

# DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN BALSAS DE RIEGO

MADRID 21, 22 y 23 de Octubre de 2019



## CONSTRUCCIÓN

Fases. Detalles Constructivos. Obras Complementarias.  
Control de Calidad. Puesta en Carga.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE REGADÍOS E INFRAESTRUCTURAS RURALES



## LA CONSTRUCCIÓN.

1. INTRODUCCIÓN.

2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN.

    Detalles constructivos y obras complementarias.

3. CONTROL DE CALIDAD.

    a. De los diques

    b. De la impermeabilización

    c. De las conducciones

    d. De los drenes

4. PUESTA EN CARGA O PRIMER LLENADO.



# 1. INTRODUCCIÓN

**REAL DECRETO 9/2008**, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico

## Fases en la vida de una balsa

Se entiende por fases en la vida de la balsa las distintas situaciones que se diferencian en su desarrollo y utilización, y son las siguientes:

1. Proyecto.
- 2. Construcción.**
- 3. Primera puesta en carga.**
4. Explotación.
5. Rehabilitación.
6. Puesta fuera de servicio

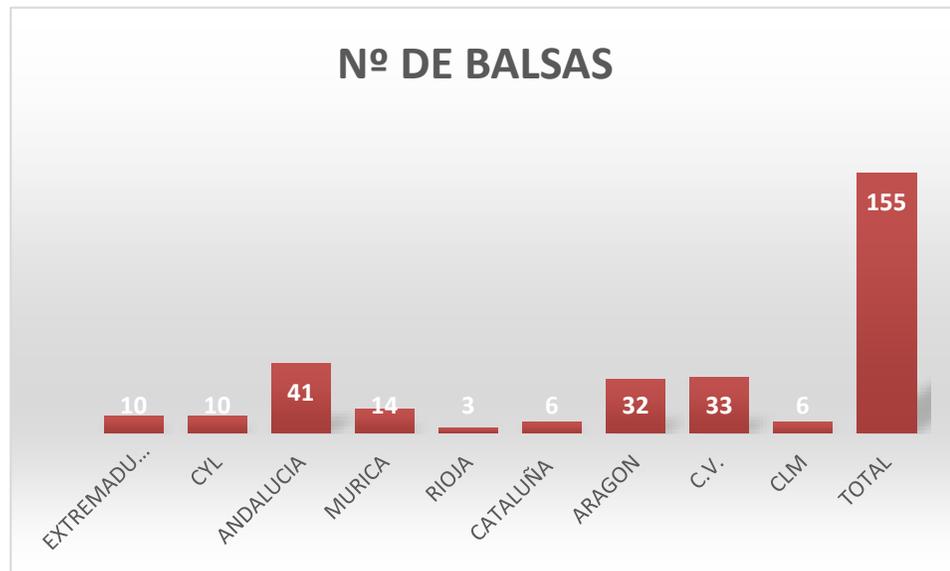
**Norma Técnica de Seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de presas y llenado de embalses**

# 1. INTRODUCCIÓN

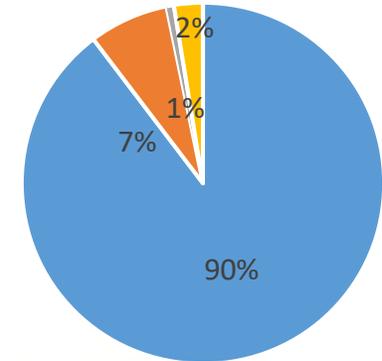
- Las **técnicas y los procesos constructivos** de las balsas de tierra (materiales sueltos) impermeabilizadas mediante geomembranas, generalmente para uso agrícola, han sufrido una importante **evolución** en las últimas décadas, especialmente en lo referente al **control** de la ejecución y mejora de la **calidad** de los materiales empleados en la construcción de este tipo de obras.
- Sigue siendo necesario mejorar y profundizar en el **conocimiento** sobre el **comportamiento de este tipo de infraestructuras**, para que este proceso constructivo esté, cada vez más, apoyado sobre una base sólida y técnicamente coherente con los conocimientos actuales.
- La seguridad real de una balsa comienza en la fase de **proyecto** pero tiene su pleno desarrollo durante la fase de **construcción**, ya que en el caso de que el proyecto carezca de ciertos elementos o estructuras de seguridad, el **Director/a** de las Obras deberá acometer las **modificaciones necesarias** para dotar a la estructura de los elementos y sistemas necesarios que garanticen esta seguridad. No obstante, se debe ser consciente de que aunque el proyecto contemple perfectamente las estructuras y elementos de seguridad, no servirá de nada si no se desarrolla una **correcta ejecución de la obra**.

# 1. INTRODUCCIÓN

**SEIASA, Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias**, pertenece al grupo Patrimonio del Estado (Ministerio de Hacienda y Función Pública) y es desde el año 2000 empresa instrumental del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, dependiente de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal, para la modernización y consolidación de los regadíos contemplados en el Plan Nacional de Regadíos y declarados de interés general.

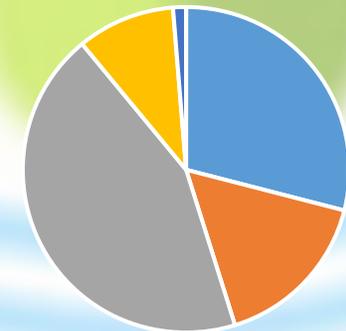


## IMPERMEABILIZACIÓN



■ PEAD ■ EPDM ■ PVC ■ ARCILLAS

## VOLUMEN MILES m<sup>3</sup>

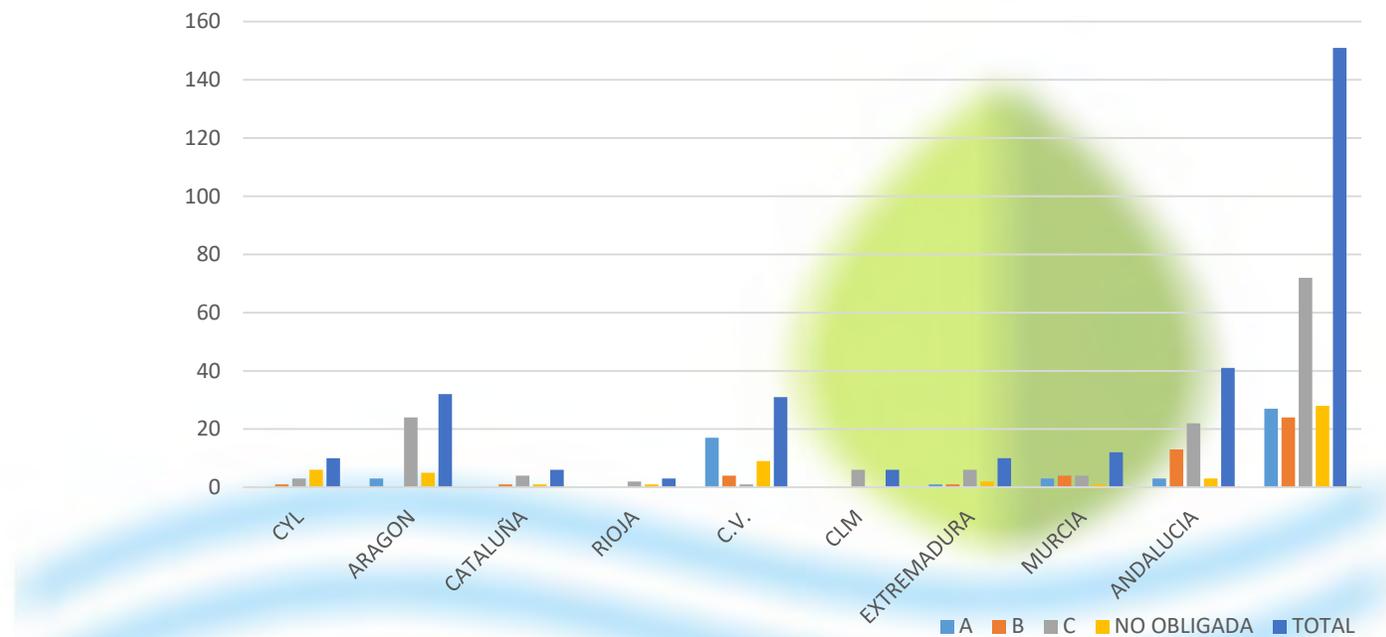


■ 0-50 ■ 50-100 ■ 100-500 ■ 500-1000 ■ 1000

# 1. INTRODUCCIÓN

## CLASIFICACIÓN

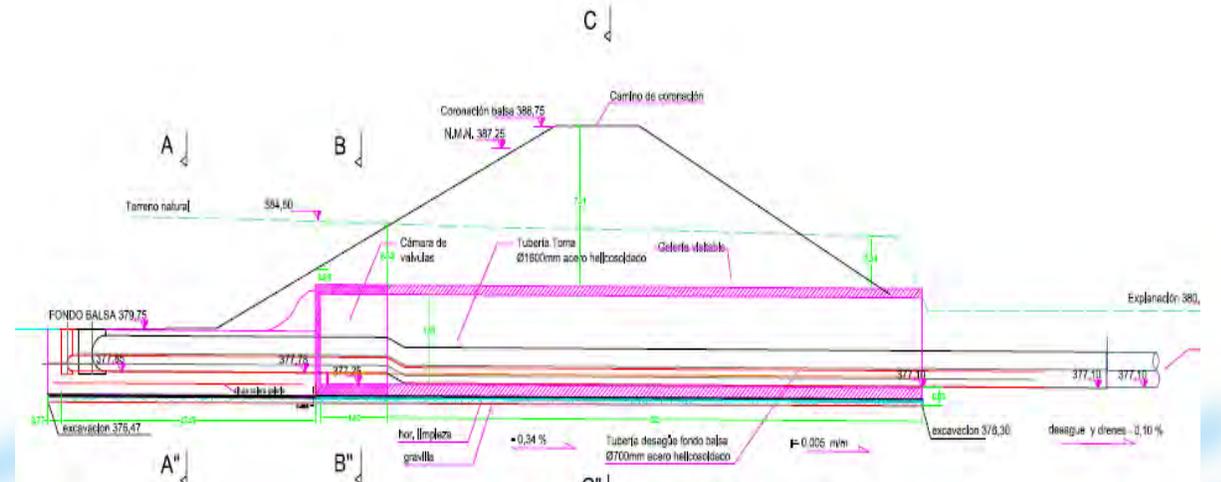
CLASIFICACIÓN	A	B	C	NO OBLIGADA	TOTAL
CYL	0	1	3	6	10
ARAGON	3	0	24	5	32
CATALUÑA	0	1	4	1	6
RIOJA	0	0	2	1	3
C.V.	17	4	1	9	31
CLM	0	0	6	0	6
EXTREMADURA	1	1	6	2	10
MURCIA	3	4	4	1	12
ANDALUCIA	3	13	22	3	41
<b>TOTALES</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>151</b>



# 1. INTRODUCCIÓN

Tipología :

Materiales sueltos (tierras) impermeabilizados mediante geosintéticos.

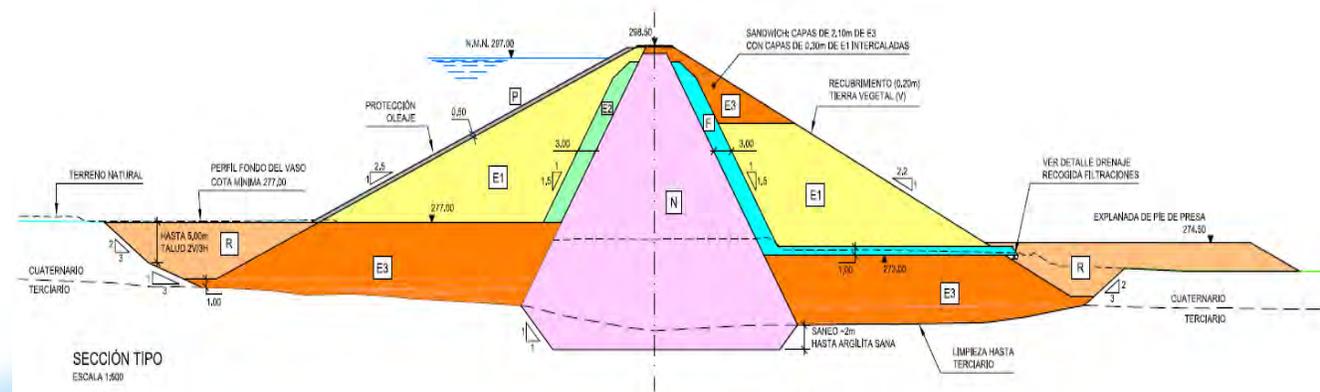


# 1. INTRODUCCIÓN

Tipología :



Materiales seleccionados y zonificados, impermeabilizada mediante arcillas confinadas (núcleo)



# 1. INTRODUCCIÓN

## Labores previas:

Las relacionadas con el estudio previo del **proyecto**, a fin de adaptar, modificar o comprobar la idoneidad de las soluciones:

- Geometría y forma de la balsa.
- Estudio hidrogeológico y geotécnico:
- Entrada y salida de agua
- Plan de Control de calidad

### Otros aspectos:

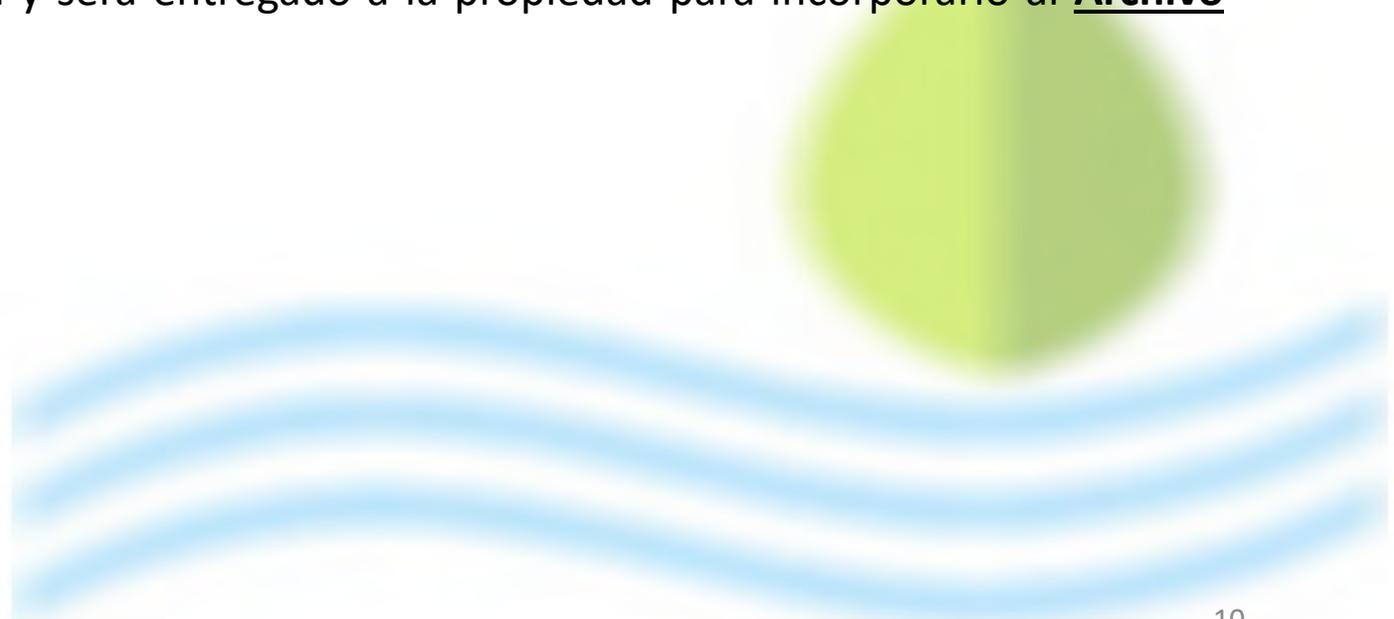
- **Drenaje** superficial
- **Accesos** a la balsa y su coronación
- **Ubicación** adecuada del **aliviadero**
- La evacuación de aguas de **escorrentía** pluvial.
- **Desagüe** de emergencia
- **Vaciado** de la balsa



# 1. INTRODUCCIÓN

## Final de la construcción de la balsa

El Director/a de las Obras recogerá en un documento los distintos procesos de ejecución de la balsa, incluyendo todos los detalles relevantes y las órdenes de ejecución. Al mismo, se incorporarán las actas de todos los ensayos realizados, adjuntándose un reportaje fotográfico de las partes más relevantes: drenes, conducciones de entrada, detalles de toma, etc., y como último apartado, recogerá los planos. Se detallará toda la obra tal y como ha sido construida y será entregado a la propiedad para incorporarlo al **Archivo Técnico**



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

1.-REPLANTEO

2.-DESBROCE, DESTOCONADO Y RETIRADA DE TIERRA VEGETAL

3.-CIMIENTOS DE LOS DIQUES

4.-ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

5.-DESMONTES, TERRAPLENES Y PERFILADOS

6.-DRENES

7.-IMPERMEABILIZACIÓN

8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS





# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

REVISIÓN 3.-ENERO 2.019	AÑO 2018 (MESES)												AÑO 2019 (MESES)							TOTAL E. M. (€)
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
<b>1.- INFRAESTRUCTURAS MARGEN IZQUIERDA</b>																				<b>2.683.033,71</b>
<b>1.1.- OBRA DE TOMA</b>																				<b>80.610,09</b>
1.1.1-1.1.3.- MOV. TIERRA, OBRA CIVIL Y REP. CAMINOS							25.164,57		2.200,96	307,11									27.672,64	
1.1.4.- INSTALACIONES Y PIEZAS ESPECIALES **							51.156,23		437,93		1.343,29								52.937,45	
<b>1.2.- CONDUCCIÓN DE LLENADO Balsa</b>																			<b>964.242,69</b>	
1.2.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS			58.892,44	48.867,29	104.789,33	137.293,21	23.520,30		35.553,67	21.149,59	35,26			11.800,00					394.860,49	
1.2.2.-1.2.3 TUBERÍAS, PIEZAS ESPECIALES Y VALVULERÍA				63.723,73	219.578,05	214.222,71	32.226,07		12.073,25	5.838,18									547.661,99	
1.2.4 a 1.2.7.- ARQUETAS, ANCLAJES, OB. COMPLEM. Y REP.						6.650,73	8.552,83		2.200,96	1.993,02	567,57		1.755,00						21.720,11	
<b>1.3.- BALSA DE REGULACIÓN 190.000 M3</b>																			<b>1.638.181,03</b>	
1.3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS (EXCAV., TERRAPLEN)	19.085,10	162.665,70	124.517,98	206.742,86	298.460,09	671,74													812.143,47	
1.3.2.- ALIVIADERO Y LLENADO							40.953,93	65.514,93	56.712,14	3.799,42	8.091,26								175.071,68	
1.3.2.- TOMA Y DESAGÜE FONDO	42.739,49	46.572,16		39.888,28	18.321,12	40.128,00	36.128,33								3.000,00				226.777,38	
1.3.3.- CAMINO CORONACIÓN Y ACCESOS						10.776,65		17.444,88	7.162,79		31.636,07								67.020,39	
1.3.4.- IMPERMEABILIZACIÓN Y RED DE DRENAJE		12.787,53				138.756,48	194.721,73				1.761,79								352.108,26	
1.3.5.- ELEMENTOS AUSCULTACIÓN Y CONTROL												1.061,85							1.061,85	
1.3.6.- ELEMENTOS ACCESORIOS																4.000,00			4.000,00	
<b>2.- INFRAESTRUCTURAS MARGEN DERECHA</b>																			<b>4.444.072,02</b>	
<b>2.1.- OBRA DE TOMA</b>																			<b>159.712,94</b>	
2.1.1-2.1.3.- MOV. TIERRA, OBRA CIVIL Y REP. CAMINOS												25.647,09	144,00	24.700,00	7.200,00				57.691,09	
2.1.4.- INSTALACIONES Y PIEZAS ESPECIALES												3.821,85		400,00	94.800,00	3.000,00			102.021,85	
<b>2.2.- CONDUCCIÓN DE LLENADO Balsa</b>																			<b>157.481,29</b>	
2.2.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS												11.643,56	10.806,00						22.449,56	
2.2.2-2.2.3 TUBERÍAS, PIEZAS ESPECIALES Y VALVULERÍA												129.248,85							129.248,85	
2.2.4 a 2.2.5.- ARQUETAS Y ANCLAJES												1.382,88		4.400,00					5.782,88	
<b>2.3.- BALSA DE REGULACIÓN 840.000 M3</b>																			<b>4.126.877,79</b>	
2.3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS (EXCAV., TERRAPLEN)							28.329,03	202.994,36	700.632,68	657.052,65	136.550,56	232.871,16	3.027,00	166.600,00	9.300,00				2.137.357,44	
2.3.2.- ALIVIADERO Y LLENADO														38.000,00	16.500,00	60.000,00			114.500,00	
2.3.2.- TOMA Y DESAGÜE FONDO							99.049,77	106.065,23	47.321,92	13.532,88	134.150,56	165.588,19	28.074,00			110.000,00	16.900,00		720.682,55	
2.3.3.- CAMINO CORONACIÓN Y ACCESOS														19.000,00				36.200,00	55.200,00	
2.3.4.- IMPERMEABILIZACIÓN Y RED DE DRENAJE						72.500,87		9.453,16	13.503,98	5.268,59	3.916,33		1.000,00	66.400,00	404.000,00	395.000,00	119.344,87		1.090.387,80	
2.3.5.- ELEMENTOS AUSCULTACIÓN Y CONTROL															2.800,00			250,00	3.050,00	
2.3.6.- ELEMENTOS ACCESORIOS															5.700,00				5.700,00	
<b>3.- MEDIDAS MEDIAMBIENTALES</b>																			<b>37.706,95</b>	
<b>3.1.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS</b>															28.100,00				28.100,00	
<b>3.2.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</b>			3.362,39			1.525,56			1.246,35			872,65			1.400,00		1.200,00		9.606,95	
<b>4.- SEGURIDAD Y SALUD</b>																			<b>80.515,65</b>	
4.- SEGURIDAD Y SALUD	805,16	2.415,47	2.415,47	4.025,78	7.246,41	7.246,41	5.636,10	4.830,94	9.661,88	8.051,57	3.220,63	6.441,25	5.636,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	1.682,58	80.515,65	
<b>5.- GESTIÓN DE RESIDUOS</b>																			<b>9.809,02</b>	
5.- GESTIÓN DE RESIDUOS		2.335,43				6.779,69		693,90											9.809,02	
<b>6.- CONTROL DE CALIDAD</b>																			<b>70.899,50</b>	
6.- CONTROL DE CALIDAD		8.704,20	14.507,00		3.626,75	2.176,05	10.880,25	2.901,40		5.077,45	2.176,05	725,35	725,00	1.400,00	1.400,00	5.800,00	6.500,00	4.300,00	70.899,50	
Ejecución Material mensual	62.629,75	235.480,49	203.695,28	363.247,94	652.021,75	638.728,10	509.278,53	409.898,79	888.708,51	729.672,76	316.009,46	583.221,02	50.167,00	257.900,00	239.300,00	600.700,00	420.800,00	162.644,87	1.932,60	TOTAL E. MAT.
Ejecución Material acumulado a origen	62.629,75	298.110,24	501.805,52	865.053,46	1.517.075,21	2.155.803,31	2.665.081,84	3.074.980,63	3.963.689,14	4.693.361,90	5.009.371,36	5.592.592,38	5.642.759,38	5.900.659,38	6.139.959,38	6.740.659,38	7.161.459,38	7.324.104,25	7.326.036,85	7.326.036,85
I.V.A. 21%	13.152,25	49.450,90	42.776,01	76.282,07	136.924,57	134.132,90	106.948,49	86.078,75	186.628,79	153.231,28	66.361,99	122.476,41	10.535,07	54.159,00	50.253,00	126.147,00	88.368,00	34.155,42	405,85	1.538.467,74
Total mensual	75.782,00	284.931,39	246.471,29	439.530,01	788.946,32	772.861,00	616.227,02	495.977,54	1.075.337,30	882.904,04	382.371,45	705.697,43	60.702,07	312.059,00	289.553,00	726.847,00	509.168,00	196.800,29	2.338,45	TOTAL E. POR ADM
Total acumulado a origen	75.782,00	360.713,39	607.184,68	1.046.714,69	1.835.661,00	2.608.522,01	3.224.749,03	3.720.726,56	4.796.063,86	5.678.967,90	6.061.339,35	6.767.036,78	6.827.738,85	7.139.797,85	7.429.350,85	8.156.197,85	8.665.365,85	8.862.166,14	8.864.504,59	8.864.504,59

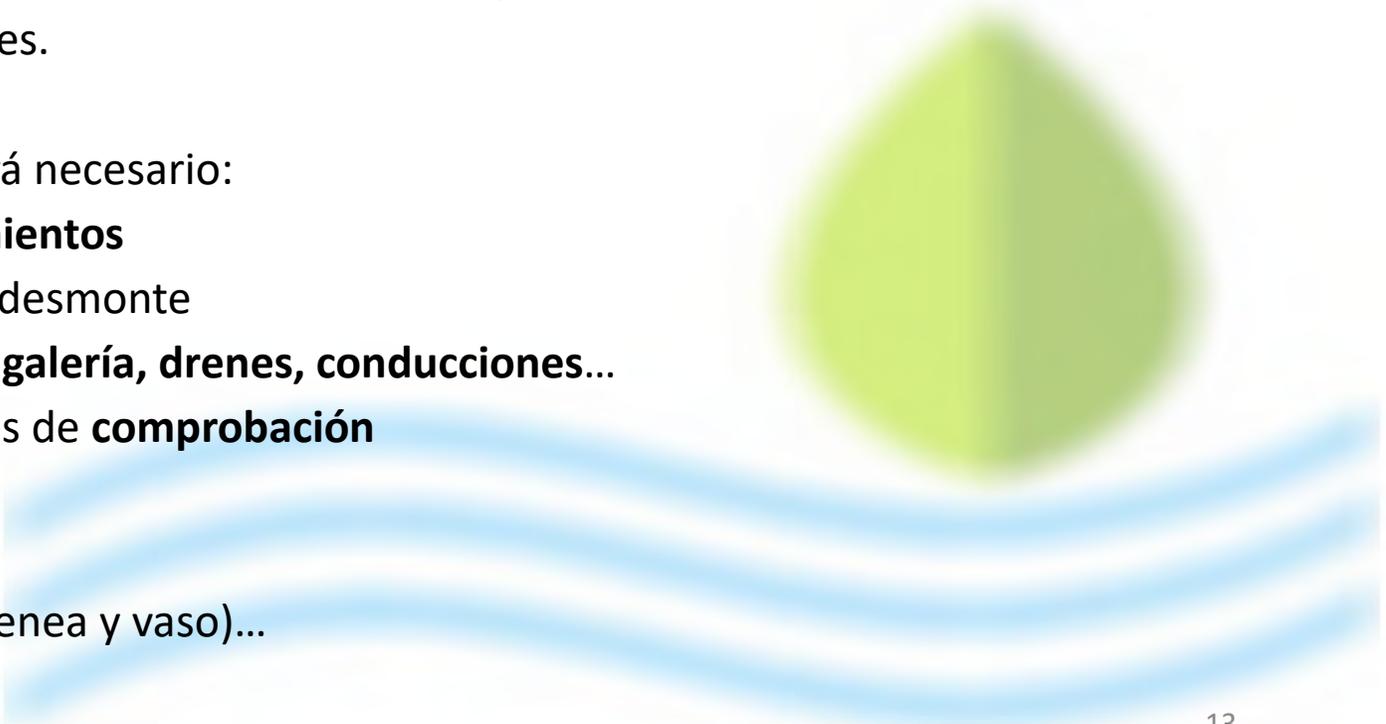
## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.1.- REPLANTEO

- Plasmar en el **terreno** la planta de la balsa
- Identificar las **intersecciones** de los desmontes con los terraplenes.
- **Verificar** las verdaderas mediciones.

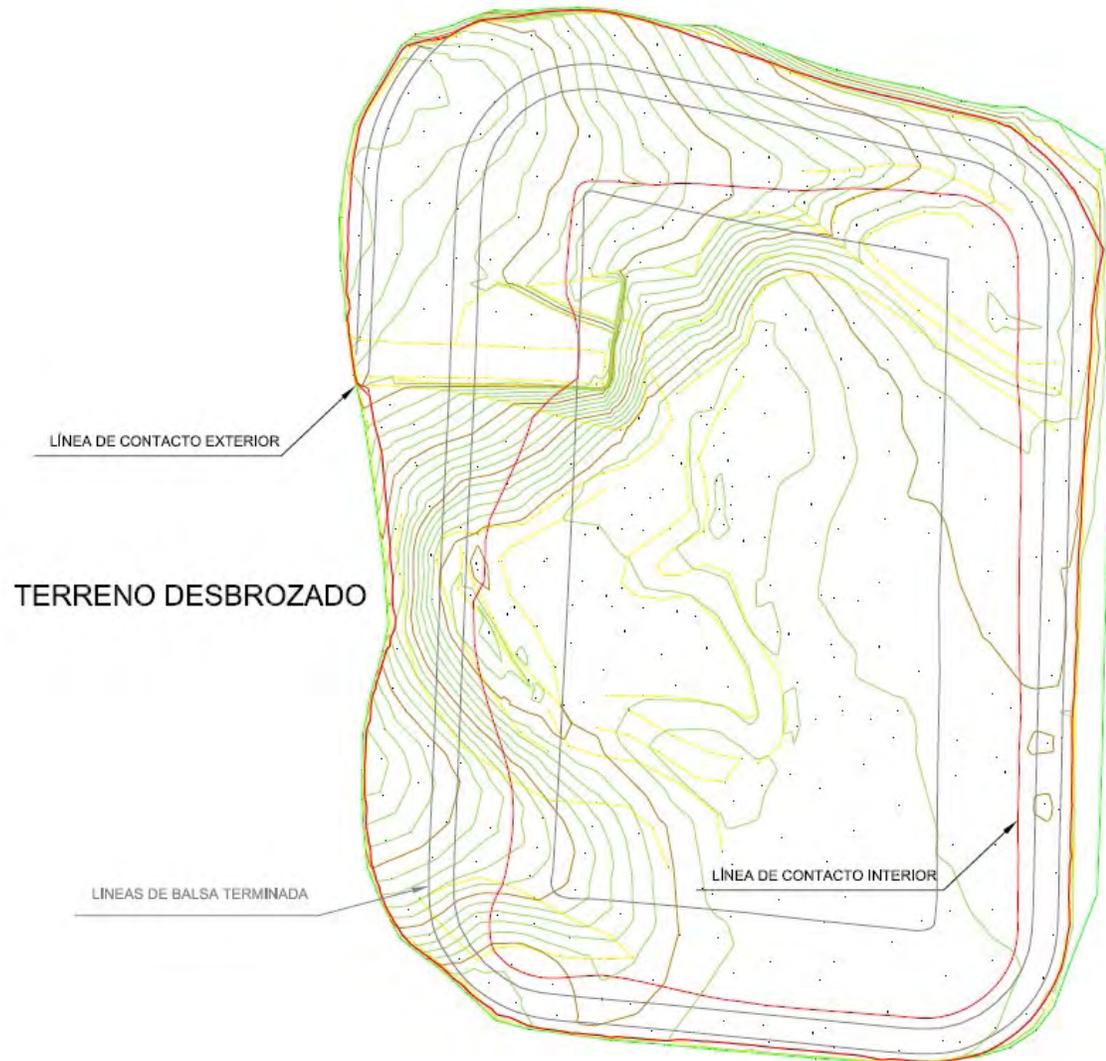
Después de este replanteo inicial será necesario:

- Replanteo de **emplazamientos**
- Marcar **profundidad** de desmonte
- Replanteo de **tongadas, galería, drenes, conducciones...**
- Levantamientos parciales de **comprobación**
- **Alineaciones**
- **Pendientes** de taludes
- Replanteo **drenes** (chimenea y vaso)...



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.1.- REPLANTEO



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.2.- DESBROCE, DESTOCONADO Y RETIRADA DE TIERRA VEGETAL

- **Desbrozar, destoconar y extraer** la tierra vegetal para posterior uso en revegetación de taludes exteriores.
- Profundidad variable (**materia orgánica**).
- Una vez extraída toda la tierra vegetal, se procede a un nuevo levantamiento y a comprobar, otra vez, la competencia del cimiento (realizar un nuevo estudio geotécnico).

ACORDONADO EN PERÍMETRO EXTERIOR



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.2.- DESBROCE, DESTOCONADO Y RETIRADA DE TIERRA VEGETAL

Protección y trasplante de especies de interés



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.3.- CIMIENTO DE LOS DIQUES

**Dique:** Terraplén construido generalmente con el **material excavado en la formación del vaso**, al que en determinados casos se le añaden en pequeña proporción materiales exteriores a la zona de excavación, principalmente para formar los drenes de dique, el material de asiento de los geosintéticos del talud interior, etc.

- Se garantizará que el cimiento de arranque del DIQUE **sea competente para soportar las cargas** a las cuales se verá sometido.
- Al inicio de la construcción **se evitará** que la superficie inicial de apoyo del cimiento sea favorable a los **planos de deslizamiento** del terraplén.
- Operaciones solapadas :
  - Inicio de la excavación y construcción de los elementos que **atraviesan** el dique (galería, conducciones)
  - Inicio de la **rama horizontal** del dren chimenea, si existe, así como ejecución de las salidas al exterior de las mismas.
  - Inicio de la ejecución de los **terraplenes**.

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.3 CIMENTACIÓN DE DIQUES



EXCAVACIÓN A VERTEDERO



ACORDONADO EXTERIOR

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.1.-Conducciones:

- De llenado, desagüe, explotación o colectores de la red de drenaje que se alojan en el **interior de otras** (generalmente de hormigón), envueltas a su vez en hormigón o en el interior de **galerías**. No recomendable envueltas solo en hormigón.
- La **estanqueidad de las conducciones**, mediante pruebas de presión de ensayo que se describen en la Guía Técnica sobre tuberías para el Transporte de Agua a Presión elaborada por el CEDEX y publicado por el Ministerio de Fomento.
- Generalmente son de **acero de, al menos, 10 mm. de espesor**. Si van en galerías, los materiales pueden ser otros (PRFV, PEAD, Fundición ...).
- El acero normalmente será galvanizado y podrá ir soldado o embridado e irán debidamente apoyadas. Desde la toma hasta el interior de la galería o hasta la arqueta de válvulas, si va encamisada, **no debe haber ninguna brida**.
- Es importante prestar atención a las a **piezas especiales**, (Manual 11 AWWA del Bureau).

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.1.- Conducciones

- Se prestará especial **atención** en las obras sumergidas y tomas de fonda a:
  - Pruebas de **presión**
  - Colocación del material del **dren de envuelta** de las obras de toma, con su correspondiente filtro, natural o sintético.
  - Disposición de elementos de amortiguación del **contacto geomembrana-puntos duros** (hormigón o tubería).
  - Ejecución de la **unión entre las geomembranas y la toma**.
- Sistema doble de anclaje de la lámina a la obra de fábrica.
- Los paramentos verticales en contacto con material granular y/o suelo de estas obras deberán tener un desplome con un talud entre **1/3 – 1/5 (H/V)**.
- La **valvulería y las ventosas** deben ser igualmente objeto de especial atención.

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.1.-Conducciones



**Solera y apoyos**



**Colectores de drenaje**

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.1.-Conducciones



Directamente embutidas en dado de hormigón



Envainadas en tuberías de hormigón y envueltas en hormigón en masa

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.1.-Conducciones



Dado de unión lamina-tuberías (doble unión)



Envolvente de hormigón  
Dren de envuelta

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

### 2.4.1.-Conducciones



Brida
Caucho
<b>PEAD</b>
Caucho
Brida

Doble sistema de unión (perfil PEAD-brida)

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.1.-Conducciones



Doble sistema de unión (pletina acero-brida)



Vaina de hormigón-tubería de acero  
Entrega arqueta de válvulas

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.2.-Galerías

- Se **comprueba** que el **cimiento es competente** para transmitir las cargas del falso túnel.
- Atención a los **apoyos** de las conducciones.
- Las galerías pueden ser de **hormigón** (in situ o **prefabricado**) o de **chapa** (galvanizada y ondulada). Evitar que sean **motivo de retrasos** en la construcción de la balsa. Evitar trinchera.
- Atención a los sistemas de **aireación e iluminación**.
- Gran ventaja para el **mantenimiento** de las conducciones y su control (desmontaje de válvulas, accesibilidad...)
- La **toma de fondo** debe **unirse a la estructura** de la galería.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.2.-Galerías



Marco prefabricado



Elaborada en obra

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.2.-Galerías



Marco prefabricado (cara interior del vaso)



Laterales galería (dren de envuelta)

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.- ESTRUCTURAS QUE ATRAVIESAN EL DIQUE

#### 2.4.2.-Galerías



Chapa de acero ondulada

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES

- En los taludes en **desmante**, se evitará la posibilidad de que se produzcan **desprendimientos** o arrastres al interior del vaso (durante y después de construido).
- Si las características de los **materiales** extraídos son similares a los estudiados, tienen validez los estudios de estabilidad del talud y los controles de la compactación de las distintas tongadas, si **cambian** deberán realizarse los **ensayos oportunos**.
- Será responsabilidad del Director/a de las Obras la determinación del **método de ensayo a seguir**, así como los parámetros mínimos exigidos y los diferentes métodos de comprobación de la compactación. En **pedraplenes** y todo-uno, se empleará el método de medir los asientos en función del número de pasadas del rodillo.
- La **ejecución** de los diques será generalmente con el **material** extraído de la **excavación**. Al mismo tiempo que se ejecutan los diques se debe ir ejecutando el **dren chimenea** (si existe).

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES

El **perfilado y refinado** de coronación, fondo y taludes interiores, se hará con niveladora/motoniveladora y en taludes interiores y fondo será preciso aportar una capa de regularización a base de materiales finos cohesivos. Se pasará el rufo liso sin vibrar.

Se darán las **pendientes** adecuadas en el fondo del vaso, hacia el desagüe. .

El vertido de la **tierra vegetal** se realizará por volteo o extensión mediante palas o bulldozer.

No conviene realizar perfilado alguno en los **taludes exteriores**, para una mejor retención de la tierra vegetal.

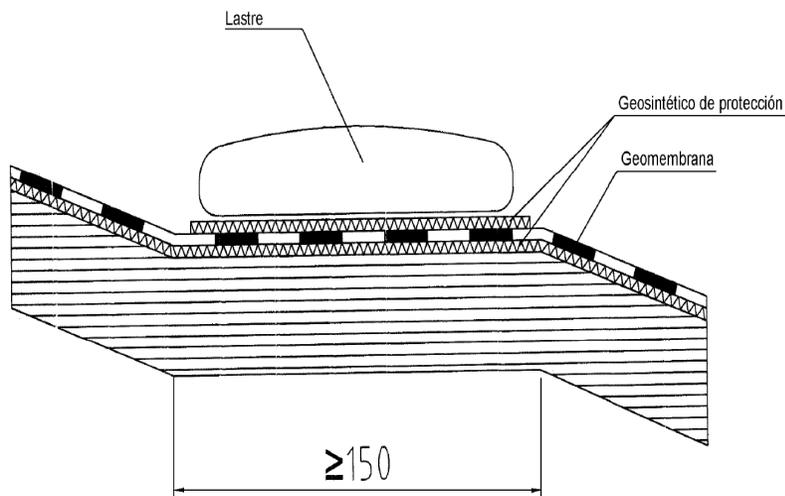
Los taludes de desmonte exteriores al vaso se ejecutarán con las medidas necesarias para que durante su construcción y su vida útil se evite la posibilidad de que se produzcan desprendimientos o arrastres al interior del vaso.

Durante la construcción de los desmontes interiores del vaso, se ejecutarán los procesos necesarios que garanticen posteriormente la correcta ejecución y acabado de la capa de apoyo.

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES

- Las **Bermas intermedias** en los taludes exteriores pueden facilitar la conservación y aumentar la estabilidad, pero en los taludes interiores presentan grandes dificultades de ejecución y generan no pocos problemas. En estos casos la anchura será tal que permita trabajar a una máquina; el anclaje de las láminas es complejo. Si se lastran deberá estudiarse muy bien el peso y tipo de los lastres.
- El pie del **talud exterior** suele protegerse mediante un **pie de escollera** y una cuneta para evitar la erosión del mismo con aguas de escorrentía.



BERMA INTERIOR

SEGÚN UNE 104427



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES

#### Maquinaria:

- Bulldozer
- Rulo compactador con rodillo liso y rodillo tipo pata de cabra.
- Cuba de agua auto-cargable por tractor agrícola. Es preferible al camión.
- Tractor agrícola de diferentes potencias (200-300 CV ) con transportadoras
- Traíllas autopropulsadas de gran capacidad de carga (20 o mas m3)
- Camión centauro y tracción total.
- Pala cargadora de diferentes capacidades de cazo y potencias
- Camiones bañera
- Camiones extraviales (Dumper) de gran capacidad de transporte
- Retro excavadora, de gomas o cadenas, con o sin martillo neumático, para apertura de zanjas, picadura de piedras o cargas de camiones. Muy diversas potencias y capacidades de cazo o martillos.
- Moto-niveladora.
- Desbrozadoras

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES



Taludes interiores (sobre-ancho)



Taludes exteriores (sin uniformidad)

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES



Tamaño capas  
Densidades  
Tamaño gruesos



Perfilado talud interior

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES



Refinado manual talud interior



Riego de capa terminada

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.5.-DESMONTES Y TERRAPLENES



Perfilado talud interior

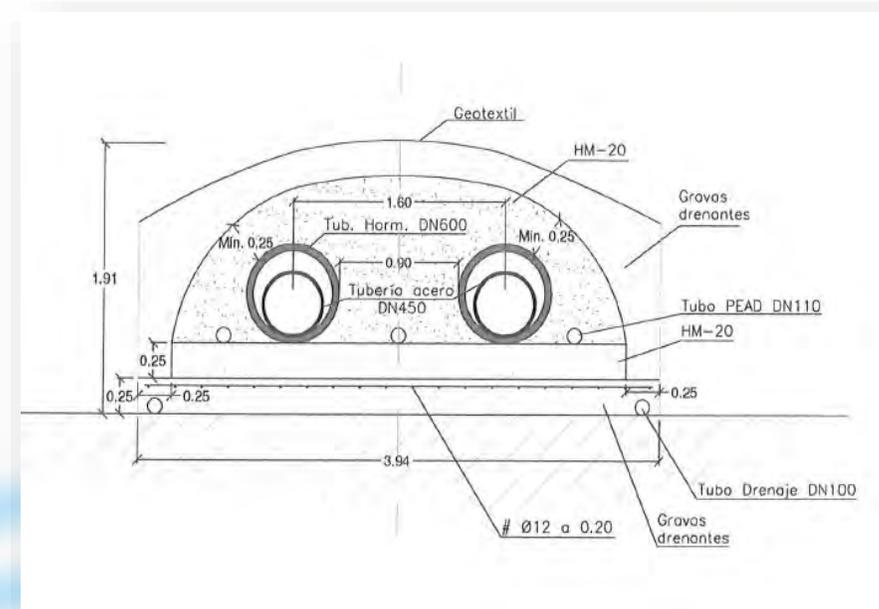
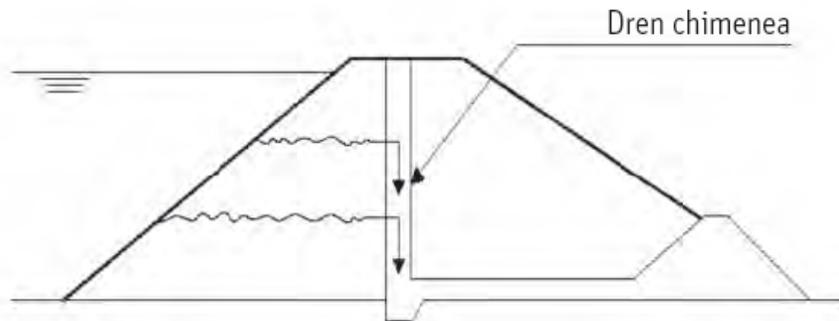


Aporte de materiales finos sobre pedraplén

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.6.-DRENES

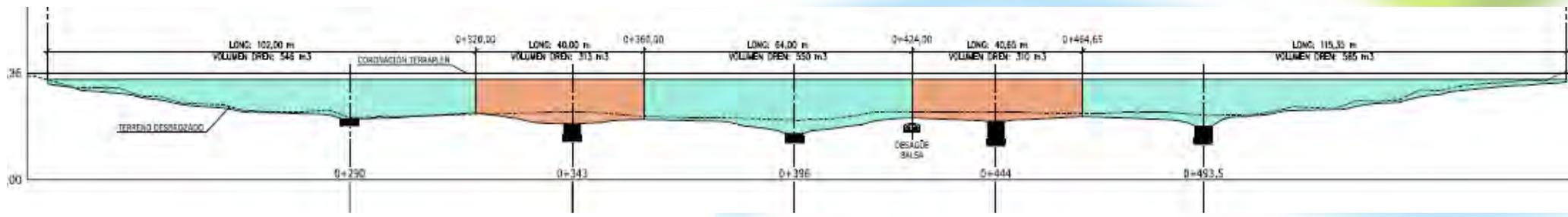
- Los diferentes sistemas de drenaje en las balsas **se pueden** agrupar en tres:
  - 2.6.1.- Dren Chimenea
  - 2.6.2.- Dren de Envuelta
  - 2.6.3- Dren de vaso



Dren de envuelta

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.6.1.-Dren chimenea



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.6.-DRENES

#### Ejecución del dren chimenea

Rama Horizontal: Una vez ejecutado el cimiento de la rama horizontal, se coloca el geotextil. Posteriormente se rellena con el material granular y se envuelve éste con el geotextil. El geotextil debe solaparse entre 20-25 centímetros en sentido transversal y 80-100 centímetros entre paños en sentido longitudinal.

Rama Vertical: Una vez elevado el dique una cierta altura se excava la zanja donde irá instalado el dren chimenea hasta conectar con la rama horizontal o con la fase anterior de la rama vertical (en todos los casos el geotextil debe romperse o punzonarse para garantizar la continuidad del flujo a través del material granular). Una vez abierta la trinchera, se coloca el geotextil y se rellena con el material granular, cerrándolo posteriormente con el geotextil. Una vez cerrado se vuelve a levantar de nuevo el dique hasta la altura indicada. Los solapes del geotextil se realizarán de la misma forma que en el caso anterior.

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.6.-DRENES

#### 2.6.1.-Dren chimenea

- Rama horizontal, arqueta de recogida y registro. Una (salida continua) o varias salidas.
- Rama vertical, creciendo al ritmo del dique (alturas de 1.5 a 2 m.).
- Deben **calcularse** las dimensiones, el árido y el filtro.



Rama horizontal



Rama vertical



Arqueta recogida y registro

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.6.-DRENES

#### 2.6.2.-Dren de envuelta

- Es aquel que rodea (**envuelve**) los elementos que atraviesan el dique, sean galerías o conducciones.
- Consiste en un relleno de **material granular** alrededor de dicha obra de fábrica recogido con el **geotextil adecuado**.
- Se continúa levantando el dique y las primeras capas se compactan sin vibrar y empleando mayor cantidad de agua para evitar roturas o **sobrecargas a la estructura de la galería**.
- Debe asegurarse la **conducción de aguas hasta el exterior** y el drenaje de la toma de fondo. En las balsas impermeabilizadas con geosintéticos o con material asfáltico, se garantizará la continuidad del dren entre la obra de toma y la estructura de salida, así como una salida libre aguas abajo para que en caso de que se produjese una filtración, ésta tuviese un punto de desagüe.
- Se procederá a regar abundantemente para lavar los finos que pudiese contener el material granular.

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.6.-DRENES

### 2.6.2.-Dren de envuelta



Aporte de gravas



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.6.-DRENES

#### 2.6.3.-Drenes de vaso

- La función principal de estos drenes es la de **alertar** de posibles fugas en la balsa o presencia de agua en el subsuelo (sistemas de auscultación).
- Para que los drenes de vaso tengan utilidad :
  - **Pendiente** correcta de las zanjas.
  - Los sectores **separados y evitando contaminarse entre ellos.**
  - Material **granular y filtro adecuados.**
  - Los conductos de los sectores deben **soportar las cargas** a que son sometidos.
- Separación de la zanja de drenaje del pie de talud, de **1.5 a 2 m.**
- Deben separarse de la obra de toma, al menos **5 metros**
- La arqueta debe permitir **acceder y aforar cómodamente** .
- Puede ser un **manto drenante**, o **mediante geodrenes** (paredes y/o fondo).

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.6.-DRENES

### 2.6.3.-Drenes de vaso



Colectores de drenaje

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.6.-DRENES

### 2.6.3.-Drenes de vaso



Red de fondo



Unión estanca tuberías de drenaje – colectores

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.7. IMPERMEABILIZACIÓN

1. REUNIÓN DE CONTROL DE CALIDAD.
2. ACEPTACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LAS SUPERFICIES PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN
3. REPLANTEO de LAS LÁMINAS IMPEREMABILIZANTES
4. ACTUACIONES NO ADMITIDAS:

En todo momento se seguirá la Normativa de Instalación recogida en la **UNE 104 427** y las recomendaciones de buena práctica que realice la empresa de Control de la Impermeabilización, pero se hace mención, no limitativa, a aquellas prácticas que no serán admisibles:

- No se admitirán soldaduras horizontales en taludes.
- No se admitirán soldaduras en la entrada de agua y solo si son imprescindibles, en el aliviadero.
- En las soldaduras de cuña, entre dos paños, con canal intermedio, no se admitirá más de un parche. Si son necesarios dos o más, se desecha la soldadura, cortándola, y se realiza una nueva.
- Solo se admitirá una reparación cada diez buenas consecutivas.
- Solo se admitirán tres parches, de cuña o extrusión, por paño, siempre que éste tenga más de 250 m<sup>2</sup> de superficie. Esto será admitido solo en uno de cada diez paños.

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.7.IMPERMEABILIZACIÓN

- En la medida de lo posible en las esquinas se realizaran soldaduras en “**espiga**”, evitando las de “**abanico**” que confluyen en el fondo y precisan gran cantidad de “**T**” de cierre. En caso de realizarse la curva mediante soldaduras en **espiga**, las soldaduras en su unión con el fondo deberán estar separadas al menos **un metro**.

Los cierres de **fondo-talud** se realizaran en las **horas adecuadas**, por las temperaturas, para evitar futuras tensiones por contracción de la lámina.

La empresa instaladora será la responsable del **lastrado de las láminas** durante la instalación de las mismas.

### 5.- TERMINACIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN

Cuando la empresa de control de Calidad emita su **informe final** de la instalación de los geosintéticos y este informe sea **positivo**, podrá concluirse que la impermeabilización ha terminado.

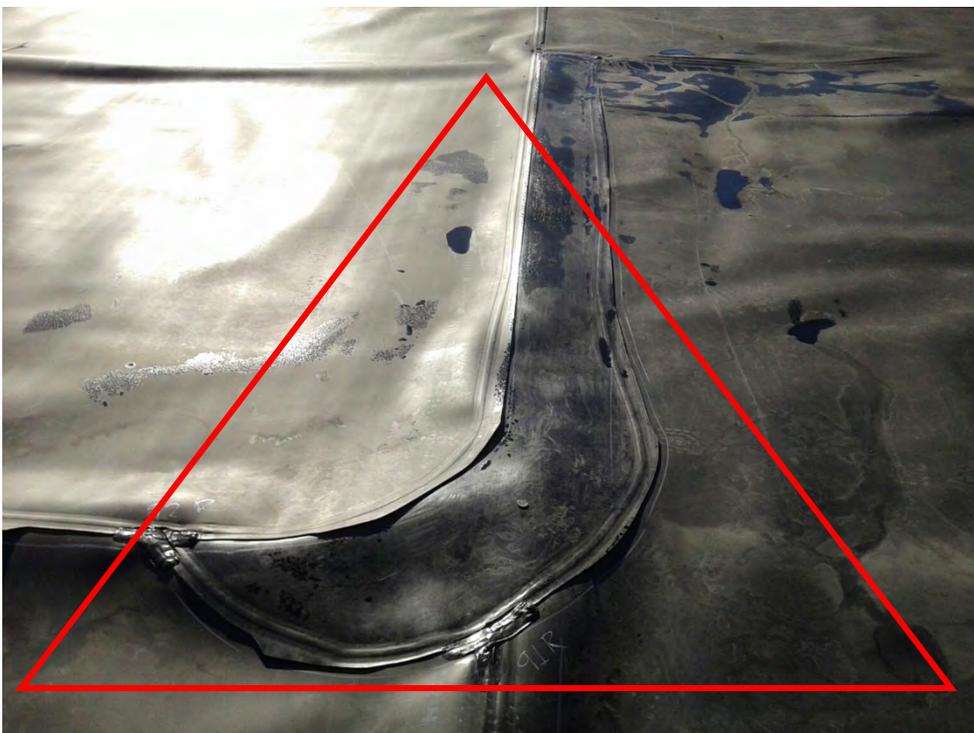
La empresa instaladora de los geosintéticos acreditará documentalmente a la contrata los certificados de calidad de los materiales empleados y la **garantía** de los mismos, así como de la **instalación**.

### 6.- ARCHIVO TÉCNICO

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.IMPERMEABILIZACIÓN

### ACTUACIONES NO PERMITIDAS



**NO**



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.IMPERMEABILIZACIÓN

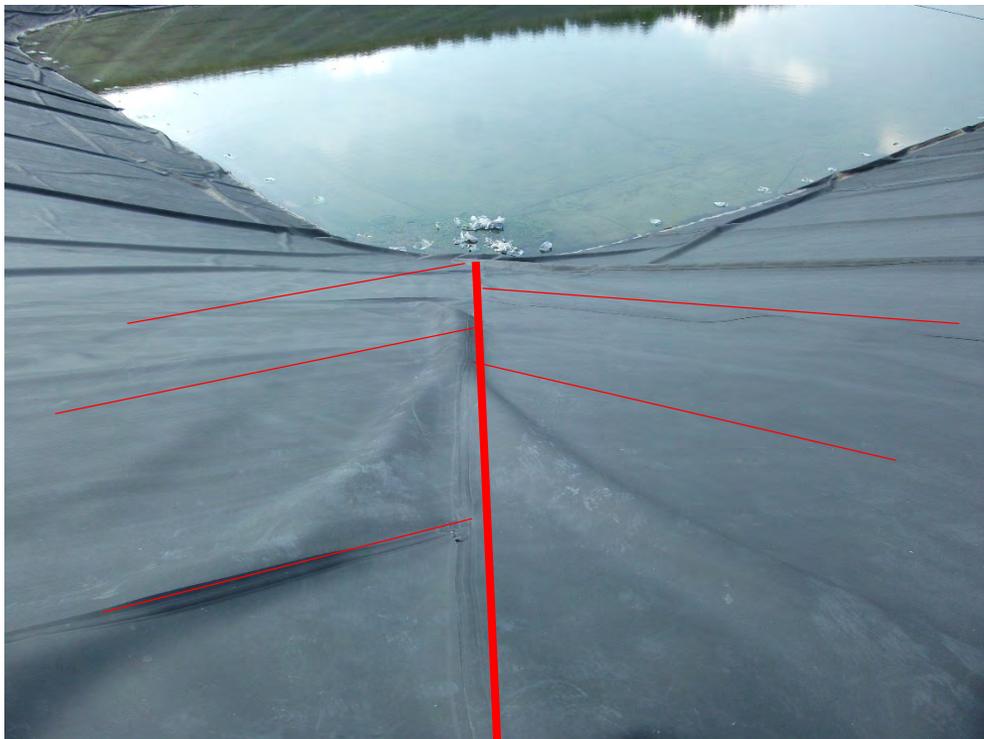


**NO**



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7. IMPERMEABILIZACIÓN



ESQUINA EN ESPIGA



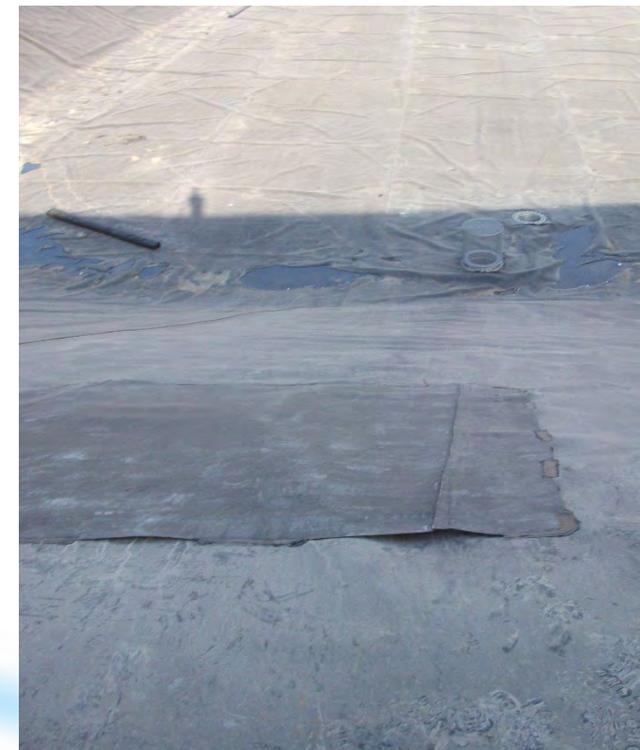
**NO**

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7. IMPERMEABILIZACIÓN



ESQUINA EN ABANICO



PROBETARIO TOMA DE MUESTRAS

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

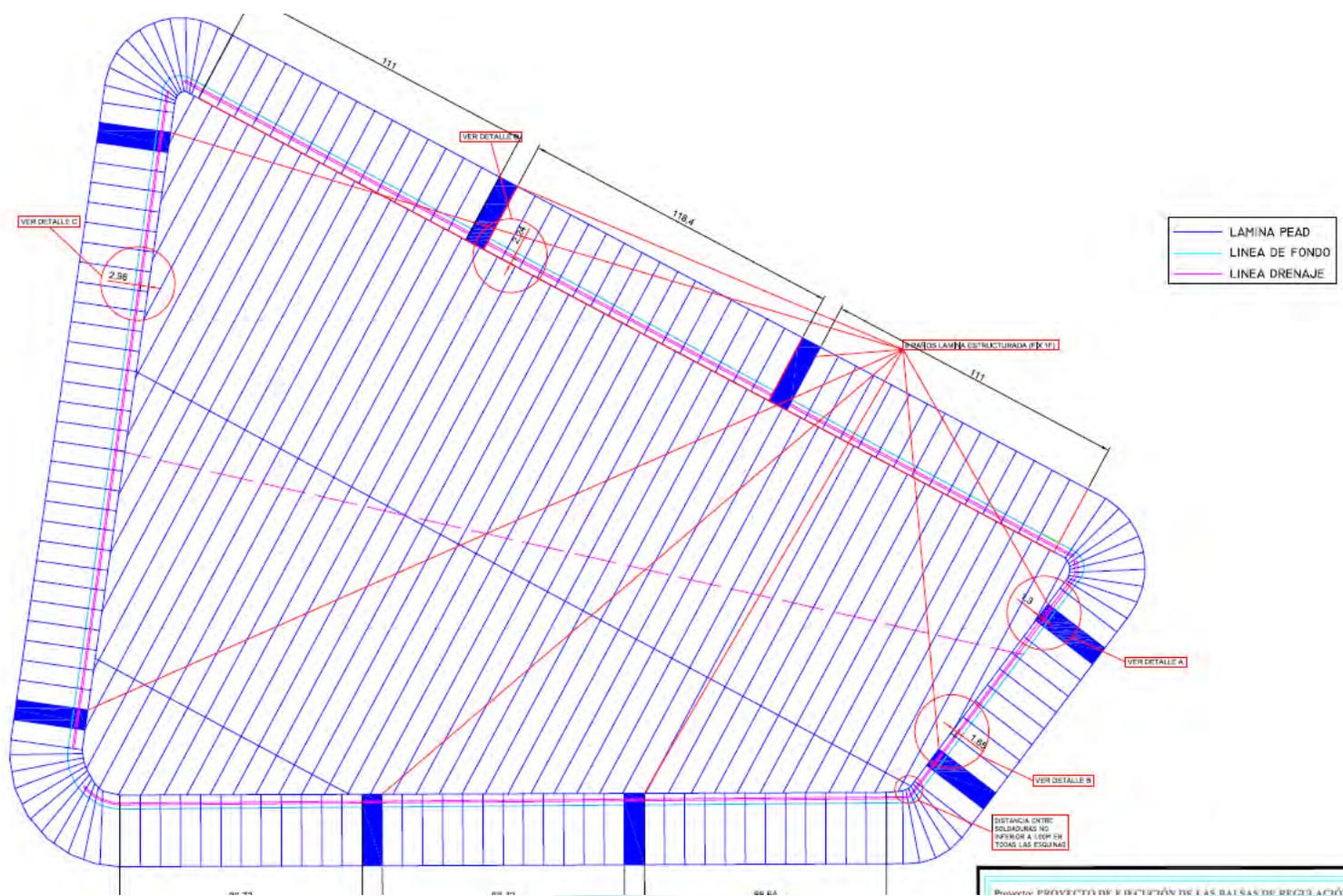
## 2.7.IMPERMEABILIZACIÓN



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7. IMPERMEABILIZACIÓN

PLANO DE DISTRIBUCIÓN LÁMINAS



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

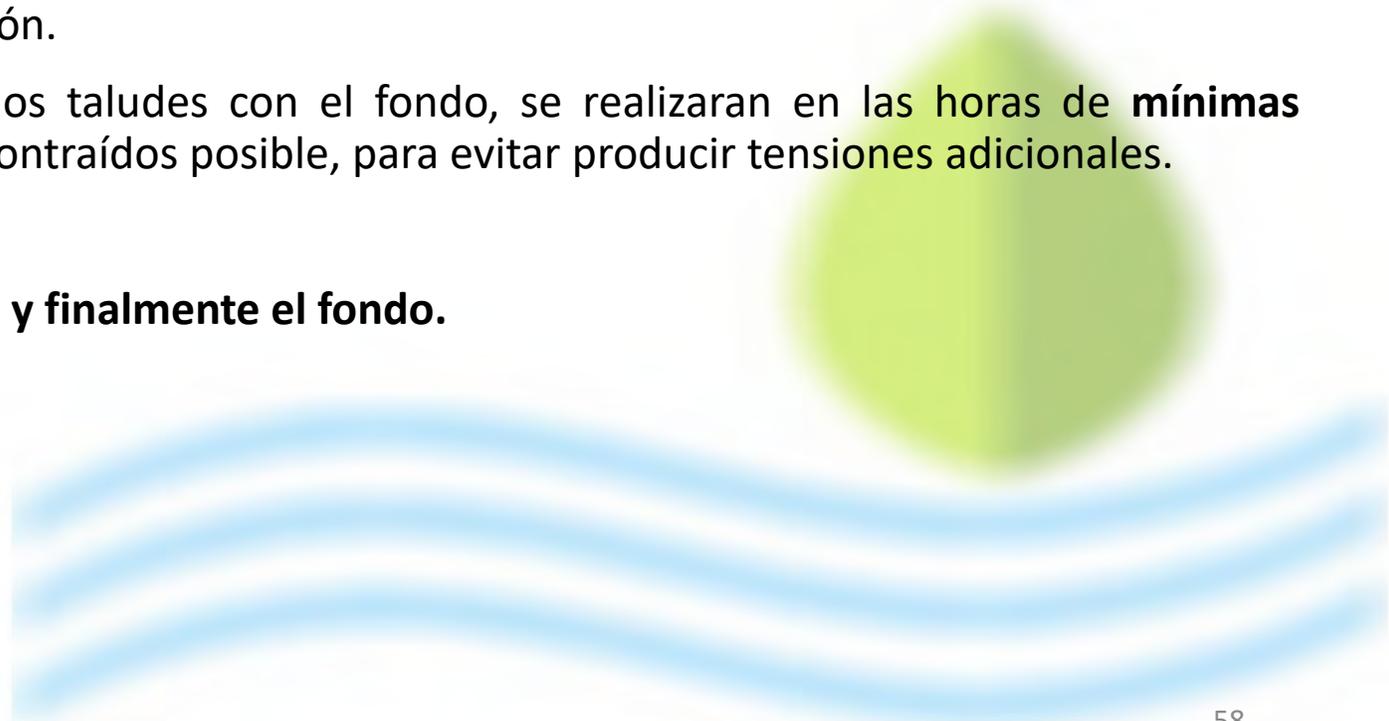
### 2.7.IMPERMEABILIZACIÓN

- Predomina en las balsas, debido a su durabilidad y coste económico frente a otras, la realizada a base de láminas de Polietileno de Alta Densidad (**PEAD**).
- **Geotextiles** que ejercerán básicamente la labor de **protección de la barrera geosintética**.
- **Acopiados** en obra con la antelación suficiente para **ensayos**.
- Reconocerse la **superficie** a impermeabilizar y los **elementos singulares**.
- Plano de **despiece** de los diferentes paños a instalar.
- Las láminas de PEAD son **cortadas** a medida antes de ser extendidas en los taludes, con **útiles y herramientas adecuadas**.
- Se instalan los geotextiles fijándose mediante **punteo con soplete (preferible continuo )** de aire caliente o por **cosido** con hilos adecuados.
- Son importantes las anchuras de fabricación (**minimizar soldaduras**).
- Tras el extendido del geotextil se extiende la lámina, anclándose provisionalmente en coronación y pasando por encima, **al menos 1 m, del dren** de pie de talud.

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.

- Deberá **lastrarse** adecuadamente durante la instalación.
- La **distribución de las láminas** debe estudiarse previamente (puntos singulares, curvas...).
- La lámina se suelda por **fusión (cuña)** y/o con **aporte de material (extrusión)**. La cuña (doble soldadura) deja en el centro un **canalillo** para prueba con aire a presión.
- Las soldaduras de **cierre** de las curvas y de los taludes con el fondo, se realizaran en las horas de **mínimas temperaturas**, cuando los paños estén lo más contraídos posible, para evitar producir tensiones adicionales.
- Vientos dominantes.
- En primer lugar se impermeabilizan los **taludes y finalmente el fondo**.



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN



Toma de muestras

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN



**Geotextil, lámina, anclaje con varilla y lastrado.**



**Superficie en mal estado**



**Anclaje en zanja**



**Acopio rollos PEAD**

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN



**Extendido de láminas**



**Efectos del viento**



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.



Etapas críticas, lluvias,  
vientos...



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.



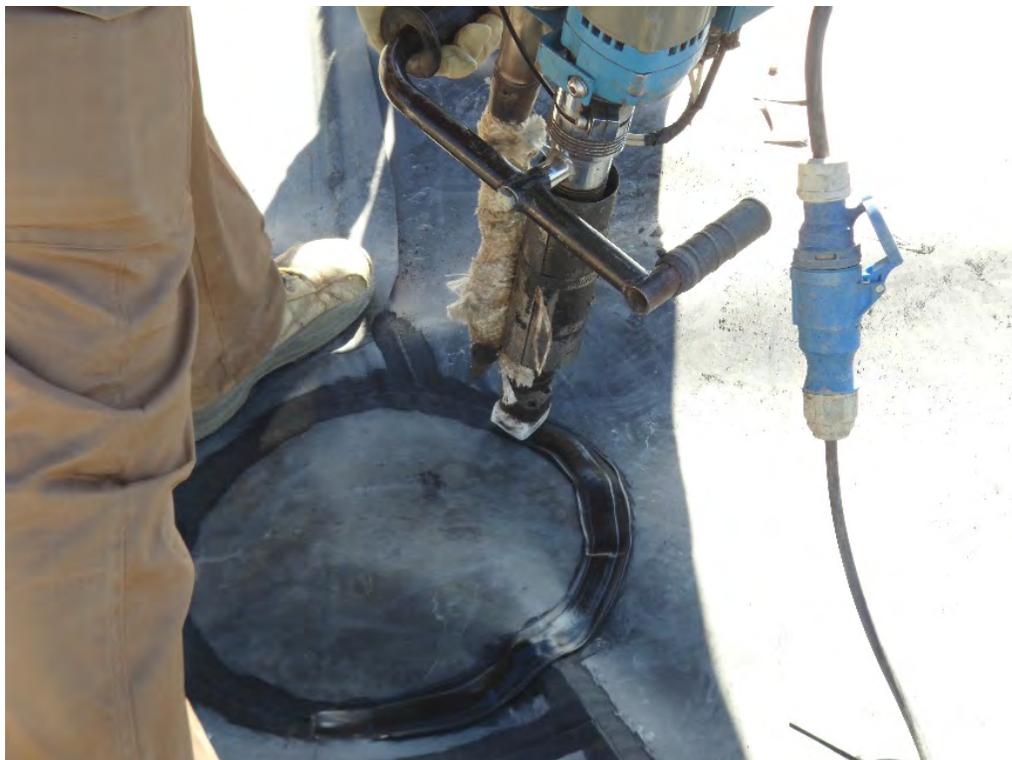
Unión geotextil mediante  
soplete aire caliente



Unión lamina PEAD mediante termofusión doble cuña

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.



Soldadura de extrusión



Mala soldadura de extrusión

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.



- TOMA DE DATOS (Tª PEAD, Tª Y HUMEDAD AMBIENTAL)
- SOLDADURAS DOBLES POR TERMOFUSIÓN:
  - Ensayo de comprobación de la **estanqueidad** de las soldaduras con canal central mediante la **prueba de aire a presión** (UNE 104481-3-2:2010)
  - Comprobación de la correcta ejecución y **resistencia** de las soldaduras mediante el ensayo de **pelado** en obra (UNE 104304:2015)
- SOLDADURAS POR EXTRUSIÓN:
  - Prueba de **estanqueidad** con **campana de vacío** (norma UNE 104425:2001 Anexo C y norma UNE 104427:2010 Apdo. 7.2.2).

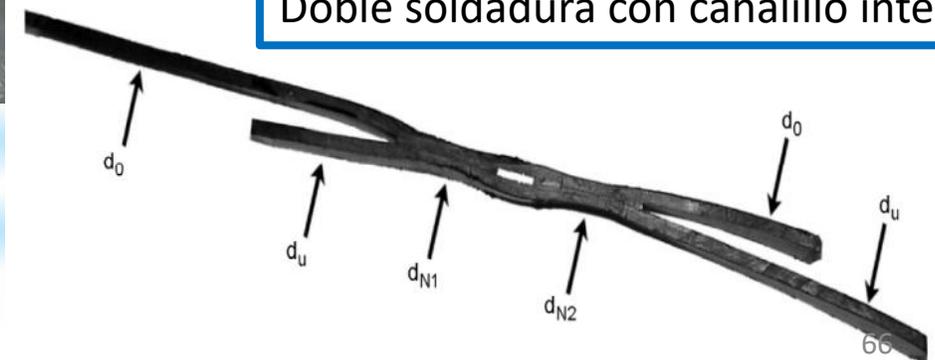
# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.

Ensayo de aire a presión (UNE 104481-3-2:2010)



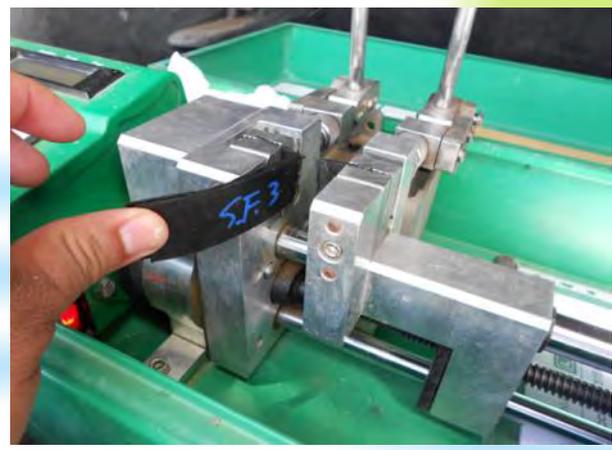
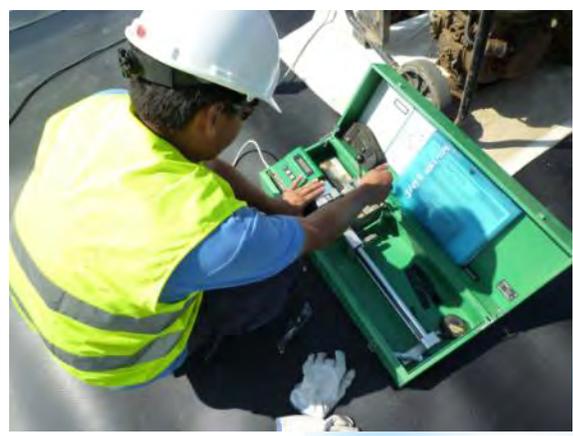
Doble soldadura con canalillo interior



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.

Ensayo de pelado de soldadura (UNE 104304:2015)

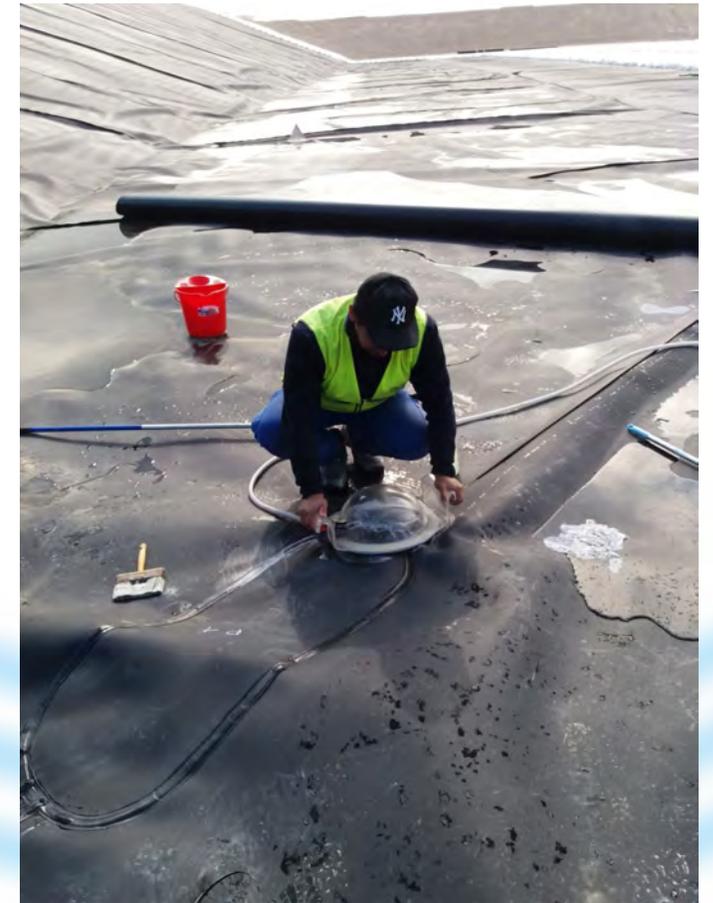


# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.

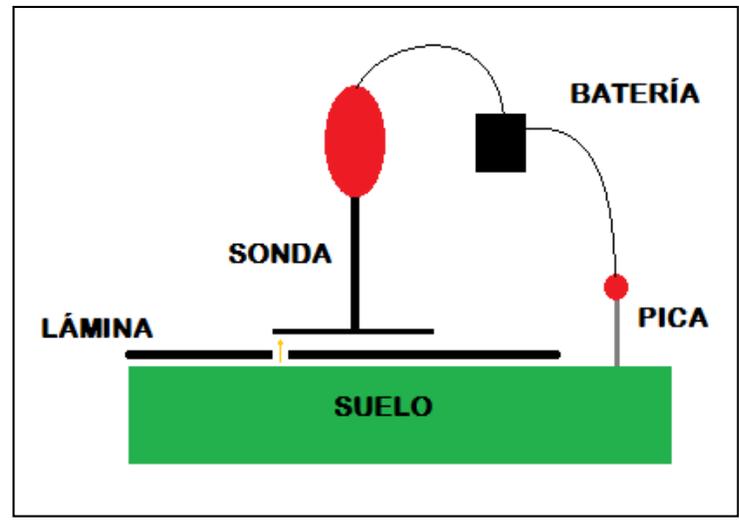


Ensayo de campana  
de vacío (UNE  
104425 Anexo C)



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

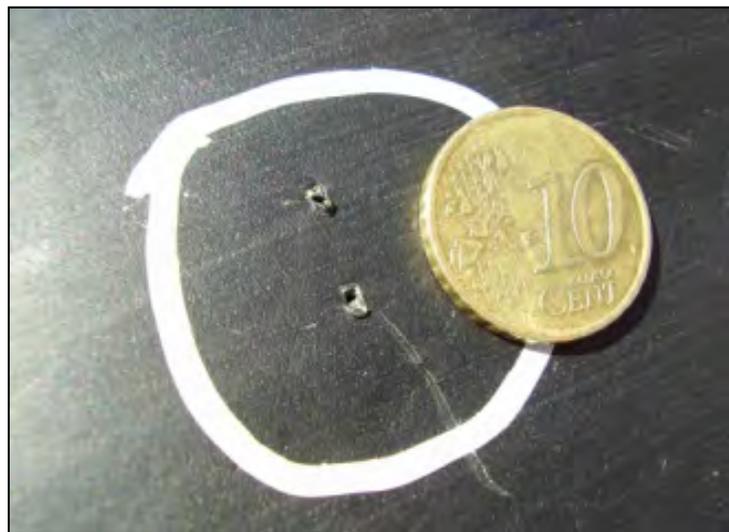
## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.



Chequeo directo sobre la geomembrana descubierta

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.



Tamaño de fuga no importa.

Localización total para reparación.

No enmascaramiento de fugas  
numerosas y próximas.

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.

PUNTOS SINGULARES



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

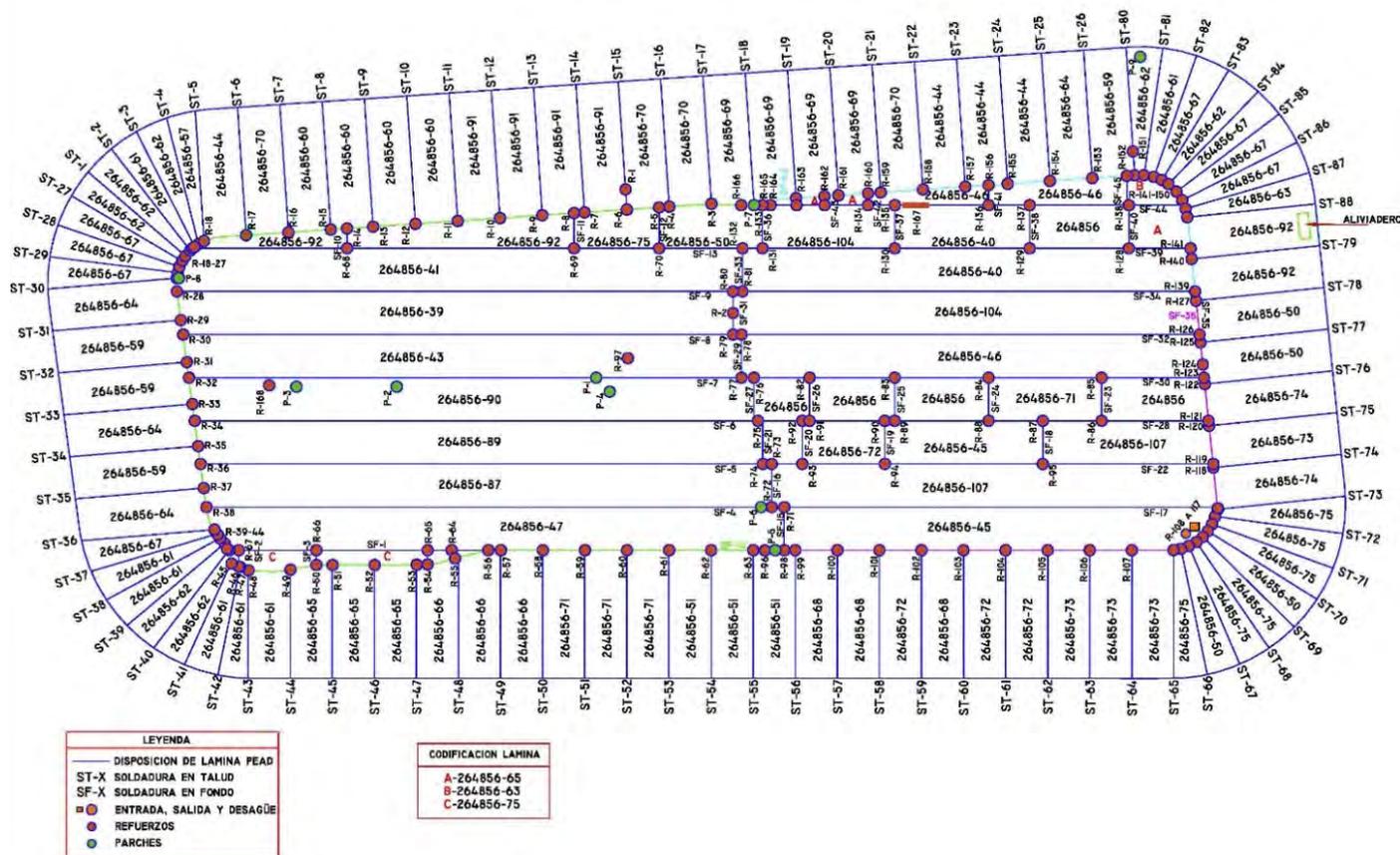
## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.

PUNTOS SINGULARES



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.7.- IMPERMEABILIZACIÓN.



Cada paño de material identificado (rollo y lote), cada soldadura realizada y cada punto singular (reparaciones, parches, refuerzos) son localizados en un croquis o plano de trazabilidad.

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.1.- Estructuras

- En lo que se refiere a **estructuras**, serán generalmente de hormigón armado o en algunos casos metálicas. Dentro de este grupo, destacar la galería, obras de **toma**, de entrega y **aliviadero**, **naves de válvulas** o **bombes y filtrados**...



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.2.- Obras de toma

- son **puntos singulares** que requiere atención especial.
- Pueden ser **arquetas de toma** (sin ninguna junta ) y deberán estar lo suficientemente ancladas para evitar movimientos generados por la presión del agua. Por ello siempre es recomendable que se encuentren por debajo de la rasante del fondo y si se ejecuta una galería visitable que el hormigón de la toma esté anclado o unido a la losa o hastiales de la galería.
- Pueden ser (preferiblemente) **tuberías en codo**.
- La unión a la lámina impermeabilizante puede ser única o doble. Si es única será del tipo BRIDA/CONTRABRIDA. Si es doble además ira una PLETINA/CONTRAPLETINA en acero o una pletina de PEAD embutida en el hormigón,sobre la que se suelda por extrusión la lámina impermeabilizante.
- Drenadas, con prefiltro o toma flotante.
- Otras



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.2.- Obras de toma



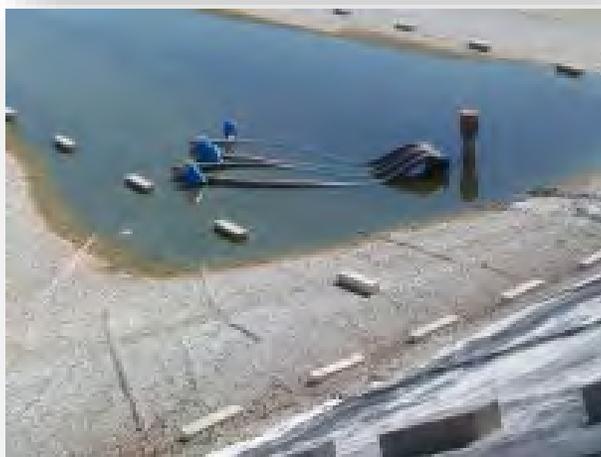
Prefiltro de barras



Prefiltro chapa perforada



Barras de acero



Tomas flotantes



Tomas flotantes



Arqueta desagüe y prefiltro

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.2.- Obras de toma



Prefiltro chapa perforada, unión a brida.



abocinamiento

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.2.- Obras de toma



Arquetas/codos

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.3.- Camino de acceso y coronación

- Camino de acceso a la obra (provisional o definitivo).
- Los caminos tendrán un firme que permita la circulación de vehículos en cualquier circunstancia meteorológica. Asfaltos o zahorras.
- Con la terminación del camino de coronación, sea cual sea el sistema elegido, se pretende que el **dique quede sellado** en evitación de pérdidas de humedad o humectaciones que pudieran cambiar las condiciones mecánicas del mismo. No debe considerarse el camino como un **vial** para la circulación de vehículos. En la mayoría de los casos es suficiente con la regularización mediante zahorras compactadas, siempre con pendientes **hacia el talud exterior (2%)**. Caso de ejecutar la terminación mediante hormigón, imprimaciones o aglomerados asfálticos, deberá tenerse en cuenta que precisan de un mayor **mantenimiento** y que la presencia de grietas suscitará incertidumbres sobre la causa que las provoca.

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.3.- Camino de acceso y coronación



Camino con zahorras



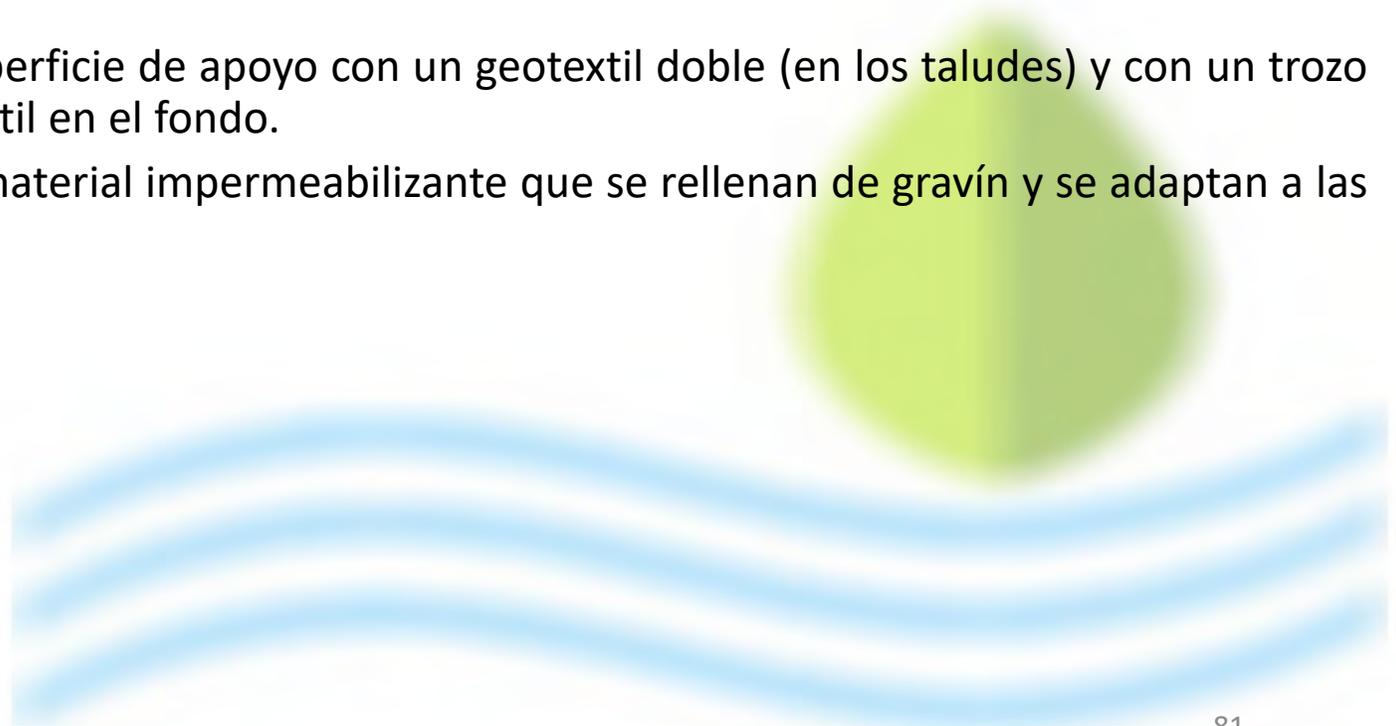
Tratamiento asfáltico.

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.4.- Lastres

- Su función es mantener al **impermeabilizante en contacto con la superficie** de asiento en los taludes o el fondo a fin de que el **viento** no lo succione y separe, incluso arrancándola.
- No existe criterio contrastado a cerca del **número, separación o peso** que deben tener estos lastres.
- Pueden ser:
  - **Rígidos**, en tal caso se protegerá la superficie de apoyo con un geotextil doble (en los taludes) y con un trozo de lámina del mismo material o geotextil en el fondo.
  - **Flexibles**, mangas confeccionadas de material impermeabilizante que se rellenan de gravín y se adaptan a las superficies de apoyo.



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.4.- Lastres



Bloques de hormigón y cable de acero



Durmientes en paredes y fondo



Mangas de PEAD rellenas de gravin



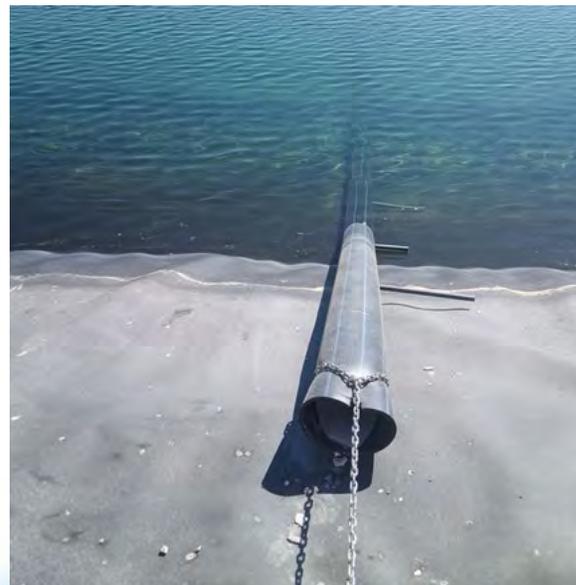
# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.4.- Lastres



Mangas con gravas en fondo



Tuberías rellenas de hormigón



Cubiertas de ruedas

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.4.- Lastres

Bermas y lastres



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.5.- Pretilos

- Por seguridad frente a **caídas**, por poder añadir a la altura del aliviadero la mitad de la del pretil o por el **oleaje**. Pueden ser prefabricados o elaborados en obra.
- Es recomendable que el pretil esté formado por módulos, que permitirán su retirada en caso de necesidad .



botaolas



módulos prefabricados



Elaborado en obra, continuo

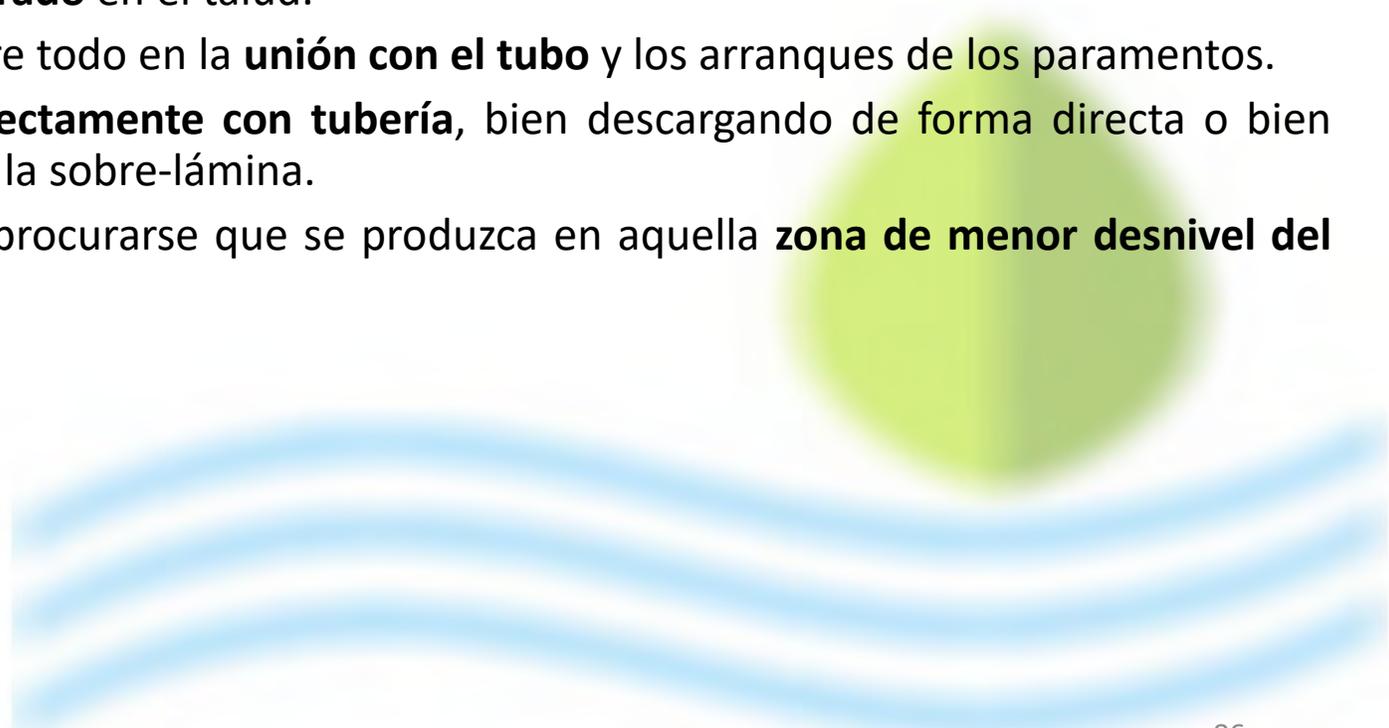
## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas

##### De llenado

- En coronación: una lámina de vertido sobre el labio no mayor de **15-20** cm, un **sobrepaño** o un **canal de bajada** hasta el fondo, tranquilizador.
- No es aconsejable realizar el canal **empotrado** en el talud.
- Cuidar la estanqueidad de la arqueta, sobre todo en la **unión con el tubo** y los arranques de los paramentos.
- En ocasiones la aducción se resuelve **directamente con tubería**, bien descargando de forma directa o bien mediante piezas de unión (pico de pato) a la sobre-lámina.
- La llegada de la tubería a la balsa ha de procurarse que se produzca en aquella **zona de menor desnivel del talud**.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas

##### De llenado



Canal bajante empotrado



Canales bajantes sobre doble lámina

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas

##### De llenado



Pico de flauta y bajante



Arqueta vertido

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas

##### De Aliviadero

- Todas las consideraciones realizadas para la arqueta de llenado son válidas para el aliviadero.
- En caso de atravesar el **camino de coronación** mediante canal, para asegurar la circulación sobre el mismo se debe prestar importancia a las hipótesis de carga empleadas para su cálculo.
- Tampoco es recomendable en este caso la ejecución mediante **uno o varios tubos** por su facilidad de obstrucción dada la escasa velocidad del agua en este punto.
- Otro tipo de aliviadero que se realiza con frecuencia es el de tipo **badén** en coronación, generalmente construido mediante hormigón y con laterales suaves para permitir el paso de vehículos.
- Los del tipo Morning Glory o los de torre no son muy habituales en este tipo de obras. Tampoco los de laberinto.
- Generalmente se unen a la tubería de desagüe para continuar a un **cauce donde no provoque daños**, en el caso de entrar en funcionamiento.
- Es recomendable situar el aliviadero en aquella **zona de transición del desmonte al terraplén**

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.6.- Arquetas: De Aliviadero



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas: De Aliviadero



Rejilla exterior aliviadero, basculante



Pletina unión obra civil-lámina

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas: De Aliviadero



Grietas de unión



Grietas de unión  
prefabricado / insitu

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas: De Aliviadero



recrecimiento

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.6.- Arquetas: De Aliviadero



Aliviadero en laberinto

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.6.- Arquetas: De válvulas

- Se ubican a **pie de balsa**
- Debe tenerse en cuenta la **aireación y la seguridad** en el acceso, que debe ser cómodo.
- Debe tenerse en cuenta que será necesario **desmontar las válvulas**.
- Suelen alojarse en ellas los **registros de drenaje**.
- En otras ocasiones se requieren grandes naves para alojar las válvulas y motores.
- Debe tener buen drenaje (evitar encharcamientos)



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.6.- Arquetas: De válvulas



Acceso seguro



Techo desmontable

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.7.- Cunetas (drenaje superficial)

- A **pie de taludes** en desmonte y taludes exteriores en terraplén, en general en aquellos sitios en que el agua de escorrentía pueda causar daños en la infraestructura. Debe tenerse en cuenta que ello requiere de un adecuado **mantenimiento**.
- Debe tenerse en cuenta el **punto de vertido** y sus pendientes y elementos singulares.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.7.- Cunetas (drenaje superficial)



Cunetas en tierra

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.8.- Cerramientos

- Doble cerramiento, uno en el **perímetro interior** de coronación que asegure la protección del vaso de la balsa frente a caídas de personas o la intrusión de animales y otro que cierre el **recinto** y evite el acceso franco.
- Suelen ser de malla de tipo rural.



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.

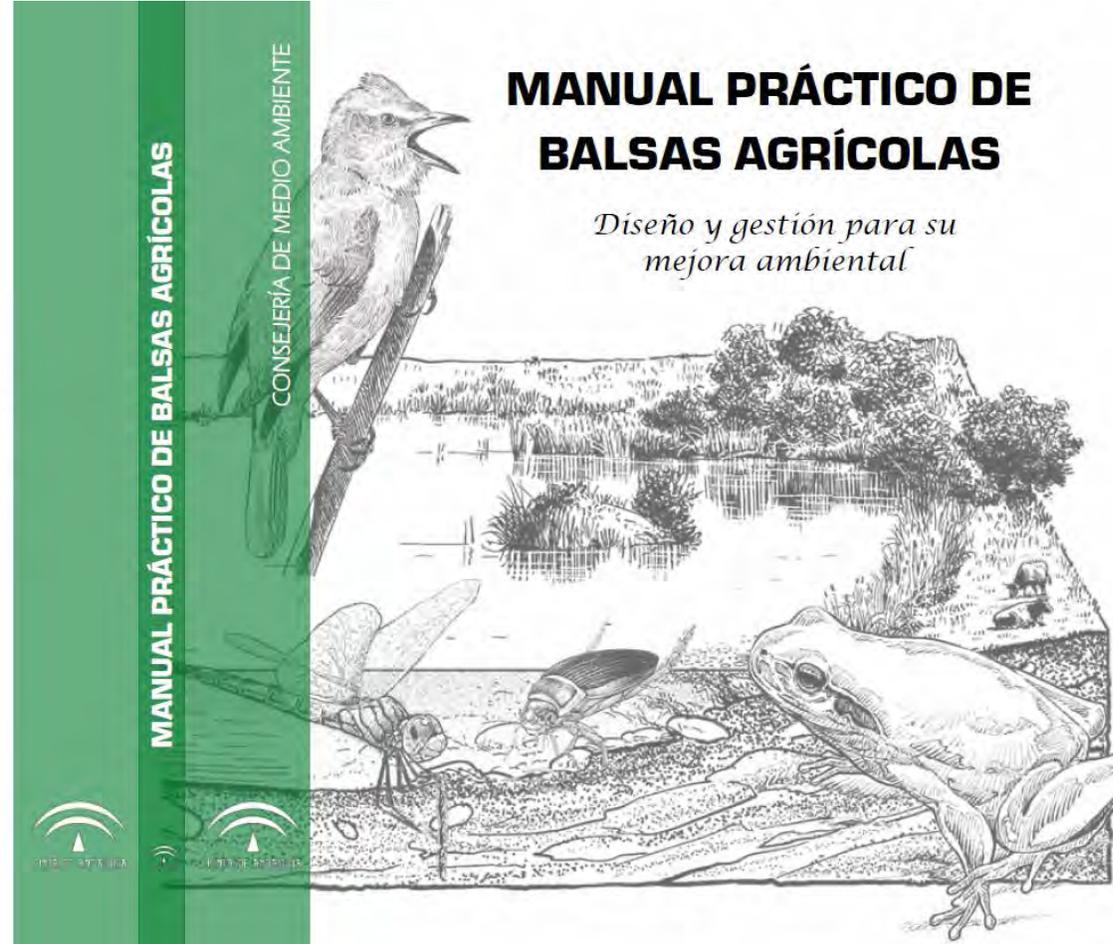
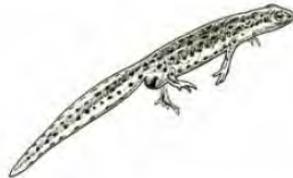


## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.

*En las últimas décadas se ha producido un aumento muy importante del número de balsas de regadío y abastecimiento ganadero. Constituyen pequeños humedales artificiales, muy repartidos por el territorio andaluz, que pueden jugar un papel importante en la conservación de la biodiversidad y de algunas especies amenazadas. Este manual pretende, por un lado, proporcionar al usuario información acerca del funcionamiento de una balsa y de los parámetros que lo regulan y, por otro, ofrecer unos criterios de adecuación que le permitan no solo una mejora ambiental y paisajística, sino también facilitar y optimizar su gestión.*



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.

---

#### **OBJETIVOS**

---

En las últimas décadas, las balsas de riego y de abastecimiento ganadero han experimentado una gran proliferación en el territorio andaluz. De acuerdo con el Inventario de Balsas de Andalucía elaborado por la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente en el año 2004, se contabilizaron 8.983 balsas de tamaños superiores a 600 m<sup>2</sup>. La superficie total de las mismas alcanza las 5.744 ha.

Este tipo de infraestructura ejerce una importante incidencia en la conservación de la biodiversidad, pues ha supuesto la proliferación de humedales artificiales en un territorio en el que son escasos los ecosistemas naturales de lagos y lagunas. A menudo, las balsas son colonizadas por especies acuáticas de interés aunque también

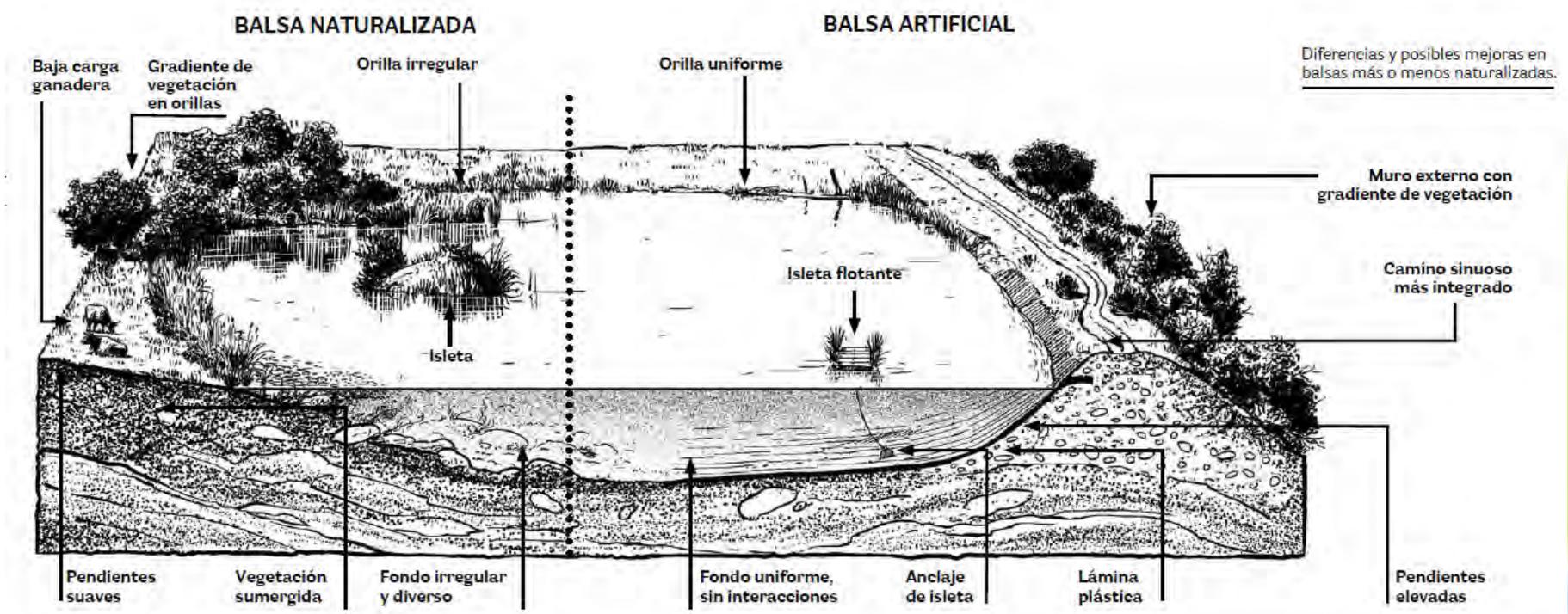
acogen y prestan funciones de refugio de especies exóticas invasoras no deseables que ejercen un impacto negativo a las comunidades biológicas originales.

**El objetivo de este manual es proporcionar al agricultor y al ganadero una información básica sobre el funcionamiento de las balsas, los principales parámetros que regulan la calidad del agua y los tipos de medidas que pueden tomarse para la mejora ambiental. Todo ello con la idea de mejorar y compatibilizar su gestión con la potenciación de la biodiversidad, disminuyendo al mismo tiempo los posibles impactos negativos.**

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.



#### POSIBLES ACTUACIONES

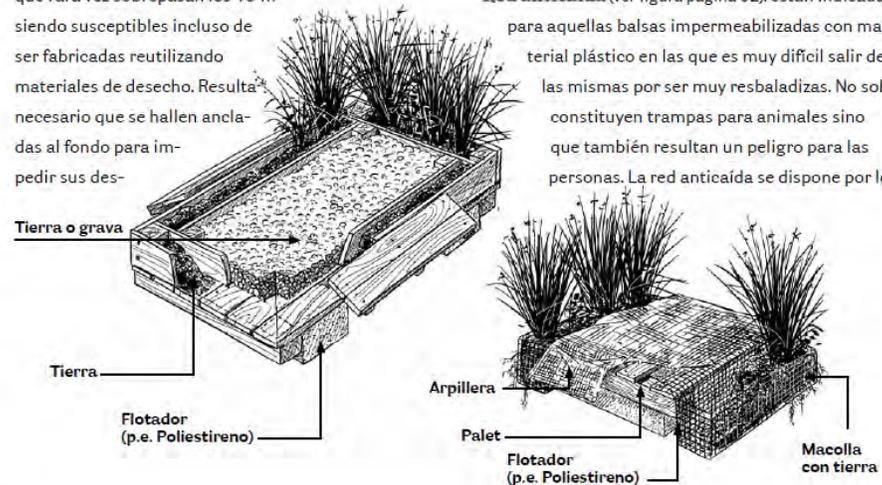
deben naturalizarse las márgenes mediante un gra... protección compuesta por vegetación. El mantenimien-

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

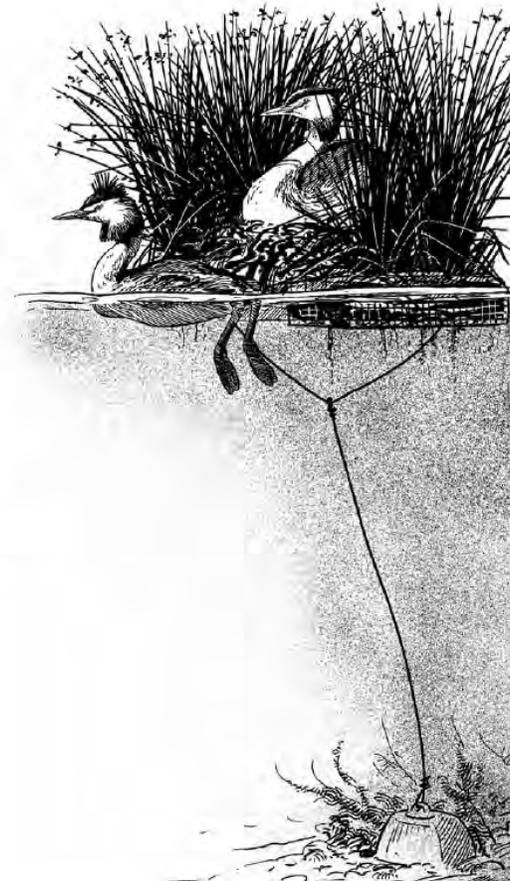
### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.

**Isletas.** Constituyen infraestructuras de gran interés para todo tipo de balsas aportando numerosos beneficios como son la mejora paisajística, proporcionar recursos de alimentación, nidificación y área de descanso para la fauna, eliminar nutrientes y partículas en suspensión del agua y favorecer la biodiversidad. En balsas artificiales se usan exclusivamente isletas flotantes. Las formas y tamaños pueden ser muy variables aunque suelen ser de forma regular y tamaño que rara vez sobrepasan los 15 m<sup>2</sup> siendo susceptibles incluso de ser fabricadas reutilizando materiales de desecho. Resulta necesario que se hallen ancladas al fondo para impedir sus des-



plazamientos y evitar que quede varada en la orilla. En balsas naturalizadas pueden, además, construirse isletas mediante elevación del terreno, procurando alejarlas del perímetro de la balsa, a fin de aumentar su grado de seguridad frente a predadores. El tamaño recomendado es de unos 100 m<sup>2</sup> y su eficacia mejorará si presenta un contorno irregular y pendientes menores de 1:15.

**Red anticaída** (ver figura página 62): están indicadas para aquellas balsas impermeabilizadas con material plástico en las que es muy difícil salir de las mismas por ser muy resbaladizas. No solo constituyen trampas para animales sino que también resultan un peligro para las personas. La red anticaída se dispone por los



laterales de la balsa desde su parte superior interna y constituye un elemento de seguridad al cual asirse en caso de caída a la balsa, posibilitando la escapatoria de persona y animales.

**Estructuras para macrófitos acuáticos.** En el caso de balsas con sustrato artificial pueden habilitarse pequeñas estructuras para permitir el crecimiento de vegetación acuática, de interés para la fauna y por su papel en la clarificación de las aguas y eliminación de nutrientes. No existen en el mercado modelos establecidos por lo que deben ser fabricadas de manera artesanal. Un modelo básico a seguir es la construcción de un cajón semiflotante, anclado mediante un muerto al fondo o a algún tipo de estructura lateral, con un relleno de tierra y una pequeña capa de grava superficial que evite su dispersión. Es importante que este cajón se mantenga siempre húmedo o sumergido por lo que debe oscilar conforme lo haga la lámina de agua, efecto que se consigue mediante un flotador (por ejemplo, una lámina de poliestireno expandido sujeta en la base).

**Limitación de acceso al ganado mediante valladas:** con el fin de evitar sus posibles efectos negativos como es el pisoteo excesivo (que afecta a plantas y nidos), daños a la vegetación de orilla por ramoneo e incluso, en los casos de altas densidades, contaminación del agua por excrementos.

## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.

**4. Isletas.** Constituye un recurso esencial para la avifauna al ofrecerles un lugar a salvo de predadores, frecuente factor limitante para la cría. Tienen, además, otros muchos beneficios como es la mejora paisajística, colaboran en la eliminación de nutrientes y partículas en suspensión y favorecen la biodiversidad. En balsas naturalizadas se aconsejan tamaños de unos 100 m<sup>2</sup> separadas de la orilla por profundidades mayores a 1,5 m. En balsas artificiales pueden emplearse pequeñas isletas flotantes (de aproximadamente 4 m<sup>2</sup>) a las que se les asocia algo de vegetación para facilitar su integración y uso por la avifauna.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.



Playa puesta tortuga mora, con malla para salida / entrada balsa

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.9.- Medidas de salvamento y ambientales.



## 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

#### 2.8.10.- Auscultación

- Antes de realizar la primera **puesta en carga**, deberá tomarse **lectura** de los elementos instalados de auscultación, sirviendo de **origen en el proceso** de seguimiento durante la vida útil de la balsa.
- El método más utilizado en las balsas es el **aforamiento** de los drenes, **sondas de nivel**, por supuesto también el **topográfico** y mas raramente se instalan piezómetros, inclinómetros o células de presión total.



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.10.- Auscultación



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.11.- Automatización



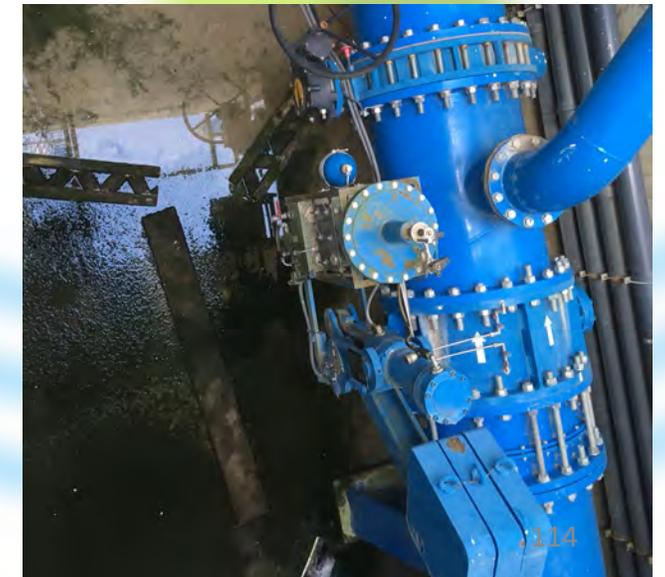
Transductores de presión



Sondas de nivel



Medidores de caudal



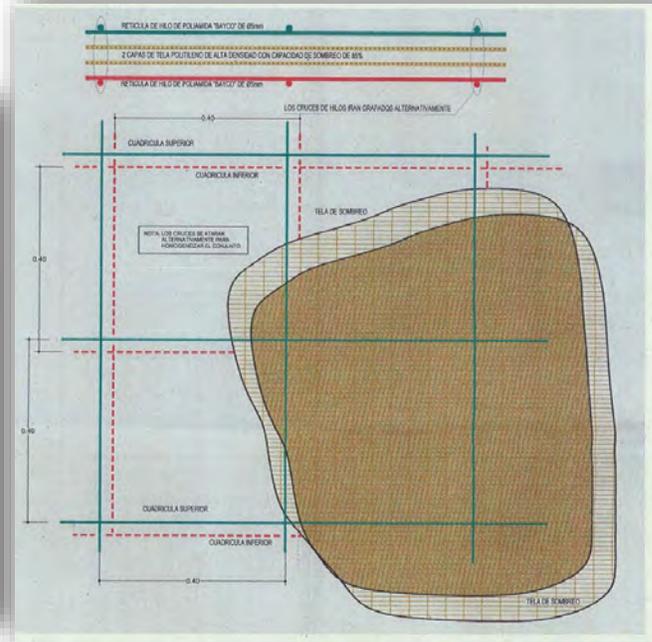
Válvulas de sobre velocidad

# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.12 Cubiertas

**UNE 104426** (2008): Impermeabilización. Puesta en obra. Construcción de balsas cubiertas impermeabilizadas con geomembranas sintéticas.



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 2.8.12 Cubiertas



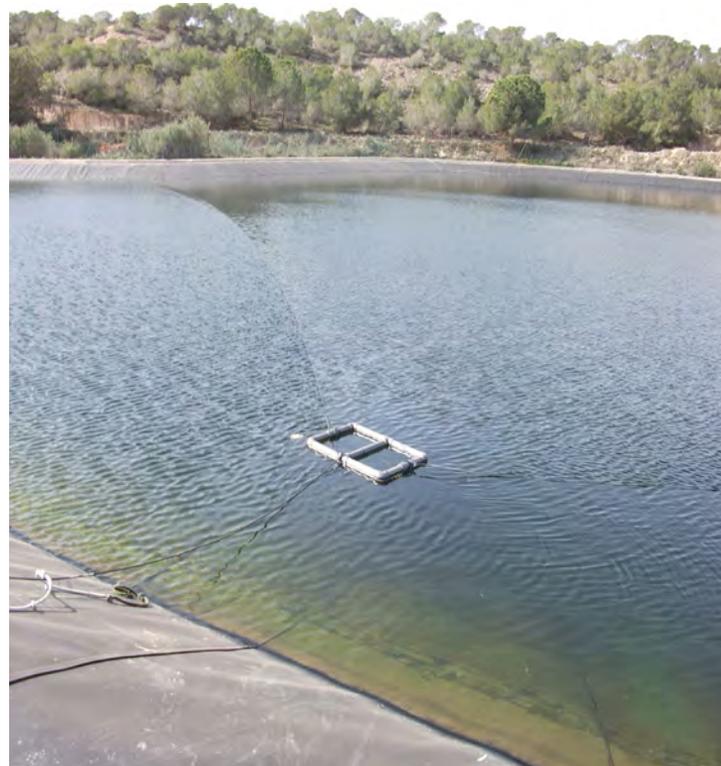
anclajes



# 2. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

## 2.8.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

- 2.8.13 Calidad de las aguas
- 1.-Tratamientos químicos
  - 2.-Tratamientos físicos
  - 3.-Tratamientos biológicos



Oxigenación opción manguera Bubble Tubing®



Oxigenación opción disco OctoAir10®



# 3. CONTROL DE CALIDAD

Para comprobar la correcta ejecución de las operaciones, es necesario realizar diferentes controles de calidad durante la fase de construcción de la balsa.

## 3.1.-Control de los diques

- Además del obvio **control geométrico** de los diques, el control de calidad de los mismos hace referencia a dos aspectos:
  - **Caracterización del material** obtenido de la excavación, cuantas veces sea preciso
  - Comprobación de la **compactación**
- El primero de ellos se centra en un seguimiento visual de los materiales que se obtienen de la excavación y cuando existan **cambios de material** o en caso de que el material aparentemente sea uniforme, cada 15.000 m<sup>3</sup>, se recomienda realizar una caracterización completa del material que incluya **curva granulométrica, ensayo Próctor y en ocasiones ensayo triaxial y contenido en sales.**
- Por el contrario, la comprobación de la **compactación** se realizará **en cada capa** que se ejecute, estableciendo un control exhaustivo en cuanto a **humedad y densidad** y siendo consciente en todo momento de cuál es el objetivo que se pretende conseguir.
- El método de control más utilizado es el **nuclear**, también puede utilizarse el de **cono de arena** o, según el material, el de **placas de carga.**

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.1.-Control de los diques



PLACA DE CARGA



DENSIDAD "IN SITU" MEDIANTE SONDA NUCLEAR.  
EQUIPO TROXLER

# 3. CONTROL DE CALIDAD

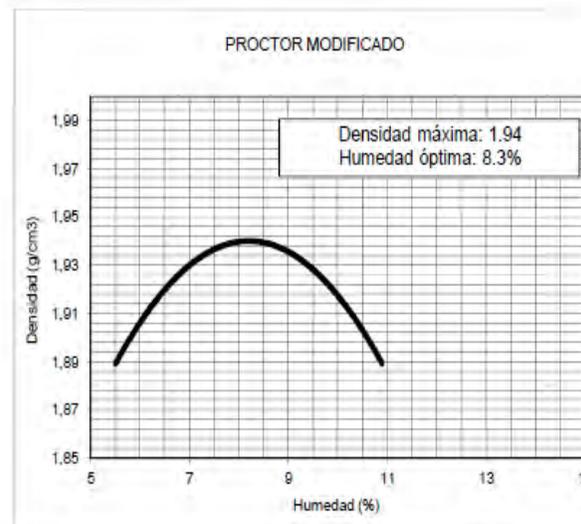
## 3.1.-Control de los diques

Densidad "in situ" por el método de la sonda nuclear. Equipos TROXLER. Modelo serie 3440 y CPN MC-3	ASTM D-6938
Apisonado Proctor Modificado	UNE 103501

### RESULTADOS OBTENIDOS

Material ensayado:	Terraplén	Capa:	2ª
Localización zona ensayo:	p.K. 0+375 a 0+250		
Procedencia material Proctor:	Ver informe con referencia VCG-188533-18		
Proctor	Densidad máxima (Kg/dm <sup>3</sup> )	1,98	Especificación del porcentaje de compactación según RPTP
	Humedad óptima (%)	12,0	96%

Nº de punto	Situación punto ensayado	Capa	Profund. ensayo (mm)	Densidad Troxler	Humedad Troxler	Porcentaje de compactación
1	p.K. 0+375 eje	2ª	150	1,90	10,0	96%
2	p.K. 0+350 izda	"	"	1,92	11,5	97%
3	p.K. 0+325 dcha	"	"	1,92	10,9	97%
4	p.K. 0+300 eje	"	"	1,91	13,4	96%
5	p.K. 0+250 izda	"	"	1,90	12,2	96%



Clasificación	Casagrande	CL
	Indice de Grupo	3,75
	H.R.B.	A-6
LÍMITES DE ATTERBERG	Límite Líquido	31,1
	Límite Plástico	21,2
	Indice de Plasticidad	9,9
PROCTOR MODIFICADO	% gruesos (material > 20 mm)	5
	Densidad Máxima (Kg/dm <sup>3</sup> )	1,94
	Humedad Óptima (%)	8,3
ANÁLISIS QUÍMICO	Materia orgánica (%)	0,22
	*Sales solubles (%)	0,44
	*Sulfatos solubles (%)	0,08

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.2 De las conducciones

- A parte de las **pruebas de presión y estanqueidad**, realizadas por empresas acreditadas en este tipo de ensayos, en lo que se refiere a las conducciones, los controles de calidad serán **diferentes en función del material que se trate**. En caso del acero los ensayos serán:
  - Inspección visual de uniones soldadas
  - Ensayos no destructivos en forma de líquidos penetrantes.
  - Ensayo no destructivo en forma de partículas magnéticas.
  - Ensayo no destructivo en forma de ultrasonidos.
  - Medición de ovalidades
  - Medición de rigidez dieléctrica
- Al igual que en cualquier otro material, el control de calidad está establecido por diferentes **normas**,
  - UNE EN 1290:1998; Examen no destructivo de uniones soldadas. Examen de uniones soldadas mediante partículas magnéticas.
  - UNE EN 1291:1998; Examen no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante partículas magnéticas de soldaduras. Niveles de aceptación.
  - UNE EN 1289:1998; Examen no destructivo de soldaduras. Ensayo de soldaduras por líquidos penetrantes. Niveles de aceptación.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.2 De las conducciones

- UNE EN ISO 5817; Soldeo. Uniones soldadas por fusión de acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones (ISO 5817:2003).
- UNE EN 1970; Examen no destructivo de soldaduras por fusión. Examen visual.
- UNE EN ISO 2808; Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.
- UNE EN ISO 4624; Pinturas y barnices. Ensayo de adherencia por tracción.
- UNE EN 1714:1998; Examen no destructivo de soldaduras. Examen ultrasónico de uniones soldadas.
- CTE-SE-A; Código Técnico Seguridad Estructural en el Acero. Además de realizar los ensayos se deben conocer los certificados de calidad de las coladas del acero y del proceso de fabricación de la conducción.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

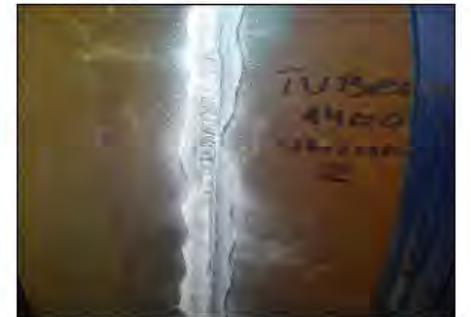
## 3.2 De las conducciones

### RESULTADOS OBTENIDOS

Pieza a examinar:	<b>TUBERÍA 1400-UNION 2</b>				
Dimensiones:	Unión de dos tuberías de 1400mm de diámetro				
Material:	Acero	Plan de soldadura n°:	/	Hoja n°:	/
Estado de la superficie:	Correcta	Soldadura n°:	/	Hoja n°:	/
Tratamiento Previo:	No Necesario	Unidad n°:	/	Pieza n°:	/
Tratamiento Térmico:	No Necesario	Pieza de Fundición n°:	/	Modelo n°:	

Instrucción del ensayo:	UNE EN ISO 3452-1:2013, UNE EN ISO 23277:2006, UNE-EN 13018:2001		
Objeto del ensayo:	Reconocimiento por líquidos penetrantes		
<i>Sistema de Penetrantes</i>			
Designación:	ARDROX		
Fabricante:	CHEMETALL		
<i>Designación del producto</i>			
Penetrante:	996-P Aerosol	Lote n°:	150082
Eliminador exceso de penetrante:	Disolvente 9-PR5	Lote n°:	900049445
Revelador:	LD-7	Lote n°:	900050268
<i>Procedimiento</i>			
Temperatura de ensayo:	18° C		
Limpieza previa:	Cepillado		
Secado:	No necesario		
Tiempo de penetración:	15 minutos (± 5)		
Eliminación exceso de penetrante	Mediante Paño seco		
Tiempo de emulsificación:	/		
Secado:	No necesario		
Tiempo de revelado:	15 minutos		
Limpieza final:	No solicitada		

### IMÁGENES MÁS REPRESENTATIVAS



Desviaciones de las instrucciones de ensayo:	No	Desviaciones de la norma EN ISO 3452-1:	No
--	----	---	----

Resultados del ensayo:	<b>Aceptable</b>				
Lugar del ensayo:	Obra	Fecha del ensayo:	2 de abril de 2018	Nombre del operador:	Alicia Edroso

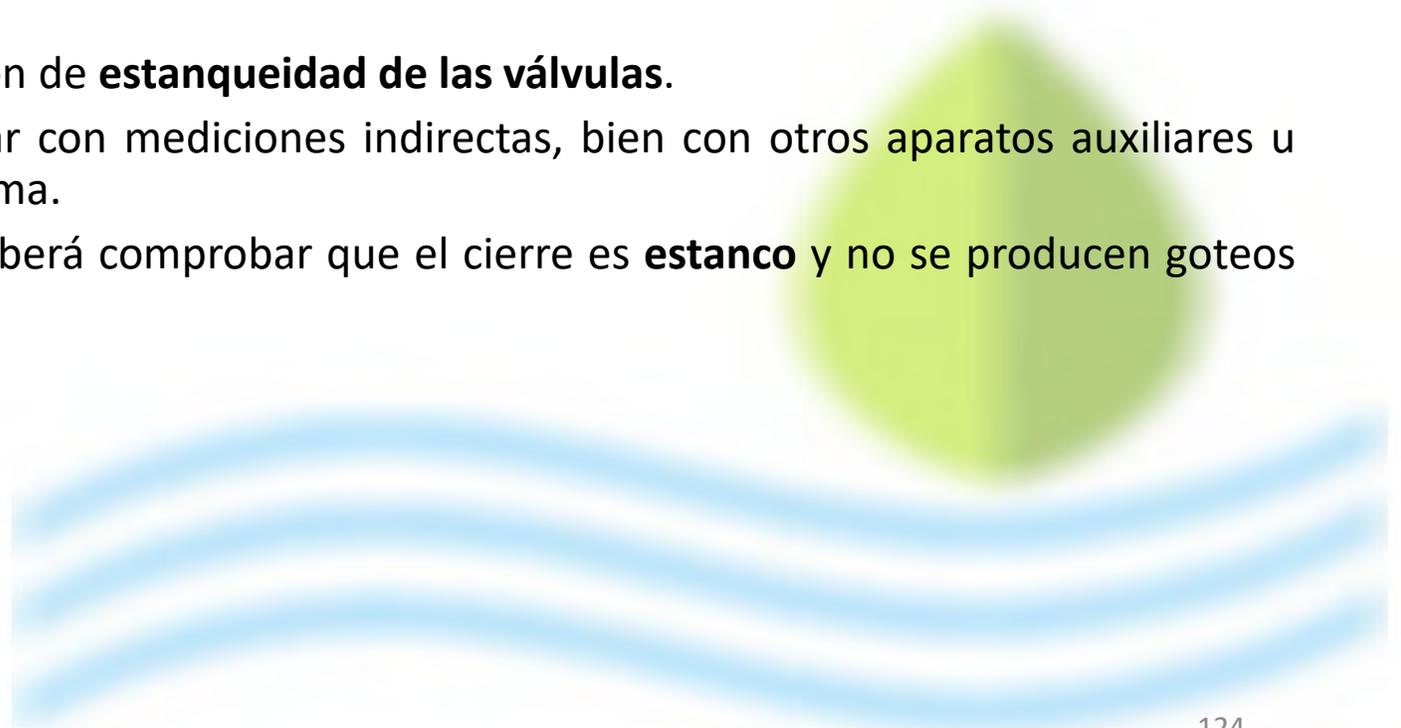
Evaluación (según las instrucciones de ensayo)	Aceptable:	Aceptable	No Aceptable:	
--	------------	-----------	---------------	--

Comentarios:	
--------------	--

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.3.- De las válvulas y resto de elementos hidráulicos

- En lo que se refiere a válvulas, ventosas, carretes de desmontaje, equipos de bombeo, cuadros eléctricos, cuadros de mando, etc. deberán tener los **certificados de calidad** así como se deberán **probar todas sus funciones** antes de la puesta en marcha.
- Un aspecto importante es la comprobación de **estanqueidad de las válvulas**.
- Los **caudalímetros** se deberán comprobar con mediciones indirectas, bien con otros aparatos auxiliares u otros caudalímetros instalados en el sistema.
- En lo que se refiere a las **ventosas**, se deberá comprobar que el cierre es **estanco** y no se producen goteos (colocadas a pie de talud).



# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.4.- De los drenes

- El control de calidad en los drenes será de dos clases. Una primera, en la cual se corroborará que la **granulometría del material** es la correcta, en función del dren que se esté analizando así como que el **geotextil** cumple con la normativa vigente de **dren filtro**.
- Posteriormente, una vez ejecutado se deberá comprobar, en función del dren que estemos hablando:
  - **Dren Chimenea:** la comprobación se realiza a medida que se compacta el dique debido a los propios riegos entre tongadas. Parte del agua de riego percola por el dren saliendo por su rama horizontal.
  - **Dren de envuelta:** antes de cerrar con geotextil la **grava** que rodea la galería o macizo de la tubería conviene **regarla** en abundancia para eliminar el contenido en finos así como comprobar el funcionamiento del dren.
  - **Drenes de vaso:** de igual modo de forma artificial se debe comprobar su funcionamiento, así como forzar la limpieza en la medida de lo posible de los finos.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

Normas de referencia

- UNE 104 427 Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con membranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno.
- UNE 104 425 (para los geotextiles de protección).
- UNE-EN 13361 para el mercado CE.
- UNE-EN 13254 anexo B (geotextiles).

Se entiende como **Control de Calidad** al conjunto de las acciones a llevar a cabo para asegurar que los medios humanos y materiales cumplen con las especificaciones del proyecto y del Plan de Control de Calidad.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

- Básicamente, el Control de Calidad a realizar comprenderá los siguientes apartados:
  - Presentación de propuestas de proveedores de geomembranas y geosintéticos, en las que se incluyan las Hojas de Características Técnicas.
  - Presentación de empresas de control de calidad con acreditación para la realización de los ensayos que se determinan y los trabajos que se requieren para el control de puesta en obra.
  - Suministro de los materiales a instalar con antelación suficiente a su puesta en obra para la realización de los ensayos que se especifican en el Plan de Control de Calidad de la Impermeabilización y su posterior aceptación o rechazo por parte de la Dirección Facultativa.
  - Realización del Plan de Control de la Impermeabilización en cuanto a realización de ensayos y a la puesta en obra de los materiales, según las condiciones generales también descritas.
  - Recopilación de la Documentación generada, que incluirá el Control de los materiales previo a su puesta en obra, la recopilación de ensayos y control de materiales, el control realizado durante la fase de ejecución y el plano de distribución de laminas (trazabilidad).

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.1- En la recepción

- Se controlará que los rollos lleguen a pie de obra en **perfectas condiciones**.
- No deberán tener **defectos** en su superficie (perforaciones, estrías, rugosidades, burbujas, etc.).
- Se comprobará asimismo, que la zona donde se va a realizar la descarga del material esté libre de cascotes y objetos punzantes que pudieran dañarlo cuando se esté realizando la **operación de descarga**.
- Los materiales suministrados, una vez **se verifica que sus características son coherentes con la Norma**, se someterán a los ensayos recogidos en ésta, debiendo cumplir los valores que en ella figuran o los que facilita el fabricante, si son mayores.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.2- En la manipulación

- Que la maquinaria y **herramienta** utilizada en la manipulación sea la **adecuada** para no dañar la geomembrana.
- Que ninguna de las **personas que está trabajando** sobre la geomembrana fume, lleve calzado que las dañen o realicen otro tipo de operaciones que **puedan deteriorarlas**.
- Que el **método utilizado para desarrollarlas**, no cause arañazos ni deteriore el suelo del soporte o del geotextil de base.
- Que el sistema de distribución adoptado para la geomembrana, minimice la formación de arrugas.
- Que se coloquen **contrapesos o lastres** durante su instalación para prevenir descolocaciones causadas por el viento.
- Que el desenrollado de la geomembrana se realice a **temperaturas adecuadas**, que la instalación de la geomembrana no se realice en presencia de excesiva **humedad** (niebla, rocío) o en presencia de **vientos** excesivos .
- Que las áreas de tráfico en contacto directo con las geomembrana se minimicen, protegiéndolas con geotextiles, otra geomembrana superpuesta u otro sistema protector.
- Que no existan **soldaduras horizontales**, sino que siga la línea de máxima pendiente y que la disposición en **esquinas** o curvas minimice las soldaduras, siendo estas lo más verticales posible.
- Que **no existan parches o extrusiones** más que los necesarios en uniones de más de dos láminas.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.3- Ensayos (PEAD)

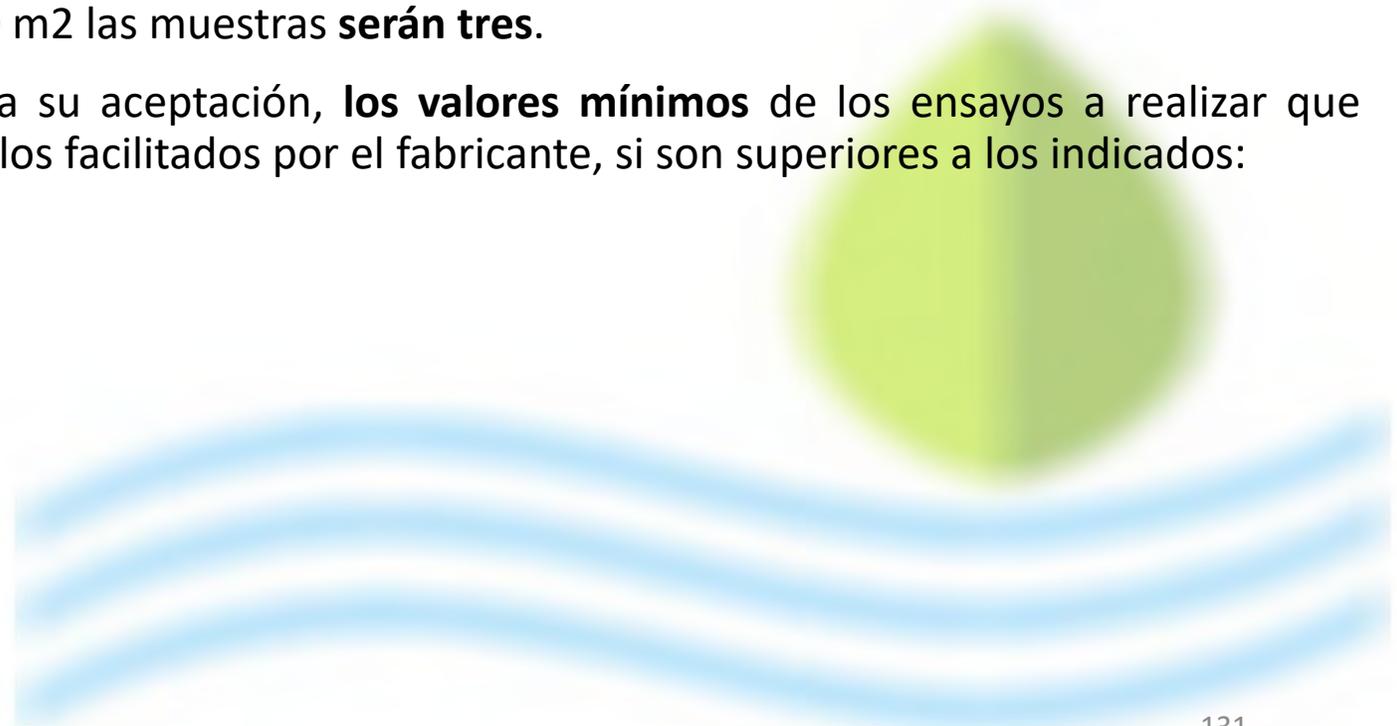
- Se elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con **acreditación** en materiales geosintéticos, para la realización, como mínimo, de los siguientes ensayos y frecuencias:
  - Ensayo de **Densidad** bajo norma **UNE-EN ISO 1183**
  - Ensayo de **Espesor** norma **UNE-EN 1849-2**
  - Ensayo de Resistencia a la tracción, alargamiento en el punto de rotura, tracción en el límite elástico, y alargamiento en el límite elástico bajo norma **UNE-EN ISO 527-3:1996 (Pb tipo 5)**.
  - Ensayo de Resistencia al desgarro bajo **UNE –ISO 34-1**
  - **Ensayo de Índice de Fluidéz bajo** norma **UNE – EN – ISO 1133**
  - Ensayo de Contenido de Negro de Carbono bajo norma **UNE 53375**
  - Ensayo de Dispersión de Negro de Carbono bajo norma **ISO 18553**
  - Ensayo de Resistencia al Punzonamiento estático ( CBR) norma **UNE-EN-ISO 12236**
  - Ensayo de Tiempo de Inducción oxidativa bajo norma **UNE EN 728**.
  - Ensayo de Resistencia a la fisuración bajo tensión en un medio tensoactivo (SP\_NCTL) bajo norma **UNE-EN 14576**

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.3- Ensayos

- Las Normas de ensayo serán las vigentes en el momento de la realización de éstos.
- Si la superficie de lámina es menor de **10.000 m<sup>2</sup>** se tomará una muestra, si está entre **10.000 m<sup>2</sup>** y **50.000 m<sup>2</sup>** serán **dos** muestras y si es entre **50.000 m<sup>2</sup>** y **100.000 m<sup>2</sup>** las muestras serán **tres**.
- Las láminas de P.E.A.D. deberán cumplir para su aceptación, **los valores mínimos** de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro, de la Norma, o los facilitados por el fabricante, si son superiores a los indicados:



# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.3- Ensayos (PEAD)

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO
Densidad	UNE-EN-ISO1183	g/cm <sup>3</sup>	>0.940
Espesor Nominal mínimo	UNE-EN 1849-2	mm	1.5
Tolerancia espesor promedio	UNE EN 1849-2	%	±5
Resistencia a la tracción	UNE-EN-ISO 527-3:1996 Pb t5	Mpa	≥26
Alargamiento a la rotura en ambas direcciones	UNE-EN-ISO 527-3:1996 Pb t5	%	≥700
Tracción en el límite elástico	UNE-EN-ISO 527-3:1996 Pb t5	Mpa	≥16
Resistencia al desgarro en ambas direcciones	UNE-ISO 34-1	N/mm	≥135
Envejecimiento artificial acelerado. Variación del alargamiento en rotura en ambas direcciones.	UNE-EN 12224	%	≤15
Alargamiento en el límite elástico	UNE-EN-ISO 527-3:1996 Pb t5	%	≥8
Contenido en negro de carbono.	Serie UNE 53375	%	2,25 ± 0.25
Dispersión de Negro de Carbono	ISO 18553		≤3
Índice de fluidez (190°C;2.16kg)	UNE-EN ISO 1133	g/10 mm	≤1
Resistencia al Punzonamiento estático (CBR)	UNE-EN ISO12236	KN	≥3,5
Tiempo de inducción a oxidación	UNE EN 728	min	>100
Resistencia fisuración tensoactivo (SP-NTCL)	UNE-EN 14576	H	≥300



# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosinteticos

### 3.5.3- Ensayos (PEAD)



Campana de vacío



Presión por aire



Detector de fugas

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.3- Ensayos



# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.3- Ensayos (Geotextil)

En el caso de los geotextiles, la norma de puesta en obra del PEAD no contempla características técnicas ni tolerancias en sus valores, pero la Norma UNE 104 425 para la puesta en obra de PEAD **en vertederos** si recoge especificaciones que pueden ser de aplicación a las balsas. Los ensayos a realizar serán:

- Ensayo de peso unitario bajo norma UNE – EN 965.
- Ensayo de Tracción y Alargamiento bajo norma UNE – EN ISO 10319.
- Ensayo de Resistencia a la Perforación estático CBR bajo norma UNE – EN ISO 12236.
- Ensayo de Resistencia a la Perforación dinámica por caída de cono UNE – EN 918/95.
- Ensayo de Determinación de la materia prima (DSC)
- Ensayo de Espesor bajo carga de 2 KN/m<sup>2</sup> bajo norma UNE EN 964-1
- Ensayo de Desgarro bajo norma UNE 53335

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.3- Ensayos (Geotextil)

Se hará la misma toma de muestras del material recibido en obra que para la GEOMEMBRANA.

Tabla 3  
Valores mínimos a exigir a un geotextil de protección

Parámetro	Unidad	Valor mínimo GTX bajo GMB	Valor mínimo GTX sobre GMB	Norma
Peso unitario	g/m <sup>2</sup>	≥ 200	≥ 300	UNE-EN 965
Resistencia a perforación CBR	N	≥ 1 000	≥ 2 000	UNE-EN ISO 12236
Resistencia a tracción*	kN/m	≥ 4	≥ 8	UNE-EN ISO 10319
Elongación a rotura*	%	≥ 50	≥ 50	UNE-EN ISO 10319
Espesor bajo carga de 2 kN/m <sup>2</sup>	mm	≥ 2	≥ 3	UNE-EN 964-1
Perforación caída libre de cono	mm	≤ 23	≤ 17	UNE-EN 918
Resistencia a perforación con pirámide	N	anexo A (Informativo)	anexo A (Informativo)	UNE 104424 anexo B

\* En el sentido de fabricación y en el sentido perpendicular a la fabricación.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.4 Puesta en obra

En la fase de puesta en obra de los materiales (incluye el acopio y manejo), de modo genérico, el personal de Control de Calidad, **ajeno a la contrata** y debidamente **acreditado** para ello, deberá:

- Realizar una **supervisión general** de la obra, toma de datos y documentación de las operaciones de instalación y anclaje de Geosintéticos. Se tomarán fotografías de las operaciones y áreas que se consideren críticas. Deberá certificar la **idoneidad de la obra** para la realización de la impermeabilización.
- Controlar para todos los Geosintéticos las siguientes operaciones:
  - **Muestreo** para pruebas de conformidad (si se considera oportuno).
  - Operaciones de **despliegue-desenrollado**.
  - Unión y/o **soldadura** entre paneles.
  - Inspección y Aprobación del **emplazamiento de paneles**.
  - Inspección **visual de paneles**: Aprobación/Propuesta de reparaciones

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.4 Puesta en obra

- **Recopilar información** sobre las operaciones de soldadura de geomembranas incluyendo:
  - Pruebas de soldadura.
  - Preparación de paneles.
  - Parámetros de soldadura.
  - Parámetros meteorológicos.
  - Ensayos de campo no destructivos (continuidad y estanqueidad).
  - Ensayos de campo destructivos (resistencia al pelado y corte).
  - Muestreo para ensayos en el laboratorio.
  - Codificación, custodia y envío de las muestras al laboratorio.
  - Supervisión de las reparaciones.
- **Documentar** todas las incidencias de la obra que pudiera dañar los Geosintéticos dejando constancia de su identificación y resolución.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.4 Puesta en obra

Un plan de Control de Calidad efectivo depende en gran medida de la identificación de las actividades que requieren control. El control aumenta su efectividad si queda documentalmente registrado. La documentación que se genera al realizar el Control de Calidad debe proporcionar a la Dirección Facultativa información sobre los procedimientos aplicados, no sólo tras terminar la obra, sino también durante su transcurso. Constará de:

- a) Informes de ensayo:** llevando toda la información necesaria para poder interpretar los ensayos que se hayan realizado, ya sean destructivos o no destructivos. En ellos se incluye el resultado final del ensayo.
- b) Informes parciales durante la fase de ejecución:** deben recoger las actividades, áreas de trabajo, materiales empleados, soldaduras realizadas, reparaciones, ensayos, muestras tomadas, cantidades instaladas y aprobadas, incidencias en obra, condiciones de trabajo, etc.
- c) Planos y detalles:** deben ser elaborados por el Control de Calidad interpretando en planta la disposición de paneles y uniones para cada geosintético instalado.

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los geosintéticos

### 3.5.4 Puesta en obra

**d) Informe final de certificación**, de modo orientativo, la siguiente información:

Resumen general del proyecto.

Métodos de Control de Calidad. Definición de ensayos, normas, etc.

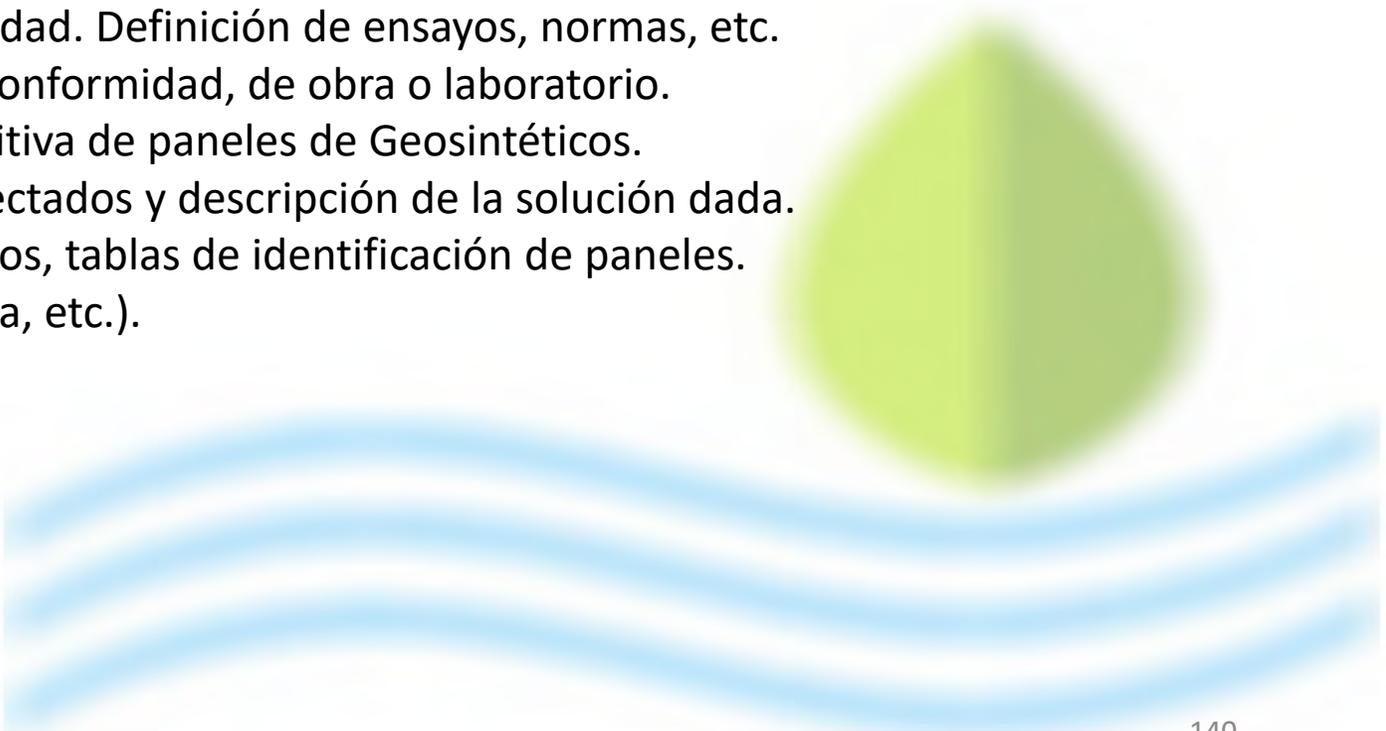
Resultados de ensayos de conformidad, de obra o laboratorio.

Planos de disposición definitiva de paneles de Geosintéticos.

Sumario de problemas detectados y descripción de la solución dada.

Fotografías, datos, muestreos, tablas de identificación de paneles.

Anexos (normas, bibliografía, etc.).





# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5-De los Geosinteticos

**norma  
española**

**UNE 104427**

**Febrero 2010**

**TÍTULO**

**Materiales sintéticos**

**Puesta en obra**

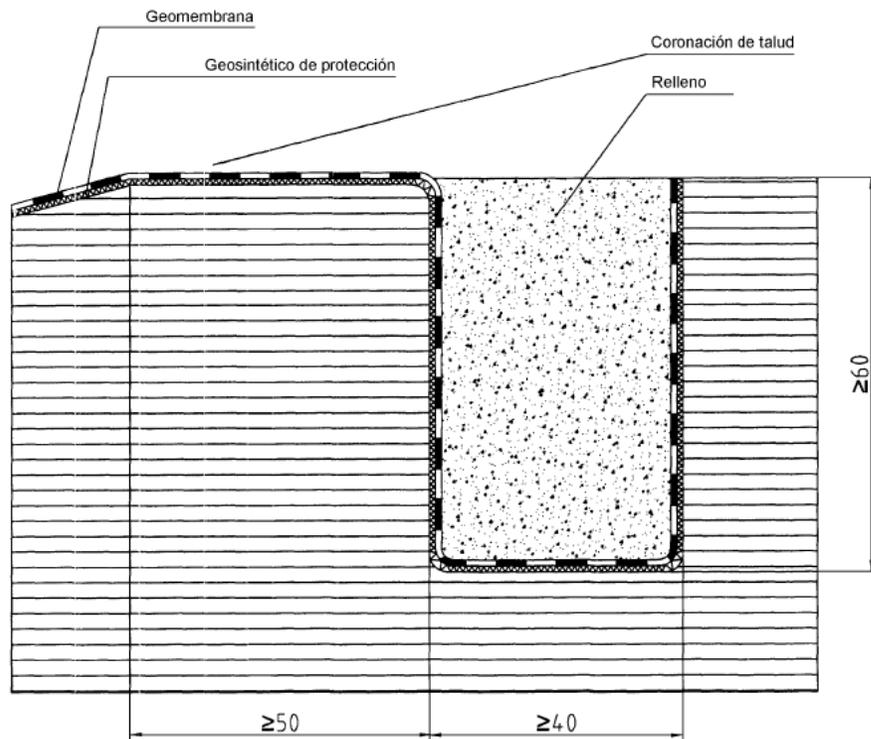
**Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno (PE)**



# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los Geosinteticos

### UNE 104 427



#### 6.1.1.2 Realización de un drenaje de gas

Se debe aprovechar la instalación del drenaje obligatorio de fugas de agua con la aportación de conducciones canalizadas a la coronación.

Las salidas de los drenajes de gas se deben implantar en los puntos altos y deben disponer de chimeneas verticales protegidas.

Además, la forma del fondo del embalse debe permitir una evacuación de cualquier gas bajo la geomembrana (véanse las figuras 3 y 4).

# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los Geosinteticos

## UNE 104 427



Figura 5 – Unión de geomembranas por termofusión

### 6.2.1.2 Soldadura por extrusión

La maquinaria a utilizar será una extrusora portátil con regulador de temperatura del material aportado.

Esta máquina aporta un cordón de polietileno de similares características a la geomembrana sobre la zona donde se llevará a cabo la soldadura (véase la figura 6). Las dimensiones mínimas del cordón son las siguientes:

- Anchura: 3 cm.
- Altura: variable pero siempre superior al espesor de la geomembrana.

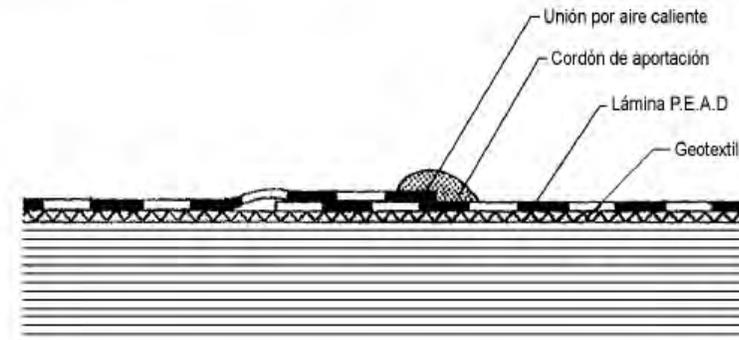


Figura 6 – Unión de geomembranas por extrusión

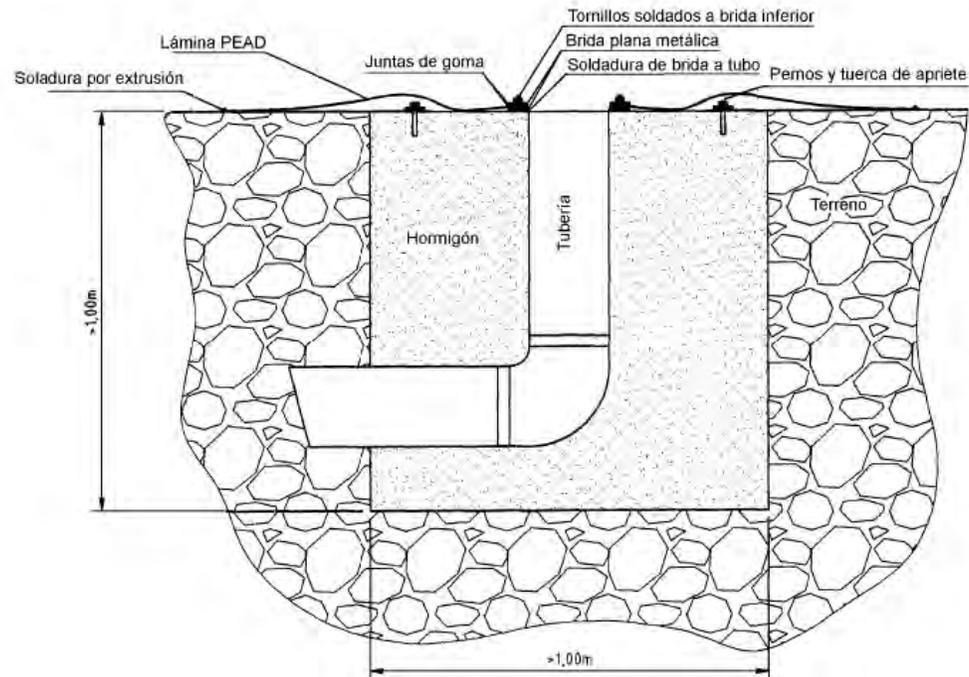


Figura 7 – Anclajes a obra de fábrica y a tubería de fondo



# 3. CONTROL DE CALIDAD

## 3.5.-De los Geosinteticos

UNE 104427:2010

- 26 -

AENOR

### 8 CUALIFICACIÓN DE FABRICANTES, INSTALADORES Y EMPRESAS Y LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

#### 8.1 Fabricantes

Los productos deben disponer del marcado CE.

#### 8.2 Instaladores

Las empresas de instalación deben contar con sistema de calidad certificado, conforme a la Norma UNE-EN ISO 9001.

#### 8.3 Control de Calidad en obra

Las empresas y laboratorios de control de calidad deben contar con un sistema de calidad certificado/acreditado.

##### 8.3.1 Empresas de control de calidad

Las empresas de control de calidad deben estar certificadas conforme a la Norma UNE-EN ISO 9001 y/o acreditadas conforme a la Norma UNE-EN ISO 17025.

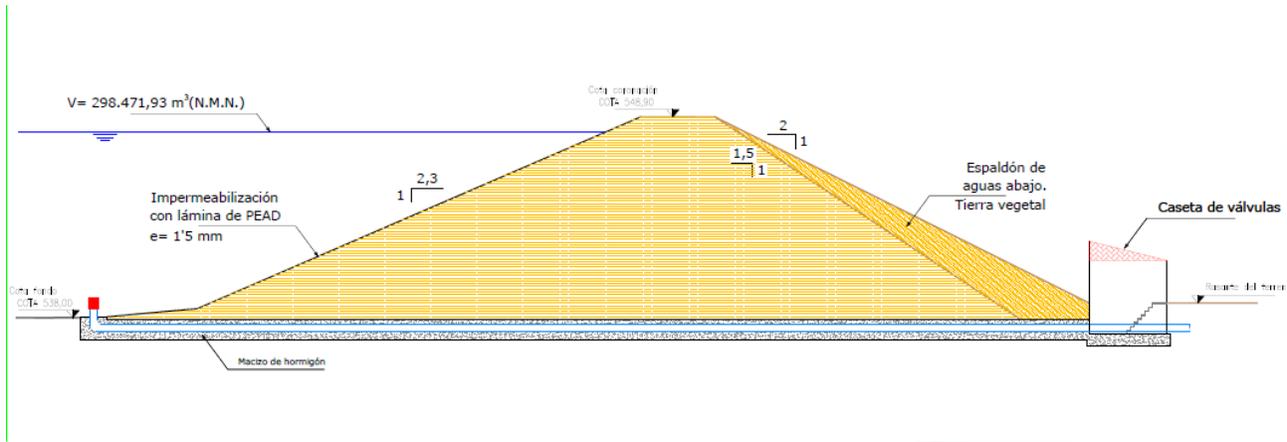
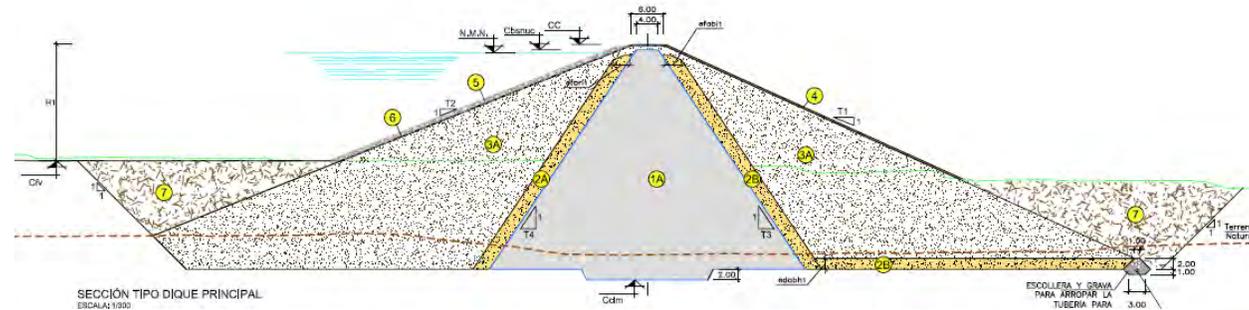
##### 8.3.2 Laboratorios

Los laboratorios de control de calidad deben estar acreditados conforme a la Norma UNE-EN ISO 17025.



# 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

Núcleo de arcillas



Barrera geosintética

# 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

## LEGISLACIÓN DE PRESAS

1. Ley de aguas de 1.879
2. Instrucción para la redacción de los proyectos de pantanos de 1.905
3. Normas transitorias para Grandes Presas de 1.960
4. Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas de 1.962/1.967 ( La Instrucción )
5. Ley de Aguas de 1.985
6. Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones Enero de 1.995 ( La Directriz)
7. Reglamento técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses de Marzo de 1.996

## LEGISLACIÓN DE PRESAS Y BALSAS

1. Real Decreto 9/2.008 que modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico

# 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

## RD 9 /2008

Artículo 359. *Fases en la vida de la presa.*

1. Se entiende por fases en la vida de la presa las **distintas situaciones** que se diferencian en el **desarrollo y utilización** de las presas y los embalses.

En función de la actividad principal desarrollada durante el período correspondiente, las fases de la presa se denominan: proyecto, construcción, **puesta en carga**, explotación y puesta fuera de servicio.

2. Los criterios para delimitar cada una de las mencionadas fases se fijarán en las Normas Técnicas de Seguridad a que se refiere el artículo 364, una de ellas será la **Norma Técnica de Seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de presas y llenado de embalses**

## 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

Una vez **comprobados todos los elementos** que participan en el llenado y vaciado de la balsa, procede el control de primer llenado, del que se levantará acta y adjuntará a la documentación de la obra.

La puesta en carga (primer llenado) por primera vez brinda una ocasión que se debe aprovechar para **analizar** cuál es **el comportamiento** real de la obra que se ha construido, comportamiento que, a su vez, sirve de **referencia** para conocer su comportamiento **a lo largo del tiempo**.

La última etapa de la construcción de una balsa es la realización de la puesta en carga (primer llenado).

### **Puesta en carga de la balsa (primer llenado)**

El primer llenado se realizará lentamente y a pequeños intervalos, manteniendo cada escalón el tiempo necesario para que el nivel de llenado haya producido todo su efecto, es decir, que las medidas observadas (filtraciones, asientos, presiones intersticiales, etc.) se hayan estabilizado.

Los intervalos y los tiempos de estabilización los marcará el Director/a de las Obras que dirigirá la operación.

A título orientativo, se pueden seguir las siguientes etapas:

- 1ª) Cubrir el fondo de la balsa con un calado mínimo de un metro.
- 2ª) Hasta 1/3 del Nivel Máximo Normal.
- 3ª) Hasta 2/3 del Nivel Máximo Normal.
- 4ª) Hasta el Nivel Máximo Normal.

## 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

En cada escalón de carga, se realizarán varias visitas diarias, realizándose inspecciones generales en:

Coronación.

Pie del talud del dique.

Talud del dique.

Conducciones y obras de entrada.

Órganos de drenaje y control de fugas.

Con niveles muy bajos de llenado, se comprobará el correcto funcionamiento de toda la valvulería y conducciones, incluida la de emergencia hasta el punto último de vertido.

Al final de la primera puesta en carga, se realizará un acta en la cual se indicarán:

- Incidencias recogidas en el dique y órganos de drenaje.
- Correcto funcionamiento de los elementos de control y maniobra probados.
- Fecha del inicio de la puesta en carga y final de la misma.

## 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

La primera etapa servirá para detectar posibles anomalías en la unión entre el sistema impermeabilizante y la obra de fábrica, así como comprobar la **estanqueidad del fondo del vaso**.

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta la **capacidad de desagüe** para poder volver con rapidez a la etapa anterior si se observa alguna anomalía que así lo aconseje.

En los casos que sea viable, una vez alcanzado la mitad del nivel de llenado se procederá al **vaciado de la balsa** y se inspeccionará con detalle la obra de toma de fondo.

Con la cota del **Nivel Máximo Normal**, se comprobará el buen funcionamiento de toda la **valvulería de control**, volviéndose a comprobar las válvulas de emergencia y las conducciones de emergencia hasta su punto de vertido, observando el correcto comportamiento de las instalaciones.

Una vez alcanzado el Nivel Máximo Normal y siempre que el funcionamiento no produzca daños materiales importantes aguas abajo, se procederá a la **prueba del aliviadero** con la máxima capacidad de entrada de agua disponible en ese momento, observándose su correcto funcionamiento.

# 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO



## Obras del Proyecto Modificado de Reutilización de Aguas Residuales en la Costa del Sol Oriental (Málaga) y Consolidación de los Regadíos del Plan Guaro



**PLAN DE LLENADO DE LA Balsa 1**

Obras del Proyecto Modificado de Reutilización de Aguas Residuales en la Costa del Sol Oriental (Málaga) y Consolidación de los Regadíos del Plan Guaro  
PLAN DE LLENADO DE LA Balsa 1



### ÍNDICE

1.	OBJETO .....	1
2.	PROGRAMA DE LLENADO .....	1
3.	SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE LLENADO .....	2

ANEXO I. PARTE DE SEGUIMIENTO

# 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

## PLAN DE LLENADO DE LA Balsa 1

### 1. OBJETO

Se elabora el presente documento para definir el procedimiento para el primer llenado de la Balsa 1 ejecutada con motivo de las Obras del Proyecto Modificado de Reutilización de Aguas Residuales en la Costa del Sol Oriental (Málaga) y Consolidación de los Regadíos del Plan Guaro, promovidas por SEIASA y ejecutadas por TRAGSA.

Como reflejan las GUÍAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO, VIGILANCIA Y PLANES DE EMERGENCIA DE LAS BALSAS DE RIEGO CON VISTAS A LA SEGURIDAD editadas por la CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AIGUA, URBANISME I HABITATGE de la GENERALITAT VALENCIANA (2009), la puesta en carga por primera vez brinda una ocasión que se debe aprovechar para analizar cuál es el comportamiento real de la obra que realmente se ha construido, comportamiento que, a su vez, sirve de referencia para conocer su comportamiento a lo largo del tiempo.

Así mismo, pueden ponerse de manifiesto eventuales defectos que, de esta forma, pueden ser identificados y subsanados.

### 2. PROGRAMA DE LLENADO

Se plantea la puesta en carga de la instalación por escalones de llenado, sin pasar al siguiente hasta tener seguridad de que se han identificado los efectos correspondientes a cada uno de ellos. Así, se empleará el siguiente esquema:

1. Llenado hasta cubrir completamente el fondo de la balsa. Se alcanzará una cota de agua de 159,6 m.
2. Llenado hasta 1/3 del calado normal. Se alcanzará una cota de agua de 162 m.
3. Llenado hasta 2/3 del calado normal. Se alcanzará una cota de agua de 165 m.
4. Llenado hasta 5/6 del calado normal. Se alcanzará una cota de agua de 167 m.
5. Llenado hasta el calado máximo normal. Se alcanzará una cota de agua de 169 m.

# 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

Obras del Proyecto Modificado de Reutilización de Aguas Residuales en la Costa del Sol Oriental (Málaga) y Consolidación de los Regadíos del Plan Guaro  
PLAN DE LLENADO DE LA Balsa 1



Finalizado y aprobado el Escalón de Llenado nº 2, y antes del inicio del Escalón nº 3, se procederá a la comprobación del funcionamiento de los elementos de Desagüe y Explotación de la Balsa.

Así mismo, finalizado y aprobado el Escalón de Llenado nº 5 se aportará agua para comprobación del funcionamiento del Aliviadero.

La Balsa 1 del Proyecto Modificado de Reutilización de Aguas Residuales en la Costa del Sol Oriental (Málaga) y Consolidación de los Regadíos del Plan Guaro cuenta con Resolución de 8 de junio de 2015 de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente por la que se clasifica en la CATEGORÍA A en función del riesgo derivado de su hipotética rotura. De acuerdo con lo establecido en el artículo 3.5 de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, debe elaborarse Plan de Emergencia, que, según indica la citada Resolución de Clasificación, debe presentarse "en un plazo máximo de dos años a contar desde la fecha de esta Resolución". Teniendo en cuenta todo ello, no se superará una cota de llenado a la que se estima que la Clasificación de la Balsa hubiera resultado en la Categoría C hasta en tanto se encuentre aprobado e implantado el Plan de Emergencia de la Balsa 1. Se fija este nivel en la cota 165 m, nivel que no se superará hasta que el referido Plan de Emergencia se encuentre aprobado e implantado.

### 3. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE LLENADO

Se llevará a cabo un plan de seguimiento y auscultación de la balsa durante cada uno de los escalones definidos en el Plan de Llenado.

Se realizará el control de las cuestiones indicadas antes del inicio del escalón de llenado correspondiente, durante el llenado correspondiente al escalón en curso y al menos dos veces al día durante las 48 h horas siguientes. Pasadas las referidas 48 horas, de no identificar incidencias, se dará por aprobado el Escalón de Llenado quedando apta la instalación para el inicio del siguiente Escalón de Llenado.

De identificar anomalías o comportamientos incorrectos se informará por parte de TRAGSA y de la Asistencia Técnica a la Dirección de Obras, AGRIMENSUR, de la incidencia identificada a fin de iniciar el proceso de evaluación de la misma y determinación de la forma de proceder.

Se controlarán las siguientes cuestiones:

Obras del Proyecto Modificado de Reutilización de Aguas Residuales en la Costa del Sol Oriental (Málaga) y Consolidación de los Regadíos del Plan Guaro  
PLAN DE LLENADO DE LA Balsa 1



### A) ASIENTOS Y DEFORMACIONES:

Se controlará mediante inspección visual la existencia de asientos o deformaciones en los elementos de la balsa:

- Camino de coronación.
- Taludes interiores.
- Taludes de desmonte.
- Talud exterior del muro de cierre.
- Galería de fondo.

Así mismo, se han dispuesto 15 hitos para control topográfico de asientos y deformaciones. Se controlará que la evolución de estos valores se encuentra dentro de parámetros admisibles. El Responsable de Control Topográfico elaborará parte de seguimiento al efecto.

### B) ELEMENTOS, CONEXIONES Y VALVULERÍA:

Se revisará el estado de los elementos principales de la balsa, a fin de identificar posibles afecciones:

- Conexiones de entrada y salida.
- Aliviadero.
- Valvulería y conexiones de la galería de fondo y nave de válvulas.

### C) FILTRACIONES Y DRENAJES:

Se observará la presencia de filtraciones en la galería de fondo o al pie del talud exterior del muro de cierre.

Se controlará el posible vertido de agua a través de la red de drenaje de la instalación.

El control y seguimiento de cada uno de los Escalones de Llenado quedará reflejado en parte de seguimiento según modelo que se incorpora como Anexo 1. Finalizado el Plan de Llenado de la Balsa 1 se levantará Acta al efecto.

# 4. PUESTA EN CARGA o PRIMER LLENADO

OBRAS DEL PROYECTO MODIFICADO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA COSTA DEL SOL ORIENTAL (MÁLAGA) Y CONSOLIDACIÓN DE LOS REGADÍOS DEL PLAN GUARO

## PLAN DE LLENADO DE LA Balsa 1

Nº ESCALÓN:  
DESCRIPCIÓN:

### LLENADO

Cota inicial del agua:

Fecha/hora inicio de llenado:

Entrada de agua:

Caudal:

Cota final del agua:

Fecha/hora fin de llenado:

### SEGUIMIENTO

ASIENTOS Y DEFORMACIONES:

ELEMENTOS, CONEXIONES Y VALVULERÍA:

FILTRACIONES/DRENAJES:

### FIN SEGUIMIENTO ESCALÓN DE CARGA

Fecha:

Hora:

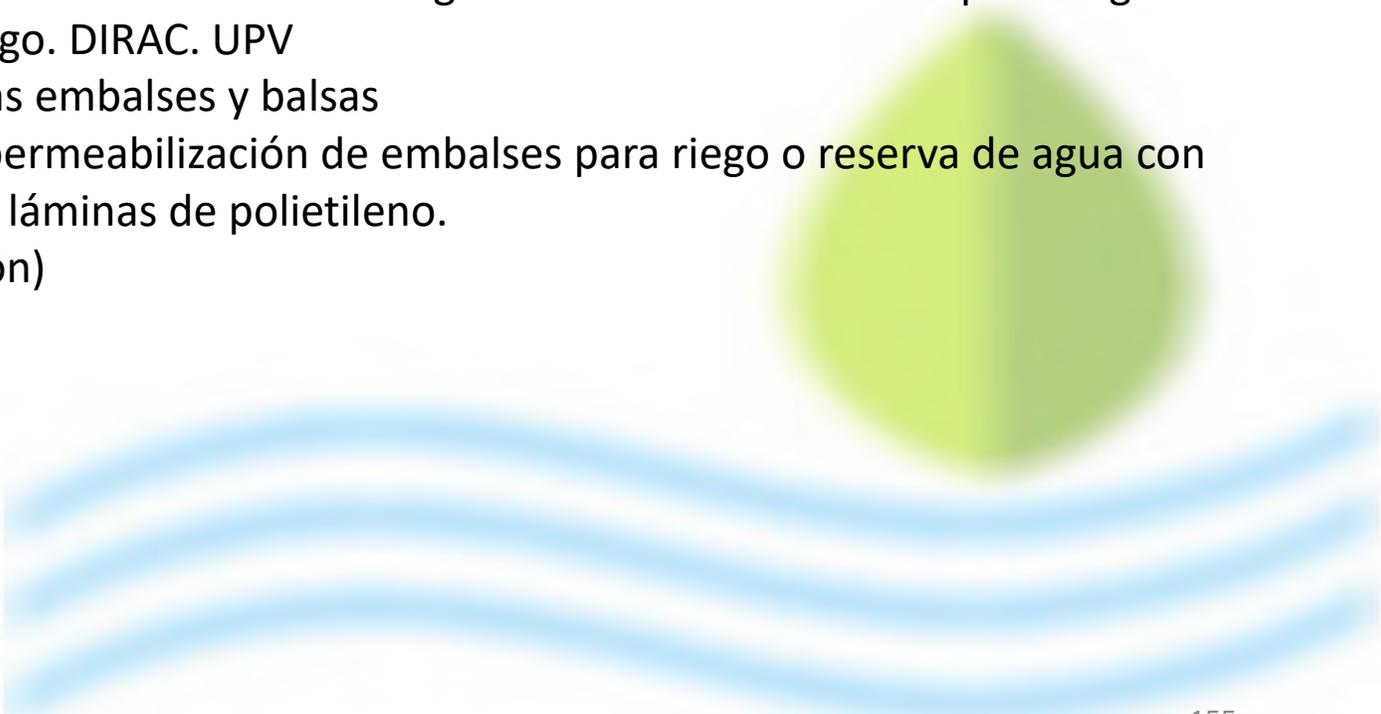
APROBADO:

OBSERVACIONES:



## Bibliografía consultada

- Manual de diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas. Editado por CNEGP
- Guías, para el proyecto, construcción, explotación, mantenimiento, vigilancia y planes de emergencia de balsas de riego con vistas a la seguridad. Editado por la Generalitat Valenciana.
- Tesis Doctoral de D. Francisco Javier Sánchez Romero “Criterios de seguridad en balsas de tierra para riego. UPV.
- Curso Las balsas de materiales sueltos para riego. DIRAC. UPV
- RD 9/2.008. Título VII De la seguridad de presas embalses y balsas
- UNE 104 427 Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con membranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno.
- UNE 104 425 (para los geotextiles de protección)
- EN 13361 para el mercado CE.
- UNE-EN 13254 anexo B (geotextiles)
- Fondo documental de SEIASA.





GRACIAS

Miguel Majuelos Moraleda [m.majuelos@seiasa.es](mailto:m.majuelos@seiasa.es)  
[@SEIASA\\_OFICIAL / www.seiasa.es](https://www.seiasa.es)