos sedimentos de facies continental deben pertenecer al Eoceno-Oligoceno, aunque no se tengan pruebas definitivas.

### 11.5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

Los objetivos básicos que se pretende con los estudios geotécnicos, es determinar el comportamiento esperable del terreno de cimentación y las características de los materiales que se vayan a utilizar en la construcción de los diques.

Del terreno, son de especial interés su deformabilidad instantánea y diferida, los asentamientos diferenciales esperables y su solubilidad y erosionabilidad por eventuales filtraciones de la balsa y por aguas freáticas en circulación. En cuanto a los materiales, hay una diferencia clara según se trate de balsas clásicas o de balsas en cursos de agua.

En las primeras el material a utilizar es el que se ha excavado para crear parte del volumen a obtener. Este material puede utilizarse según los casos como "todo uno", o con un procesamiento previo mas o menos intenso, que puede conllevar el prescindir de parte de él.

Habitualmente se tiende a compensar la excavación con el terraplenado por dos motivos: Optimizar la operación y evitar tener que encontrar un vertedero. Si el volumen a desechar es reducido puede almacenarse como inerte en el talud de aguas abajo.

En la segunda, balsas en cursos de agua, se trata en realidad de una presa clásica y el material hay que aportarlo del exterior, aunque en ocasiones ese exterior pueda ser el propio vaso, tanto para la totalidad como para parte del volumen necesario.

Las características mecánicas básicas de los materiales son su ángulo de rozamiento y su cohesión, ambos secos y saturados, y su granulometría total. Esta última es fundamental: Un balasto con un 15% de limo o arcilla se comporta como un balasto pues esa proporción está lejos de rellenar su 30% de huecos. El mismo balasto con un 40% de limo o arcilla se comporta como un limo o una arcilla pues las piedras quedan flotando en la masa limosa o arcillosa.

Los ensayos básicos son: corte directo, triaxial y edométrico. Para que sean realmente representativos de un terreno, las probetas han de tener unas dimensiones acordes con la granulometría total de él. Cuando se trata de arcillas, limos o arenas no hay problema pues las dimensiones standard de las probetas de ensayo son adecuadas. Pero para un terreno de grano grueso, por ejemplo, las probetas tendrían que ser de un tamaño no disponible habitualmente, ni resulta proporcionado hacerlo para una balsa. Esos ensayos se han hecho por millares en el mundo a cuenta de las presas y sus resultados están publicados al alcance de todos.

Otro aspecto de gran importancia, es que con las disposiciones que se deben adoptar, los terraplenes de las balsas nunca están saturados, aunque la impermeabilización falle localmente, salvo el núcleo y el espaldón aguas arriba de las de impermeabilización arcillosa. Tampoco están absolutamente secos sino con un pequeño grado de humedad (semisaturados es el término que se les aplica) que da lugar a una succión que les dota de una importante cohesión aparente, es el caso de los "flanes de arena" que hacen los niños en la playa.

Los ensayos hay que hacerlos, pero teniendo bien presente cual es realmente su representatividad en cada caso concreto.

Un aspecto de especial relevancia en el caso de las balsas es la importancia de la cohesión, debido a que en la gran mayoría la altura de los diques no llega a 20 metros y que al no estar saturados, se está en el caso de secos o semisaturados.

### 11.5.1. Niveles geotécnicos.

El terreno de ocupación de la balsa de riego, presenta un nivel de tierra vegetal de valor medio de profundidad de **0.35** m. Por debajo aparece un terreno de naturaleza granular gruesa hasta 2.40- 6.30 m de profundidad, que descansan sobre un tercer y ultimo nivel de naturaleza principalmente cohesiva que litologicamente esta constituido por arcilla algo limo-arenosa.

De las unidades geológicas establecidas se produce a su reagrupamiento para clasificarlas en función de sus características geotécnicas que agrupan a los distintos litotipos descritos en el anterior apartado.

Ud. Geotécnica 0	TV	Tierra vegetal
Ud. Geotécnica 1	Aluvial-Coluvial	Gravas y bolos silicios
Ud. Geotécnica 2	CRETÁCICO: *DOLOMÍAS Y / O CALIZAS SUPERIORES. * MARGAS Y ARENISCAS CON NIVELES CONGLOMERATICOS.	

*Tabla 14 Niveles geotécnicos.*

#### Unidad Geotécnica 0: Tierra Vegetal.

Esta unidad engloba a los suelos agrícolas y naturales con los rellenos artificiales, como acopios de bolos y tierras removidas, por ser de características pésimas para su empleo en obra. Sus altos contenidos en materia orgánica, su débil consistencia y como la estación de bombeo. Los altos porcentajes de materia orgánica los hacen inservibles para materiales de construcción de rellenos.

En conjunto se considera un nivel de compacidad floja y se desestima, por su deficiente y heterogénea capacidad portante, tanto por asiento como por hundimiento, el apoyo de cualquier tipo de cimentación en el mismo. Estas circunstancias determinan su eliminación, por lo que deberán ser retirados en las zonas de apoyo de los diferentes elementos.

El espesor de tierra vegetal es variable pero siempre inferior a **0.35** m. Es, en todo caso, excavable a lo largo de toda su extensión.

#### Unidad Geotécnica 1. Formación del cuaternario. Aluvial. Coluvial. Grabas y bolos silicios.

Bajo el nivel 0 se encuentra, a partir de **0.35-0.80** m y hasta **2.40-6.30** m de profundidad una compleja mezcla heterogénea de clastos silicios (arenisca y cuarcita) de tamaño grava y bolo (hasta 30 cm de tamaño máximo), con formas subredondeadas y con matriz intersticial de arenas limo-arcillosas, de baja y media plasticidad y de color marrón rojizo con tonalidades grisáceas, ocre y blanquecinas.

Son materiales con una elevada porosidad intersticial, por lo que la permeabilidad y la transmisividad del terreno es media a alta, aunque a veces se pueden ver disminuidas por la existencia de intercalaciones limo-arcillosas (drenaje por infiltración).

Este nivel puede calificarse como de compacidad densa a muy densa y adecuado, desde el punto de vista geotécnico, por su naturaleza y capacidad portante, como nivel de apoyo de cimentaciones.

#### Unidad Geotécnica 2 .Formación del Terciario .CRETÁCICO.

\*DOLOMÍAS Y / O CALIZAS SUPERIORES.

\* MARGAS Y ARENISCAS CON NIVELES CONGLOMERATICOS.

Bajo el nivel I, a partir de **2.40-6.30** m de profundidad aparece un tercer y último Nivel de naturaleza principalmente cohesiva.

## 11.6. HIDROGEOLOGÍA.

Las precipitaciones medias anuales, que oscilan entre 450 y 550 mm. En la zona baja del río Magro y superior en la zona interior mas montañosa.

La mayoría de los afloramientos de la zona son calizas y dolomías jurasicas y cretácicas que tienen un comportamiento permeable debido a su porosidad y permeabilidad secundaria, por lo que la infiltración en la mayor parte de la región es alta y potencialmente constituyen buenos acuíferos al comportarse como rocas almacén y disponer de un fondo impermeable formado por las arcillas del Keuper. Cuando esta aflora, se produce un drenaje de mayor o menor importancia en función de la extensión de afloramiento. Los tramos con baja permeabilidad, serian los constituidos por la alternancia de dolomías arcillosas y margas dolomíticas (Canomaniense Superior-Turonense). Y el Campaniense Superior. Este primer tramo separaría a otros dos claramente permeables, el del cretácico Superior y el que corresponde al Jurásico-Cretácico inferior.

El tramo impermeable Cenomaniense Inferior-Turonense, cuando se encuentran aflorante, hace que los materiales permeables limitantes queden colgados y, consecuentemente, drenados, como indica el número de puntos de agua que existen en el contacto permeable-impermeable.

El nivel impermeable del campanéense desarrolla un papel interesante al quedar generalmente en núcleos de sinclinales con flancos permeables, favoreciendo las captaciones, aunque su interés es local debido a la poca extensión de estos núcleos.

En muchas ocasiones, esta potencia de los acuíferos pierden su importancia debido a la distribución de grandes fracturas, quedando tan solo un cierto interés local. Muchas de estas fallas se encuentran jalonadas por pequeña fuentes, como en el caso de la que delimita el borde septentrional de la depresión de Dos Aguas.

En cuanto a los materiales paleógeno, aunque presentan condiciones favorables por su permeabilidad, su deposición tectónica es negativa, pero además, afloran en zonas donde el agua superficial es suficientemente abundante.

Las formaciones miocénicas, generalmente margosas, no muestran buenas condiciones hidrogeológicas, aunque localmente puedan dar lugar a pequeñas captaciones, debido a las intercalaciones arenosas y calcáreas.

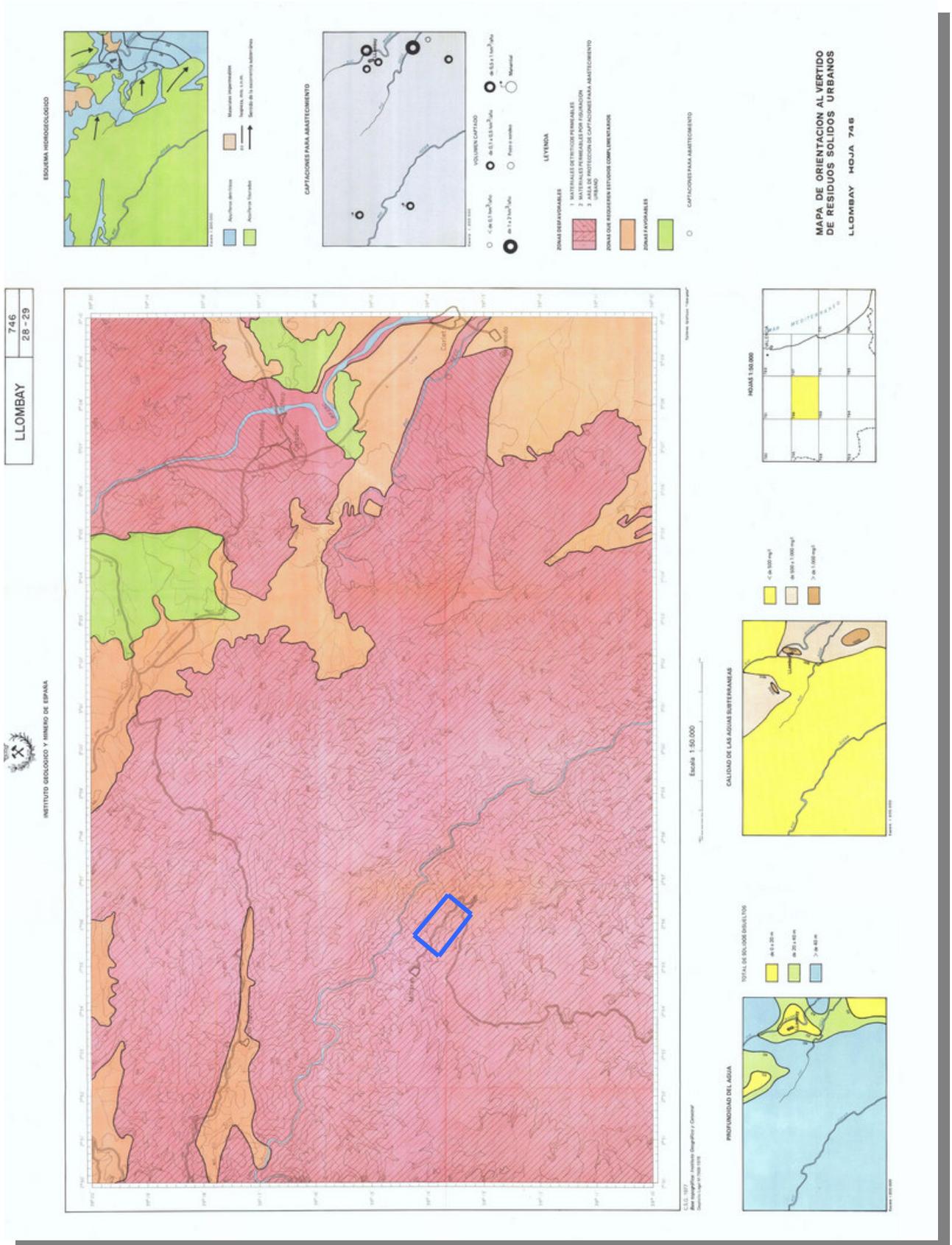
El tramo superior calcáreo es un buen nivel permeable, pero al aflorar su base impermeable queda descartado su interés.

Los depósitos cuaternarios, que en el valle del magro alcanzan cierto espesor, son bastante permeables y pueden proporcionar buenas caudales.

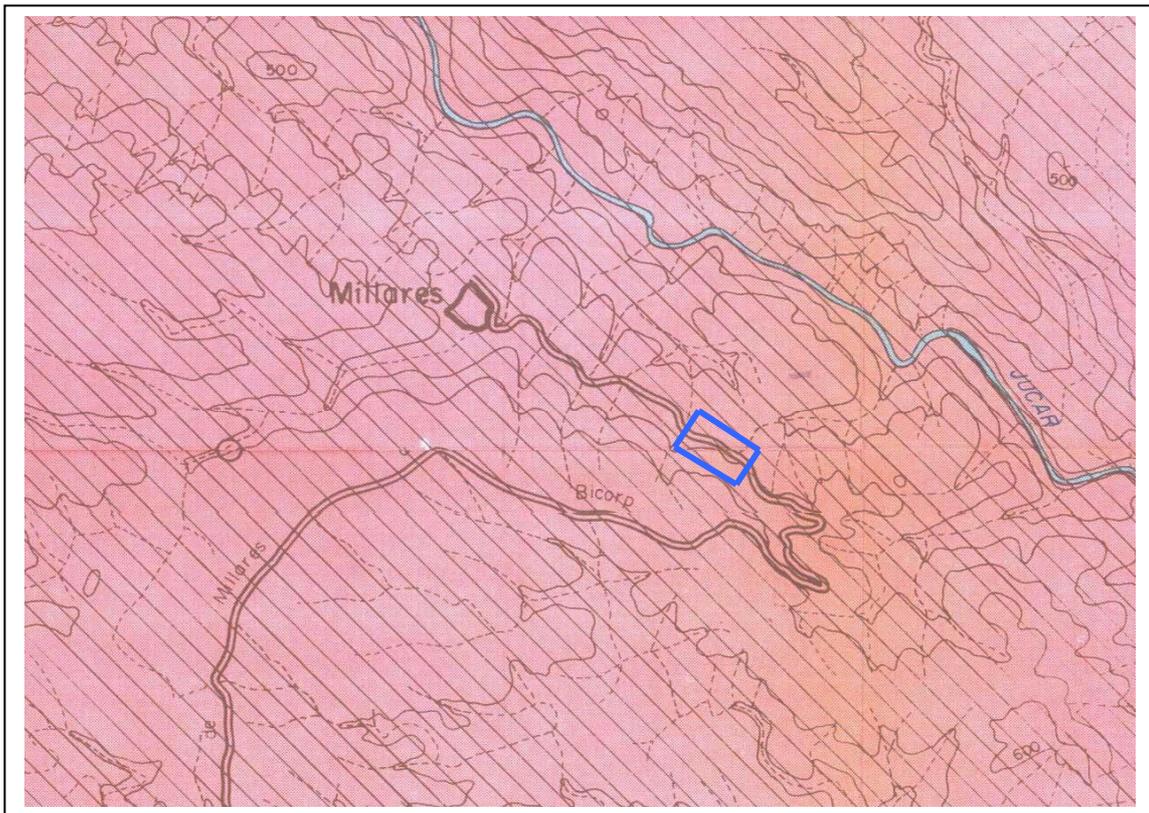
La principal acción de drenaje de las aguas infiltradas en las formaciones mesozoicas la ejerce el río Júcar, que al excavar su profundo cauce ha originado un descenso del nivel piezométrico de la zona.

Otra gran cantidad de esta agua, constituye un manto freático que bajo los depósitos miocénicos y cuaternarios se dirige hacia la costa; así pues, los puntos más interesantes hidrologicamente son aquellos donde las estructuras cretácicas quedan recubiertas por la cobertura miocénica, y en cuyos bordes se podrían alumbrar buenos caudales.

MAPA DE ORIENTACIÓN AL VERTIDO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.  
LLOMBAY, HOJA 746.E:1/50.000 Fig.54



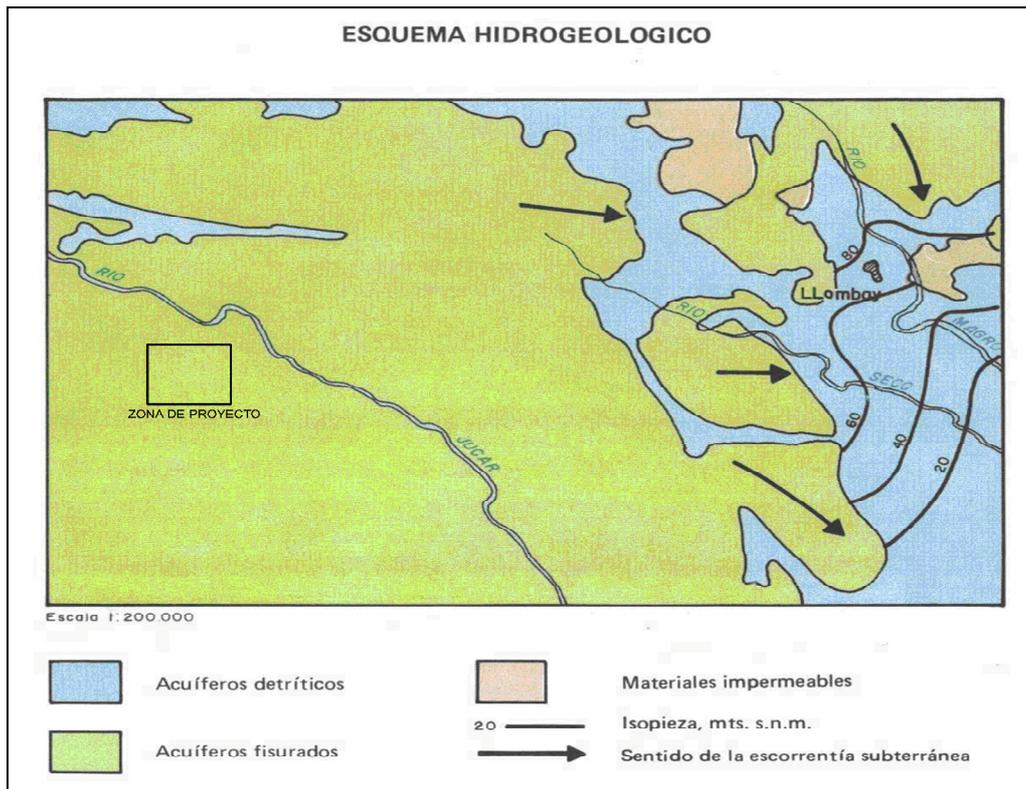
Los materiales ecológicos permeables permiten la filtración del agua al subsuelo. Así se logra la restauración de los mantos acuíferos.



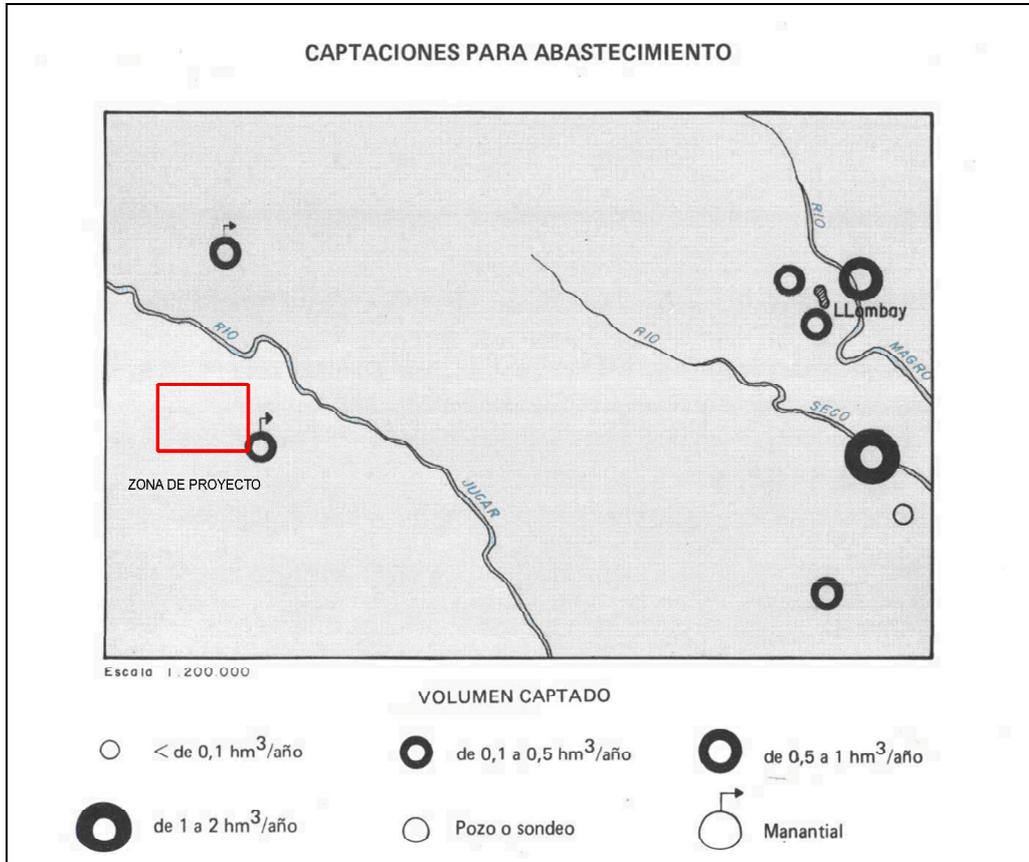
**Fig. 55. Localización de la balsa sobre el Mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos. Llobay, hoja 746.E:1/50.000**



**Fig.56 Leyenda Mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos. Llobay, hoja 746.E:1/50.000**



**Fig.57 Esquema Hidrogeológico.**



**Fig.58 Captaciones para abastecimiento.**

PROFUNDIDAD DEL AGUA EN ZONA DE PROYECTO: > de 40 m

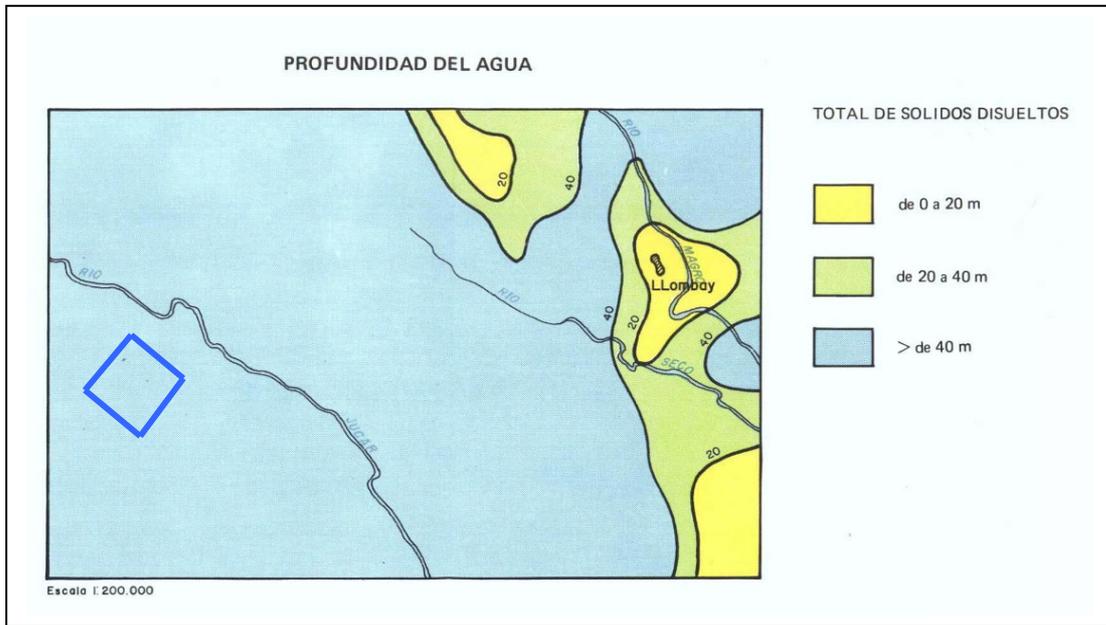


Fig.59 Profundidad del agua.

CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE PROYECTO: < de 500 mg / l

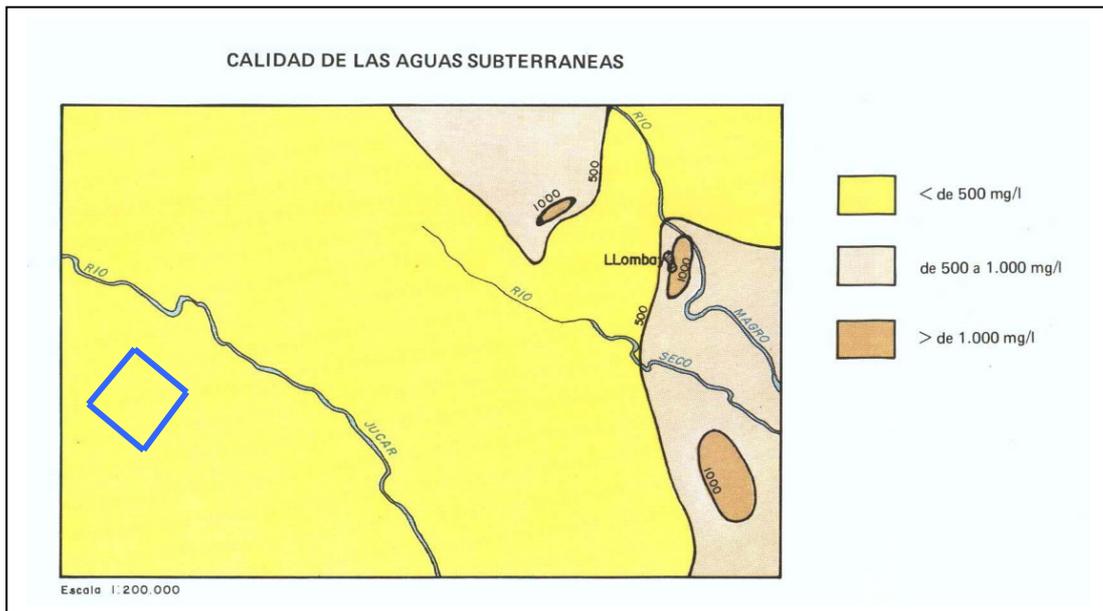


Fig.60 Calidad de las aguas.

### 11.7. SISMICIDAD.

En España las zonas de mayor riesgo sísmico se encuentran en Andalucía Oriental, Murcia y Comunidad Valenciana, y en Canarias a causa de que son islas volcánicas. Para la construcción de edificios en estas regiones es de obligado cumplimiento la norma de construcción sismorresistente **NCSE-02**.

La Norma de Construcción Sismorresistente es la normativa que regula la construcción de estructuras sismorresistentes en España. Se publica en dos partes, *General y edificación* (NCSE), y *Puentes* (NCSP). Es elaborada por la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes (CPNS). La NCSE-02 fue publicada en el BOE el 11 de octubre de 2002, cuando sustituyó a la NCSE-94. Propone un método de cálculo basado en la resistencia, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último. Esto implica que la norma trata solamente de la estabilidad de la estructura, ignorando los daños que se puedan producir en el resto de materiales y elementos del edificio. Un edificio que resiste a un sismo según NCSE puede perder todos sus muros, instalaciones y demás elementos, siempre y cuando su estructura permanezca en pie.

En el caso de edificios la normativa se aplica según la importancia del edificio. Son considerados edificios de importancia especial diferentes tipos como hospitales, parques de bomberos, comunicaciones, transportes, o grandes centros comerciales. En el caso de los edificios de importancia normal, la norma es obligatoria en zonas con una aceleración sísmica superior o igual a 0,08g, lo que sucede en las provincias de Huelva, Málaga, Granada, parte de Jaén, Almería, Región de Murcia, Alicante, Lérica y parte norte de Huesca.

En el caso de construcciones de importancia normal, el ámbito se extiende a las zonas con una aceleración sísmica igual o superior a 0,04g, lo que sucede en Andalucía, Región de Murcia, sur de la Comunidad Valenciana, costa y Pirineo de Cataluña, norte de Aragón, norte de Navarra, este del País Vasco, este de Galicia y pequeñas zonas limítrofes de Albacete y Badajoz.

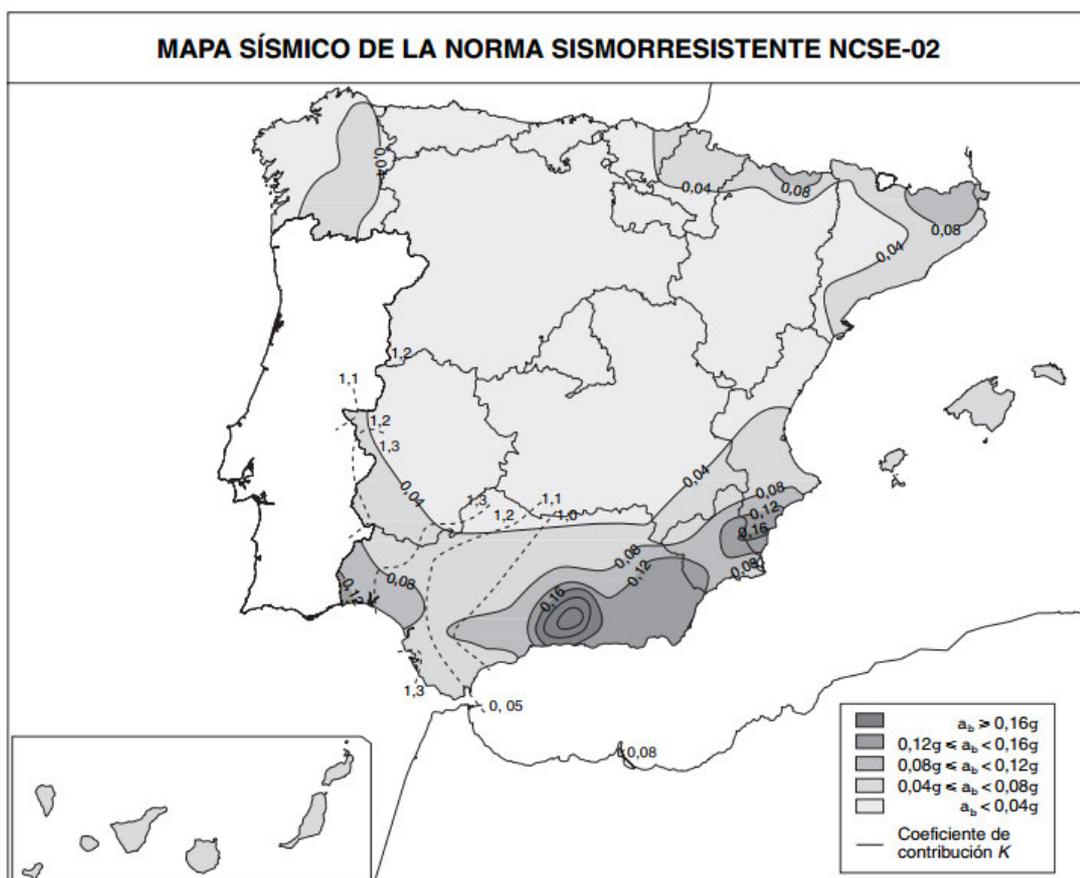


Fig.61 Mapa de peligrosidad sísmica de España.

La normativa **NCSE-02** se organiza de la siguiente manera:

**\*Capítulo 1: Generalidades.**

Define como y cuando aplicar la normativa. Es de obligatoria aplicación cuando la aceleración básica es superior a 0.08 g, lo que se da en Huelva, Málaga, Granada, Almería, Murcia, Alicante y pequeñas zonas de los Pirineos.

En edificios desfavorables al sismo es necesario calcular con aceleración básica superior a 0.04 g, lo que además de lo anterior incluye zonas de Lugo, Orense, Badajoz, Navarra, Huesca, Lérida, Barcelona, Tarragona, Valencia y toda Andalucía.

En España el punto de mayor peligrosidad sísmica se da cerca de Santa Fe (Granada), con una aceleración básica de 0.24g (siendo g la aceleración de la gravedad).

**\*Capítulo 2: Información Sísmica.**

Define qué tipo de sismo ha de resistir la estructura. Parte de una aceleración básica, que es la aceleración horizontal característica que se prevé en la zona del edificio en un periodo de retorno de 500 años. Esto no quiere decir que se espere un sismo de ese tipo cada 500 años, sino que la posibilidad de que ocurra en un año es de 1/500, lo que son conceptos muy diferentes. Esta aceleración se pondera según el tipo de terreno, la importancia de la construcción, y la respuesta elástica del edificio, para obtener una aceleración de cálculo que es la que se utilizará en la siguiente fase.

**\*Capítulo 3: Cálculo.**

Se propone el método de cálculo de la resistencia de la estructura. En este cálculo tiene una gran importancia la ductilidad de la estructura, ya que una estructura dúctil es capaz de mantener su forma después de agotarse, por lo que su fallo es menos crítico. La norma permite que las estructuras de alta ductilidad sean 4 veces menos resistentes que las estructuras frágiles.

El cálculo se realiza a partir de las características geométricas, los materiales y la configuración de la estructura del modelo se construyen las matrices de masa, amortiguación y rigidez de acuerdo a las convenciones habituales del análisis dinámico. A partir de esas matrices se puede determinar gracias al análisis modal espectral las frecuencias propias de la estructura y sus modos propios. El movimiento oscilatorio de la estructura se representa de hecho como un movimiento armónico compuesto, que en general no será periódico.

**\*Capítulo 4: Reglas de proyecto y prescripciones constructivas.**

Define cómo diseñar y ejecutar la estructura para hacerla más resistente al sismo, en especial para hacer la estructura dúctil. Muchas de las indicaciones son para estructuras de hormigón armado, ya que el hormigón puede ser un material muy dúctil o muy frágil según el diseño y los detalles constructivos utilizados.

### 11.7.1. Aceleración sísmica de cálculo.

Las acciones sísmicas en las obras de la nueva balsa, corresponden a una zona de alta intensidad I con clasificación VII para un periodo de retorno de 500 años. Teniendo en cuenta la Norma **NCSE-02** la aceleración sísmica básica correspondiente a la zona de Millares es de 0,07 g ( $K=1$ ).

Este valor es, junto otros dos factores relacionados con el tipo de obra y tipo de suelos que formarán la base de las obras, el que permite obtener la denominada aceleración sísmica de cálculo que se establece a continuación.

La **aceleración sísmica** de cálculo en el terreno ( $a_c$ ), aplicando la Norma **NCSE-02**, adopta la expresión:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Siendo:

$a_b$  = La aceleración sísmica básica.

$\rho$  = el coeficiente adimensional de riesgo que adopta un valor de 1,3 para obras de especial importancia como son los almacenamientos de agua para abastecimiento.

$S$  = el coeficiente de amplificación del terreno, que tomará valores en función del valor de las dos primeras variable.

Tenemos:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1g \quad \Rightarrow \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g \Rightarrow \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1\right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1,25}\right)$$

$$\text{Para } 0,4g \leq \rho \cdot a_b \quad \Rightarrow \quad S = 1,0$$

En nuestro caso el valor  $a_b = 0.07$  g para el término municipal de Millares. Sustituyendo en la expresión, tendremos:

$$\rho \cdot a_b = 1,3 \cdot 0,07 = 0,09g$$

Por lo tanto, el resultado está comprendido:  $\leq 0.1g$

Adoptamos la primera expresión de las tres indicadas anteriormente. Tendremos:

El valor  $C$  de la expresión corresponde al denominado **Coficiente del terreno** que puede presentar según la Norma diferentes valores según los terrenos.

### 11.7.2. Clasificación de los terrenos.

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $v_s > 750 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $v_s \leq 200 \text{ m/s}$ .

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE " C "
I	1
II	1,3
III	1,6
IV	2

**Tabla 15** Coeficientes del terreno

Para la zona de estudio se toma el valor de 1,3 que corresponde a alternancias de terrenos de tipo II.

Resolviendo dicha expresión:

$$S = \frac{C}{1,25} = \frac{1,3}{1,25} = 1,04 \quad \text{se obtiene: } \mathbf{S = 1,04}$$

De acuerdo con la citada Norma de Construcción, las aceleraciones sísmicas básicas de la zona de estudio corresponden a; ( $a_b = 0,07g$ ), por lo que la aceleración sísmica de cálculo (aceleración horizontal de cálculo) será:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b \quad a_c = 1,04 \cdot 1,3 \cdot 0,07 = 0,095g \quad \text{o bien} \quad a_c = 0,9m/s^2$$

Además, a efectos de cálculos, la componente vertical de la aceleración, se supondrá que es un 70% de la componente horizontal indicada anteriormente.

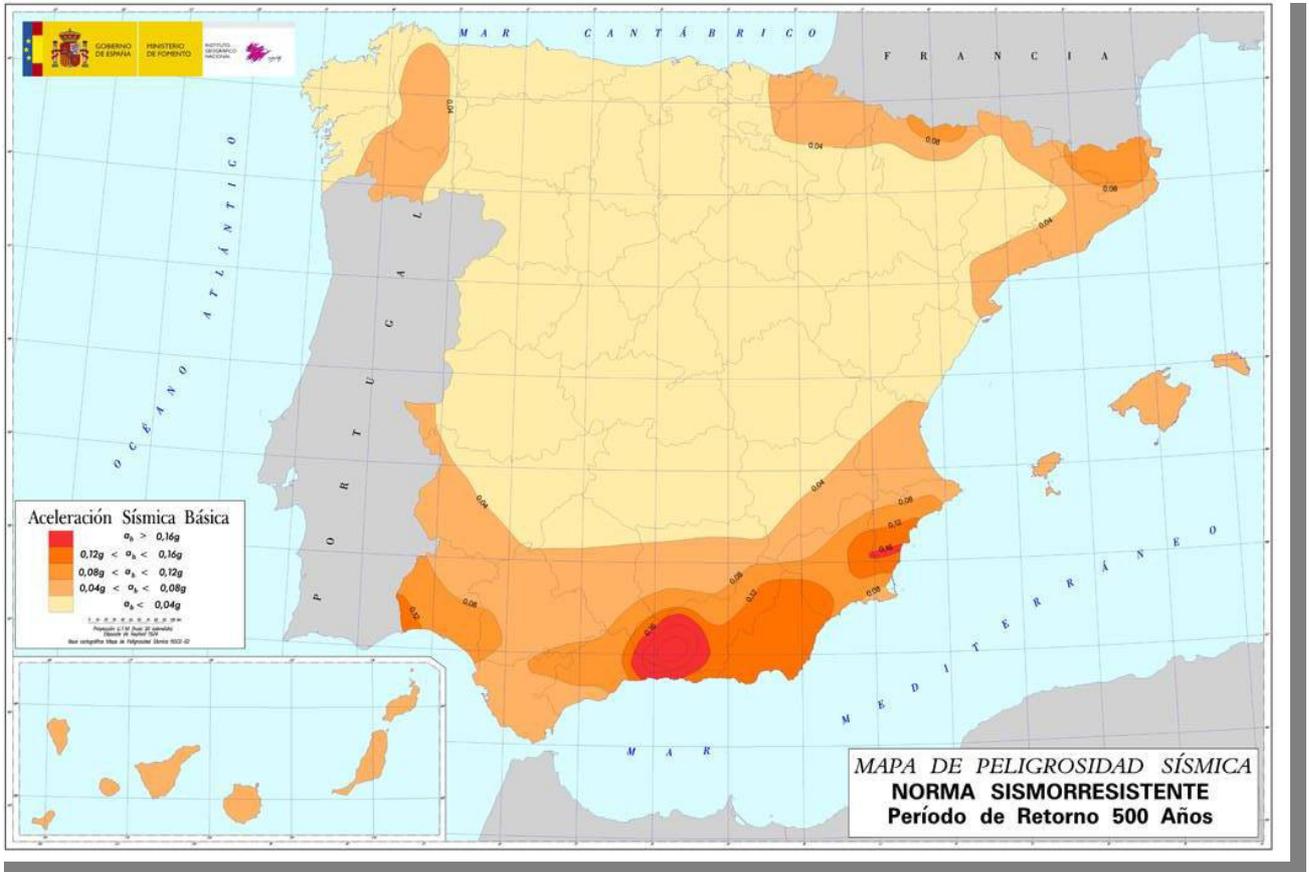


Fig.62; Mapa de peligrosidad sísmica



Fig.63 Leyenda; Mapa de peligrosidad sísmica.

## 12. TOPOGRAFÍA.

### 12.1. INTRODUCCIÓN.

El sistema de referencia para la cartografía utilizado es el ETRS89 y la proyección UTM en la zona 30 Norte. El levantamiento se realiza en RTK, utilizando el sistema de telefonía. Para el diseño de la balsa se ha realizado un levantamiento topográfico, con GPS Leica 1200.

Para el tratamiento de los datos de GPS, se ha utilizado el programa Leica Geo Office.

### 12.2.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

El movimiento de tierras es una de las partidas más costosas de un presupuesto por lo que es más que interesante compensar los volúmenes de desmonte y terraplén evitando transporte de materiales y aprovechando los resultantes de la excavación en lo posible. Y se reserva la capa vegetal para las futuras plantaciones.

El movimiento de tierras constará de los siguientes apartados:

1. El desbroce de plantas y vegetación existente; limpieza del terreno y retirada a vertedero del material sobrante. La tierra vegetal se guardará para su posterior reutilización en la protección de taludes mediante su revestimiento.

2. Excavación de la zanja y preparación de la misma, para alojar las tuberías de entrada.

3. La excavación en desmonte con medios mecánicos de material excavable, ripable y posterior transporte a la zona de terraplén.

4. Compactación y formación de taludes que forman los diques de la balsa. Para ello se procede al extendido del material por capas de hasta 40 cm de espesor con riego y apisonado al 98% del P.M., seleccionando el material y disponiendo los elementos de gran tamaño en el talud exterior.

5. Rasanteo del talud interior para evitar posibles punzonamientos en la lámina impermeabilizante.

6. El coeficiente de esponjamiento medio a tener en cuenta tanto para el terraplén como para el transporte a vertedero es de 1,15.

Volumen de desmonte ( $m^3$ )	<b>7108.13</b>
Volumen de Terraplén ( $m^3$ )	<b>1603.67</b>
Volumen de transporte ( $m^3$ )	<b>5504.46</b>

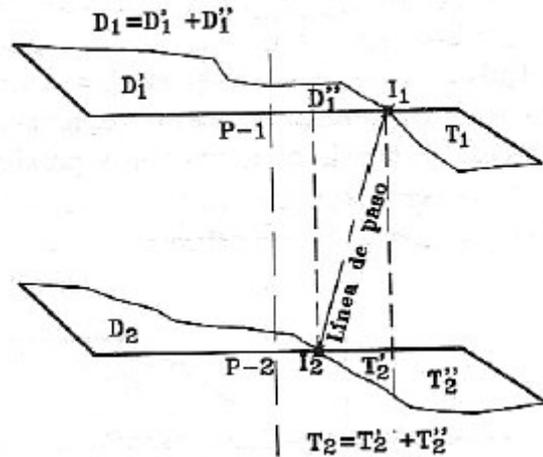
*Tabla 16 Valores del movimiento de tierras.*

12.2.1. Cálculo del movimiento de tierras.

Los perfiles de nuestro proyecto tiene parte en desmonte y parte en terraplén; pero ambos hacia el mismo lado.

El método de cálculo a utilizar será; "Método de la línea de paso".

Las superficies enfrentadas y separadas por esta línea serán las que usaremos para calcular el volumen.



Las formulas a utilizar serán:

Volumen de Desmonte  $\Rightarrow V_D = \left( \frac{D_1 + D_2}{2} \right) \cdot d$

Fig.64 Caso en que los dos perfiles tienen parte de su superficie en desmonte y parte en terraplén, pero ambas hacia un mismo lado

Volumen de Terraplén  $\Rightarrow V_T = \left( \frac{T_1 + T_2}{2} \right) \cdot d$

PERFILES	PK	DISTANCIA	ÁREA (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN (m <sup>3</sup> )			
			DESMONTE	TERRAPLÉN	PARCIAL		TOTAL	
					DESMONTE	TERRAPLÉN	DESMONTE	TERRAPLÉN
P1	Pk 0+00		143,15		672,63			
				3,46		36,45		
P2	Pk 0+05	5	125,9		665,1			
				11,12		68,13		
P3	Pk 0+10	5	140,14		713,45			
				16,13		93,2		
P4	Pk 0+15	5	145,24		700,23			
				21,15		145,15		
P5	Pk 0+20	5	134,85		686,93			
				36,91		237,53		
P6	Pk 0+25	5	139,92		779,2			
				58,1		282,95		
P7	Pk 0+30	5	171,76		886,55			
				55,08		262,05		
P8	Pk 0+35	5	182,86		864,3			
				49,74		218,15		
P9	Pk 0+40	5	162,86		740,15			
				37,52		169,38		
P10	Pk 0+45	5	133,2		399,6			
				30,23		90,69		
P11	Pk 0+47	3	133,2				7108,13	1603,67
				30,23				

Tabla 15. Valores de superficie en desmonte y terraplén. Volúmenes totales.

## 12.3. LISTADO DE COORDENADAS LEVANTAMIENTO TERRENO NATURAL.

PTO	X	Y	Z	código
3	693.925.132	4.344.589.793	362.802	c2
4	693.923.052	4.344.586.036	363.214	c2
5	693.926.332	4.344.583.453	363.540	c2
6	693.933.302	4.344.582.441	363.149	c2
7	693.944.160	4.344.579.020	363.177	c2
8	693.953.582	4.344.574.497	363.340	c2
9	693.963.019	4.344.568.211	363.733	c2
10	693.971.184	4.344.562.673	363.730	c2
11	693.975.703	4.344.559.434	363.265	c2
12	693.977.804	4.344.555.898	363.388	c2
13	693.979.942	4.344.543.584	365.247	c2
14	693.979.301	4.344.546.305	365.462	c2
15	693.973.879	4.344.552.117	366.178	c2
16	693.962.055	4.344.562.545	366.826	c2
17	693.947.192	4.344.570.083	366.838	c2
18	693.922.283	4.344.579.112	366.825	c2
19	693.920.646	4.344.577.017	366.977	c2
20	693.919.970	4.344.571.717	369.021	p3
21	693.930.386	4.344.567.528	369.205	p3
22	693.932.985	4.344.572.015	367.428	p2
23	693.951.111	4.344.563.693	367.582	p2
24	693.952.554	4.344.557.676	369.515	p3
25	693.956.157	4.344.555.142	369.404	p3
26	693.961.442	4.344.551.700	369.008	p3
27	693.968.176	4.344.540.797	369.212	p3
28	693.970.884	4.344.528.313	370.224	p3
29	693.973.843	4.344.522.639	370.146	p3
30	693.977.115	4.344.515.720	370.149	p3
31	693.977.922	4.344.513.021	370.442	p3
32	693.982.644	4.344.507.332	370.322	p3
33	693.985.916	4.344.505.821	369.353	p3
34	693.997.449	4.344.507.138	370.734	p3
35	693.999.353	4.344.509.021	369.969	p3
36	694.007.575	4.344.509.848	370.448	p3
37	694.001.320	4.344.507.684	371.553	p3
38	693.999.348	4.344.506.029	372.443	p3

PTO	X	Y	Z	código
39	693.982,362	4.344.504,918	371,355	p3
40	693.979,522	4.344.507,992	372,029	p3
41	693.976,149	4.344.511,071	372,623	p3
42	693.972,061	4.344.517,219	371,992	p3
43	693.967,650	4.344.525,785	373,115	p3
44	693.962,382	4.344.537,557	372,308	p3
45	693.960,550	4.344.543,458	371,765	p3
46	693.956,170	4.344.550,664	371,308	p3
47	693.949,430	4.344.557,269	371,227	p3
48	693.920,274	4.344.569,304	371,390	p3
49	693.918,307	4.344.566,663	371,424	p3
50	693.942,460	4.344.556,403	371,214	p3
51	693.953,451	4.344.549,130	371,491	p3
52	693.959,081	4.344.535,828	372,734	p3
53	693.963,266	4.344.525,704	373,643	p3
54	693.969,457	4.344.514,099	373,302	p3
55	693.971,771	4.344.508,489	372,608	p3
56	693.971,709	4.344.500,521	372,693	p3
57	693.974,255	4.344.499,087	372,625	p3
58	693.994,192	4.344.501,179	373,000	p3
59	694.001,570	4.344.501,744	373,534	p3
60	694.002,969	4.344.504,335	372,977	p31
61	694.007,363	4.344.507,733	371,625	p31
62	694.010,818	4.344.508,919	371,565	p31
63	694.014,813	4.344.508,810	372,017	p31
64	694.014,497	4.344.512,234	371,805	c4
65	694.007,914	4.344.512,294	371,123	c4
66	693.995,560	4.344.513,057	369,955	c4
67	693.987,472	4.344.512,295	370,145	c4
68	693.983,908	4.344.514,816	370,053	c4
69	693.977,992	4.344.522,472	369,754	c4
70	693.977,536	4.344.523,639	370,377	c4
71	693.981,794	4.344.521,646	367,982	c4
72	693.984,797	4.344.516,065	368,286	c4
73	693.986,681	4.344.514,551	368,253	c4
74	693.992,588	4.344.515,764	367,811	c4
75	693.997,132	4.344.515,763	368,581	c4

PTO	X	Y	Z	código
76	694.008.255	4.344.517.196	369.088	c4
77	694.011.754	4.344.518.215	369.411	c4
78	694.021.323	4.344.518.448	369.542	c4
79	694.021.706	4.344.514.654	370.190	c4
80	694.014.606	4.344.514.145	369.569	c4
81	694.012.041	4.344.514.313	370.149	c4
82	694.001.063	4.344.515.245	368.508	c4
83	694.032.137	4.344.521.895	369.458	c5
84	694.021.562	4.344.523.707	369.261	c5
85	694.011.536	4.344.523.843	368.726	c5
86	693.999.442	4.344.521.651	368.500	c5
87	693.989.858	4.344.522.603	367.748	c5
88	693.983.893	4.344.525.876	368.544	c5
89	693.981.179	4.344.528.436	368.935	c5
90	693.979.665	4.344.538.549	366.771	c5
91	693.980.266	4.344.541.558	366.001	c5
92	693.982.877	4.344.537.225	366.454	c5
93	693.988.664	4.344.530.380	365.406	c5
94	693.990.492	4.344.528.710	365.444	c5
95	693.995.208	4.344.528.099	365.843	c5
96	693.998.998	4.344.526.989	366.229	c5
97	694.001.197	4.344.525.273	366.708	c5
98	694.010.164	4.344.527.275	366.824	c5
99	694.017.137	4.344.527.709	366.995	c5
100	694.024.089	4.344.527.529	367.157	c5
101	694.023.013	4.344.525.059	368.011	p6
102	694.017.587	4.344.525.957	368.273	p6
103	693.996.311	4.344.523.021	367.204	p6
104	693.992.183	4.344.523.252	366.617	p6
105	693.987.281	4.344.525.675	366.565	p6
106	693.984.256	4.344.528.372	366.882	p6
107	693.981.925	4.344.532.130	367.148	p6
108	693.980.908	4.344.536.259	366.666	p6
109	693.988.304	4.344.529.716	366.891	p6
110	693.992.246	4.344.526.473	366.745	p6
111	693.997.641	4.344.525.374	366.302	p6
112	694.015.037	4.344.531.477	366.147	c6
113	694.008.065	4.344.532.113	366.290	c6

PTO	X	Y	Z	código
114	694.001.920	4.344.530.809	367.054	c6
115	693.993.092	4.344.532.446	365.788	c6
116	693.987.553	4.344.537.101	365.371	c6
117	693.982.604	4.344.543.822	365.862	c6
118	693.981.939	4.344.551.591	364.641	c6
119	693.979.993	4.344.557.014	363.867	c6
120	693.978.347	4.344.560.368	363.537	c6
122	693.979.175	4.344.550.733	364.652	r1
123	693.979.371	4.344.544.169	365.695	r1
124	693.983.152	4.344.535.328	365.900	r1
125	693.988.740	4.344.532.323	365.460	r1
126	693.992.368	4.344.529.389	365.474	r1
127	693.999.680	4.344.528.713	365.763	r1
128	694.011.406	4.344.529.357	366.274	r1
129	694.022.377	4.344.530.749	366.590	r1
130	694.032.260	4.344.528.417	366.763	r1
131	694.033.297	4.344.531.735	366.619	c9
132	694.023.861	4.344.535.147	365.906	c9
133	694.012.783	4.344.538.590	364.501	c9
134	694.003.432	4.344.540.493	364.276	c9
135	693.992.684	4.344.541.971	363.232	c9
136	693.987.684	4.344.543.054	363.350	c9
137	693.989.044	4.344.537.877	363.778	c9
138	693.992.145	4.344.534.363	363.498	c9
139	693.996.042	4.344.534.450	363.647	c9
140	694.004.358	4.344.532.301	364.398	c9
141	694.010.621	4.344.533.444	364.042	c9
142	694.015.742	4.344.533.829	365.489	c9
143	694.017.483	4.344.533.297	365.660	c9
144	693.980.854	4.344.524.818	368.549	c11
145	693.977.273	4.344.527.248	369.578	c11
146	693.973.600	4.344.535.733	368.592	c11
147	693.971.515	4.344.542.214	368.974	c11
150	694.021.378	4.344.505.668	374.670	c19
151	694.013.094	4.344.505.851	373.726	c19
152	694.006.123	4.344.505.480	373.216	c19
153	694.002.829	4.344.504.246	373.229	c19
155	693.990.502	4.344.505.159	373.444	c19

PTO	X	Y	Z	código
156	693.982.226	4.344.504.741	372.746	c19
160	693.978.849	4.344.508.414	372.109	c19
161	693.975.533	4.344.511.593	372.245	c19
162	693.970.615	4.344.519.514	372.857	c19
163	693.967.380	4.344.525.926	373.285	c19
164	693.961.973	4.344.537.568	373.346	c19
165	693.959.891	4.344.543.933	372.184	c19
166	693.955.428	4.344.551.236	371.398	c19
167	693.956.339	4.344.553.059	370.267	p12
168	693.960.878	4.344.545.859	370.486	p12
169	693.963.283	4.344.540.038	370.996	p12
170	693.965.547	4.344.535.095	371.267	p12
171	693.970.020	4.344.530.222	370.155	p12
172	693.972.479	4.344.524.694	370.640	p12
173	693.975.860	4.344.517.977	370.707	p12
174	693.977.403	4.344.514.175	370.290	p12
175	693.976.615	4.344.513.166	370.543	p12
176	693.973.310	4.344.519.341	372.229	p12
177	693.979.651	4.344.564.167	363.247	c18
178	693.971.936	4.344.568.583	363.889	c18
179	693.958.135	4.344.577.609	362.999	c18
180	693.950.605	4.344.582.002	363.083	c18
181	693.934.899	4.344.586.793	363.718	c18
182	693.980.745	4.344.558.823	363.198	c14
183	693.986.266	4.344.553.982	362.626	c14
184	693.990.083	4.344.547.216	361.870	c14
185	693.991.145	4.344.544.142	361.763	c14
186	693.994.211	4.344.543.562	361.755	c14
187	693.999.251	4.344.543.283	362.495	c14
188	694.004.577	4.344.543.000	362.309	c14
189	694.018.617	4.344.539.691	362.853	c14
190	694.023.035	4.344.546.535	362.515	p14
191	694.013.290	4.344.550.627	362.120	p14
192	694.006.750	4.344.553.403	361.374	p14
193	694.004.048	4.344.549.405	362.043	p14
194	694.000.460	4.344.544.999	361.714	p14
195	693.998.973	4.344.545.589	361.190	p14
196	693.999.070	4.344.549.975	360.865	p14

PTO	X	Y	Z	código
197	693.993.767	4.344.551.468	361.371	p14
198	693.991.216	4.344.552.411	361.021	p14
199	694.000.903	4.344.549.306	361.179	p13
200	694.003.963	4.344.554.856	359.636	p13
201	694.004.329	4.344.556.828	358.851	p13
202	694.002.849	4.344.557.442	358.231	p13
203	694.002.690	4.344.558.821	358.522	p13
204	693.992.967	4.344.564.206	358.370	p13
205	693.988.816	4.344.564.523	358.104	p13
206	693.979.776	4.344.575.758	358.014	p13
207	693.964.332	4.344.588.848	356.802	p13
208	693.951.231	4.344.596.404	355.780	p15
209	693.951.557	4.344.598.446	355.750	p15
210	693.954.148	4.344.602.946	355.778	p15
211	693.966.870	4.344.593.393	356.882	p15
212	694.023.959	4.344.505.679	374.650	c25
213	694.024.171	4.344.508.588	372.020	p31
214	694.024.309	4.344.512.010	371.800	c41
215	694.023.954	4.344.502.525	373.500	p3
216	694.026.084	4.344.514.045	370.200	c41
217	694.029.297	4.344.517.382	369.500	c41
218	694.033.598	4.344.533.921	363.403	r1
219	694.035.641	4.344.541.053	362.915	r1
220	694.032.185	4.344.523.164	368.110	r1
221	694.032.557	4.344.525.964	367.100	r1
222	694.006.926	4.344.553.817	359.850	MURO
223	694.013.465	4.344.551.042	360.520	MURO
224	694.023.212	4.344.546.949	360.915	MURO
225	694.035.821	4.344.541.466	361.915	MURO
226	693.967.694	4.344.592.815	356.902	MURO
227	693.983.138	4.344.579.725	358.014	MURO
228	693.925.264	4.344.590.223	361.802	MURO
229	693.935.031	4.344.587.223	362.718	MURO
230	693.950.786	4.344.582.417	362.083	MURO
231	693.958.372	4.344.577.992	361.999	MURO
232	693.972.171	4.344.568.967	362.889	MURO
233	693.979.875	4.344.564.558	362.247	MURO
234	693.979.958	4.344.564.508	362.247	MURO

PTO	X	Y	Z	código
235	693.991.411	4.344.552.712	360.021	MURO
236	693.993.875	4.344.551.801	360.371	MURO
237	693.999.165	4.344.550.312	359.865	MURO
238	693.963.281	4.344.587.324	356.750	r1
239	693.978.626	4.344.574.753	357.940	r1

**Tabla 16** Listado de coordenadas levantamiento topográfico.



**Fig.65** Levantamiento topográfico superpuesto sobre vista desde Google Earth.

### 13. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

Tendremos que tener en cuenta el condicionante de que la cota nivel máximo de agua, ( la línea piezométrica) de la balsa, con respecto a la zona regable sea como mínimo igual o superior a 25 m respecto a estas. Condicionante que se cumple en un 90%. Las parcelas que no cumplan este condicionante no se podrán regar en un principio.

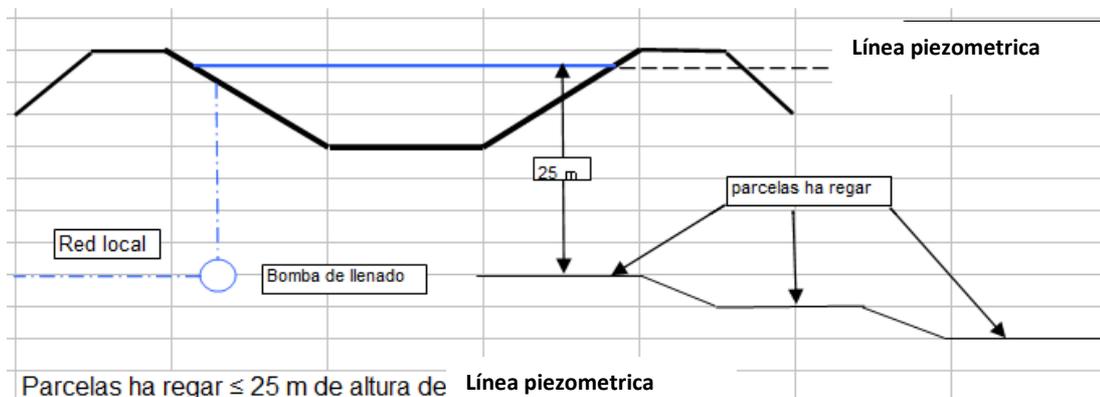


Fig.66 Esquema del desnivel mínimo entre balsa y parcelas a regar.

#### 13.1. RECURSOS

##### DISPONIBLES.

Toda la construcción del dique se realizará con material procedente de la excavación en desmonte a cielo abierto mediante ripado.

No se prevé la necesidad de empleo de explosivos, pero sí se prevé que haya que utilizar martillo picador para volúmenes de costras calcáreas, que conforman potentes lentejones puntualmente localizados..

Los hormigones podrán traerse de planta emplazada en las cercanías o fabricarse "in situ" con los métodos de control adecuados. Las láminas impermeabilizantes se fabrican en España por varias empresas y su instalación se encomendará a personal especializado.

Las distintas tuberías y accesorios proyectados, también se encuentran en el mercado nacional y para su instalación existen equipos especializados en la zona.

#### 13.2.- ENTRADA Y SALIDA DEL AGUA DE LA Balsa.

El agua será llevada desde la red local existente en la zona, desde la caseta particular más próxima, realizando un enganche a dicha red. Mediante tubería, que partirá desde una arqueta principal y utilizando una estación de bombeo. Antes de entrar el agua en la balsa se realizará una arqueta que amortigüe la velocidad del agua y evite erosiones intensas.

La tubería que nutre de agua a la balsa se calcula para un caudal de diseño de 3,2 L/s, a la arqueta principal. Por lo tanto se deben transportar entre la arqueta principal y la balsa, 3.2 L de agua por segundo a una distancia de 175 m. Para ello se han elegido tubos de PVC liso, con Unión elástica, que se comercializan en barras de 6 m. Se ha escogido este material por ser relativamente barato, y adaptarse a las dimensiones y trazados proyectados. Se ha optado por un diámetro nominal de 300 mm, con un espesor de pared de 3 mm. Se enterrará en zanjas con la generatriz superior del tubo a un metro de profundidad.

### 13.3. CARACTERÍSTICAS DE LA Balsa.

En el sector se proyecta una balsa de acumulación con una capacidad de almacenamiento total de unos  $2728 \text{ m}^3$  y  $5,5 \text{ m}$  de altura de agua embalsada, más de  $1 \text{ m}$  de resguardo.

Se construirá de tierra. La obra de la balsa comenzará con el desbroce de la superficie y posterior excavación en la zona del vaso, ejecución de los terraplenes, colocación de la toma de fondo con la obra de entrada y de salida así como la colocación de la red de drenaje y tuberías con las que cuentan. Después se procederá a la ejecución del aliviadero. Posteriormente se instalará el sistema de impermeabilización de la balsa (fondo y taludes), que constará de una geomembrana de polietileno de alta densidad y colocada sobre un geotextil que la amortigüe sobre el terreno.

El geotextil, tiene como función, separar, drenar, filtrar y proteger a la geomembrana de una posible perforación, debido a la posible presencia de cantos en el terreno del vaso de la balsa.

El anclaje de las láminas tendrá que realizarse en la coronación del talud, empleando para ello una franja periférica. Dicha franja se cavará a un metro de la cresta del talud, y será de unas dimensiones mínimas de  $40 \times 40 \text{ cm}$ , e irá rellena de hormigón. En la zanja se anclan tanto la lámina de polietileno de alta densidad de  $2 \text{ mm}$  como el geotextil de  $200 \text{ g/m}^2$ . Sobre el dado de anclaje para las dos capas que forman la Impermeabilización de la balsa, se coloca una pieza de hormigón prefabricado que sirve de pretil de coronación. Para evitar el levantamiento de la lámina por efecto de la succión del aire en la parte superior del talud, el anclaje de la misma, se complementará con la colocación de unos lastres de hormigón prefabricado, para evitar el levantamiento de la lámina de los taludes de la balsa. La colocación de este tipo de lastres de hormigón prefabricado cumple con la función de anclaje deseada, evitándose con este sistema problemas de ejecución y garantizando la impermeabilidad, que puede verse comprometida con la ejecución de otros sistemas de anclaje.

Para el dimensionamiento de la balsa y sus elementos principales previamente se establecen unas características de diseño.

Se proyecta una balsa de forma rectangular próxima a las parcelas a regar pero a mayor cota. La instalación que permite llevar el agua para que sea almacenada en la balsa, así como la que se encarga de ponerla a disposición de sus usuarios será tanto más barata y sencilla, cuanto menores sean las distancias que la separan de dichas fuentes y zonas regables. Además es una zona de fácil acceso a través de la carretera existente CV 580.

La forma rectangular simplifica mucho los cálculos y facilita colocar la lámina de impermeabilización aprovechando los ángulos rectos. Por esto la superficie de la balsa ha de adaptarse a la forma y dimensiones de las parcelas disponibles.

Según el estudio geotécnico se aconseja el nivel 1 como el más aconsejable para apoyar nuestra infraestructura. De esta manera limitamos la profundidad de vaso y según la IGP del Ministerio de MA del 2006, definimos un resguardo de  $1 \text{ metro}$  y una altura de agua embalsada definitivamente de  $5.5 \text{ m}$ .

La inclinación de los taludes interiores y exteriores dependerá de las aptitudes que presente el suelo empleado como elemento resistente. La geometría resultante fluctúa en torno a unos valores acotados entre máximos y mínimos difícilmente rebasables. Así el ángulo del talud interior estará casi siempre comprendido entre valores de  $ctg$  superiores a  $2,00$  e inferiores a  $3,50$ ; mientras que en el plano exterior los valores de  $ctg$  estén comprendidos entre  $1,50$  y  $3,00$ . La solera de la balsa también tendrá una pequeña pendiente, entre  $0,5\%$  y  $1\%$  que facilite la limpieza y vaciado.

**13.3.1. Calculo del tiempo de llenado de la balsa:**

Utilizando la expresión:

$$\left( \frac{3,2 \frac{L}{s} \cdot 3600 \frac{s}{h} \cdot 24 \frac{h}{dia}}{1000 \frac{L}{s}} \right) = 276,48 m^3$$

Si la capacidad útil de la balsa es de **2728 m<sup>3</sup>**, necesitaremos;

$$N^{\circ} \text{ dias} = \left( \frac{2728 m^3}{276.48 m^3} \right) = 9,9 \equiv 10 \text{ dias}$$

**13.3.2. Características geométricas.**

<b>*Cota de coronación dique:</b>	<b>365.5</b> m
<b>*Cota de fondo balsa:</b>	<b>359</b> m
<b>*Cota nivel máximo de agua:</b>	<b>364.5</b> m
<b>*Cota nivel mínimo agua:</b>	<b>359</b> m
<b>*Resguardo:</b>	<b>1</b> m
<b>*Talud interior:</b>	<b>2 H / 1 V</b>
<b>*Talud exterior :</b> Terraplen: 1.5 H /1V Desmorte: 1 H /1V	
<b>*Superficie de fondo de balsa:</b>	<b>56</b> m <sup>2</sup>
<b>*Superficie lámina de agua a nivel máximo:</b>	1.189,5 m <sup>2</sup>
<b>*Superficie total de ocupación del vaso:</b>	<b>936</b> m <sup>2</sup>
<b>*Volumen total de vaso (a cota de coronación):</b>	4047,88 m <sup>3</sup>
<b>*Volumen útil agua:</b>	<b>2728</b> m <sup>3</sup>
<b>*Volumen de desmorte:</b>	<b>7108.13</b> m <sup>3</sup>
<b>*Volumen de terraplén:</b>	<b>1603.67</b> m <sup>3</sup>
<b>*Anchura de coronación:</b>	<b>3.5</b> m
<b>*Anchura del camino de coronación:</b>	<b>3</b> m
<b>*Longitud del camino de coronación.:</b>	<b>146.56</b> m
<b>*Berma en talud de terraplén:</b>	<i>Sin Berma.</i>
<b>*Berma en talud de desmorte:</b>	<i>Sin Berma</i>

Tabla 17 Las características geométricas de la balsa de acumulación.

13.4. CAPACIDAD Y DIMENSIONES DE LA Balsa.

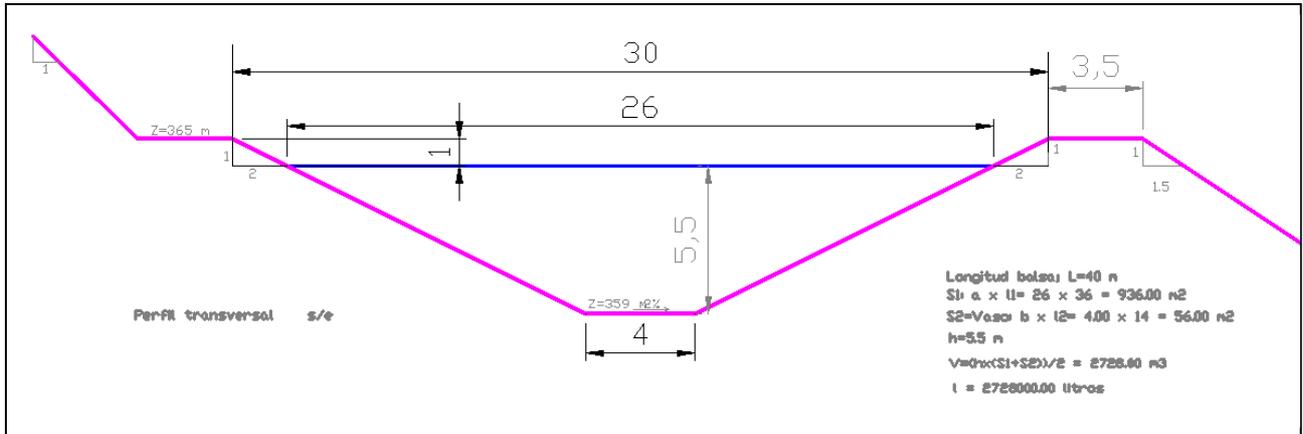


Fig.67 Sección transversal de la balsa. S/E. Corte A-A'

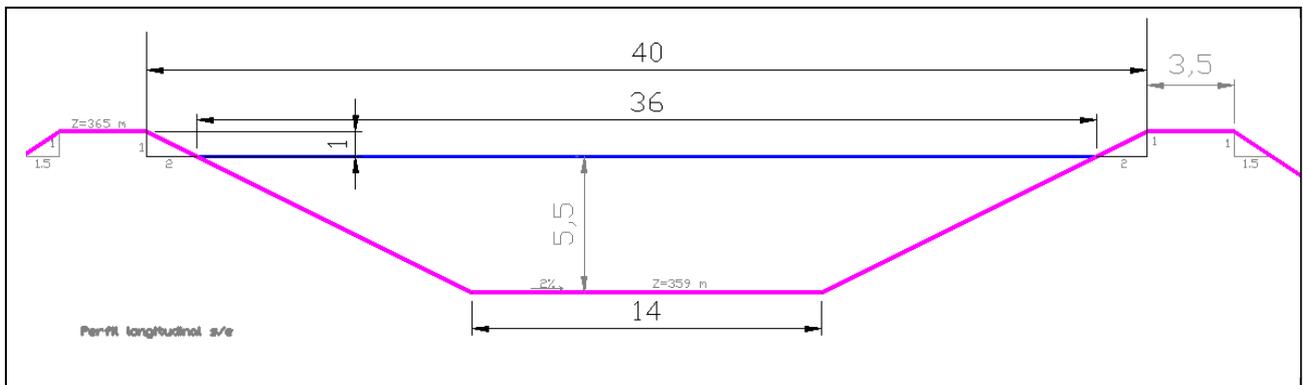


Fig.68 Sección longitudinal de la balsa. S/E. Corte B-B'

- L = Longitud de la superficie de resguardo = 36 m**
- a = Ancho en superficie de resguardo = 26m**
- l = Longitud del vaso = 14 m**
- b = Anchura del vaso = 4 m**
- h = Altura útil máxima = 5.5 m**
- H= Altura máxima del vaso = 6.5 m**

$$S_1 = L \cdot a = 36 \cdot 26 = 936m^2 \quad ; \quad S_2 = l \cdot b = 14 \cdot 4 = 56m^2$$

$$Volumen = h \cdot \left( \frac{S_1 + S_2}{2} \right) = 5.5 \cdot \left( \frac{936 + 56}{2} \right) = 2728m^3$$

					m <sup>2</sup>		m <sup>3</sup>	
L	l	a	b	h	Superficie-1	Superficie-2	Volumen	litros
38	16	28	6	5,5	936	56	<b>2728</b>	27280000

Tabla 18 Volumen útil de capacidad de agua almacenada.

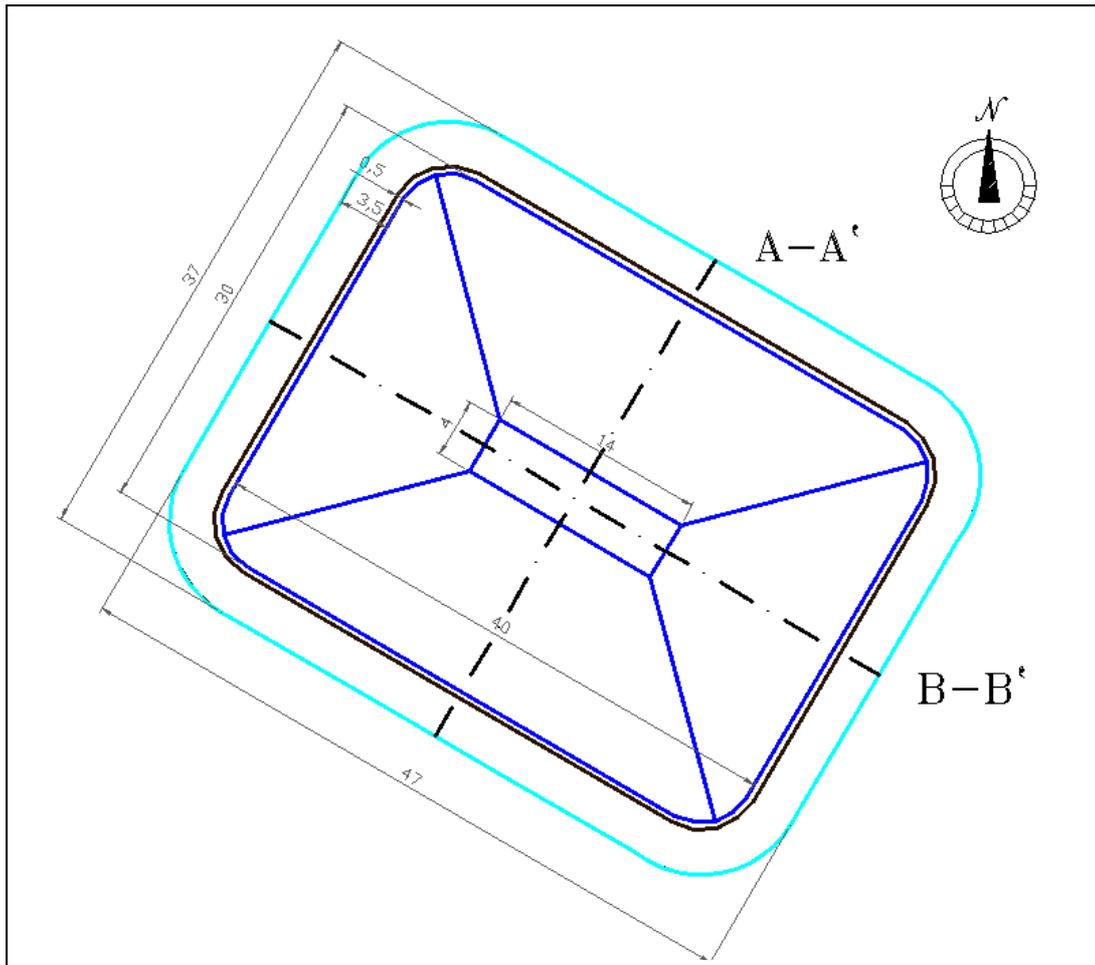


Fig.69 Dimensiones de la balsa. Vista en planta. Cotas en metros. S/E..

### 13.5. RESGUARDO.

La Instrucción de Grandes Presas (IGP) en su artículo 55.6, define el resguardo de una presa como la diferencia de cotas entre el máximo nivel de embalse en avenidas y el de coronación.

El resguardo será como mínimo vez y media la altura de la máxima ola originada por el viento.

La altura de ola se evalúa por la fórmula de Iribarren:

$$h = 0,6 \cdot \sqrt[4]{F}$$

h = Altura de la ola, en metros.

F = Fetch, en kilómetros (máxima distancia libre de lámina de agua).

$$\text{En nuestro caso: } h = 0,6 \cdot \sqrt[4]{0,29} = 0,44m \quad \text{Por tanto: } r = 1,5 \cdot 0,44 = 0,66m$$

Se adopta un resguardo total hasta la cota de coronación de la balsa, sobre el Nivel Máximo Normal, de **1,00 m**.

### 13.6. SOLERA.

La balsa se ha diseñado con una inclinación de la solera del **0,5 %** para favorecer su vaciado y limpieza. Hacia la toma de desagüe de fondo. La ubicación de la balsa y el movimiento de tierras se han proyectado de manera que toda la solera de embalse se encuentre sobre terreno natural, evitando posibles riesgos de su ubicación sobre terrenos compactado artificialmente.

### 13.7.- FORMACIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN DEL VASO.

Su formación sobre el terreno, se realizará con maquinaria adecuada y se procederá a su ejecución mediante movimiento de tierras.

La forma del vaso es rectangular, tanto en solera como en pasillo de coronación. Se realiza esta forma porque en la ubicación elegida no existen restricciones topográficas o urbanísticas que hagan necesario proyectar la balsa con una forma irregular. De esta manera se busca la mejor relación entre volumen de almacenamiento y superficie de lamina de impermeabilización por lo que se decide que tenga una forma regular. Se escogerán las longitudes de lados que mas se ajustan al volumen de agua que se requiere almacenar.

Los diques tendrán forma trapecial con una anchura en coronación de 3.5 m y taludes con inclinación vertical/horizontal de 1/1.5 exterior y ½ interior. La altura del terraplén con respecto al fondo de la balsa será de 6 m.

Una vez formado el vaso,(incluyendo taludes interiores),el resanteo tanto de la solera tanto como del talud interior para evitar posibles punzonamientos en la lamina impermeabilizante.

Para la impermeabilización de la balsa se utilizarán dos materiales:

1. **Una lámina de geotextil** de poliéster, con un peso específico de 300 gr/m<sup>2</sup>.
2. **La geomembrana:** una lámina de polietileno de alta densidad, de 2 mm de espesor, soldada por termofusión colocada sobre el geotextil.

Para evitar el levantamiento de la lámina por efecto de la succión del aire, en coronación se colocarán unos pretiles de hormigón prefabricado; y a lo largo del pie del talud interior, se colocarán unos lastres de hormigón tipo "bordillo".

### 13.8. DRENAJE DE FONDO.

Se diseña un sistema de drenaje mediante tubos de PVC perforados de 140 y 160 mm de diámetro, alojados en una zanja rellena de material drenante, y envuelta en geotextil de 130g/ m<sup>2</sup>. Se dispondrá una zanja de drenaje que recorra el perímetro de todo el fondo, y otro sistema de zanjas en forma de espina de pescado. Los caudales procedentes de estas zanjas de drenaje serán recogidos en un tubo de PVC de 250 mm de diámetro. Éste saldrá a una arqueta de recogida de drenajes situada al lado de la arqueta de toma y salida, y donde se puede visualizar la cantidad de agua evacuada. Esta arqueta tendrá salida al arroyo para su evacuación.

### 13.9. ALIVIADERO.

El aliviadero tiene como función derivar el exceso de caudal impidiendo la erosión del dique y los consiguientes daños si el agua llegara a rebosar. Se realizara mediante rebaje en coronación.

La sección transversal es la correspondiente a un marco de hormigón armado bicelular de 3 m de luz 0.25 m de altura. La longitud será de 3.5 m, que corresponde a la anchura del camino de coronación.

Las aguas descargadas a través del aliviadero serán conducidas hasta el canal de recogida situado al pie del talud por una canaleta dispuesta en el talud exterior del embalse. De esta forma se sacaran las aguas fuera de la zona de terraplén.

Se dispondrá de escollera de protección tras la descarga del aliviadero para evitar los posibles daños ocasionados por la fuerza del agua a la salida del aliviadero.

Dadas las características de esta balsa y su entorno, con esta sencilla obra se puede resolver suficientemente el tema del aliviadero.

**También se podría calcular el Dimensionado del aliviadero utilizando la siguiente expresión:**

“Método Racional”.

$$Q_{aliviadero} = c \cdot i \cdot S + q$$

Dónde:

Q = Caudal a evacuar por el aliviadero.

c = Coeficiente de escorrentía. En la lámina de agua de la balsa, c = 1.

i = Intensidad de lluvia máxima a considerar. = 1 mm /min

S = Superficie de la balsa. Por seguridad se toma la superficie exterior total que ocupa la obra.

S = 1696,94 m<sup>2</sup>

q = Caudal de entrada a la balsa = 1,6 – 3 L/s. Este término se despreciará al ser muy reducido en comparación con la intensidad de lluvia.

El aliviadero debe ser capaz de evacuar el exceso de agua en condiciones de precipitación torrencial más desfavorable, suponiendo que la balsa esté al máximo de su capacidad útil.

El aliviadero adoptado dispone de los siguientes elementos:

1. El labio o umbral, por encima del cual vierten las aguas, en el que hay que considerar su cota superior.
2. Un canal de hormigón, que conduce las aguas desde el umbral hasta el otro lado del talud.
3. Un recubrimiento del talud con hormigón en la zona de vertido, (colocando una canaleta), para evitar su erosión.

Hay que tener en cuenta que la altura del aliviadero (h) debe ser algo menor que el 1 m que se han adoptado de aliviadero. En este caso, la opción elegida será una anchura (l) de 200 cm y una altura (h) de 0.25 cm.

Para L=	2 m	h =	25 cm
---------	-----	-----	-------

Tabla 1. Aliviadero

### 13.10. CAMINO DE CORONACIÓN. Ancho coronación.

La Instrucción de Grandes Presas (IGP) en su artículo 55.2 establece que la anchura mínima de coronación cumpla la siguiente condición, para alturas superiores a 15 m.

$$C = 3 + 1,5 \cdot \sqrt[3]{(A - 15)}$$

C = Ancho coronación en metros.

A = Altura de la presa en metros.

Cuando la altura de la presa sea inferior a 15 metros la anchura de la coronación será como mínimo 3 metros. En nuestro caso se proyecta un ancho en coronación de 3.5 m y 0 % de pendiente, suficiente para que un vehículo pueda circular y realizar labores de mantenimiento.

Se utilizarán unos 20 cm de zahorra natural. Para la creación de la capa de rodadura se empleará una mezcla bituminosa en caliente en dos capas 4 cm de S-20 y 4 cm de D-20. Para facilitar el acceso al fondo de la balsa se ha previsto una rampa de hormigón armado situada en el talud interior de 4 m de ancho.

### 13.11. VALLADO PERIMETRAL.

Como medida de seguridad, se colocará alrededor del recinto un vallado que impida el paso a los animales o a personas ajenas a las instalaciones. Ésta será una cerca de malla de simple torsión de 2 m de altura. La cimentación de los postes estará constituida por macizos de treinta por treinta centímetros y cuarenta centímetros de profundidad como dimensiones mínimas, y quedará totalmente enterrada. Al recinto se accederá a través de dos puertas metálicas de dos hojas abatibles.

### 13.12. CASETA DE RIEGO.

Para la protección del cabezal de riego de las inclemencias del tiempo y otros peligros, se va a instalar una caseta prefabricada de hormigón que irá asentada sobre una losa de hormigón de 5,60 x 2,75 x 0,30 m.

Esta caseta tiene unas dimensiones interiores de 5 x 2,15 m, que hacen una superficie útil de 10,75 m<sup>2</sup>. La altura libre interior es de 2,50 m. Sus dimensiones exteriores son: de 5,30 x 2,45 x 2,98 m.

Tendrá una instalación eléctrica alimentada por dos placas fotovoltaicas de 250 Wp de capacidad, colocadas en el tejado de la caseta.

### 13.13. CLASIFICACIÓN DE LA Balsa.

La legislación vigente obliga a clasificar las presas y balsas según su riesgo potencial en tres categorías, A, B, y C, según los daños que pueda originar su colapso:

#### **Categoría A:**

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales, así como producir daños materiales o medioambientales muy importantes.

#### **Categoría B:**

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un reducido número de viviendas.

#### **Categoría C:**

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdidas de vidas humanas. En el caso de rotura de la balsa, el agua inundaría terrenos de cultivo y una carretera provincial, relativamente de poco tránsito. Lo que sólo causaría daños personales con muy poca probabilidad. El pueblo de Millares se encuentra a unos 3 km fuera el entorno de la balsa y a una cota media similar al de la balsa, por lo tanto no podría ocasionar daños materiales, en el caso de que la rotura fuese de grandes dimensiones. Por todo ello, se clasificará esta obra en la categoría C.

### 13.14. TALUDES. DETERMINACIÓN DE SU ESTABILIDAD.

NOTA: No se desarrollara este apartado, en este proyecto.

## 14. CONTROL Y VIGILANCIA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN.

La vigilancia en sentido amplio es la observación continuada y atenta del comportamiento de las instalaciones, enfocada principalmente, al mantenimiento y seguridad de la balsa. Esta vigilancia específica se basa en el conocimiento de todos los elementos proyectados y de sus puntos débiles o críticos. Se hace necesaria la existencia de un *archivo técnico* en el que se recoja toda la información definitiva sobre la balsa, tal como se ha construido, así como la historia de la explotación desde su primera puesta en carga, es fundamental para el correcto mantenimiento, e interpretación de los hechos en el caso de existir incidencias y para la adecuada organización de la vigilancia y del mantenimiento.

### 14.1. RECOMENDACIONES.

El estudio de la casuística de los accidentes acaecidos en este tipo de instalaciones ha contribuido a la determinación de los riesgos asociados a esta actividad.

El número de instalaciones de este tipo en la Comunidad Valenciana, no deja de crecer debido a la implantación de nuevos cultivos y a la necesidad de disponer de reservas de agua para riego. Por otra parte, la escasez de agua y el incremento de su precio han hecho que proliferen las construcciones para recolectar agua de lluvia y embalsarla, lo que se conoce como embalses de pluviales, los cuales se construyen en los cauces de las escorrentías o cerca de ellas conduciendo el agua hacia los embalses. Aunque, en la actualidad la proporción de embalses de pluviales frente a los de riego es muy baja, la facilidad de construcción y la ausencia de regulación específica están provocando una gran proliferación de los mismos. Incidir en que los implicados en accidentes en balsas han sido tanto propietarios y trabajadores como intrusos que han accedido a las mismas sin estar autorizados a ello.

En la actualidad, las balsas cubiertas son minoría, pero la aparición de nuevos sistemas de cubrición más baratos, junto con el encarecimiento del agua de riego, podría dar lugar al incremento en la construcción de este tipo de balsas. Las medidas preventivas en las balsas cubiertas son distintas, por cuanto se generan riesgos inexistentes en las balsas descubiertas y desaparecen otros. También debería distinguirse por el tipo de cubrición, ya que mientras algunos sistemas se mantienen separados de la lámina de agua y dejan pasar la luz y el aire, otros se ajustan a ella y son impermeables a ambos elementos, por lo que un análisis de riesgos del embalse debe tener no debe obviar estos detalles.

### 14.2. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

Previo replanteo de la obra se procederá a estaquillar todos los puntos que puedan servir de referencia para conseguir correctamente la geometría de la balsa. Durante el desarrollo de la obra se vigilarán las posibles desviaciones. Para la construcción del terraplén se controlará la disposición y horizontalidad de las capas así como la calidad de los materiales y su grado de compactación. Para el capítulo de hormigones se estará a lo dispuesto en la EHE con el control adecuado al sistema de fabricación que se adopte.

Todas las tuberías se someterán a todos los ensayos de presión previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas del M.O.P.U para Tuberías a Presión, además de vigilar la colocación de las mismas principalmente en cuanto a alineaciones y camas de asiento.

Dos aspectos importantes a la hora de estudiar la seguridad de la balsa son el material de impermeabilización del vaso de la balsa y el talud del mismo, ya que ambos aspectos son los principales a la hora de valorar las posibilidades de escape de la balsa. Frente a la textura superficial habitual de los materiales, algunos fabricantes elaboran materiales modificados para evitar el deslizamiento, que podrían instalarse en determinadas zonas de la balsa para facilitar el escape. Muchos propietarios de balsas manifiestan no realizar ninguna actividad de explotación de la balsa, exceptuando el llenado y el vaciado de la misma. Este dato pone de manifiesto una actitud de los mismos según la cual, al no realizarse operaciones con frecuencia, las tareas llegan a obviarse.

### **14.3. DURANTE LA EXPLOTACIÓN.**

La vigilancia y control de asientos en la obra se hará mediante mojones indelebles establecidos en varios puntos de la coronación, tanto en la zona de desmonte como en el terraplén, dejándolos a la recepción de la obra con los niveles exactos y las diferencias relativas entre ellos, de todo lo cual se levantará plano con diversas copias.

Periódicamente, al menos una vez al año, o cuando se ponga de manifiesto cualquier incidencia (por ejemplo, grietas en los taludes, en el camino de coronación, pérdida de agua en la balsa, etc) se procederá de nuevo a la nivelación de los mojones reflejándose los resultados y desviaciones. En cuanto al manejo de los sistemas de control de entrada y salida de agua, estarán a cargo del personal de la propiedad, personal lo suficientemente cualificados para dicho fin. Como norma general se advertirá al personal encargado de la conveniencia de realizar todas las maniobras de apertura y cierre de válvulas lentamente.

Como medida de seguridad se dotará a la balsa de un aliviadero, para evitar daños de laminación por descuido del personal que maneja la entrada de agua a la balsa.

### **14.4.-ASPECTOS ESENCIALES EN LO QUE RESPECTA A LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DURANTE LA EXPLOTACIÓN.**

#### **14.4.1. El vallado perimetral.**

Muchos accidentes en balsas, los sufren personas que acceden de manera no autorizada, de ahí la necesidad de impedir el acceso a la misma a estas personas. Es destacable que la inmensa mayoría de las balsas no disponen de vallado perimetral. Pero esta medida no es suficiente si el vallado no reúne unas condiciones esenciales, ya que su función, además de la disuasoria, es impedir el acceso a la balsa de manera efectiva. De ahí que deba tener resistencia y altura suficiente y su eficacia no debe limitarse por huecos o perforaciones, por tener la puerta de acceso sin cerrar bajo llave, o por la presencia de objetos que faciliten sortearlo. Frente a ello, no deben permitirse huecos en el vallado, atendiendo a las deformaciones en sus bordes superior e inferior, las puertas deben mantenerse cerradas bajo llave o cualquier sistema que solo permita el acceso al interior de personas autorizadas y debería incrementarse la altura cuando haya objetos próximos al vallado que limiten la eficacia del mismo.

#### **14.4.2. Accesos a la balsa.**

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta a la hora de analizar los riesgos a que está sometido el personal que presta servicio en la balsa o accede a ella por otro motivo, son los accesos a la misma. Al acceder a la balsa, es frecuente obviar el riesgo de caída por la falsa seguridad que ofrece el talud exterior y porque la caída, de producirse, no sería al vacío sino sobre el terraplén.

Muchas de las balsas no disponen de medios de acceso a la coronación y, cuando disponen de ellos, rara vez cumplen las características necesarias para garantizar el acceso seguro a la misma.

Un aspecto que se estima importante es la presencia de una zona de paso adecuada en la coronación de la balsa, ya que es la manera de disponer de una zona horizontal y estable desde la que iniciar o coordinar los trabajos en la balsa. Así como que dispongan de algún tipo de protección perimetral frente a caídas, protegiendo a veces de caídas al vaso, otras al talud exterior y otras a ambos lados.

#### **14.4.3. Dotación de medios de salida y rescate del agua.**

El motivo es que medidas que se pueden adoptar con el personal que desarrolla su actividad en la balsa, tales como la dotación de equipos de protección individual, la formación adecuada o la planificación segura de la actividad, no son de aplicación a personas que accede a la balsa de manera no autorizada. Para este segundo grupo, además de impedir los accesos, solo quedan los medios de salida y rescate del vaso. En este sentido, los medios que dotan a las balsas son variados y con un criterio de distribución muy heterogéneo. Debe tenerse en cuenta que, a una persona que, sin saber nadar, caída al agua no le será posible acercarse a los medios de rescate, por lo que éstos deberían ser accesibles desde todo el perímetro de la lámina de agua. Se considera que la instalación más idónea es la combinación de varios sistemas de salida, en la que cuerdas con flotadores que cubran todo el perímetro de la lámina de agua y faciliten el acceso a elementos verticales por los que escalar hasta la coronación. Si bien en este estudio se han calificado como válidas distancias de 5 y 20 metros entre cuerdas verticales y lastres escalables respectivamente.

#### **14.4.4. La señalización de la balsa.**

La señalización de la balsa es un aspecto que refuerza la eficacia del vallado perimetral para impedir los accesos a la misma. En este aspecto, solo algo menos de un tercio de las balsas dispone de señalización. Los carteles utilizados son diversos tanto en forma como en contenido. Se estima conveniente la utilización de señalización de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 en la que se utilicen iconos en vez de texto para que pueda ser comprendida por todo tipo de personas, incluidos niños y personas con problemas idiomáticos en castellano.

#### **14.4.5. Las instalaciones anexas a las balsas.**

**ARQUETAS:** Es reseñable el riesgo que supone ubicarse sobre las tapas de las arquetas para poder abrir las cerraduras, ya que muchas de estas tapas son frágiles y se han debilitado debido a la corrosión, en este sentido, se estiman más adecuadas las tapas de arquetas inclinadas o a dos aguas y dotadas de rejillas de aireación, en las que la condensación no produce tanta corrosión en la chapa metálica y en las que las que no sea necesario situarse sobre la tapa para abrir las cerraduras.

**GALERÍAS VISITABLES:** Respecto a las galerías visitables, no debe obviarse que se trata de espacios confinados susceptibles de inundación, que se ubican bajo un embalse de agua que ejerce una presión elevada sobre el terreno. Las medidas de seguridad para acceder y efectuar trabajos en ellas deben determinarse en base a estos aspectos.

## 14.5 CONCLUSIONES.

Como conclusión más relevante habría que resaltar la heterogeneidad en todos los aspectos que afectan a las balsas, partiendo del propio diseño constructivo de las mismas, siguiendo por los materiales empleados y finalizando con las medidas de seguridad adoptadas.

La ausencia de normativa específica de prevención de riesgos laborales aplicable a estas instalaciones ahonda en esta situación, en que las medidas de seguridad de las balsas son el resultado de la experiencia y del interés de los constructores y los propietarios y no la aplicación de una normativa específica que contribuya a evitar los accidentes laborales en las mismas.

## 15. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN.

El real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valoración, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

Según el artículo 3 Ámbito de aplicación, el plan de gestión de residuos de Construcción debe tener el siguiente contenido:

- 1.- Antecedentes.
- 2.-Identificación de los residuos (según Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero y su corrección de errores de 12 de marzo de 2002).
- 3.-Destino previo para los residuos no reutilizables ni valorizables “in situ”.
- 4.-Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los residuos.

### 15.1. ANTECEDENTES.

El presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción se redacta en base al Proyecto de construcción de balsa de riego para parcelas de cultivo “Olivar”, “Almendros” y “frutales”. En el paraje el Ortiz t.m. de Millares, Valencia.

Se estima la cantidad de residuos que se prevé que se produzcan en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá que servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos. En dicho plan se desarrollan y complementaran las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y sistema de ejecución de la obra.

Las actuaciones más importantes de construcción del proyecto consisten en:

- 1.-Movimiento de Tierras.
- 2.-Impermeabilización del embalse.
- 3.-Construcción de arquetas de hormigón armado.
- 4.-Obras auxiliares y terminaciones.

En el caso del movimiento de tierras se considera lo establecido en el **real decreto 105/2008**

En su artículo 3.1.a:

*“Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre que se pueda acreditar de forma fehaciente su destino o reutilización, por lo que será objeto del mencionado Real Decreto”.*

## 15.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.

Los residuos susceptibles de ser analizados en esta actuación han sido extraídos de la lista Europea de Residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE sobre residuos y con el apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos (aprobada por la Decisión 2000/532/CE, de la Comisión, de 3 de mayo, modificada por las Decisiones de la Comisión, 2001/118/CE, de 16 de enero, y 2001/119/, de 22 de enero, y por la Decisión del Consejo 2001/573/, de 23 de Julio).

El listado de residuos generados durante la obra de construcción es el siguiente:

**02** : Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos.

**02 01 03** : Residuos de tejidos de vegetales.

**17** : residuos de la construcción y demolición, (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).

**17 01 01** : Hormigón.

**17 04 05** : Hierro y acero.

**17 02 01**: Madera.

**17 02 03** : Plástico.

1. Los residuos de **tipo 02** son el resultado de la vegetación del talud y el desbroce de la parcela.
2. Los residuos del **tipo 17 01 01** y **17 04 05** son básicamente el resultado de la construcción de las arquetas de hormigón armado.
3. Los residuos del **tipo 17 02 01** se deben a los embalajes de los diferentes materiales empleados en la ejecución de la obra.
4. Los residuos del **tipo 17 02 03** corresponden a recortes de lamina de impermeabilización, recortes de tubería de PVC y de los residuos de embalajes.
5. Los residuos del **tipo 02 17** presentes en este anejo son inertes y no peligrosos y no afectan negativamente a otra materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. El presupuesto de este anejo corresponde a las partidas incluidas en el presupuesto del proyecto.

## 15.3. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORABLES “ IN SITU”.

Mediante la separación de residuos en contenedores específicos se facilita su reutilización y eliminación posterior, no obstante, la separación en obra o no de estos residuos dependerá de unas cantidades establecida en el artículo 5.5 del RD 105/2008. Su recogida contara con la participación de un Gestor de Residuos autorizado que se encargara de su transporte y posterior tratamiento. Los límites establecidos son los siguientes:

Hormigón: **80 t**

Metal: **2t**

Madera: **1 t**

Plástico: **0.5 t**

En este caso no se supera en ningún caso la cantidad de residuos mínima para la separación de los residuos, pudiendo verse todos los residuos en un mismo contenedor. En obra no se prevé la posibilidad de realizar ninguna de las operaciones de reutilización, valoración ni eliminación, simplemente serán recogidos y transportados a una planta autorizada donde ya se realizara el tratamiento. Los destinos de los residuos analizados son los siguientes:

- a) **02 01 03** residuos de tejidos de vegetales. Serán retirados a vertedero autorizado.
- b) **17 01 01** Hormigón. Serán retirados a vertedero autorizado.
- c) **17 04 05** Hierro y acero. Serán retirados a vertedero autorizado.
- d) **17 02 01** Madera. Serán retirados a vertedero autorizado.
- e) **17 02 03** Plástico. Serán retirados a vertedero autorizado.

#### 15.4. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.

A continuación se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra. Este importe queda recogido en el anejo: presupuesto. El precio corresponde al coste de gestión estimado del material entregado a vertedero de residuos inertes situado a 20 Km de la obra.

Costes de la gestión de residuos de la obra, fuente: elaboración propia

DENOMINACIÓN	CÓDIGO LER	MEDICIÓN	UNIDADES	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
residuos de tejidos de vegetales	02 01 03	2	t	22,21	44,42
Hormigón	17 01 01	0,5	t	15,42	7,72
Hierro y acero	17 04 05	0,4	t	14,25	5,7
Madera	17 02 01	0,5	t	14,25	7,13
Plástico	17 02 03	0,4	t	26,85	10,74
Carga y transporte residuos vertedero distancia 20 Km.		4	Uds.,	250	1000
<b>TOTAL</b>					<b>1075,71</b>

**Tabla 20** Costes de la gestión de residuos de la obra.

## 16. BIBLIOGRAFÍA.

**\* MODIFICADO DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE RIEGO EN EL T.M. DE URDIALES DELPÁRAMO (LEÓN).**

Autor: María Flor Marcos Arias. Master en Ingeniería Agronómica  
E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS - UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA).

**\* PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE RIEGO EN EL T.M. DE CALERUEGA (BURGOS)**

Autor: Juan Jesús Elices Ayuso. **PFG**. Septiembre 2015  
E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS - UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA)

**\*PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE Balsa DE RIEGO PARA FINCA DE CULTIVOS HORTÍCOLAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LORCA.**

Autor: Juan Carmona Bayonas. GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL. PFG, Septiembre 2015

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIGUELA. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE.

**\*PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y FERTILIZACIÓN EN LA FINCA RUSTICA"AZAGADOR" EN EL T.M. DE ENGUERA (VALENCIA).**

Autor: Miguel Angel Cerda Esteve. **PFG**. Septiembre 2015 Grado en Ingeniería agroalimentaria y del medio rural.  
E.T.S. Agronómica y del medio natural. (U.P.V.)

**\*CONSTRUCCIÓN DE Balsa PARA REGULACIÓN DE AGUA PARA RIEGO.**

Situada en Partida de La Murada del T.M. de Orihuela (ALICANTE)"

Autor: JOSÉ MANUEL CARRILLO CAÑIZARES. Junio 2012

**\* AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA BALSAS Y OBRAS DE ADECUACIÓN PAR LA E.D.A.R. DEL VERTEDERO DE "Coll Cardus".**

Autor: Jordi Velasco Saboya. **PFC** Septiembre 2004  
E.T.S. de Ingeniería Industrial de Barcelona

**\* PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BALSAS Y EMBALSES**

Servicio de Seguridad y Formación; Área de Seguridad

Autores: Agustín Mínguez Samper; Juan Bernal Sandoval  
Febrero de 2013

**\*EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO.** Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, Roma, 2006

Autores:

Richard G. Allen; Utah State University Logan, Utah, EE.UU.

Luis S. Pereira; Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal

Dirk Raes, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Bélgica

Martin Smith, Servicio de Recursos, Fomento y Aprovechamiento de Aguas, FAO

**\*PROYECTO DE DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO DE EFLUENTES DE INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS.**

Edita: JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca. Publica: Secretaría General Técnica. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Colección: AGRICULTURA.Serie: Industrias Agroalimentarias

Autores: Jesús Ayuso Muñoz, José Ramón Jiménez Romero, Francisco Agrela Sainz, Alfonso Caballero Repullo, Javier Merino Crespín, Martín López Aguilar.

**\*MANUAL DE DISEÑO CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BALSAS. ESTUDIOS DE CARÁCTER HIDRÁULICO.**

Autor: Cristina Lechuga García, Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX  
Jesús Granell Ingenieros Consultores, SA  
Mayo 2009

**\*GUÍA PARA EL DISEÑO Y PROYECTO DE DEPÓSITOS.**

Autor: MANCOMUNIDAD DE LOS CANALES DEL TAIBILLA. Calle Mayor 1. 30201 Cartagena (Murcia)

**\*MANUAL PRACTICO DE BALSAS AGRÍCOLAS. Diseño y gestión para su mejora ambiental.**

Autores:

Javier Camacho Martínez-Vara de Rey, Enrique Sánchez Gullón, Francisco Aguilar Silva, Ana Gómez Jaén y Antonio Lozano García.

AGENCIA ANDALUZA DEL AGUA. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE ANDALUCÍA.

**\*GUÍAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO, VIGILANCIA Y PLANES DE EMERGENCIA DE LAS BALSAS DE RIEGO CON VISTAS A LA SEGURIDAD.**

Edita: Generalitat Valenciana; Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge

**\*CASO PRACTICO DE CONSTRUCCIÓN DE Balsa PARA RIEGOS.**

Autor: Ramón de los Santos Alfonso. Grupo Tragsa

**\* INVENTARIO DE LOS RECURSOS TURÍSTICOS DEL MUNICIPIO DE MILLARES.**

Autor: Segarra Inventgroup S.L. Promotor: Excmo. Ayuntamiento de Millares.  
Enero 2010

**\* FICHA MUNICIPAL DE MILLARES ACTUALIZACIÓN 2014**

Autor: Generalitat Valenciana; Conselleria de Economía, Industria, Turismo y Ocupación

**\* MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. E. 1:50.000 LLOMBAY 746 (28-29).**

Autor: Instituto Geológico y minero de España.

**\*MAPA DE ORIENTACIÓN AL VERTIDO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. E.1:50.000 LLOMBAY.746 (28-29).**

Autor: Instituto Geológico y minero de España.

**\*INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

Autor: Inmaculada Romero Gil; Universidad Politécnica de Valencia.

**\*NORMATIVA AMBIENTAL COMUNIDAD VALENCIANA.**

**\*Ley 2/1989**

**\*Decreto 162/1990**

**\*Decreto 32/2006**, que modifica Decreto 162/1990.

**\*NORMATIVA SÍSMICA.**

**\*Norma NCSE-02**, fue publicada en el BOE el 11 de octubre de 2002

\* WIKIPEDIA. La enciclopedia libre.



**\*PROGRAMAS INFORMÁTICOS E INSTRUMENTACIÓN UTILIZADOS:**

a. Para cálculos topográficos y edición de planos:

AUTOCAD 2002

AUTOCAD CIVIL 3D 2010

MDT 4.0

Para el tratamiento de los datos de GPS el programa Leica Geo Office.

b. Para maquetación de proyecto:

PHOTOSHOP CS3

PROCESADOR DE TEXTOS WORD 2003

HOJA DE CALCULO EXCEL 2003

GLOBAL MAPPER

GOOGLE EARTH

c. Instrumentación utilizada para el levantamiento topográfico:

GPS Leica 1200

**\*VISORES CARTOGRÁFICOS UTILIZADOS:**

<a href="http://www.cartoweb.cma.gva.es">www.cartoweb.cma.gva.es</a>	<a href="http://www.terrasit.gva.es">www.terrasit.gva.es</a>	<a href="http://www.goolzoom.com">www.goolzoom.com</a>
<a href="http://www.ign.es/iberpix2/visor">www.ign.es/iberpix2/visor</a>	<a href="http://www.SigPac.mapa.es">www.SigPac.mapa.es</a>	<a href="http://www.geo.ign.es/">www.geo.ign.es/</a>

**\*WEB'S:**

\*Sistema de información territorial de la CV: [www.terrasit.gva.es](http://www.terrasit.gva.es)

\*Sistema de información geográfica de parcelas agrícolas: [www.SigPac.mapa.es](http://www.SigPac.mapa.es)

\*Sede electrónica del catastro: [www.catastro.meh.es](http://www.catastro.meh.es)

\*IVIA:

[www.estaciones.iva.es](http://www.estaciones.iva.es)

[www.riegos.IVIA.es](http://www.riegos.IVIA.es)

\*Centro de estudios ambientales del mediterráneo (CEAM). [www.ceam.es/ceamet](http://www.ceam.es/ceamet)

\*IGME (Instituto Geológico y Minero de España) : [www.igme.es](http://www.igme.es)

\*Confederación hidrográfica del Júcar: [www.chj.es/](http://www.chj.es/)

## 17. ANEJOS.

### ANEJO I: PLIEGO DE CONDICIONES.

#### ÍNDICE

1. NATURALEZA DE ESTE PLIEGO.
2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.
3. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.
4. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS.
  - 4.1. Del Contratista.
  - 4.2. De los trabajadores.
5. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.
6. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.
  - 6.1. Servicio técnico de prevención.
  - 6.2. Servicio médico.
  - 6.3. Libro de incidencias.
  - 6.4. Programa de actuación en formación preventiva.
  - 6.5. Programa de actuación en información preventiva.
7. INSTALACIONES MÉDICAS.
8. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.
9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
10. RECURSO PREVENTIVO.
11. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN.

## 1. NATURALEZA DE ESTE PLIEGO.

El presente pliego de condiciones constituye el conjunto de normas y especificaciones que definen los requisitos de Seguridad y Salud correspondientes a las obras de "Proyecto de diseño y construcción de una balsa de regulación en el T.M. de Millares (Valencia)".

## 2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores.
- Obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.
- Reglamento de los Servicios Médicos de la Empresa (O.M. 21/11/59), (BOE 27/11/59).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28/8/70), (BOE 15/6/70).
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (O.M.17/5/74), (BOE 29-5-74).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M. 20-9-73) (BOE 9/10/73).
- Reglamento Técnico de líneas aéreas de Alta Tensión (Decreto 28/11/72).
- Normas para la señalización de obras en las carreteras (O.M. 14/3/60), (BOE 23/3/60).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Real Decreto 1403 de 9-5-86 sobre Señalización de Seguridad en los Centros de Trabajo. (BOE 8/7/86)
- Orden 31 de agosto de 1987 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, sobre elementos de balizamiento y señalización provisional durante las obras.
- Las normas UNE y ISO que alguna de las disposiciones anteriores señala como de obligado cumplimiento.
- Norma 8.1-IC.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y centros de transformación, Real Decreto 3257/82 y órdenes posteriores aprobando las Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE 01/12/82).

### 3. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Todas las piezas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil y se rechazarán a su término. Cuando, por las circunstancias del trabajo, se produzca un deterioro antes de lo previsto de una determinada pieza o equipo, se repondrá, independientemente de su duración o fecha de entrega previstas.

Cualquier pieza o equipo de protección que haya estado sometido a un trato límite, es decir, al máximo para el cual fue diseñado, será rechazado y repuesto al momento.

Aquellas piezas que por su uso hayan adquirido más holganzas o tolerancias de las admitidas por el fabricante, tendrán que ser repuestas también de forma inmediata.

El uso de una pieza o equipo de protección nunca representará un riesgo por sí mismo.

### 4. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS.

#### 4.1. Del Contratista.

El Contratista deberá facilitar medios y organización adecuados, crear un programa adecuado de seguridad y protección de la salud de los trabajadores que sea conforme a las disposiciones vigentes, y acatar las medidas prescritas en los lugares de trabajo, en materia de seguridad y salud, por la autoridad competente y el Ingeniero Director de las obras.

El Contratista deberá organizar las obras y proveer y asegurar el mantenimiento de los lugares de trabajo, las instalaciones, los equipos, las herramientas y la maquinaria de modo tal que los trabajadores estén protegidos de todo riesgo de accidente o de daño para la salud que sea razonable y factible evitar.

En especial, las obras deberán planearse, prepararse y realizarse de forma apropiada para:

- a) Prevenir lo antes posible los peligros que puedan suscitarse en el lugar de trabajo.
- b) Evitar en el trabajo posturas y movimiento excesiva o innecesariamente fatigosos o molestos.
- c) Organizar el trabajo de acuerdo a las prescripciones del Plan de Seguridad y Salud de las obras.
- d) Utilizar materiales y productos apropiados desde el punto de vista de la seguridad y salud.
- e) Emplear métodos de trabajo de protejan a los trabajadores contra los efectos nocivos de agentes químicos, físicos y biológicos.

\* El Contratista deberá adoptar las medidas necesarias para proteger a las personas que se encuentren en una obra o sus inmediaciones, sean o no trabajadores de las misma, de todos los riesgos que puedan derivarse de ella.

\*El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que técnicos competentes efectúen periódicamente inspecciones de seguridad de todos los edificios, instalaciones, equipos, herramientas, máquinas, lugares de trabajo y sistemas y métodos de trabajo, de conformidad con las disposiciones vigentes. Los técnicos competentes deberán examinar, por tipos o por separado, según convenga, la seguridad de las máquinas, equipos y materiales empleados en la construcción. Al adquirir o alquilar instalaciones, equipos o máquinas, el Contratista deberá cerciorarse que aquellos cumplen con las disposiciones vigentes relativas a seguridad y salud, y si no existiesen disposiciones concretas al respecto, asegurarse de que están diseñados o protegidos de manera que su uso sea seguro y no entrañe riesgo alguno para la salud.

\*El Contratista deberá asegurar la vigilancia necesaria para que los trabajadores efectúen su cometido en las mejores condiciones posibles de seguridad y salud.

\*El Contratista deberá asignar a los trabajadores únicamente a trabajos adecuados a su edad, aptitud física, estado de salud y capacidades. El Contratista deberá asegurarse de que todos los trabajadores están bien informados de los riesgos relacionados con sus labores específicas y reciben la formación adecuada sobre las precauciones que deben adoptarse para evitar accidentes o enfermedades.

\*El Contratista deberá adoptar todas las medidas necesarias para asegurarse de que los trabajadores conocen todas las disposiciones vigentes, las normas técnicas, los repertorios de recomendaciones prácticas, las instrucciones y consignas y los avisos relacionados con la prevención de accidentes y riesgos para la salud.

\*El Contratista deberá asegurarse de que los edificios, instalaciones, equipos, herramientas, maquinaria o lugares de trabajo en que se haya descubierto un defecto potencialmente peligroso, sean clausurados o retirados hasta su corrección y comprobación.

\*El Contratista deberá, cuando surja un riesgo inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, adoptar medidas inmediatas para interrumpir las actividades y, si fuera necesario, proceder a la evacuación de los trabajadores.

En las obras repartidas en varios lugares, como la que nos ocupa, o donde trabajen aisladamente pequeños grupos de trabajadores, el Contratista deberá establecer un sistema de verificación para comprobar que todos los trabajadores de un turno han regresado, al terminar el trabajo.

\*El Contratista deberá proporcionar a los trabajadores primeros auxilios y servicios de formación y bienestar adecuados y, cuando no puedan adoptarse medidas colectivas o éstas no sean suficientes, deberá proporcionar equipo y ropa de protección personal adecuados.

\*El Contratista deberá asegurar asimismo a los trabajadores acceso a los servicios de salud en el trabajo.

#### **4.2. De los trabajadores.**

Los trabajadores tendrán el deber, y el derecho, de participar en el establecimiento de condiciones seguras de trabajo, y de expresar su opinión sobre los procedimientos de trabajo adoptados en lo que concierne a sus posibles efectos sobre la seguridad y salud.

Los trabajadores tendrán obligación, y derecho, de asistir a las reuniones de formación en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores tendrán el derecho de alejarse de una situación de peligro cuando tengan motivos razonables para pensar que tal situación entraña un riesgo inminente y grave para su seguridad y salud. Por su parte deberán tener la obligación de informar de ello, sin demora, a sus superiores jerárquicos.

De conformidad con las disposiciones vigentes, los trabajadores deberán:

- a) Cooperar lo más estrechamente posible con el Contratista en la aplicación de las medidas prescritas en materia de seguridad y salud.
- b) Velar razonablemente por su propia seguridad y salud y la de otras personas que puedan verse afectadas por sus actos u omisiones en el trabajo.
- c) Utilizar y cuidar el equipo y las prendas de protección personal y los medios puestos a su disposición, y no utilizar en forma indebida ningún dispositivo que se les haya facilitado para su propia protección o la de los demás.

d) Informar sin demora a su superior jerárquico inmediato y al representante de los trabajadores en materia de seguridad y salud, de toda situación que, a su juicio, pueda entrañar un riesgo potencial y a la que no puedan hacer frente por sí solos.

e) Cumplir las medidas establecidas en materia de seguridad y salud. Salvo en caso de urgencia o de estar debidamente autorizados, los trabajadores no deberán quitar, modificar ni cambiar de lugar los dispositivos de seguridad u otros aparatos destinados a su protección o a la de otras personas, ni dificultar la aplicación de los métodos o procedimientos adoptados para evitar accidentes o daños para la salud.

Los trabajadores no deberán tocar las instalaciones y los equipos que no hayan sido autorizados a utilizar, reparar o mantener en buenas condiciones de funcionamiento.

Los trabajadores no deberán dormir o descansar en lugares potencialmente peligrosos, ni en las inmediaciones de fuegos, sustancias peligrosas y/o tóxicas o máquinas o vehículos pesados en movimiento.

## **5. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.**

De acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, cuando en la ejecución de la obra intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el contratista y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

## **6. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

### **6.1. Servicio técnico de prevención.**

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad y de una brigada para mantenimiento, reposición y limpieza de instalaciones en régimen compartido.

La principal misión del Técnico de Seguridad será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y la de asesoramiento y seguimiento de la obra en materia de Seguridad y Salud. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron y evitar su repetición.

### **6.2. Servicio médico.**

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de empresa propio o mancomunado.

### **6.3. Libro de incidencias.**

En cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias para el seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra y estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras está obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que realiza la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

### **6.4. Programa de actuación en formación preventiva.**

El Contratista Principal deberá establecer en el Plan de Seguridad y Salud un programa de actuación en el que se establezca un sistema de entrenamiento inicial básico de todos los trabajadores nuevos. El mismo criterio se seguirá si son trasladados a un nuevo sitio de trabajo, o ingresen como operadores de máquinas, vehículos o aparatos de elevación. En el entrenamiento se resaltarán la normativa legal vigente que pueda afectarlos, así como las Instrucciones Generales de Seguridad y Procedimientos Operativos de Seguridad recogidos por su especialidad en el Plan de Seguridad y Salud, que se deben aplicar a sus sitios de trabajo con las que deberán recibir copia escrita con comprobante de recibo.

Se efectuará entre el personal la formación adecuada para asegurar el correcto uso de los medios puestos a su disposición para mejorar su rendimiento, calidad y seguridad de su trabajo.

*Formación mínima del personal técnico.*

- Profesionalidad.
- Interpretación del Proyecto, de sus aspectos estructurales y su influencia al resto de los trabajadores confluente.
- Cálculos de los tiempos óptimos.
- Sincronización de equipos.
- Control de producción y mantenimientos de las zonas de trabajo.
- Mecánica de los equipos.

- Mantenimiento preventivo y prácticas con los equipos.
  - Sistemas de trabajo.
  - Seguridad y primeros auxilios.
  - Formación mínima del personal de producción.
  - Profesionalidad.
  - Conocimientos de los materiales.
  - Procedimiento de trabajo.
  - Sincronización de las diferentes actividades en sus zonas de trabajo.
  - Cuidado de los utensilios y protecciones personales.
  - Mantenimiento preventivo de las máquinas, utensilios y protecciones de uso personal.
- Conocimientos sobre el manejo de las máquinas y utensilios que se tengan que usar.
- Seguridad en el trabajo.

### 6.5. Programa de actuación en información preventiva.

El Contratista Principal deberá establecer en el Plan de Seguridad y Salud un programa de actuación en el que se establezca un sistema de actualización en la señalización de la obra, (señales de advertencia, prohibición y obligación), en función de los riesgos que aparecen en la obra y siguiendo la normativa vigente, reflejada en el Pliego de Condiciones Técnicas.

Independientemente se establecerán los sistemas necesarios para informar a los trabajadores de los riesgos que puedan ir apareciendo en la dinámica de la obra.

Para hacer eficiente esta medida se colocará una mesilla informativa en los vestuarios con la siguiente documentación:

- En el caso que la obra disponga de un Comité de Seguridad y Condiciones de Salud se harán públicas las actas correspondientes a las reuniones mensuales de este Comité.
- Aparecerá la relación nominal de todos los componentes del Comité de Seguridad y Condiciones de Salud.
- El nombre del delegado de prevención de la empresa principal.
- La composición del Comité de Empresa.
- Se hará especial mención a los temas tratados sobre Seguridad y Condiciones de Salud en el Comité de Empresa.
- Relación de las empresas subcontratadas con el nombre de su correspondiente delegado de prevención o responsable.
  - Colocar la relación de teléfonos más importante para casos de accidente.

### 7. INSTALACIONES MÉDICAS.

Será obligatoria la existencia de un botiquín de tajo para poder atender pequeñas curas, dotado con el imprescindible material actualizado. El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

## 8. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Se dispondrá de vestidores, servicios higiénicos y comedores, debidamente equipados. Los vestidores dispondrán de armarios individuales, con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada 10 trabajadores, y un WC por cada 15 trabajadores, además dispondrán de espejos y calefacción.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, fregaderos, calienta-comidas, calefacción y cubos para la basura.

Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

## 9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

Antes del comienzo de las obras, el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho Plan de incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección, ni del importe total previstos en el presente Estudio.

## 10. RECURSO PREVENTIVO.

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos:

(LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE núm. 298 de 13 de diciembre.).

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:
  - Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
  - Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
  - Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

## **11. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN.**

La contrata principal deberá disponer de un Libro de Subcontratación. En dicho libro, que deberá permanecer en todo momento en la obra, se deberán reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, su nivel de subcontratación y empresa comitente, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista y, en su caso, de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del plan de seguridad y salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así como las instrucciones elaboradas por el coordinador de seguridad y salud para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la dirección facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional de las previstas en el artículo 5.3 de esta Ley.

Al Libro de Subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

Vigilante de Seguridad y Salud. Se nombrará Supervisor de Seguridad, considerándose en principio el Encargado General de la obra, como persona más indicada para cumplirlo, en ausencia de otro trabajador más cualificado en éstos trabajos a criterio del Contratista Principal. Su nombramiento se formalizará por escrito y se notificará a la Dirección Facultativa. El Contratista Principal dispondrá en su empresa, si es de menester, de un Comité de Seguridad y Salud y de Delegados Sindicales de Prevención legalmente constituidos.

A efectos prácticos, y con independencia del Comité de Seguridad y Salud (no obligatorio para este centro de trabajo), se constituirá a pie de obra una "Comisión Técnica Inter empresarial de Responsables de Seguridad", con la participación de los máximos Responsables Técnicos de las Empresas participantes a cada fase de obra, esta "comisión" se reunirá como mínimo mensualmente, y será presidida por el jefe de Obra del Contratista Principal, con el asesoramiento de su Servicio de Prevención,(propio o concertado).

## **ANEJO II: DOCUMENTO AMBIENTAL. (Es.I.A.)**

### **ÍNDICE:**

#### **1. INTRODUCCIÓN.**

#### **2. EL ÓRGANO AMBIENTAL.**

#### **3. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.**

3.1. Balsa de acumulación.

3.2. Conducciones.

3.3. Caseta de riego.

#### **4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.**

4.1. Balsa.

4.2. Tuberías.

#### **5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

5.1. Acciones propicias de producir impacto.

5.1.1. Retirada de tierra vegetal.

5.1.2. Movimiento de tierras.

5.1.3. Impermeabilización del vaso.

5.1.4. Instalación de conducciones.

5.1.5. Caseta de riego.

#### **6. FACTORES AMBIENTALES.**

#### **7. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.**

#### **8. MEDIDAS CORRECTORAS.**

8.1. Patrimonio arqueológico.

8.2. Retirada de tierra vegetal.

8.3. Retirada de tierra vegetal.

8.4. Protección de las aguas.

8.5. Trazado de red de tuberías.

8.6. Trazado de red de tuberías.

8.7. Gestión de residuos.

#### **9. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.**

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la normativa valenciana existe un procedimiento abreviado que no existe en la legislación nacional y cuya declaración final por parte de la administración se denomina Estimación de impacto. Se define como el pronunciamiento del órgano ambiental en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales, en base a un estudio de impacto ambiental y mediante el procedimiento abreviado que se establece, aplicable únicamente a los supuestos previstos.

El presente documento tiene por objeto el resumir el estudio de las posibles repercusiones medioambientales que supondría la realización de las obras de construcción de una balsa para regulación de riego situada en el término municipal de Millares (Valencia).

El **Es.I.A.**, (Estudio de Impacto Ambiental), deberá tener por lo menos, el siguiente contenido:

- a) La definición, características y ubicación del proyecto
- b) Las principales alternativas estudiadas.
- c) Un análisis de impactos potenciales en el medio ambiente.
- d) Las medidas correctoras o compensatorias.
- e) La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las medidas correctoras.

## 2. EL ÓRGANO AMBIENTAL.

Aquel órgano de la administración pública estatal o autonómica competente para evaluar el impacto ambiental de los proyectos. En la comunidad valenciana es aquella a la que en la administración de la generalidad le corresponda el ejercicio de las competencias en materia de impacto ambiental.

El órgano medioambiental al que corresponde efectuar la evaluación de impacto ambiental es el órgano superior jerárquico dependiente de la conselleria competente en materia de medio ambiente. Al titular del mismo le corresponde dictar las resoluciones en materia de evaluación de I.A.

## 3. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.

La zona objeto de proyecto se localiza en término municipal de Millares, perteneciente a la comarca de la Canal de Navarres, al sur-oeste de la provincia de Valencia. De forma más concreta, se emplaza en el polígono 8 parcela 302. Se plantean una serie de obras y actuaciones que se describirán a continuación de forma breve.

### 3.1. Balsa DE ACUMULACIÓN.

Se proyecta una balsa de riego con una capacidad de **2728 m<sup>3</sup>**. Se construirá de tierra y será impermeabilizada con una geomembrana de polietileno de alta densidad, colocada sobre un geotextil que la amortigüe sobre el terreno.

La planta de la balsa será de forma regular, 30 x 40 m de lado, por la parte interna y con el fin de aprovechar lo máximo posible la superficie de la parcela. En el diseño de la balsa también se ha procurado facilitar al máximo posible las labores de instalación de las láminas impermeabilizantes.

Las características geométricas más destacables de la balsa de acumulación son las siguientes:

- \*Cota de coronación dique: 365.5 m
- \*Cota de fondo balsa: 359 m
- \*Cota nivel máximo de agua: 364.5 m
- \*Resguardo: 1 m
- \*Volumen útil agua: 2.728 m<sup>3</sup>
- \*Taludes interior y exterior: 2 H / 1 V ; 1.5/1
- \*Superficie de fondo de balsa: 56 m<sup>2</sup>
- \*Superficie lámina de agua a nivel máximo: 1.189,5 m<sup>2</sup>
- \*Superficie total de ocupación del vaso: 936 m<sup>2</sup>
- \*Volumen total de vaso (a cota de coronación): 4.047,88 m<sup>3</sup>
- \*Anchura de coronación: 3,5 m
- \*Anchura del camino de coronación: 3 m
- \*Movimiento de tierras:
  - \* Desmonte: **7.108.13** m<sup>3</sup> ; \* Terraplén: **1.603.67** m<sup>3</sup>

Se proyecta también un vallado perimetral del recinto, que evite que personas ajenas a las instalaciones, o la fauna terrestre, puedan acceder a la balsa.

### 3.2. CONDUCCIONES.

Se colocará enterrada en la tierra una tubería de PVC que comunique la salida de la balsa con los terrenos que se pretende poner en riego. Estas tuberías permitirán el riego de 39 ha, con un caudal de diseño en periodo punta de 0,91 L / s·ha.

### 3.3. CASETA DE RIEGO.

En la cabecera del terreno a regar, para la protección del cabezal de riego de las inclemencias del tiempo y otros peligros, se va a instalar una caseta prefabricada de hormigón que irá asentada sobre una losa de hormigón de 5,60 x 2,75 x 0,30 m. Sus dimensiones exteriores son: de 5,30 x 2,45 x 2,98 m.

## 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

### 4.1. Balsa.

Puesto que la toma se realizara desde la red local próxima constante e ininterrumpida durante todo el año, y se pretende regar durante todo el año intensificando el regadío en los meses estivales, se hace necesaria la construcción de una infraestructura que permita la acumulación del agua para su posterior aprovechamiento.

La pendiente elegida en los taludes, será interior de 2 unidades horizontales frente 1 ud. Vertical, y el exterior, es de 1.5 unidades horizontales frente 1 ud. vertical, con una profundidad máxima de 5,5 m, y un ancho de coronación de 3,5 m. Este diseño aporta unos coeficientes de seguridad suficientemente grandes, como para garantizar su estabilidad.

En cuanto a su ubicación, la elegida se presenta como la más conveniente, pues el agua entraría a la balsa por gravedad desde la captación de la red local, y además, está a una altitud razonable con respecto a las parcelas, la cual proporciona la altura manométrica necesaria para el riego.

## 4.2. TUBERÍAS.

En cuanto a la instalación de las tuberías, realmente hay pocas alternativas que comentar. Para las conducciones de este proyecto se han escogido materiales plásticos, principalmente PVC. Esto es debido a que resulta un material flexible y resistente, además de ser poco rugoso y bastante asequible. Se enterrarán, por lo general, a 1 m de profundidad. El trazado elegido para las mismas es el más corto posible.

## 5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

La identificación de impactos es principalmente la labor tendiente a detectar cuáles de las actividades asociadas al proyecto producen alteraciones en las características de los factores/componentes y atributos ambientales. A continuación se describen las actuaciones más importantes del proyecto que son susceptibles de generar impacto, y la clase de impacto que se genera.

### 5.1.- ACCIONES PROPICIAS DE PRODUCIR IMPACTO.

#### 5.1.1. Retirada de tierra vegetal.

Se retirarán unos 10 cm de tierra vegetal con medios mecánicos en una superficie mínima de  $m^2$  y se procederá a su acopio para su posterior utilización para la extensión sobre los taludes exteriores. La maquinaria necesaria para estas labores generará polvo, ruido, y gases contaminantes.

#### 5.1.2. Movimiento de tierras.

El volumen de tierras a desmontar es de **7108.13**  $m^3$ . Y el volumen de terraplenado es de **1603.67**  $m^3$ . Al realizar la excavación se producirán una serie de impactos como cambios en el uso del suelo, impacto sobre la vegetación y cambios sobre la morfología del paisaje. Además de la generación de polvo resultante de las excavaciones.

#### 5.1.3. Impermeabilización del vaso.

Esta obra comprende la extensión de láminas plásticas por la superficie del vaso, su anclaje en coronación y fondo y su soldado. Estas actuaciones generan residuos de recortes de lámina sobrante y los envases de las propias láminas.

#### 5.1.4. Instalación de conducciones.

Para la instalación de conducciones se necesita el previo excavado de las zanjas. Esto generará, al igual que en apartado de movimiento de tierras: polvo, el ruido y los gases contaminantes procedentes de la maquinaria utilizada.

#### 5.1.5.- caseta de riego.

El tamaño de la caseta es el mínimo que permita albergar todos los elementos del cabezal de riego. Además se trata de una caseta prefabricada, lo que significa que es producida en fábrica

y sólo necesita de su colocación en obra mediante grúas. Lo que evita el impacto de sus labores de construcción sobre el medio.

**6. FACTORES AMBIENTALES.**

- \* **Medio inerte** (aire, suelo y agua),
- \* **Medio biótico** (fauna y flora).
- \* **Medio socioeconómico** (condiciones culturales, valor del suelo y actividad económica).

**7. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.**

Para la identificación de impactos se utilizará una matriz de doble entrada (tabla 1) en la que, por un lado, están las actuaciones más significativas del proyecto, y en el otro, los factores ambientales sobre los cuáles estas acciones pueden causar impacto.

Los impactos se describen en una escala de colores: **crítico**, **severo**, **moderado**, **compatible** y **positivo**.

ACTUACIONES	FACTORES AMBIENTALES							
	Medio Inerte			Medio Biótico		Medio Socioeconómico		
	Aire	Agua	Suelo	Vegetación	Fauna	Condiciones Culturales	Valor del suelo	Actividad Económica
Retirada e tierra vegetal	M		S	C	M		CO	P
Movimiento de tierras	M		S	C	M	M	CO	P
Impermeabilización del vaso		CO	S	S	M		CO	CO
Instalación de Conducciones	M	CO	M	M		M	M	CO
Caseta de riego		CO	M	M				CO

IMPACTOS	
<b>C</b>	Critico
<b>S</b>	Severo
<b>M</b>	Moderado
<b>CO</b>	Compatible
<b>P</b>	Positivo

Fig.69 Matriz de impactos ambientales.

## **8. MEDIDAS CORRECTORAS.**

### **8.1. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO.**

En la zona de proyecto no existe ningún tipo de yacimiento arqueológico documentado. Sin embargo, si durante las excavaciones se hallase algún indicio de hallazgo de material arqueológico, automáticamente se paralizarían las obras y se contactarían con el Servicio Territorial de Cultura de la Generalitat Valenciana, que establecería las medidas a adoptar.

### **8.2. RETIRADA DE TIERRA VEGETAL.**

Todo el suelo vegetal eliminado deberá ser retirado y acopiado en cordones de altura no superior a 2 m., con objeto de evitar su compactación, y ubicados en zonas llanas o de escasa pendiente. Se procederá al mantenimiento de su fertilidad y estructura en condiciones óptimas para su posterior extendido en los taludes exteriores de la balsa.

### **8.3. REVEGETACIÓN.**

La revegetación de la tierra vegetal extendida en los taludes de la balsa se realizará con técnicas de hidrosiembra, con el fin de lograr la formación de un tapiz vegetal protector en un breve período de tiempo. Este tapiz vegetal contribuirá a la protección de los taludes frente la erosión, y por tanto, a la propia estabilidad del talud.

### **8.4. PROTECCIÓN DE LAS AGUAS.**

Se garantizará la no afección ni la ocupación permanente o temporal de cualquier curso de agua superficial, cauces o márgenes de éstos durante la construcción, tanto por la maquinaria como por el almacenamiento de cualquier tipo de materiales de obra. Asimismo, deberá evitarse cualquier tipo de vertido proveniente del parque de maquinaria o almacenes, sobre los cursos de agua o las zonas desde las que éstos puedan ser afectados.

### **8.5. TRAZADO DE RED DE TUBERÍAS.**

Las tuberías de conexión entre la captación, la balsa y su distribución para el riego deberán transcurrir, en la medida de lo posible, fuera de zonas arboladas. Discurrirán enterradas a una profundidad aproximada de 1 m. Las zanjas se rellenarán con el material extraído de las mismas. En caso de que este material no pudiera utilizarse por sus características etc. y hubiera que extraer las tierras o áridos de otras zonas, éstos se beneficiarán de canteras autorizadas, no extrayéndose nunca de zonas no autorizadas.

### **8.6. GESTIÓN DE RESIDUOS.**

Se controlará de modo especial la gestión de aceites y residuos de la maquinaria evitando su manejo incontrolado y la posibilidad de contaminación directa o inducida. Todos los residuos tóxicos o peligrosos se entregarán a gestor autorizado. En caso de contaminación accidental del suelo se retirará la porción afectada y se transportará a vertedero controlado.

## 9. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Para que sea efectiva la aplicación de las medidas correctoras propuestas en el presente documento, así como para establecer un seguimiento de la evolución de los impactos determinados como críticos, debe seguirse un Programa de Vigilancia metódico y crítico que sea acorde con dichas medidas y sus consideraciones. Se pretende crear un sistema de seguimiento de los impactos residuales, y constituir un plan de control de las medidas correctoras y una comprobación de su eficacia.

En especial, se realizarán las siguientes operaciones:

- 1.-Se controlará que se realicen adecuadamente los trabajos, evitando los posibles vertidos de residuos al arroyo, y se vigilará la localización de las obras complementarias (parque de maquinaria, vertederos, etc.).
- 2.-Se controlará que se realicen adecuadamente los trabajos de mantenimiento de la maquinaria para evitar vertidos o fugas de sustancias contaminantes.
- 3.-Se llevará un diario de actividades e incidencias, así como de las medidas adoptadas para su corrección o mitigación.
- 4.-Se controlará la posible, aunque improbable, aparición de restos arqueológicos o valores patrimoniales.

### ANEJO III: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Es un documento que se redacta en la realización de un proyecto, llamado “Estudio de Seguridad y Salud”, en base a lo establecido en el Art. 4.2 del Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción y dado que las obras que se proyectan no se encuentran dentro de los supuestos contemplados en el punto 1 del Artículo 4 sobre disposiciones específicas de Seguridad y Salud.

Dado que este trabajo no intenta en profundizar en el tema de la construcción de la balsa, dicho documento no se elabora en este proyecto, comentaremos los apartados que debería incluir.

Real Decreto 1627/1997

**Artículo 4.** Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.

**1.** El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

**a.** Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).

**b.** Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

**c.** Que el volumen de 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.

**d.** Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

**2.** En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

El documento se compone de los siguientes apartados:

- 1.-Relación de riesgos laborales.
- 2.-Medidas técnicas de prevención y protecciones.
- 3.-Otras actividades.
- 4.-Medidas específicas para riesgos específicos.
- 5.-Planificación y duración de los distintos trabajos.
- 6.-Previsiones para trabajos posteriores a la finalización de las obras.
- 7.-Relación de normativa de obligado cumplimiento.

**ANEJO IV: PRESUPUESTO.**

El resumen del presupuesto de ejecución es el siguiente:

1.-MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	63.056,39 €
2.-IMPERMEABILIZACIÓN DEL EMBALSE.....	41.553,86 €
3.-ANCLAJE DE CORONACIÓN Y BORDILLO PERIMETRAL.....	2.134,43 €
4.-OBRA DE LLENADO Y TOMA DE AGUA Y DRENES.....	16.038,96 €
5.-ALIVIADERO.....	1.171,64 €
6.-VALLADO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, DESVÍO DE ESCORRENTÍAS Y OTROS.....	3.722,96 €
7.-REVEGETACIÓN DE TALUDES.....	1.757,92 €
8.-PLAN DE CALIDAD Y PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1.075,71 €
9.-SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS.....	<u>2.101,46 €</u>
	Total: <b>132.613,34 €</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:

**CIENTO CUARENTA Y UN MIL CIENTO VEINTE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS**

## ANEJO V: PLANOS.

### ÍNDICE

- 1.-SITUACIÓN.
- 2.-PLANTA GENERAL.
- 3.-VISTA ISOMÉTRICA DE LA Balsa.
- 4.-PERFILES TRANSVERSALES I.
- 5.-PERFILES TRANSVERSALES II.
- 6.-PERFIL LONGITUDINAL.