



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

Subdirección General de Regadíos,
Caminos Naturales e
Infraestructuras Rurales



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agrònoma
i del Medi Natural

JORNADA “BALSAS DE REGADÍO: GARANTÍA HÍDRICA, FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD PARA LA AGRICULTURA DEL SIGLO XXI”

VALENCIA
1 y 2 JULIO 2026





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA



INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE GEOMEMBRANAS POLIMÉRICAS EN BALSAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA: CRITERIOS PARA GARANTIZAR LA FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD DE LA IMPERMEABILIZACIÓN

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



ÍNDICE

- ❑ **BARRERAS GEOSINTÉTICAS POLIMÉRICAS**
 - Tipos. Características. Normativa
- ❑ **GEOMEMBRANAS: PVC, PEAD Y EPDM**
 - Composición. Degradación. Características relevantes
- ❑ **SEGUIMIENTO DE LAS GEOMEMBRANAS INSTALADAS**
 - Inspección visual. Patologías. Medidas de seguridad en las balsas
 - Toma de muestras. Localización, periodicidad y extracción de muestras
- ❑ **DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS**
 - Recepción en el laboratorio. Clasificación y mecanizado de probetas
 - Ensayos y equipos
- ❑ **GUÍA DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO**
- ❑ **RESULTADOS Y EVALUACION**
 - Aplicación de los criterios de la Guía
 - Ejemplos de aplicación
 - Reimpermeabilización
- ❑ **FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD DE LA IMPERMEABILIZACIÓN**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

BARRERAS GEOSINTÉTICAS POLIMÉRICAS

Tipos. Características. Normativa

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

BARRERAS GEOSINTÉTICAS POLIMÉRICAS

PVC-P



Homogéneas: PVC, PEAD, EPDM

Reforzadas: PVC

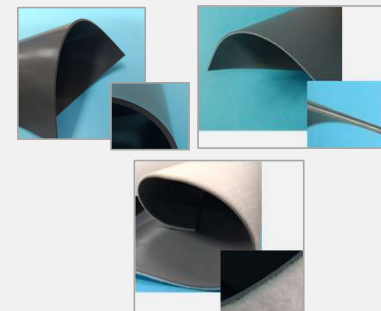
Revestidas externamente: PVC

Buena resistencia frente a reactivos.

Autoextinguibles y difícilmente inflamables debido a la presencia de cloro.

Características mecánicas: elevada resistencia a la tracción, a la deformación y al punzonamiento.

Buena respuesta para la soldadura por calor y disolventes.



PEAD



Inerte frente a numerosos reactivos.

Características relacionadas con la densidad del polímero:

- A mayor densidad, mayor dureza y resistencia a tracción pero menor flexibilidad y resistencia al agrietamiento por esfuerzos medioambientales.

Características mecánicas: elevada resistencia al impacto dinámico, menor resistencia al punzonamiento.

Buen comportamiento a bajas temperaturas, incluso a -75°C .



EPDM



Deficiente resistencia frente a reactivos orgánicos.

Características mecánicas: elevada resistencia al punzonamiento que permite adaptarse al terreno. Disminución de su deformación y aumento de la dureza con el tiempo.

Buen comportamiento a bajas temperaturas, incluso a -55°C .

Deficiente respuesta en las soldaduras debido al empleo de adhesivos para los solapos entre geomembranas.



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

BARRERAS GEOSINTÉTICAS POLIMÉRICAS

NORMAS DE PRODUCTO Y MÉTODOS DE ENSAYO

NORMA UNE 13361

Barreras geosintéticas. Características para su utilización en la construcción de embalses y presas.

NORMA UNE 104304.

Resistencia de la soldadura por pelado.

NORMA UNE 104306

Contenido en plastificantes en PVC-P.

NORMA UNE EN ISO 11357-6

Determinación del tiempo de inducción a la oxidación (OIT).

NORMAS DE PUESTA EN OBRA

NORMA UNE 104423. Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de poli(cloruro de vinilo) plastificado (PVC-P) no resistentes al betún.

NORMA UNE 104425. Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad.

NORMA UNE 104427. Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno.

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

GEOMEMBRANAS: PVC, PEAD Y EPDM

Composición. Degradación. Características relevantes

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

GEOMEMBRANAS : PVC, PEAD, EPDM

PVC

COMPOSICIÓN

COMPUESTO	CANTIDAD, %
PVC	50-70
Plastificantes	25-35
Otros Aditivos:	
Absorbentes de luz UV	
<i>Negro de carbono</i>	
<i>Dióxido de titanio</i>	2-5
Cargas	
<i>Carbonato cálcico</i>	
Estabilizantes	

- Plastificantes. Más importantes en la formulación de la geomembrana.
- Absorbentes de luz UV. Forman una pantalla frente a la radiación.
- Cargas. Reducen costes o mejorar las características mecánicas.
- Estabilizantes. Mejoran la estabilidad térmica y UV.

PROCESOS DE DEGRADACIÓN

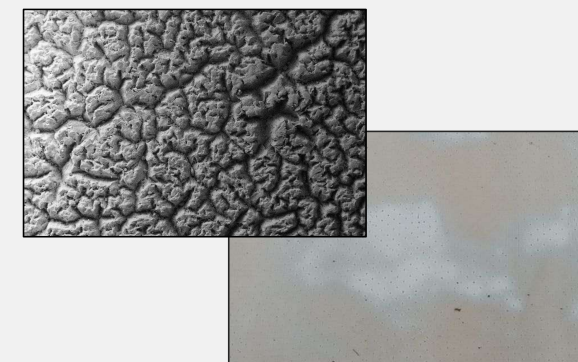
Pérdida de plastificantes

Migración al aire o volatilización
Migración a un sólido en contacto
Migración al agua



Envejecimiento térmico y fotodegradación

Eliminación de HCl
Degradación del polímero



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

COMPOSICIÓN

COMPUESTO	CANTIDAD, %
PEAD	96-97
Negro de carbono	2-3
Otros aditivos <i>Antioxidantes</i>	0,5-1

- Negro de carbono. Más importante frente a la luz UV.
- Antioxidantes. Previenen la oxidación del polímero durante el procesado de la geomembrana y aseguran su estabilidad durante su tiempo de vida útil.
 - Primarios. Desactivan radicales libres.
 - Secundarios. Descomponen los compuestos generados en la oxidación transformándolos en otros menos reactivos.

PEAD

PROCESOS DE DEGRADACIÓN

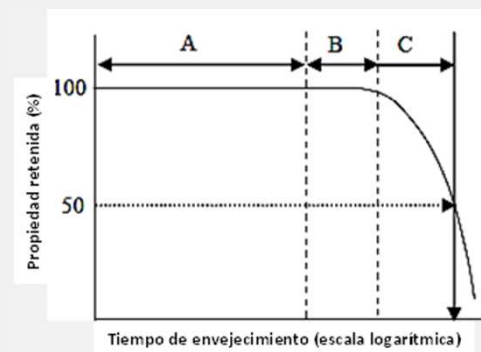
Agrietamiento por esfuerzos medioambientales

- Debido a la coexistencia de zonas cristalinas y amorfas en la estructura molecular del polietileno.
- Aparece cuando la geomembrana está bajo la acción de agentes externos y a la vez sometida a un esfuerzo constante y se acelera por las altas temperaturas.



Degradación oxidativa

- Proceso acelerado debido a la reacción de radicales libres.
- Tres etapas:
 - Pérdida de antioxidantes.
 - Degradación lenta del polímero.
 - Degradación del polímero con disminución de las características mecánicas.



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



COMPOSICIÓN

COMPUESTO	CANTIDAD, %
EPDM	25-40
Negro de carbono	20-40
Aceites parafínicos	10-20
Otros Aditivos:	
<i>Antioxidantes</i>	
<i>Estabilizantes</i>	8
<i>Arcillas, Azufre,</i>	
<i>Aceleradores</i>	

- Mayor cantidad de aditivos que otras geomembranas debido a su procesado y al mantenimiento de su estabilidad.
- Negro de carbono en mayor proporción: actúa como carga y estabilizantes UV.
- Otros aditivos: agentes de curado, activadores de la vulcanización, aceites para mejorar el procesado y reducir la viscosidad del material, aceleradores para reducir el tiempo de vulcanización y catalizadores.

EPDM

PROCESOS DE DEGRADACIÓN

Degradación oxidativa

- Degradación que provoca rotura de cadenas en el polímero produciendo una recombinación de radicales libres que da lugar a un entrecruzamiento adicional.
- Este proceso de reticulación explicaría la variación de las propiedades mecánicas y la retracción de la geomembrana, lo que da lugar a la degradación de la geomembrana.

- Pérdida de flexibilidad
- Disminución de características mecánicas
- Aumento de la dureza

GEOMEMBRANAS : PVC, PEAD, EPDM





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

SEGUIMIENTO DE LAS GEOMEMBRANAS INSTALADAS

Inspección visual

Patologías

Medidas de seguridad en las balsas

Toma de muestras

Localización

Periodicidad

Extracción de muestras

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

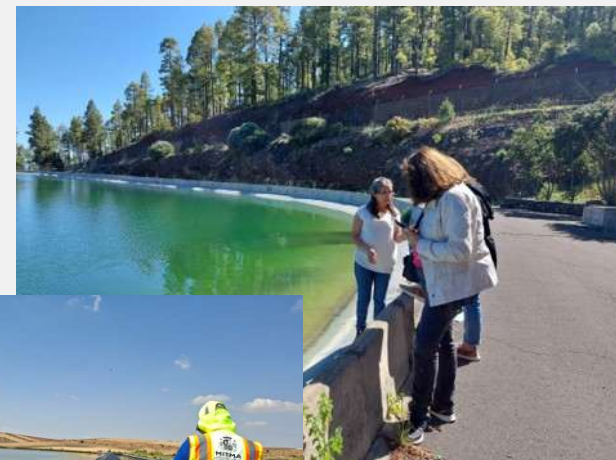
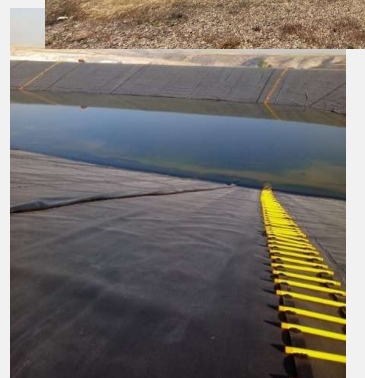
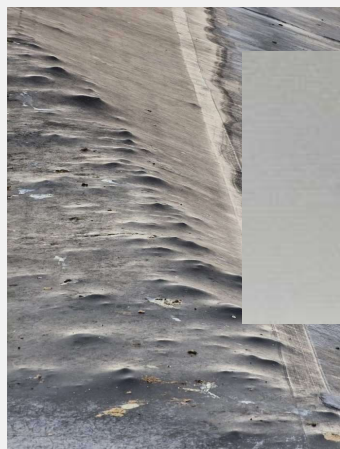
SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

SEGUIMIENTO DE LAS GEOMEMBRANAS INSTALADAS

Patologías:
punzonamientos, grietas,
estado de las soldaduras y
reparaciones en puntos
singulares.

Inspección visual



Medidas de seguridad en la
balsa: escalas de salvamento y
flotadores.

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

SEGUIMIENTO DE LAS GEOMEMBRANAS INSTALADAS

Estado inicial
de la
geomembrana

5 años: primera
toma de
muestras

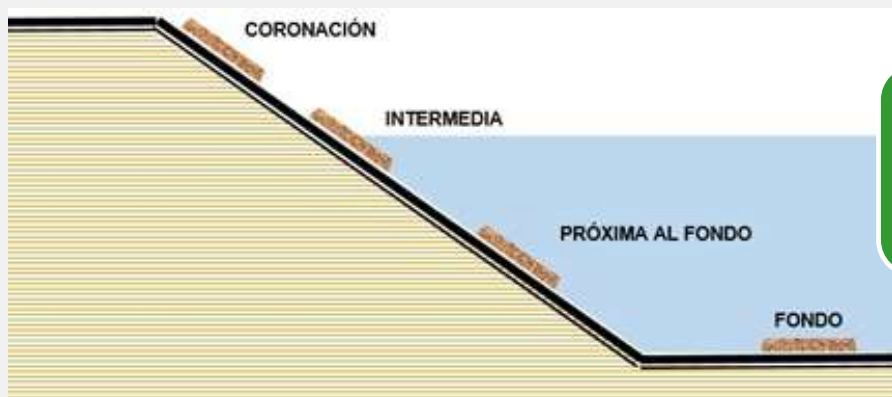
9 años:
segunda toma
de muestras

A partir del año
10: toma de
muestras
bianual

Signos de
degradación:
toma de
muestras anual

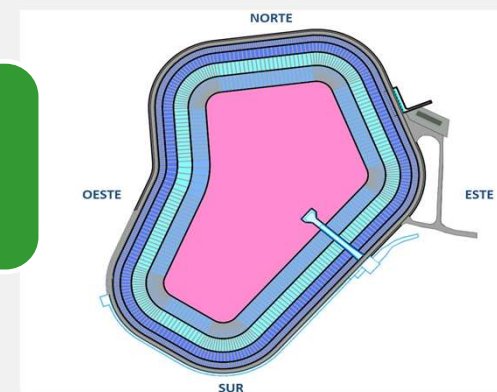
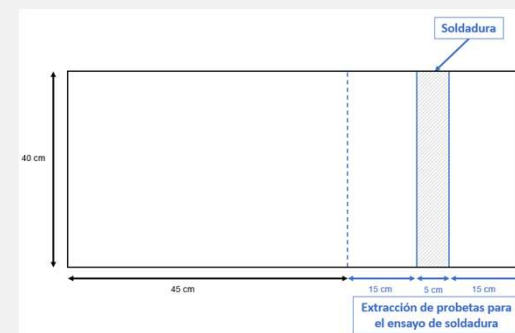
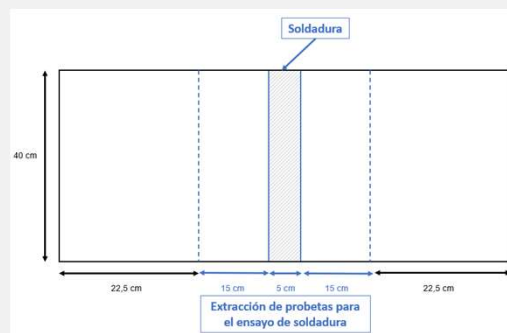
Tamaño de la muestra con soldadura

Zona de toma de muestras: coronación norte



Estudio más exhaustivo

- Muestras en diferentes alturas
- Muestras en diferentes orientaciones



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Recepción en el laboratorio

Clasificación y mecanizado de probetas

Ensayos y equipos

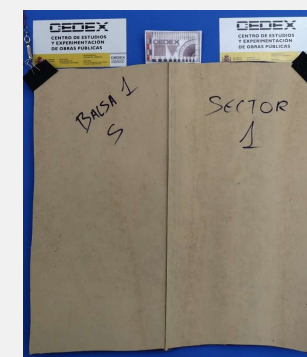
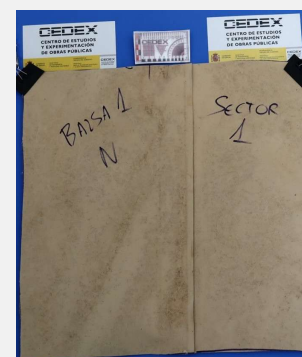
Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



Recepción y mecanizado de probetas

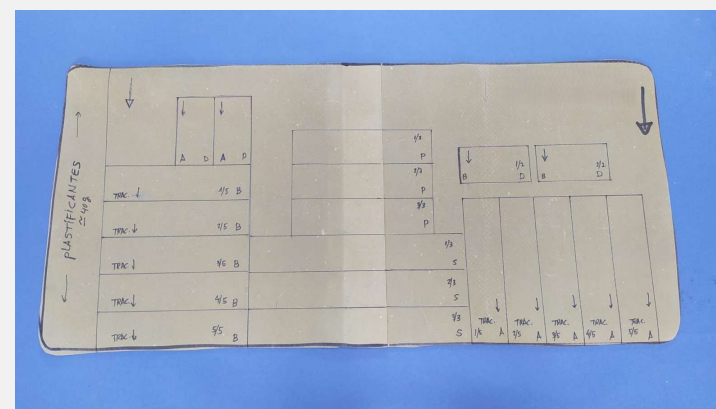
Recepción de las muestras extraídas en el laboratorio:

- Reportaje fotográfico de todas las muestras.
- Se incluye en un apartado del informe de resultados.



Mecanizado de las probetas en las muestras:

- La geometría depende del tipo de geomembrana: halterio, rectangulares...
- Distribución de las probetas en la muestra.
- Ajustar el tamaño de la muestra en función del número de ensayos.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

Ensayos

Características físicas, químicas y mecánicas

COMUNES

- Resistencia a la tracción y alargamiento
- Comportamiento a bajas temperaturas
- Resistencia al punzonado estático
- Resistencia de las soldaduras
- Estudio mediante microscopía óptica y electrónica

PEAD

- Dureza Shore D
- Agrietamiento por esfuerzos medioambientales
- Tiempo de inducción a la oxidación

PVC-P

- Contenido de plastificantes
- Espectroscopia infrarroja

EPDM

- Esfuerzo al 300% de alargamiento
- Dureza Shore A



DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA,
PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

ESTUDIOS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LAS GEOMEMBRANAS UTILIZADAS
EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE BALSAS



7 CONCLUSIONES

La inspección técnica de las balsas, realizada en el mes de marzo de 2022, ha permitido evaluar el aspecto de las geomembranas impermeabilizantes, detectar desperfectos y diversas patologías que surgen debido, tanto a la degradación del material polimérico como a la acción de agentes externos.

Durante la visita técnica no se detectaron desperfectos importantes en las geomembranas de polietileno de alta densidad que impermeabilizan la balsa de Sierra de Cazorla y Cerrillo del Tesoro. Tan solo en esta última se localizaron algunos puntos dispersos de punzonamiento principalmente en el babero de protección de coronación.

También se pudo comprobar el avance de las obras de la balsa de Aguadulce, donde se estaba llevando a cabo las cimentaciones de los pilares de hormigón prefabricado.

De acuerdo con los datos analizados, se puede concluir que la geomembrana de polietileno de alta densidad de las dos balsas se encuentra en buen estado de conservación pues continúan cumpliendo los requisitos recomendados para una lámina original en el Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas.

No obstante, en la zona norte de la coronación de la balsa Cerrillo del Tesoro, los valores obtenidos en el ensayo de tiempo de inducción a la oxidación han sido inferiores a 100 minutos. Igualmente, los resultados obtenidos en el ensayo de "stress cracking" en las dos balsas se encuentran por debajo del mínimo recogido en la normativa vigente. Todo ello evidencia que las geomembranas han perdido cierta cantidad de antioxidantes y están mostrando el inicio de su degradación.



Inspección
técnica

Ensayos de
laboratorio

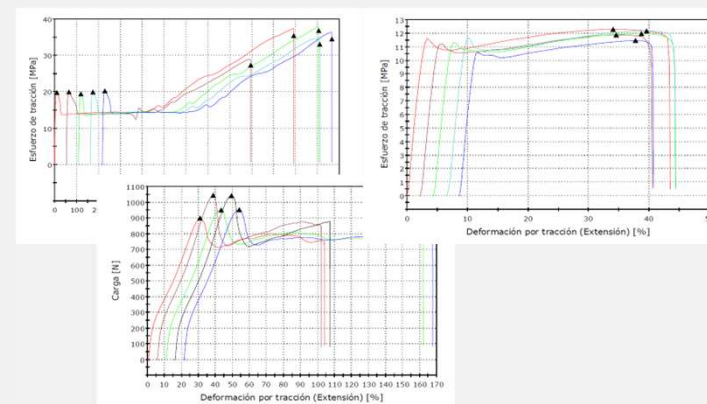
Conclusiones

Análisis

Resultados

	0	1-10	1	1-10	2	2-10	3	3-10	4	4-10	5	5-10
1. Tiempo, años												
2. Espesor, mm	1,52	1,53	1,49	1,48	1,48	1,48	1,45					
3. Contenido en plastificantes, %	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4					
4. Pérdida de plastificantes, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
5. Densidad a 20°C												
6. Cara interna A	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc					
7. Cara interna B												
8. Resistencia a la perforación, mm												
9. Cara interna A	+500	+500	+500	+500	+500	+500	+500					
10. Cara interna B	+500	+500	+500	+500	+500	+500	+500					
11. Resistencia a la tracción en la carga máxima, N/20 mm												
12. Longitudinal	877 Long	1453	1453	1457	1457	1457	1457					
13. Transversal	877 Transv	1200	1243	1247	1247	1247	1247					
14. Variación de la resistencia a la tracción en la carga máxima, %												
15. Longitudinal	± 20% Long	-12,8	-11,9	-10,3	-10,3	-10,3	-10,3					
16. Transversal	± 20% Transv	-11,9	-12,3	-10,3	-10,3	-10,3	-10,3					
17. Alargamiento en el punto de carga máxima, %												
18. Longitudinal	HR Long	27	26	26	26	27	24					
19. Transversal	HR Transv	29	26	27	25	31	27					
20. Variación del alargamiento en el punto de carga máxima, %												
21. Longitudinal	± 40% Long	7,4	7,4	3,7	0,0	11,1						
22. Transversal	± 40% Transv	10,3	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9					

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

GUÍA DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE BARRERAS GEOSINTÉTICAS POLIMÉRICAS

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

GUÍA DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO



- Elaborada por el CEDEX para la Dirección General del Agua (MITERD)
- Presentada en 2023

- Facilitar la evaluación del estado de las geomembranas de impermeabilización
- **Control de la seguridad de la balsa**

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



PARTE DESCRIPTIVA

- Características, requisitos y procesos de degradación de las geomembranas de PVC, PEAD y EPDM.
- Aplicaciones de geotextiles y productos relacionados.
- Normativa de barreras geosintéticas:
 - Normas UNE
 - Otras Guías, Manuales y Reglamentos



CRITERIOS PARA LA INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE BARRERAS GEOSINTÉTICAS POLIMÉRICAS

- Inspección visual. Frecuencia en la toma de muestras. Seguimiento más exhaustivo.
- Características significativas y valores límite que indican el estado de degradación.
- Reimpermeabilización total o parcial de la geomembrana.



PATOLOGÍAS POSIBLES DURANTE EL SEGUIMIENTO

- Debidas a la composición, preparación del soporte e instalación.
- Factores ambientales: viento y granizo.
- Flora y fauna.
- Vandalismo.



PVC-P

- Contenido de plastificantes
- Comportamiento a bajas temperaturas
- Alargamiento
- Resistencia de la soldadura

PEAD

- Resistencia al agrietamiento por esfuerzos medioambientales
- Tiempo de inducción a la oxidación
- Resistencia a la tracción a la rotura
- Alargamiento a la rotura
- Resistencia de la soldadura

EPDM

- Resistencia a la tracción a la rotura
- Alargamiento en rotura
- Punzonado estático
- Dureza Shore A
- Comportamiento a bajas temperaturas
- Resistencia de la soldadura



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Aplicación de los criterios de la Guía

Ejemplos de aplicación

Reimpermeabilización

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Características significativas	Métodos de ensayo	Valores límite
Contenido de plastificantes, %	UNE 104306	Geomembranas homogéneas: ≤ 20
		Geomembranas reforzadas: ≤ 17
Comportamiento a bajas temperaturas	UNE-EN 495-5	Grietas a -20°C : comienza la degradación de la geomembrana
		Grietas a 5°C : se puede considerar que la geomembrana está degradada
Alargamiento, %	UNE EN ISO 527-3	Geomembranas homogéneas: 125
		Geomembranas reforzadas: 7,5
Resistencia de la soldadura	UNE EN ISO 527-3	Método de Tracción. Obtener un valor menor del 50% del valor de resistencia a la tracción de la geomembrana sin soldadura
	UNE 104304 UNE 12316-2	Método de Pelado. Si deslaminan, obtener un valor menor de 150N/50mm (geomembranas homogéneas y reforzadas)

PVC



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Características significativas		PVC 1 GBR reforzada	PVC 2 GBR reforzada	PVC 3 GBR homogénea	Valores límite
Contenido de plastificantes, %		-	-	17,1	GBR homogéneas: ≤ 20
		29,7	13,5	-	GBR reforzadas: ≤ 17
Comportamiento a bajas temperaturas		✓	✗	✗	Grietas a -20°C .
Alargamiento, %	Long.			152	GBR homogéneas: 125
	Trans.			218	
	Long.	30	23		GBR reforzadas: 7,5
	Trans.	34	18		
Resistencia de la soldadura, N/50mm		1030	633 (51%)	632 (26%)	Método de Tracción. Obtener un valor menor del 50% del valor de resistencia a la tracción de la geomembrana sin soldadura
		1350			Método de Pelado. Si deslaminan, obtener un valor menor de 150N/50mm (geomembranas homogéneas y reforzadas)

PVC 1

cumple todos
los valores límite

PVC 3 no cumple:

- Contenido de plastificantes
- Comportamiento a baja temperatura

PVC 2 no cumple:

- Contenido de plastificantes
- Comportamiento a bajas temperaturas
- Resistencia de la soldadura por tracción

PVC 2

Aumento de la rigidez
Notable degradación

PVC 2

Reimpermeabilización

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Características significativas	Métodos de ensayo	Valores límite
Características que aportan información con objeto de realizar un mantenimiento predictivo		
Resistencia al agrietamiento por esfuerzos medioambientales (Stress-Cracking), horas	UNE EN 14576	Valor ≤ 168
Tiempo de inducción a la oxidación (OIT), minutos	UNE EN ISO 11357-6	OIT estándar (Std) ≤ 10
	ASTM D5885/D5885M	OIT alta presión (HP) ≤ 50

PEAD



Características significativas	Métodos de ensayo	Valores límite	
Características que aportan información para llevar a cabo la reposición			
Resistencia a la tracción a la rotura, MPa	UNE EN ISO 527-3	13	
Alargamiento a la rotura, %	UNE EN ISO 527-3	350	
Resistencia de la soldadura	UNE EN ISO 527-3	Método de tracción o cizalla	
		Espesor, mm	Valor, N/mm
		1,5	≤ 23
		2,0	≤ 30
		2,5	≤ 38
	UNE 104304	Método de pelado	
		Espesor, mm	Valor, N/mm
		1,5	≤ 15
		2,0	≤ 20
		2,5	≤ 25



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Características significativas	PEAD 1	PEAD 2	PEAD 3	PEAD 4	PEAD 5	Valores límite
	E = 2,5 mm					
Información para un mantenimiento predictivo						
S-C, horas	335	> 336	> 336	> 336	328	Valor ≤ 168
OIT (Std), min.	8,74	6,48	8,83	7,34	7,09	OIT (Std) ≤ 10
Información para llevar a cabo la reposición						
Resistencia a la tracción, MPa						13
Longitudinal	23	25	19	24	24	
Transversal	20	19	16	20	24	
Alargamiento a la rotura, %						350
Longitudinal	726	756	625	653	645	
Transversal	657	615	582	635	711	
Resistencia de la soldadura, N/mm	Método tracción					≤ 38
	35	35	36	36	18	
		Método pelado				
	43	36	35	44	40	

Comienzo de la degradación de la geomembrana

Aumentar frecuencia de toma de muestras y ensayos

Características predictivas

OIT inferior al valor límite de la Guía

- Disminución acusada de los antioxidantes
- Datos de Stress-Cracking elevados y equivalentes a los de una geomembrana original

Resto de características

- Resistencia a la tracción y alargamiento elevados
- Resistencia de la soldadura por tracción con resultados inferiores a los valores límite de la Guía

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

Características significativas	PEAD 6 E=2,5mm	PEAD 7 E=2,0mm	PEAD 8 E=1,5mm	PEAD 9 E=1,5mm	PEAD 10 E=2,0mm	Valores límite	
Información para un mantenimiento predictivo							
S-C, horas	> 336	329	99	107	24	Valor ≤ 168	
OIT Std, min.	7,34	13,80	9,90	18,50	5,90	OIT (Std) ≤ 10	
Información para llevar a cabo la reposición							
Resistencia a la tracción, MPa						13	
Longitudinal	24	30	22	30	34		
Transversal	20	31	30	37	32		
Alargamiento a la rotura, %						350	
Longitudinal	653	802	668	761	1070		
Transversal	635	815	731	827	1050		
Resistencia de la soldadura, N/mm	Método tracción					E, mm	N/mm
	36	8	21	21	15	1,5	≤ 23
						2,0	≤ 30
						2,5	≤ 38
	Método pelado					E, mm	N/mm
	44	36	24	25	32	1,5	≤ 15
						2,0	≤ 20
						2,5	≤ 25

**Comienzo de la degradación de la
geomembrana**



**Aumentar frecuencia de toma de
muestras y ensayos**

Características predictivas

OIT y S-C inferiores a los valores límite de la Guía

- Disminución acusada de los antioxidantes
- Resultados de Stress-Cracking indican la degradación de la geomembrana

Resto de características

- Resistencia a la tracción y alargamiento elevados
- Resistencia de la soldadura por tracción con resultados inferiores a los valores límite de la Guía

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Características significativas	Métodos de ensayo	Valores límite
Resistencia a la tracción a la rotura, MPa	UNE EN 12311-2	6
Alargamiento en rotura, %	UNE EN 12311-2	150
Punzonado estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	Espesor < 1,5mm Valor < 0,6 kN
		Espesor ≥ 1,5mm Valor < 0,9 kN
Dureza Shore A	UNE EN ISO 7619-1	Valor > 20% del inicial Teniendo en cuenta el valor de 85 como dato relevante para considerar la sustitución de la geomembrana
Comportamiento a bajas temperaturas	UNE-EN 495-5	Aparición de grietas a una T ^a ≥ -45°C
Resistencia de la soldadura	UNE EN ISO 527-3	Método de Tracción. Valor < 3,2 kN/m o disminución del 50% del valor inicial
	UNE 104304	Método de Pelado. Valor < 0,8 kN/m o disminución del 50% del valor inicial

EPDM



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Características significativas	EPDM 1 E=1,68 mm	EPDM 2 E=1,56 mm	EPDM 3 E=1,41 mm	EPDM 4 E=0,99 mm	Valores límite
Resistencia a la tracción a la rotura, MPa	11	12	14	10	6
Alargamiento en rotura, %	189	131	114	129	150
Punzonado estático (CBR), kN			2,2	0,95	Espesor < 1,5mm Valor < 0,6 kN
	2,0	2,5			Espesor ≥ 1,5mm Valor < 0,9 kN
Dureza Shore A	77	82	87	83	Valor > 20% de inicial Valor = 85 sustitución
Comportamiento a bajas temperaturas	✓	✓	✓	✓	Grietas a Tª ≥ -45°C
Resistencia de la soldadura, kN	15,8	12,1	17,3	5,8	Método de Tracción Valor < 3,2 kN/m o Valor < 50% inicial

- **EPDM 1:** cumple todos los valores
- **EPDM 2:** no cumple el alargamiento en rotura
- **EPDM 3:** No cumple el alargamiento ni la Dureza Shore A
- **EPDM 4** No cumple el alargamiento y los valores de punzonado estático, dureza Shore A y R. de la soldadura están cercanos a los valores límite

Comienzo de la degradación de la geomembrana



Aumentar frecuencia de toma de muestras y ensayos

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

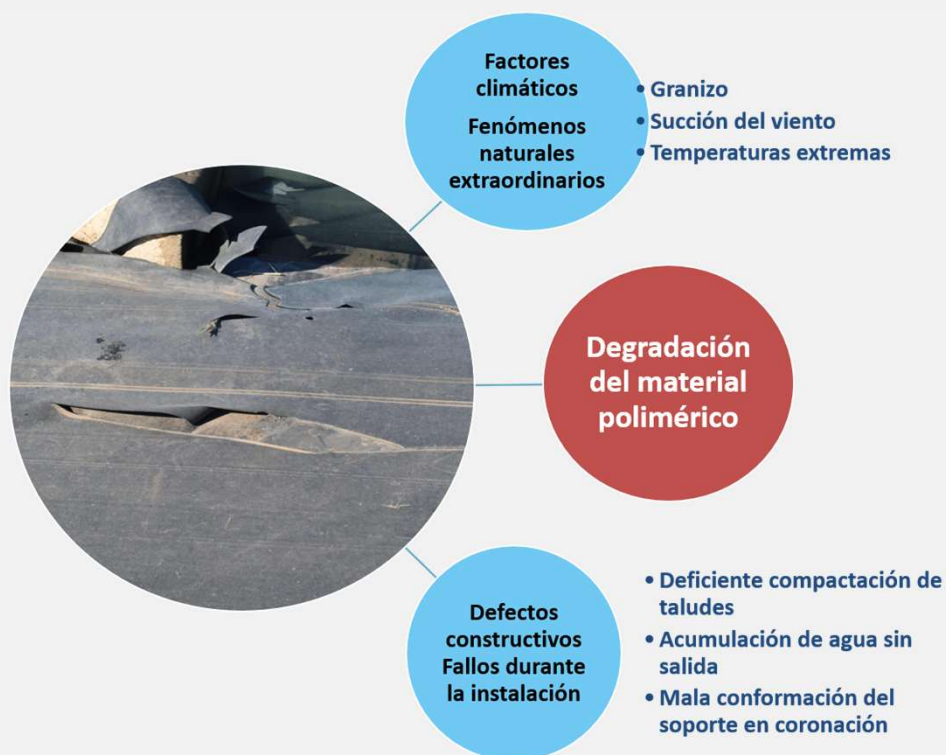
MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

¿CUÁNDO ES EL MOMENTO DE REIMPERMEABILIZAR?



CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS

INFERIORES A LOS VALORES LÍMITE

ESTIMACION DE LA VIDA ÚTIL DE LAS
GEOMEMBRANAS

REIMPERMEABILIZAR

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

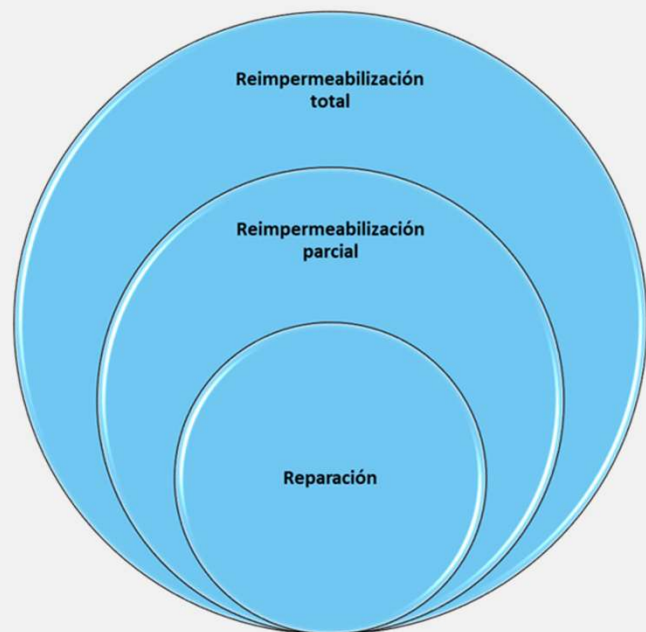
MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

¿CÓMO SE PUEDE REIMPERMEABILIZAR?



Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD DE LA IMPERMEABILIZACIÓN

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD DE LA IMPERMEABILIZACIÓN

La experiencia en el estudio de la evolución del estado de las barreras geosintéticas poliméricas a lo largo del tiempo ha sido fundamental para determinar las características más significativas de la degradación de cada material y sus valores límite.

Las inspecciones y el seguimiento periódico de las balsas son necesarios para evaluar el estado de la geomembrana impermeabilizante y estimar el final de su vida útil. Cada balsa es un caso particular y el comportamiento de la geomembrana dependerá de las condiciones en las que se encuentre.

España tiene un elevado número de balsas, algunas con un volumen de agua almacenado cercano a los 20 hm³, y debido a la importancia de estas infraestructuras, las Administraciones competentes en seguridad de presas, embalses y balsas consideran imprescindible vigilar su seguridad.

Las futuras Normas Técnicas de Seguridad de Balsas recogerán la inspección y vigilancia no solo de la propia balsa, sino que se extenderá también a la geomembrana que la impermeabiliza con el objetivo de determinar su grado de envejecimiento. La evaluación del sistema de impermeabilización es fundamental ya que, en numerosos casos, es donde descansa la seguridad de la balsa: **la función de impermeabilización durante la fase de explotación.**

Finalmente, la relevancia que tiene evaluar el estado de la geomembrana y su grado de envejecimiento permite comprobar la eficacia del sistema de impermeabilización y, por tanto, **la seguridad de la balsa durante su fase de explotación.**

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales

MUCHAS GRACIAS

ROSARIO SOLERA MARTÍNEZ
Coordinadora de Programa
Laboratorio Central de Estructuras y Materiales
CEDEX
Rosario.Solera@cedex.es



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica
i del Medi Natural

JORNADA “BALSAS DE REGADÍO: GARANTÍA HÍDRICA, FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD PARA LA AGRICULTURA DEL SIGLO XXI”

VALENCIA 1 y 2 JULIO 2026

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales