ÍNDICE

ANEJO 15.- BALSAS

1. INTRODUCCIÓN. 1
2. BALSA PIE DE CANAL 1
2.1. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO 1
2.2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA ADMISIÓN A BALSA 2
2.3. OBRA DE ENTRADA 3
2.4. ALIVIADERO 3
2.5. DRENAJE 4
2.6. CORONACIÓN 4
2.7. RESGUARDO 4
2.8. CUBICACIÓN DE LA CAPACIDAD 5
2.9. TOMA DE FONDO 6
2.10. REJA DESBASTE. DIMENSIONADO 6
2.11. DESAGÜE DE FONDO 7
2.12. CÁLCULO DE LOS ANCLAJES DE LA LÁMINA DE PEAD 8
3. CÁLCULO DE LOS GEOTEXTILES DE LA BALSA 9
3.1. MÉTODO DE DISEÑO 9
3.2. RESULTADOS 10
4. ESTABILIDAD DE TALUDES 10
5. CLASIFICACIÓN DE LA BALSA 10
6. BALSA ELEVADA 10
6.1. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO 10
6.2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA ADMISIÓN A BALSA 11
6.3. ALIVIADERO 12
6.4. CORONACIÓN 12
6.5. RESGUARDO 12
6.6. CUBICACIÓN DE LA CAPACIDAD 13
6.7. TOMA DE FONDO 14
6.8. REJA DESBASTE. DIMENSIONADO 14
6.9. DESAGÜE DE FONDO 15
6.10. CÁLCULO DE LOS ANCLAJES DE LA LÁMINA DE PEAD 15
7. CÁLCULO DE LOS GEOTEXTILES DE LA BALSA 17
8. ESTABILIDAD DE TALUDES 17
9. CLASIFICACIÓN DE LA BALSA 17

ANEJO 15.- BALSAS

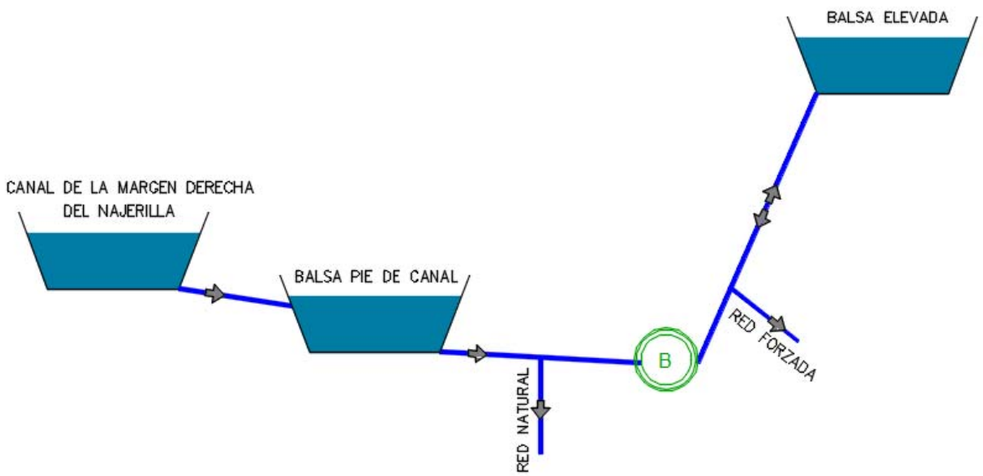
1. INTRODUCCIÓN.

En el presente proyecto se plantean dos balsas, una a pie de canal y otra balsa elevada conectada al bombeo.

Como descripción general de la infraestructura, y su relación con las balsas, se recoge el siguiente planteamiento. Desde el Canal de la Margen Derecha del Najerilla se toma agua que llena la balsa de pie de canal ubicada en la margen izquierda del citado canal, y a una menor cota que el mismo.

Desde la balsa parte una tubería que se bifurca en dos. Por un lado, se distribuye agua por toda la red de presión natural abasteciendo a las parcelas de riego que conforman ese piso. Por otro lado, la tubería va a la estación de bombeo. Desde la estación de bombeo el agua se impulsa hasta una balsa elevada ubicada en la margen derecha del canal, y a una cota suficientemente elevada para abastecer la zona regable. Desde la tubería de impulsión, a la salida del bombeo se inicia la red de riego de distribución a las parcelas.

En el siguiente esquema, se pueden observar los elementos expuestos anteriormente.



2. BALSA PIE DE CANAL

La balsa se ubica en las parcelas 279, 290, 293, 353, 288, 278 y 289 del polígono 21 del término municipal de Cenicero.

En el presente anejo se pretende dimensionar y justificar los elementos hidráulicos que se deberán ejecutar en la construcción de la balsa de regulación incluyendo las conducciones de toma y aliviadero.

A continuación, se describen cada una de estas infraestructuras.

2.1. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

La finalidad de esta infraestructura es doble, tanto la labor de almacenamiento de agua y la capacidad de regulación entre los aportes procedentes del Canal y los consumos directos de los regantes de la parte de la red natural y el abastecimiento del bombeo.

El consumo de la red de riego de presión natural desde esta red es a la demanda, y durante las 24 horas del día, pudiendo concentrarse más en ciertas horas del día según los cultivos, condiciones climáticas, épocas de desarrollo de cultivos, … A su vez desde el bombeo se tomara agua en horarios variables al plantearse el bombeo con dos sistemas de abastecimiento de energía (red eléctrica y fotovoltaica), lo que implica unas horas de consumo de aproximadamente 112 horas. Se estima así un caudal punta de consumo de 450 l/s, valor superior al abastecido por el canal.

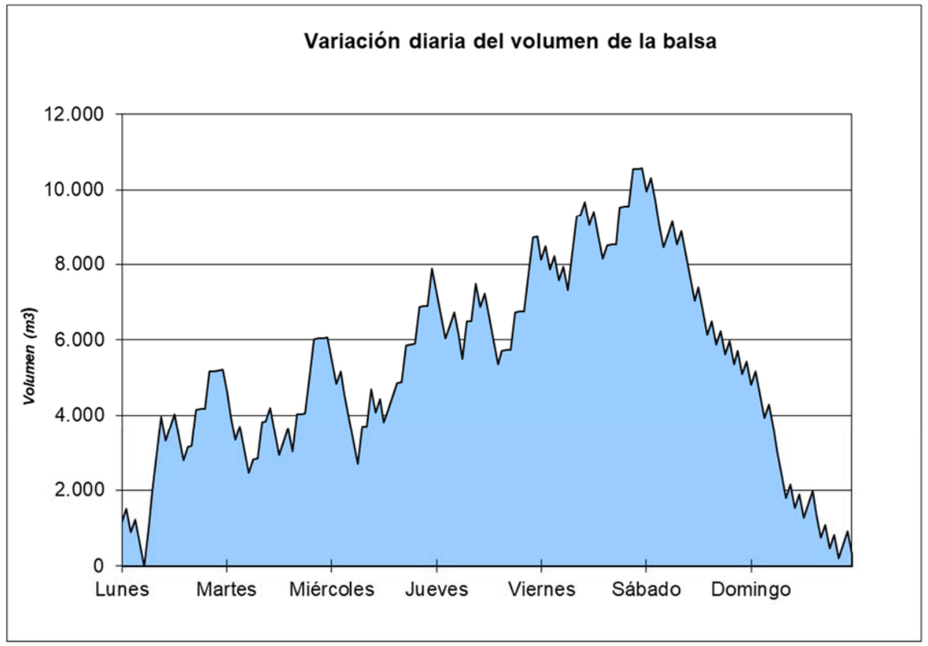
El abastecimiento desde el canal se produce durante las 24 horas del día y con el caudal previamente pedido, siendo necesario el consumo de todo el caudal solicitado al canal. Se estima el caudal máximo según el caudal ficticio autorizado (0,35 l/s y ha). Siendo así de 335 l/s.

Para la estimación del volumen mínimo de almacenamiento que se estima para la gestión del agua planteada, se pueden resumir los parámetros en los siguientes puntos:

Superficie considerada: ..... 949,1 ha
Demanda en el mes de máximas necesidades: ..... 772,96 m^3/ha
Caudal Ficticio continuo en el mes de máximas necesidades: ..... 0,289 l/s y ha
Horas de riego natural: ..... A demanda 24 h/día
Caudal de entrada desde el canal:..... 335 l/s
Caudal de salida (riego natural) (Clement): ..... 270 l/s
Horas de bombeo: ..... 112 h/semana
Caudal de salida (bombeo): 176l/s

Con el planteamiento de posibilidad de un llenado estable en el tiempo, como entrada de caudal al sistema de riego, y un consumo variable o dependiente de la probabilidad de apertura de cada hidrante (al ser riego a la demanda) para la parte natural, y más controlado del consumo del bombeo por las horas disponibles para el bombeo, se realiza una simulación para la estimación de la capacidad mínima de la balsa.

Se pueden plantear diversos escenarios de organización de los riegos por parte de los regantes, una opción seria en el caso de los consumos de la red natural, que las horas sean aleatorias. En base a los datos planteados de distribución de riegos, se obtiene una necesidad de almacenamiento mínimo de 36.270 m3. Aunque realmente se marca la necesidad de esa capacidad de balsa por la necesidad de acumular el caudal de entrada que es superior a los consumos. A continuación, se muestran dos gráficos de dimensionado de capacidad mínima, el primero para el caudal de entrada máximo (335 l/s), y el segundo para un caudal de entrada de 270 l/s. Como se puede observar con el caudal de entrada de 274 l/s equivalente al caudal ficticio continuo de la zona regable, se obtiene la mínima capacidad de 10.576 m3.



Como puede observarse en la gráfica previa se dispone de una entrada de volumen constante, la cual consigue aumentar el volumen de la balsa en los momentos de bajo consumo de los regantes o de no operación del bombeo. Y se produce el vaciado de la balsa en los momentos de mayores consumos, parte central de la balsa momento en el que la curva de consumo sobrepasa la línea de entrada de agua.

La balsa se diseña con un volumen de 48.800 m3, lo que permite disponer de un almacenamiento equivalente a 2,07 días de consumo de toda la zona regable en el mes de máximas necesidades. A esta capacidad habría que añadir el almacenamiento disponible en la balsa elevada.

2.2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA ADMISIÓN A BALSA

La balsa, se llena desde el canal de la margen derecha del Najerilla, con un caudal máximo marcado de 335 l/s, según el caudal ficticio asignado a las zonas regables de este canal en el plan director.

Para la entrada del agua se plantea la ejecución de una toma consistente en una compuerta mural instalada en la acequia, la cual permitirá el paso del agua. La misma se calizará a una arqueta con un sistema de desbaste. El agua con el caudal indicado de 335 l/s se transportará hasta el interior de la balsa.

Dicho esto, las características de la conducción de abastecimiento a la balsa, serán las siguientes:

- Diámetro: 630 mm
- Material: PVC-O PN 12,5
- Longitud: 136 m

Formulación.

Para verificar la funcionalidad de este elemento, se determinó la pérdida de carga de esta conducción en el caso de que funcionara "en carga", mediante la fórmula de Darcy-Weisbach de expresión:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2*g}$$

donde:

Hf = Pérdida de carga en mca.

f = Factor de fricción (adimensional).

L = Longitud del tramo en m.

D = Diámetro interior de la tubería en m.

V = Velocidad de la tubería en m/s.

g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2.

El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White Colebrook, de expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{f}} + \frac{Ka}{3{,}71D}\right)$$

donde:

Re = Nº de Reynolds.

Ka = Coeficiente de rugosidad absoluta. Se ha considerado Ka = 2 mm para las tuberías de HPCC.

Obteniéndose los siguientes resultados:

	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Hf (mca)
DN 630	335	1,194	0,23

El desnivel existente es dependiente del nivel del canal, desde 0,35 hasta 1,35 m de desnivel entre el nivel del agua en el canal al NAMO de la balsa. Es decir, en ninguno de los casos podria suponer un problema el nivel respecto a las perdidas de carga para el correcto transporte del agua.

De forma paralela y como comprobación adicional, y debido a que en ocasiones la tubería no entrará en carga por el nivel de la acequia, ser realiza un calculo de la capacidad de transporte de la tubería en lámina libre, mediante la formula de manning, obteniendo un resultado para la pendiente disponible de una capacidad de transporte de 475 l/s, valor superior a los 335 l/s. comprobando que la tubería en ambas tipologías de funcionamiento tiene capacidad para el transporte del caudal asignado incluso más, pudiendo absorber caudales extra en caso de que así se le asignará puntualmetne por algún motivo o necesidad.

2.3. OBRA DE ENTRADA

Para la correcta entrada de agua en el interiorde la balsa y para reducir la energía del agua en la canalización y proteger la balsa se plantea la ejecución de un aliviadero o rebosadero, junto con una rampa de hormigón que acompañará bajo la lámina la pendiente del talud interior de la balsa. en el momento de máximo nivel de la balsa este aliviadero de entrada quedará cubierto.

Para el calculo de esta infraestructura se utiliza la formula que se muestra a continuación, y se buscan valores de anchura del aliviadero que permitan disponer de

$$Q=1{,}82xLxh^{2/3}$$

	Q (l/s)	**L (m)**	**h (m)**
Aliviadero	**335**	**3,00**	**0,16**

2.4. ALIVIADERO

Para la correcta evacuación del caudal excedente que se pueda producir ante una situación de nivel NAMO en la balsa y precipitación máxima se va a proyectar una obra de fábrica consistente en un aliviadero. El caudal de diseño será igual al caudal de entrada más el agua procedente de la lluvia, (lluvia calculada en el anejo 3: Estudio agronómico).

El caudal de llenado adoptado será el máximo pedido admisible (335 l/s) considerado una situación de que todo el pedido entre, sin presentarse ningun consumo y con la balsa en su máximo nivel.

Según el Manual Técnico Núm. 2 "Diseño y construcción de Pequeños Embalses" editado en 1.986 por el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) se puede tomar como valor de la máxima precipitación horaria probable el 40 % de la máxima precipitación diaria correspondiente al mismo periodo de retorno.

Para calcular la máxima lluvia diaria para un periodo de retorno considerado de 50 años se ha utilizado la serie monográfica "Máximas lluvias diarias en la España peninsular" del Ministerio de Fomento. Tal y como se recoge en el anejo 3: estudio agronómico.

Así pues, se obtiene una lluvia máxima en una hora de 30,21 mm.

Superficie coronación interior = 15.598,2 m^2
Lluvia considerada = 30,21 mm/h
Caudal lluvia = ...129,15 l/s
Caudal llenado:
Caudal máximo pedido .....335 l/s
Caudal a aliviar:
Caudal diseño .....464 l/s

El procedimiento de cálculo de la arqueta del aliviadero es el detallado en el apartado 2.2, siendo el resultado para la situación actual el que se describe a continuación:

	Q (l/s)	L (m)	h (m)
Aliviadero	**464**	**3,00**	**0,19**

Con lo que la longitud del labio del aliviadero será de 3,00 m para una altura de lámina de agua de 0,19 m.

A partir del aliviadero encontramos una tubería de salida, comprendida entre la arqueta del aliviadero y la conexión con la tubería del desagüe de fondo, desde esta tubería se plantea el trazado de la misma hasta el punto de vertido, una val o barranco existente sin denominación específica. Al tener una canalización común para el aliviadero y el desagüe de fondo, adoptándose para el dimensionado del tramo común la hipótesis más desfavorable.

Caudal diseño alivio .....464 l/s
Caudal máximo desagüe de fondo (ver apartado posterior) ....1.029 l/s

Tal y como se desprende de los datos anteriores el caudal máximo del tramo común se producirá en la fase de vaciado de la balsa a través del desagüe de fondo con la balsa en nivel máximo. Dicho tramo, tal y como puede verse en el apartado 2.10 estará compuesto por una tubería de PVC-O DN 500 PN12.5.

Por su parte, el tramo correspondiente al paso del dique y la unión con la tubería del desagüe de fondo estará compuesto por un tramo de tubo de Acero helicosoldado 457 mm e=5 mm y PVC-O DN 500 PN12,5 hasta conectarse con el desagüe.

2.5. DRENAJE

Según se recoge en el estudio geotécnico, en la ubicación de las balsas se presenta unos materiales del recubrimiento Cuaternatio con una alta permeabilidad. Esta elevada permabilidad implica que en caso de presentar una fuga la misma se infiltraría a capas más profundas. Es por ello, que se plantea la instalación de una lámina de impermeabilización, tal y como se justifica en apartados posteriores.

En las balsas realizadas con diques de tierra con impermeabilización de lámina se suele plantear un sistema de drenaje de control de fugas, en el caso que se nos presenta debido a la alta permeabilidad de los materiales del recubrimiento cuaternario (material presente en el fondo) no se considera útil un sistema de drenaje de control debido a que solo podrían detectar fugas existentes muy próximas al dren y de cierta entidad debido a que el agua encontraría vías de infiltración más fáciles que su canalización por el dren.

2.6. CORONACIÓN

Para la determinación de la anchura de coronación se emplea la siguiente expresión:

$W = Z/5 + 3$; Siendo Z = altura del dique (m.); Z = 5,0 m
W = anchura de coronación (m.); W = 4,0 metros

La anchura de coronación debe ser igual o superior a 4 m, como se dispone de espacio y para facilitar el transito la coronación será de 5,00 m de anchura, considerándose ésta como la anchura suficiente para poder transitar por la misma.

En la coronación se aplicará una capa de 0,20 m de zahorra natural compactada al 98% PM, con pendiente al exterior del 2% a fin de que haga la función de camino de servicio a lo largo de todo el perímetro.

2.7. RESGUARDO

2.7.1. DETERMINACIÓN DEL NAMO

Denominaremos como NAMO al Nivel de Almacenamiento Máximo Ordinario, cuyo volumen de almacenamiento será el comprendido entre la cota de fondo de la balsa y el labio de vertido del aliviadero.

En este caso la altura de almacenamiento es de 4 m, como nivel máximo, siendo el fondo ligeramente variable. Con lo que la cota de Nivel de Almacenamiento Máximo Ordinario será 518,20 m.s.n.m.

2.7.2. DETERMINACIÓN DEL NAME

Denominaremos como NAME al Nivel de Almacenamiento Máximo Extraordinario, cuyo volumen de almacenamiento será el comprendido entre la cota de fondo de la balsa y la altura máxima de vertido sobre el labio de vertido del aliviadero.

El máximo caudal a aliviar tal y como se ha calculado anteriormente será de 464 l/s.

Para un labio de vertido de 8,00 m de longitud y un caudal máximo a evacuar de 464 l/s, obtendremos una altura máxima de vertido por encima del labio del aliviadero de 0,19 m aproximadamente.

Por lo tanto, el NAME quedará definido en la cota 518,39 m.

2.7.3. DETERMINACIÓN DEL RESGUARDO Y COTA DE CORONACIÓN

La altura de coronación de la balsa quedará determinada por la cota del NAME más el resguardo que asegure que las olas, en el momento en que se produce el mencionado NAME, no salten por encima del dique.

Para la estimación del resguardo necesario se recomienda la utilización de la siguiente expresión empírica, en m:

$$h = 1{,}5 \times h1$$

$$h1 = 0{,}6 \times \sqrt[4]{L}\,; \qquad \text{siendo L el fetch en Km.}$$

Considerando un valor del fetch de 163 m, siendo éste el valor de la mayor longitud de recorrido del viento en la lámina de agua, obtenemos un resguardo mínimo de 0,57 m.

Así pues, considerando la altura de vertido de agua sobre el labio de vertido del aliviadero, establecida en la cota 518,39 m obtenemos un resguardo efectivo respecto a esta situación de NAME de 0,81 m, superior al resguardo recomendado por la fórmula empírica mencionada anteriormente (0,57 m).

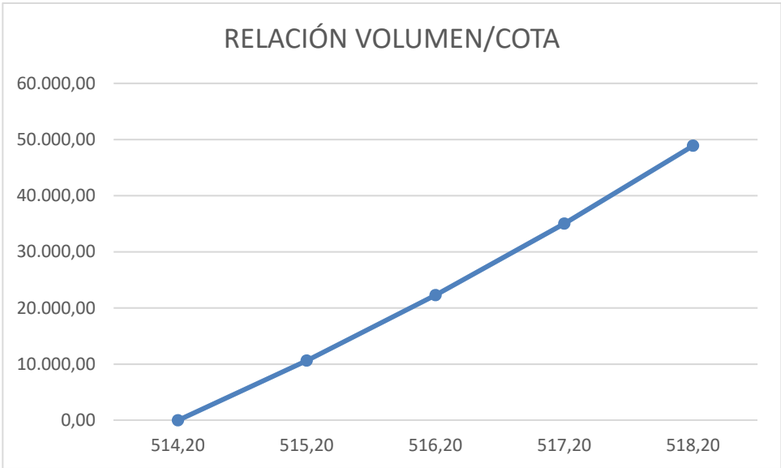
Por último, la cota de coronación quedará determinada en la cota 519,20 estando 1,00 metros por encima del NAMO.

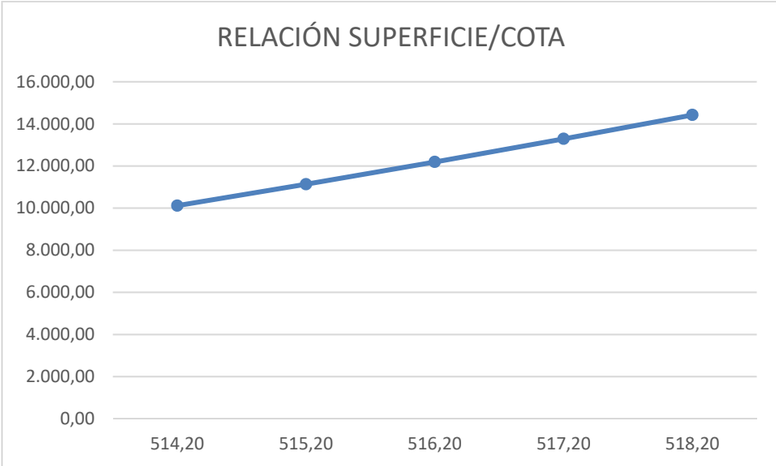
2.8. CUBICACIÓN DE LA CAPACIDAD

En la siguiente tabla, se muestra el resultado de dicha cubicación:

PERFIL	COTA	SUPERFICIE	SEMISUMA	DISTANCIA	VOLUMEN ACUM.
	(m)	(m^2)	(m^2)	(m)	(m^3)
0	514,20	10.118,54			
1	515,20	11.136,02	10.627,28	1,00	10.627,28
2	516,20	12.192,76	11.664,39	1,00	22.291,67
3	517,20	13.288,77	12.740,76	1,00	35.032,43
4	518,20	14.424,05	13.856,41	1,00	48.888,83
			TOTAL NAMO		**48.888,83**

A continuación, se incorporan las gráficas volumen-cota y superficie-cota:





2.9. TOMA DE FONDO

La infraestructura de toma de fondo tiene la función de vaciado de la balsa para dar servicio a ambas redes de riego.

Para el dimensionado de la Toma de Fondo, se ha tenido en cuenta el caudal de abastecimiento a las redes de riego en la situación de diseño, siendo la misma el caudal de abastecimiento de la red de presión natural (270 l/s) y la demanda de agua del bombeo en el momento de máxima impulsión (176 l/s). En este caso el caudal será de 450 l/s.

El dimensionado de la Red de Riego puede verse en el Anejo 9 "Cálculos hidráulicos y mecánicos de la red de riego".

La Toma de Fondo estará formada por una tubería de acero helicosoldado con diámetro de 711 mm y espesor de 8 mm, con un régimen de funcionamiento en carga.

La cota de captación de la Toma de Fondo será de 514,20 msnm.

Formulación y Datos

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha recurrido a la misma fórmula considerada anteriormente para el caso de la Tubería de Llenado, la fórmula de Darcy-Wisbach, por considerarse como la más apropiada para estas condiciones de funcionamiento.

Los datos a considerar en el cálculo y dimensionamiento de las condiciones de servicio de esta Toma de Fondo son los siguientes:

Tubería ..... A.H 711 mm e=8 mm
Longitud ..... 31,0 (viga de fondo)
Caudal ..... 450 l/s

Resultados.

Los resultados obtenidos en el proceso de cálculo son:

Caudal ..... 450 l/s
Velocidad ..... 1,17 m/s
Pérdida de Carga .....0,041 mca

2.10. REJA DESBASTE. DIMENSIONADO

A continuación, se muestra una justificación de las dimensiones necesarias de la reja de desbaste, para que disponga de capacidad para permitir el paso del agua, considerando una obstrucción de la reja o paso de hasta el 70 %. En los planos de la balsa puede verse en detalle las dimensiones justificadas a continuación.

DIMENSIONADO JAULA DESBASTE EN BALSA PIE DE CANAL

JAULA TOMA FONDO.

Condiciones de diseño:

Caudal riego Gravedad:	450,00 l/s	0,45 m^3/s
Caudal Bombeo:	0,00 l/s	0,000 m^3/s
Velocidad de paso referencia:	1 m/s	
Superficie mínima requerida:		
Gravedad:	0,450 m^2	
Bombeo Directo:	0,000 m^2	
	0,450 m^2	
Ratio obturación:	70%	
Total superficie requerida:	0,765 m^2	

Diseño filtro:

Diámetro:	0,7 m
Altura Sup. filtrante:	0,7 m
Zócalo (zona no filtrante):	0,2 m
Altura TOTAL filtro:	0,9 m

Superficie total Bruta:

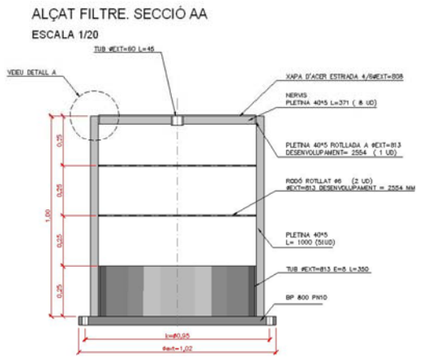
Área superior:	0,385 m^2
Área lateral:	1,539 m^2
Total Superficie Bruta:	1,924 m^2
Sup. BRUTA Diseño:	**1,539 m^2**

Superficie ocupada:

Separación pletinas verticales:	0,02 m	
nº pletinas verticales:	110 uds	
Espesor pletinas:	0,005 m	
Separación barras horizontales:	0,3 m	
nº barras horizontales:	3 uds	
nº de barras por tramo:	2 uds	(Una en la cara interior y otra en la exterior, o dos en uno de los lados)
Espesor barras:	0,006 m	
Sup. Ocupada por pletinas:	0,385 m^2	
Sup. Ocupada por barras:	0,079 m^2	
Total superficie ocupada:	**0,385 m^2**	

TOTAL SUPERFICIE NETA:	1,154 m^2	CUMPLE	
% Sup. Lateral libre:	74,99%		
Velocidad diseño:	Qmax		Qmin:
Filtro limpio:	0,39 m/s		0,00 m/s
Con % de obturación:	0,66 m/s	(0,7)	0,00 m/s

FILTRO TIPO ESTUDIADO.



2.11. DESAGÜE DE FONDO

Por exigencia de la Subdirección General de Regadíos y economía del agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambienta se deberá dimensionar la infraestructura debe contar con desagüe de fondo y estar dimensionado para que el tiempo máximo de vaciado sea de 24 horas.

Atendiendo a este requerimiento se analiza la solución óptima desde el punto de vista técnico-económico, concluyendo que la toma de fondo se ajustará a las necesidades de la red de riego, y el desagüe de fondo a la situación más desfavorable entre las necesidades del vaciado y alivio, siendo la de vaciado la más desfavorable. La tubería de la toma de fondo prevista tendrá un diámetro mayor o igual al adoptado para la tubería del desagüe.

Tras el estudio de las diferentes opciones se concluye que la tubería del desagüe de fondo, con longitud 196 metros de longitud, con cota en punto de vertido 508 en el barranco o val lateral, tendrá un desnivel de entre 6 y 10 m.

Atendiendo a este desnivel y la cota variación de la cota de lámina en la balsa se concluye que en una tubería DN 500 el vaciado se realizará en un tiempo inferior a las 24 horas fijadas, por tanto, este será el diámetro elegido para el desagüe de fondo de la balsa. Se ha evaluado con un diámetro inferior DN400, pero el vaciado superaba por más de una hora las 24 h requeridas.

A continuación, se recogen los tiempos de vaciado según nivel en balsa:

Opción descarga desde toma fondo. DN500 (196m). Vertido cota 508								
Cota lámina agua	Punto vertido desagüe fondo			Caudal medio	SUPERFICIE	SEMISUMA	VOLUMEN	Tiempo vaciado
	Vel (m/s)	Q (l/s)	Q (m3/h)	(m3/h)	(m2)	(m2)	(m3)	(h)
518,2	5,82	1029	3704,4		14.424,05			
517,2	5,51	975	3510	3607,2	13.288,77	13856,41	13.856,41	3,84
516,2	5,18	916	3297,6	3403,8	12.192,76	12740,77	12.740,77	3,74
515,2	4,84	855	3078	3187,8	11.136,02	11664,39	11.664,39	3,66
514,2	4,47	791	2847,6	2962,8	10.118,54	10627,28	10.627,28	3,59
						TOTAL	**48.888,85**	**14,83**

Para atender las necesidades de evacuación se plantea un tramo de acero helicosoldado 508x6 mm en la viga de fondo, y PVC-O DN 500 PN12,5 en el resto de la infraestructura.

Se plantea el vertido directamente al cauce natural. A este punto también acudirán las aguas del aliviadero aprovechando la infraestructura.

El punto de vertido se protegerá con escollera.

2.12. CÁLCULO DE LOS ANCLAJES DE LA LÁMINA DE PEAD

Para la definición de los lastres a colocar en la balsa se ha utilizado un software libre, concretamente uno que facilita una de las casas comerciales de láminas y geotextiles, concretamente Atarfil, que facilita esta labor, adecuando los datos de entrada a las dimensiones de la balsa a estudiar.

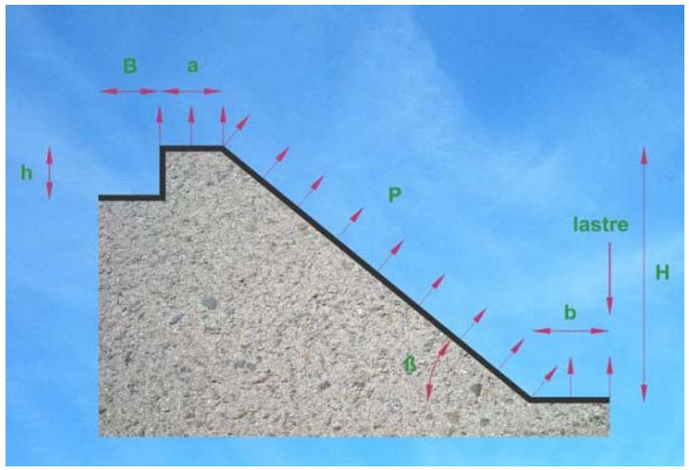
Los principales datos de la balsa son:

Parámetros que definen la situación de la lámina:

-Talud del dique: 2.50H:1V
- Altura del dique: h = 5 m
- Calado de agua: c = 4 m
- Longitud del talud: l = 12,50

En proyecto se prevén sujeción en la cabeza del talud mediante zanja con material compactado y lastres de hormigón en laterales y fondo de balsa. En este momento se planteará simplificar los lastres dejando los previstos en cabecera y en el fondo.

Imagen 1. Esquema del talud, parámetros y esfuerzos que intervienen.

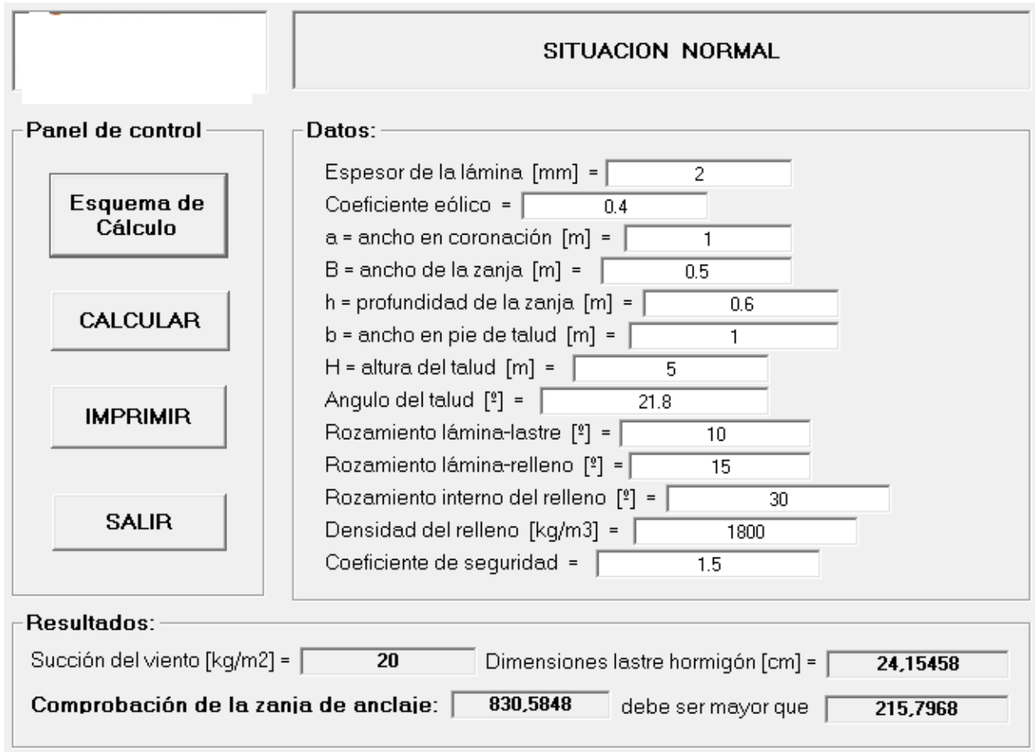


En el cálculo se estudian dos posibles hipótesis.

- Situación Normal (balsa llena)
- Situación Expuesta (balsa vacía)

2.12.1. SITUACIÓN NORMAL

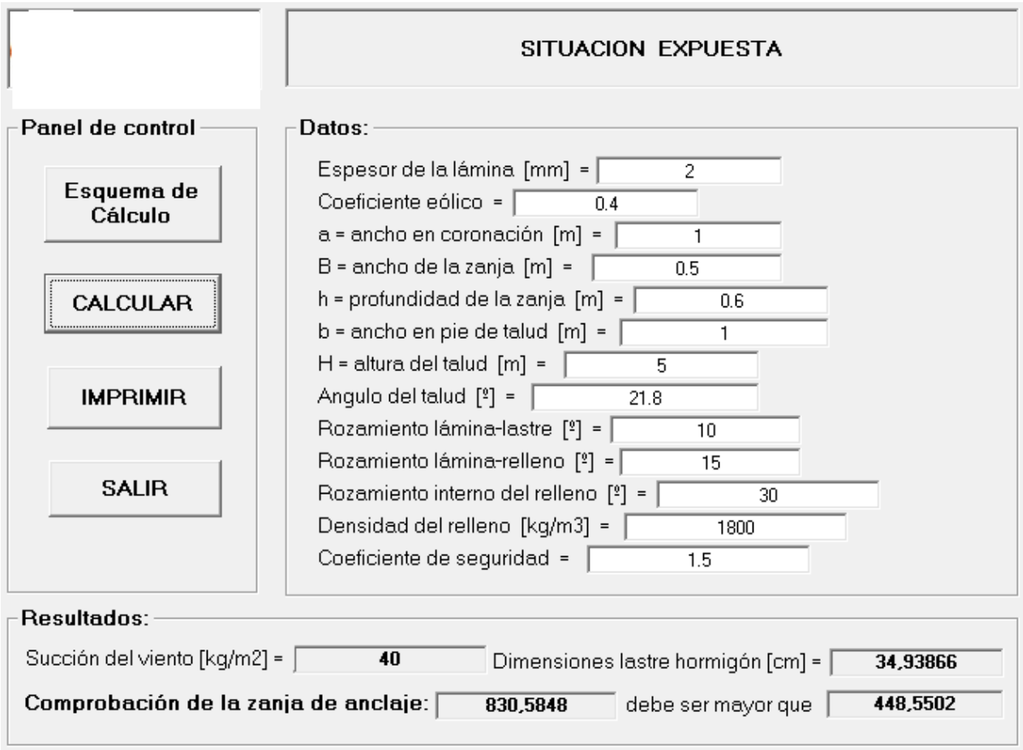
La situación normal corresponde a la balsa llena, situación predominante en este tipo de balsas. Los datos resultantes son:



Se requiere un dado de hormigón de 0,24 cm x 0,24 cm, que equivale a 140 Kg/ml, es decir 140/117 kg/ud = 1,2 ud, es decir 2 bordillos de tipo T3 de 117 Kg/ud, o 140 kg /145 kg/ud =0,97 Ud T2, de decir 1 bordillos tipo T5 de 145 kg/ud. O carga similar.

2.12.2. SITUACIÓN EXPUESTA

La situación expuesta corresponde a la balsa vacía, situación que tan solo se dará en la fase de montaje ya que en cualquier otra fase siempre habrá algo de agua en el vaso. Los datos resultantes son:



Para la situación expuesta con un coeficiente de seguridad de 1,5 y un coeficiente de viento alto se requiere un dado de hormigón de 0,35 cm x 0,35 cm, que equivale a 293 Kg/ml, es decir 293/117 kg/ud = 2,5 ud, es decir 3 bordillos de tipo T3 de 117 Kg/ud, o 293/145 kg/ud = 2,02 ud, es decir 2 bordillos de tipo T5 de 145 Kg/ud

Independientemente de lo anterior el hecho de que esta situación tan solo se de en la fase de montaje, para un coeficiente de mayoración de 1,5 y un viento determinado permite determinar la validez de los lastres. Con un calado de 0,5 metros en el vaso se cubre tanto la situación expuesta como la normal.

2.12.3. PROPUESTA LASTRES.

En coronación sujeción mediante zanja con materiales compactos, con dimensiones acorde a lo definido en planos.

A pie de talud, instalación de 3 bordillos tipo T3, con un lastre total de 351 kg/m, para un máximo de cálculo de 293 kg/m correspondiente a la situación más expuesta, o la instalación de lastres de otra tipología de peso similar.

3. CÁLCULO DE LOS GEOTEXTILES DE LA BALSA

En la construcción de las balsas, la capa impermeable constará de una geomembrana. Para proteger esta membrana contra el punzonamiento y la abrasión, tanto durante la instalación como después de completada, se situará un geotextil de forma adyacente a la geomembrana.

Los cálculos presentes en este anejo nos indicarán el tipo de geomembrana exigida para cumplir con las funciones de protección. Otros aspectos importantes del diseño, tales como la estabilidad de taludes, capacidad de drenaje, etc. no se cubren con estos cálculos.

3.1. MÉTODO DE DISEÑO

El diseño está basado en el Ensayo de Punzonamiento Piramidal, para cuantificar la capacidad de protección de los geotextiles. En este ensayo, un objeto piramidal que representa una piedra de canto angular presiona sobre la capa compuesta geotextil/geomembrana que está colocada sobre una placa metálica, simulando una sub-base rígida (que es la situación más desfavorable que puede darse en la práctica). Un equipo eléctrico indica la fuerza límite cuando la geomembrana se punzona. Después de largas series de ensayos, se han deducido los valores básicos para los diferentes espesores de geomembrana y pesos unitarios de geotextil. Algunos resultados de ensayo típicos (en kN) se muestran en la tabla de debajo.

Espesor membrana	Peso unitario (g/m2) 208	409	608	810	1004	1216
0.5 mm	0.37	0.68	0.88	1.17	1.58	1.93
1.0 mm	0.76	1.16	1.51	1.91	2.41	3.00
1.5 mm	1.22	1.64	2.03	2.49	3.00	3.51
2.0 mm	1.68	2.31	2.54	3.11	3.61	4.19

Cuando se realiza el diseño, la máxima presión de sobrecarga en el sistema se deduce (bien de la sobrecarga, o de la presión sobre el terreno del equipo de construcción), y se calcula la presión sobre una

piedra (basándose en condiciones geométricas). Este valor se multiplica entonces por un Coeficiente de Seguridad y se compara con los resultados de los ensayos de laboratorio.

En la elección del coeficiente de seguridad, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros: deformación permitida de la membrana, deformaciones de deslizamiento a largo plazo, influencia de la temperatura, tensiones aplicadas durante la construcción, consecuencias de un posible fallo, etc.

En la construcción de las balsas se ha considerado recomendable un coeficiente de seguridad de 3.

3.2. RESULTADOS

Profundidad máxima agua: 4,0 m
Peso unitario: 10 kN/m^3
Sobrecarga: 50 kN/m^2
Granulometría Max del suelo debajo del sistema: 50 mm
Coeficiente de Seguridad: 3
Espesor de la Geomembrana: 2,0 mm

Las características mínimas del geotextil a emplear son:
Peso (g / m^2) = 250
Espesor a 2 kN/m^2 (mm) = 1,9
Resistencia CBR a punzonamiento (N) = 2850.
Tensión de tracción a tiras (kN/m) = 15,0.
Elongación de rotura (%) = 75/35

Se elige un geotextil de 250 (g/m^2) y una resistencia al punzonamiento de 2850 N.

4. ESTABILIDAD DE TALUDES

Los taludes de las balsas y las diferentes hipótesis de estabilidad de los mismos, han sido analizados en el Anejo nº7 "Estudio geotécnico", no presentando problemas de estabilidad en ninguna de las hipótesis, en aplicación de la *"Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes presas (MOPU, 1967)."*

5. CLASIFICACIÓN DE LA BALSA

De conformidad con la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, aprobada por Acuerdo del Consejo de Ministros del día 9 de diciembre de 1994, y el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico donde se específica la obligación de solicitar la clasificación, en función de las dimensiones y del riesgo potencial de todas aquellas presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m^3 (Art. 367.1 del RDPH).

Como se ha expuesto en las características de la balsa, no se encuentra englobada dentro de los parámetros que requieren la solicitud de clasificación. En base a ello, no se realiza el proceso de evaluación de propuesta de clasificación de la balsa.

6. BALSA ELEVADA

6.1. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

La finalidad de esta infraestructura es almacenar el agua procedente del bombeo, para abastecer a la red de riego de preión forzada. De forma que permita realizar el bombeo en los momentos de disponibilidad de la energía, y que el riego en la red forzada sea a la demanda. Lo que va a permitir utilizar la energía fotovoltaica para elevar el agua en las horas diurnas, y utilizar la red eléctrica en las horas más económicas (P6), existiendo horarios en los que debido a la baja irradiancia no se presentará bombeo.

A su vez la balsa permitirá aumentar la capacidad de almacenamiento de toda la zona regable.

Para la estimación del volumen mínimo de almacenamiento que se necesita para la gestión del agua planteada, se pueden resumir los parámetros en los siguientes puntos:

Superficie considerada: ..... 405,82 ha
Demanda en el mes de máximas necesidades: ..... 772,96 m^3/ha
Caudal Ficticio continuo en el mes de máximas necesidades: ..... 0,289 l/s y ha
Horas de riego: ..... A demanda 24 h/día
Caudal de entrada: ..... 176 l/s
Caudal de salida (riego) (Clement): ..... 206 l/s

En base a las horas de bombeo disponibles, las necesidades mensuales en el mes de máxima necesidad, se hace una estimación del volumen mínimo de almacenamiento. En base a ello, se obtiene una necesidad de almacenamiento mínimo de 13.400 m3.

En el gráfico anterior se incluye una simulación de riegos concentrados por la mañana, como posible distribución. Si se considerara un reparto del riego uniforme (caudal ficticio de toda la zona regable) se requeriría un almacenamiento mínimo de 11.500 m3.

Se decide, disponer una balsa de 23.303,64 m3, disponiendo así de mayor margen de almacenamiento. Los motivos son varios en primer lugar la posibilidad de poder aprovechar más el campo fotovoltaico, pudiendo elevar mayor cantidad de agua en los días favorables para reducir las necesidades de bombeo desde la red eléctrica. Por otro lado, para aumentar la capacidad de almacenamiento de la zona regable frente a imprevistos de abastecimiento desde el canal.

Con el almacenamiento de ambas balsas, se dispone de volumen para abastecer toda la zona regable durante 2,3 días.

6.2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA ADMISIÓN A BALSA

La balsa, se llena a través de la tubería de impulsión, con un caudal máximo de entrada de 176 l/s

A su vez la tubería de llenado realiza la función de toma de fondo para abastecimiento de la zona de riego, considerándose como caudal de salida el caudal de clement de la red de riego, 206 l/s. Siendo este caudal superior al de entrada y considerándolo así como el caudal de diseño.

Dicho esto, las características de la conducción de abastecimiento a la balsa, serán las siguientes:

- Diámetro: 500 mm
- Material: PVC-O PN 12.5
- Longitud: 1.911 m

Formulación.

Para verificar la funcionalidad de este elemento, se determinó la pérdida de carga de esta conducción en el caso de que funcionara "en carga", mediante la fórmula de Darcy-Weisbach de expresión:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2*g}$$

donde:

Hf = Pérdida de carga en mca.

f = Factor de fricción (adimensional).

L = Longitud del tramo en m.

D = Diámetro interior de la tubería en m.

V = Velocidad de la tubería en m/s.

g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2.

El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White Colebrook, de expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{f}} + \frac{Ka}{3{,}71D}\right)$$

donde:

Re = Nº de Reynolds.

Ka = Coeficiente de rugosidad absoluta. Se ha considerado Ka = 2 mm para las tuberías de HPCC.

Obteniéndose los siguientes resultados:

	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Hf (mca)
DN 500	206	1,164	3,99

6.3. ALIVIADERO

Para la correcta evacuación del caudal excedente que se pueda producir ante una situación de nivel NAMO en la balsa y precipitación máxima se va a proyectar una obra de fábrica consistente en un aliviadero. El caudal de diseño será igual al caudal de entrada más el agua procedente de la lluvia, (lluvia calculada en el anejo 3: Estudio agronómico).

El caudal de llenado adoptado será el máximo caudal de bombeo (176 l/s) considerado una situación de máximo bombeo, y el episodio de lluvia. Considerando que el sistema de bombeo no detectará el máximo nivel de la balsa que de orden de parada del bombeo.

Según el Manual Técnico Núm. 2 "Diseño y construcción de Pequeños Embalses" editado en 1.986 por el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) se puede tomar como valor de la máxima precipitación horaria probable el 40 % de la máxima precipitación diaria correspondiente al mismo periodo de retorno.

Para calcular la máxima lluvia diaria para un periodo de retorno considerado de 50 años se ha utilizado la serie monográfica "Máximas lluvias diarias en la España peninsular" del Ministerio de Fomento.

Así pues, se obtiene una lluvia máxima en una hora de 30,21 mm.

Superficie coronación interior = 8.788,5 m^2
Lluvia considerada = 30,21 mm/h
Caudal lluvia = ...72,77 l/s
Caudal llenado:
Caudal máximo bombeo .....176 l/s
Caudal a aliviar:
Caudal diseño .....249 l/s

El procedimiento de cálculo de la arqueta del aliviadero es el detallado en el apartado 2.2, siendo el resultado para la situación actual el que se describe a continuación:

	Q (l/s)	L (m)	h (m)
Aliviadero	**249**	**1,50**	**0,20**

Con lo que la longitud del labio del aliviadero será de 1,50 m para una altura de lámina de agua de 0,20 m.

La arqueta del aliviadero tendrá una anchura de 1,5 m, y una altura del muro del lado interior de la balsa de 0,6 m, suficiente para albergar la tubería de evacuación y realizar la función de evacuación del agua.

A partir del aliviadero encontramos una tubería de salida, comprendida entre la arqueta del aliviadero y una pequeña arqueta de vertido hacia la parcela sin cultivo existente al norte de la balsa. parcela en la que actualmente la balsa anexa vierte el agua de su aliviadero. Por la disposición de las cotas del terreno de esta parcela y las colindantes el agua se alejaría de la balsa.

Caudal diseño alivio ..... 249 l/s

Por su parte, el tramo correspondiente al paso del dique y la unión con la tubería del desagüe de fondo estará compuesto por un tramo de tubo de Acero helicosoldado 324 mm e=5 mm, en todo el tramo. Siendo la cota del terreno exterior la 575 frente a la cota de vertido del aliviadero la 577,35.

6.4. CORONACIÓN

Para la determinación de la anchura de coronación se emplea la siguiente expresión:

$W = Z/5 + 3$; Siendo Z = altura del dique (m.); Z = 5,0 m
W = anchura de coronación (m.); W = 4,0 metros

La anchura de coronación debe ser igual o superior a 4 m, como se dispone de espacio y para facilitar el transito la coronación será de 5,00 m de anchura, considerándose ésta como la anchura suficiente para poder transitar por la misma.

En la coronación se aplicará una capa de 0,20 m de zahorra natural compactada al 98% PM, con pendiente al exterior del 2% a fin de que haga la función de camino de servicio a lo largo de todo el perímetro.

6.5. RESGUARDO

6.5.1. DETERMINACIÓN DEL NAMO

Denominaremos como NAMO al Nivel de Almacenamiento Máximo Ordinario, cuyo volumen de almacenamiento será el comprendido entre la cota de fondo de la balsa y el labio de vertido del aliviadero.

En este caso la altura de almacenamiento es de 4 m, cono nivel máximo, siendo el fondo variable. Con lo que la cota de Nivel de Almacenamiento Máximo Ordinario será 577,35 m.s.n.m.

6.5.2. DETERMINACIÓN DEL NAME

Denominaremos como NAME al Nivel de Almacenamiento Máximo Extraordinario, cuyo volumen de almacenamiento será el comprendido entre la cota de fondo de la balsa y la altura máxima de vertido sobre el labio de vertido del aliviadero.

El máximo caudal a aliviar tal y como se ha calculado anteriormente será de 249 l/s.

Para un labio de vertido de 1,50 m de longitud y un caudal máximo a evacuar de 249 l/s, obtendremos una altura máxima de vertido por encima del labio del aliviadero de 0,2 m aproximadamente.

Por lo tanto, el NAME quedará definido en la cota 577,55 m.s.n.m.

6.5.3. DETERMINACIÓN DEL RESGUARDO Y COTA DE CORONACIÓN

La altura de coronación de la balsa quedará determinada por la cota del NAME más el resguardo que asegure que las olas, en el momento en que se produce el mencionado NAME, no salten por encima del dique.

Para la estimación del resguardo necesario se recomienda la utilización de la siguiente expresión empírica, en m:

$$h = 1{,}5 \times h1$$

$$h1 = 0{,}6 \times \sqrt[4]{L}\,; \qquad \text{siendo L el fetch en Km.}$$

Considerando un valor del fetch de 132 m, siendo éste el valor de la mayor longitud de recorrido del viento en la lámina de agua, obtenemos un resguardo mínimo de 0,54 m.

Así pues, considerando la altura de vertido de agua sobre el labio de vertido del aliviadero, establecida en la cota 577,55 m obtenemos un resguardo efectivo respecto a esta situación de NAME de 0,80 m, superior al resguardo recomendado por la fórmula empírica mencionada anteriormente (0,54 m).

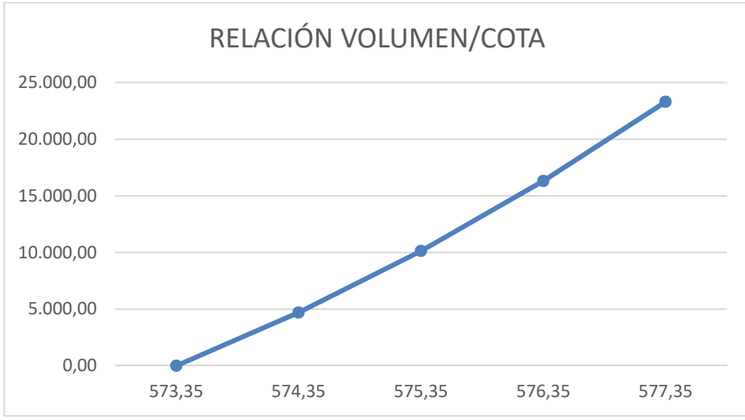
Por último, la cota de coronación quedará determinada en la cota 578,35 estando 1,00 metros por encima del NAMO.

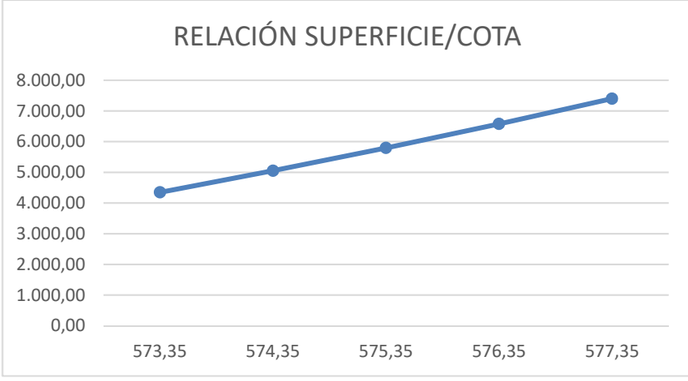
6.6. CUBICACIÓN DE LA CAPACIDAD

En la siguiente tabla, se muestra el resultado de dicha cubicación:

PERFIL	COTA	SUPERFICIE	SEMISUMA	DISTANCIA	VOLUMEN ACUM.
	(m)	(m^2)	(m^2)	(m)	(m^3)
0	573,35	4.348,92			
1	574,35	5.053,06	4.700,99	1,00	4.700,99
2	575,35	5.796,46	5.424,76	1,00	10.125,75
3	576,35	6.579,13	6.187,79	1,00	16.313,54
4	577,35	7.401,07	6.990,10	1,00	23.303,64
			TOTAL NAMO		**23.303,64**

A continuación, se incorporan las gráficas volumen-cota y superficie-cota:





6.7. TOMA DE FONDO

La infraestructura de toma de fondo tiene la doble función tanto de llenado como de vaciado de la balsa, al ser la tubería de impulsión que permite subir el agua a la balsa y vaciar la balsa hacia la red de riego. En este caso tiene que estar planteada para la capacidad de abastecimiento a la red de riego de forma directa propiamente dicha de la balsa, considerando la situación de demanda de riego (caudal de clement) sin la existencia de caudal proveniente del bombeo).

Para el dimensionado de la Toma de Fondo, se ha tenido en cuenta el caudal de abastecimiento a la red de riego en la situación de diseño. En este caso el caudal de cabecera para el funcionamiento de la red es 206 l/s.

El dimensionado de la Red de Riego puede verse en el Anejo 9 "Cálculos hidráulicos y mecánicos de la red de riego".

La Toma de Fondo estará formada por una tubería de acero helicosoldado con diámetro de 508 mm y espesor de 6 mm, con un régimen de funcionamiento en carga, que unirá el fondo de la Balsa con la tubería de impulsión.

La cota de captación de la Toma de Fondo será de 573,35 msnm.

Formulación y Datos

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha recurrido a la misma fórmula considerada anteriormente para el caso de la Tubería de Llenado, la fórmula de Darcy-Wisbach, por considerarse como la más apropiada para estas condiciones de funcionamiento.

Los datos a considerar en el cálculo y dimensionamiento de las condiciones de servicio de esta Toma de Fondo son los siguientes:

Tubería .....A.H 508 mm e=6 mm
Longitud .....31,0 (viga de fondo)
Caudal ..... 206 l/s

Resultados.

Los resultados obtenidos en el proceso de cálculo son:

Caudal ..... 206 l/s
Velocidad ..... 1,058 m/s
Pérdida de Carga .....0,055 mca

6.8. REJA DESBASTE. DIMENSIONADO

A continuación, se muestra una justificación de las dimensiones necesarias de la reja de desbaste, para que disponga de capacidad para permitir el paso del agua, considerando una obstrucción de la reja o paso de hasta el 70 %. En los planos de la balsa puede verse en detalle las dimensiones justificadas a continuación.

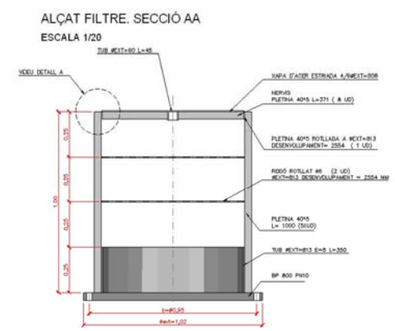
DIMENSIONADO JAULA DESBASTE EN BALSA ELEVADA

JAULA TOMA FONDO.

Condiciones de diseño:

Caudal riego Gravedad:	206,16	l/s	0,20616 m^3/s
Caudal Bombeo:	176,00	l/s	0,176 m^3/s
Velocidad de paso referencia:	1	m/s	
Superficie mínima requerida:			
Gravedad:	0,206	m^2	
Bombeo Directo:	0,176	m^2	
	0,206	m^2	
Ratio obturación:	70%		
Total superficie requerida:	0,350472	m^2	

FILTRO TIPO ESTUDIADO.



Diseño filtro:

Diámetro:	0,5	m
Altura Sup. filtrante:	0,5	m
Zócalo (zona no filtrante):	0,2	m
Altura TOTAL filtro:	0,7	m

Superficie total Bruta:

Área superior:	0,196	m^2
Área lateral:	0,785	m^2
Total Superficie Bruta:	0,982	m^2
Sup. BRUTA Diseño:	**0,785**	**m^2**

Superficie ocupada:

Separación pletinas verticales:	0,02	m	
nº pletinas verticales:	79	uds	
Espesor pletinas:	0,005	m	
Separación barras horizontales:	0,3	m	
nº barras horizontales:	2	uds	
nº de barras por tramo:	2	uds	(Una en la cara interior y otra en la exterior, o dos en uno de los lados)
Espesor barras:	0,006	m	
Sup. Ocupada por pletinas:	0,1975	m^2	
Sup. Ocupada por barras:	0,038	m^2	
Total superficie ocupada:	**0,198**	**m^2**	

TOTAL SUPERFICIE NETA:	0,588	m^2	CUMPLE
% Sup. Lateral libre:	74,85%		

				Qmin:	
Velocidad diseño:	Qmax				
Filtro limpio:	0,35	m/s		0,30	m/s
Con % de obturación:	0,60	m/s	(0,7)	0,51	m/s

6.9. DESAGÜE DE FONDO

Por exigencia de la Subdirección General de Regadíos y economía del agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambienta se deberá dimensionar la infraestructura debe contar con desagüe de fondo y estar dimensionado para que el tiempo máximo de vaciado sea de 24 horas.

Atendiendo a este requerimiento se analiza la solución óptima desde el punto de vista técnico-económico, concluyendo que la toma de fondo se ajustará a las necesidades de la red de riego, y el desagüe de fondo a la situación más desfavorable de las necesidades del vaciado.

Tras el estudio de las diferentes opciones se concluye que la tubería del desagüe de fondo, con longitud 320 metros de longitud, con cota en punto de vertido 566 en un cambio de cotas existente entre la plana elevada y una val cultivada por completo, tendrá un desnivel de entre 11,35 y 7,35 m. El punto de vertido seleccionado es el disponible al no existir ningun cauce natural que permita el vertido, se dirige hacia una zona de menor cota con cultivos implantados. Se entiende valida la ubicación de vertido debido a que la situación de uso del desagüe de fondo será una situación excepcional de emergencia, considerándose menor la afección producida por el vertido hacia los cultivos que el daño que se trata de evitar.

Atendiendo a este desnivel y la variación de la cota de lámina en la balsa se concluye que en una tubería DN 400 el vaciado se realizará en un tiempo inferior a las 24 horas fijadas, por tanto, este será el diámetro elegido para el desagüe de fondo de la balsa.

A continuación, se recogen los tiempos de vaciado según nivel en balsa:

Cota lámina agua	Punto vertido desagüe fondo			Caudal medio	SUPERFICIE	SEMISUMA	VOLUMEN	Tiempo vaciado
	Vel (m/s)	Q (l/s)	Q (m3/h)	(m3/h)	(m2)	(m2)	(m3)	(h)
577,35	4,44	503	1810,8		7.401,07			
576,35	4,23	479	1724,4	1767,6	6.579,13	6.990,10	6.990,10	3,95
575,35	4,00	453	1630,8	1677,6	5.796,46	6.187,79	6.187,79	3,69
574,35	3,77	427	1537,2	1584	5.053,06	5.424,76	5.424,76	3,42
573,35	3,52	399	1436,4	1486,8	4.348,92	4.700,99	4.700,99	3,16
						TOTAL	**23.303,64**	**14,23**

Para atender las necesidades de evacuación se plantea un tramo de acero helicosoldado 406x5 mm en la viga de fondo, y PVC-O 400 PN 12,5 en el resto de la infraestructura.

6.10. CÁLCULO DE LOS ANCLAJES DE LA LÁMINA DE PEAD

Para la definición de los lastres a colocar en la balsa se ha utilizado un software libre que facilita esta labor, adecuando los datos de entrada a las dimensiones de la balsa a estudiar.

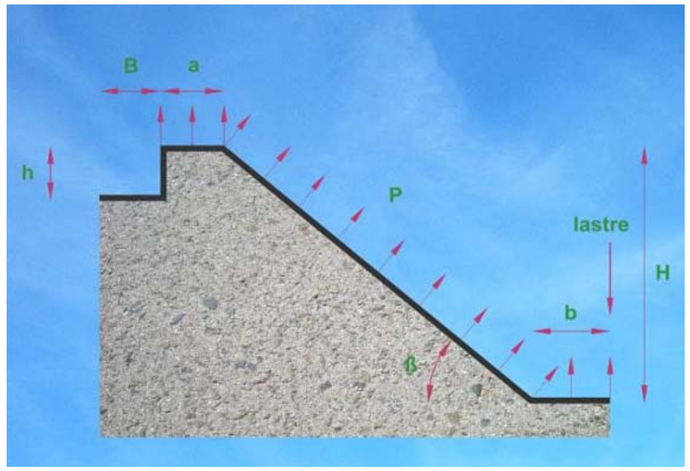
Los principales datos de la balsa son:

Parámetros que definen la situación de la lámina:

-Talud del dique: 2.50H:1V
- Altura del dique: h = 5 m
- Calado de agua: c = 4 m
- Longitud del talud: l = 12,50

En proyecto se prevén sujeción en la cabeza del talud mediante zanja con material compactado y lastres de hormigón en laterales y fondo de balsa. En este momento se planteará simplificar los lastres dejando los previstos en cabecera y en el fondo.

Imagen 2. Esquema del talud, parámetros y esfuerzos que intervienen.

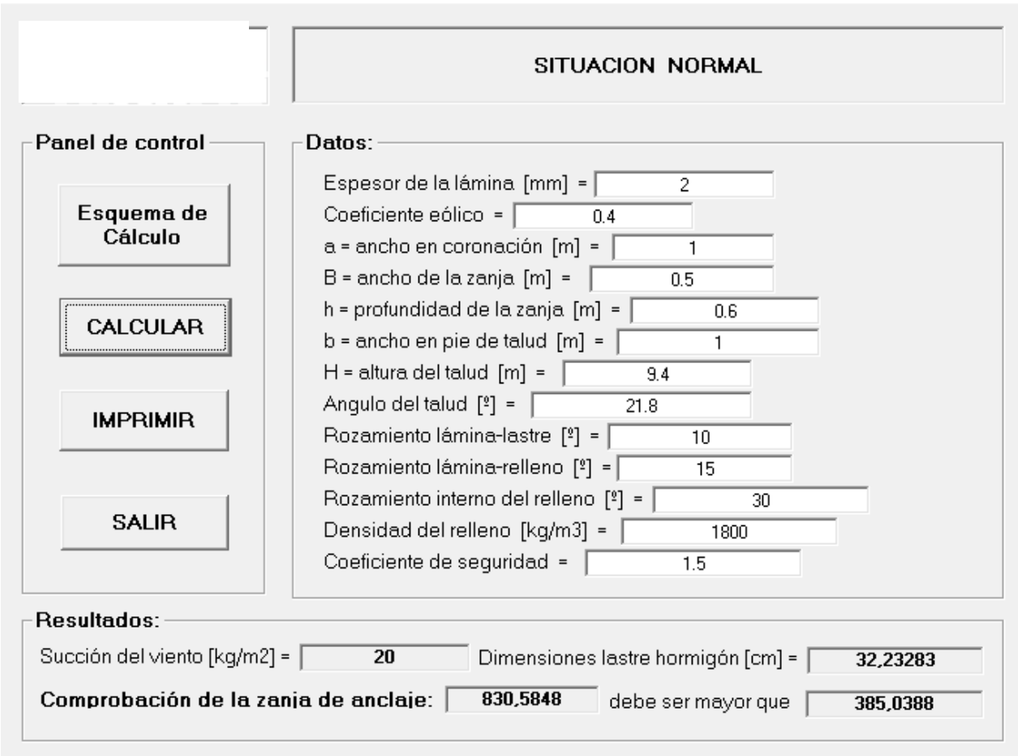


En el cálculo se estudian dos posibles hipótesis.

- Situación Normal (balsa llena)
- Situación Expuesta (balsa vacía)

6.10.1. SITUACIÓN NORMAL

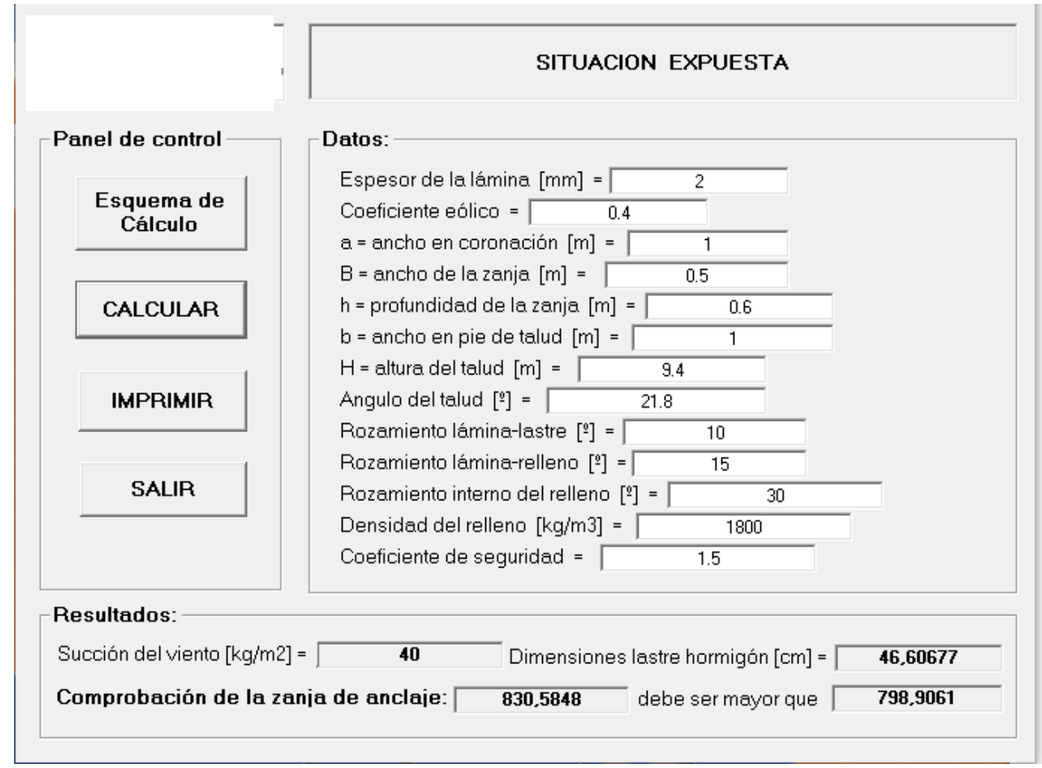
La situación normal corresponde a la balsa llena, situación predominante en este tipo de balsas. Los datos resultantes son:



Se requiere un dado de hormigón de 0,32 cm x 0,32 cm, que equivale a 245,76 Kg/ml, es decir 246/117 kg/ud = 2,1 ud, es decir 3 bordillos de tipo T3 de 117 Kg/ud, o 246 kg /145 kg/ud =1,69 Ud T2, de decir 2 bordillos tipo T5 de 145 kg/ud

6.10.2. SITUACIÓN EXPUESTA

La situación expuesta corresponde a la balsa vacía, situación que tan solo se dará en la fase de montaje ya que en cualquier otra fase siempre habrá algo de agua en el vaso. Los datos resultantes son:



Para la situación expuesta con un coeficiente de seguridad de 1,5 y un coeficiente de viento alto se requiere un dado de hormigón de 0,47 cm x 0,47 cm, que equivale a 521,40 Kg/ml, es decir 521/117 kg/ud = 4,45 ud, es decir 5 bordillos de tipo T3 de 117 Kg/ud, o 521/145 kg/ud = 3,59 ud, es decir 4 bordillos de tipo T5 de 145 Kg/ud

Independientemente de lo anterior el hecho de que esta situación tan solo se de en la fase de montaje, para un coeficiente de mayoración de 1,5 y un viento determinado permite determinar la validez de los lastres. Con un calado de 0,5 metros en el vaso se cubre tanto la situación expuesta como la normal.

6.10.3. PROPUESTA LASTRES.

En coronación sujeción mediante zanja con materiales compactos, con dimensiones acorde a lo definido en planos.

A pie de talud, instalación de 5 bordillos tipo T3, con un lastre total de 585 kg/m, para un máximo de cálculo de 521 kg/m correspondiente a la situación más expuesta o lastres con peso similar.

7. CÁLCULO DE LOS GEOTEXTILES DE LA BALSA

Al ser un material geotécnico similar en ambas balsas, se considera de validez la justificación presentada en el apartado 3, para la balsa pie de canal.

8. ESTABILIDAD DE TALUDES

Los taludes de las balsas y las diferentes hipótesis de estabilidad de los mismos, han sido analizados en el Anejo nº7 "Estudio geotécnico", no presentando problemas de estabilidad en ninguna de las hipótesis, en aplicación de la *"Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes presas (MOPU, 1967)."*

9. CLASIFICACIÓN DE LA BALSA

De conformidad con la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, aprobada por Acuerdo del Consejo de Ministros del día 9 de diciembre de 1994, y el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico donde se específica la obligación de solicitar la clasificación, en función de las dimensiones y del riesgo potencial de todas aquellas presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m^3 (Art. 367.1 del RDPH).

Como se ha expuesto en las características de la balsa, no se encuentra englobada dentro de los parámetros que requieren la solicitud de clasificación. En base a ello, no se realiza el proceso de evaluación de propuesta de clasificación de la balsa.