



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



JORNADA “BALSAS EN LOS REGADÍOS DEL MAPA: PRESENTE Y FUTURO”

TITULO DE LA PONENCIA: CONTROL DE CALIDAD EN GEOSINTÉTICOS Y DETECCIÓN DE FUGAS MEDIANTE FIBRA ÓPTICA.

PONENTE: Ariosto De Haro.

LABORCONTROL-GEOCERTIS-GARIMPER

SEVILLA

25 de Septiembre de 2025

ARIOSTO DE HARO YEBOLES PRESENTACION



- DIRECTOR Y ADMINISTRADOR DE LABORCONTROL, PRIMER LABORATORIO ACREDITADO (HACE 20 AÑOS) EN GEOSINTETICOS POR ENAC EN ESPAÑA CON MAS DE 40.000.000 DE M2 DE LÁMINA CONTROLADA. TRASPASA LA ACREDITACION A GEOCERTIS.
- GEÓLOGO, DELEGADO DEL COLEGIO DE GEÓLOGOS EN ALICANTE. CERCA DE 30 AÑOS DE EXPERIENCIA EN INGENIERIA GEOLÓGICA APLICADA A BALSAS. PERITO JUDICIAL
- PONENTE EN LOS COMITES DE NORMALIZACIÓN UNE-104 DE LAS NORMAS UNE DE BALSAS Y VERTEDEROS
- AUTOR DE LA PATENTE DE FIBRA ÓPTICA APLICADA A DETECCIÓN DE FUGAS (GARIMPER)

CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES GEOSINTÉTICOS EN BALSAS DE RIEGO

Laboratorio acreditado

1. Control de calidad

1.1. Laboratorio

1.2. En obra



2. Frecuencia

3. Requisitos

3.1. Para construcción de una balsa

3.2. Para determinar su vida útil

Criterios para la elección de una empresa de control de calidad:

- 1. **Independencia**; no depender de:
 - 1.1. Empresa instaladora
 - 1.2. Fabricante
 - 1.3. Empresa constructora
- 2. Empresa acreditada
- 3. Que realice bien el trabajo, precio, cercanía

CONTROL DE CALIDAD DE GEOSITÉTICOS EN LABORATORIO



- 1. Control de calidad de materiales geosintéticos en la construcción de la balsa de Riego Según la norma UNE **104427:2010**
- 2. Control de calidad de materiales geosintéticos para conocer la vida útil de la balsa de riego.
 - 1. Enlace a la guía:
<https://ceh.cedex.es/tienda/?product=guia-practica-para-la-inspeccion-y-seguimiento-de-las-barreras-geosinteticas-polimericas-utilizadas-en-la-impermeabilizacion-de-balsas-digital>.
 - 2. Explicación en el congreso BalVert-24:
<https://www.youtube.com/watch?v=7aMSDxkdn8U> útil

1.1. Laboratorio, según la norma UNE 104427:2010

- Físicos:

- Densidad
- Índice de fluidez
- Espesor
- Plegabilidad
- Anchura
- Comportamiento al calor
- Absorción de agua
- Peso total unitario
- Abertura de poro

- Mecánicos:

- Resistencia a tracción
- Alargamiento
- Resistencia al punzonado estático (CBR)
- Resistencia al desgarro
- Resistencia de la soldadura por pelado
- Caída de cono

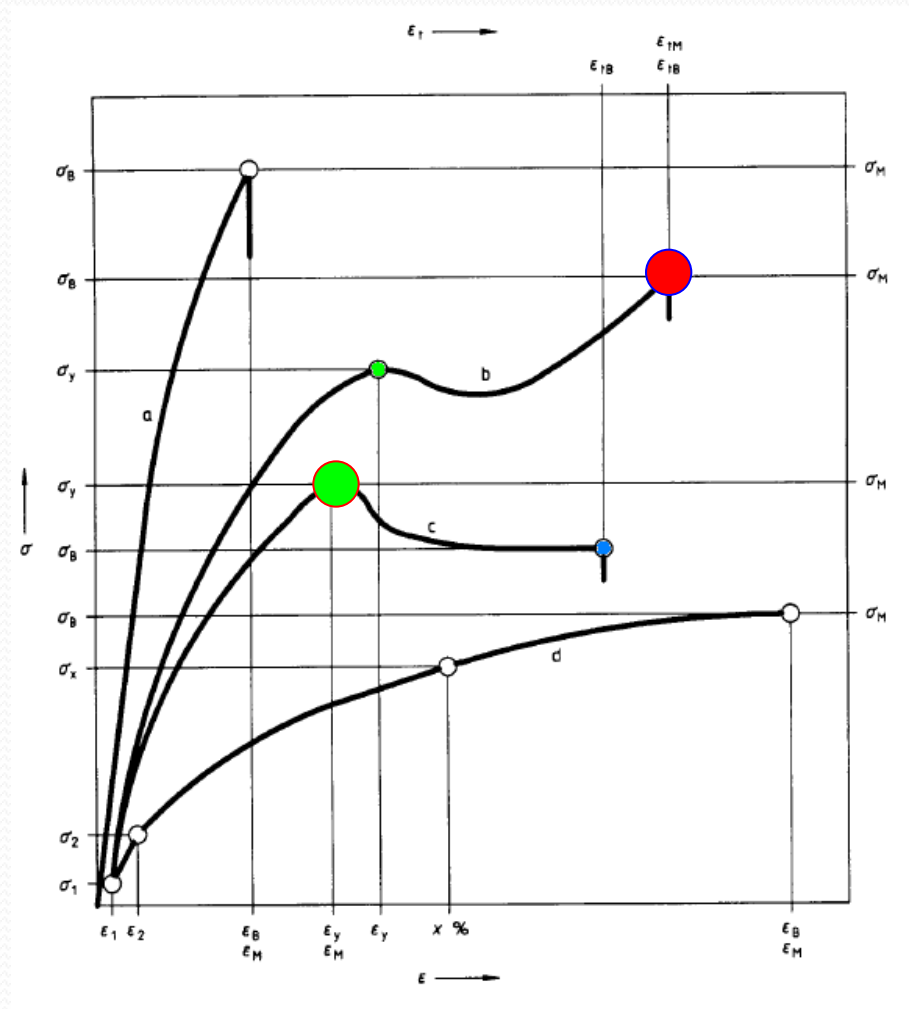
1.1. Laboratorio (continuación)

- **Hidráulicos**
 - Permeabilidad al agua
 - Capacidad de flujo en el plano
 - Índice de hinchamiento
 - Permeabilidad en geocompuestos bentoníticos
- **Durabilidad y resistencia química**
 - Contenido y dispersión en negro de carbono
 - Tiempo de inducción a la oxidación
 - Stress Cracking
 - Envejecimiento térmico
 - Envejecimiento a la intemperie
 - Determinación de la materia prima
 - Resistencia a los ácidos y alcalinos

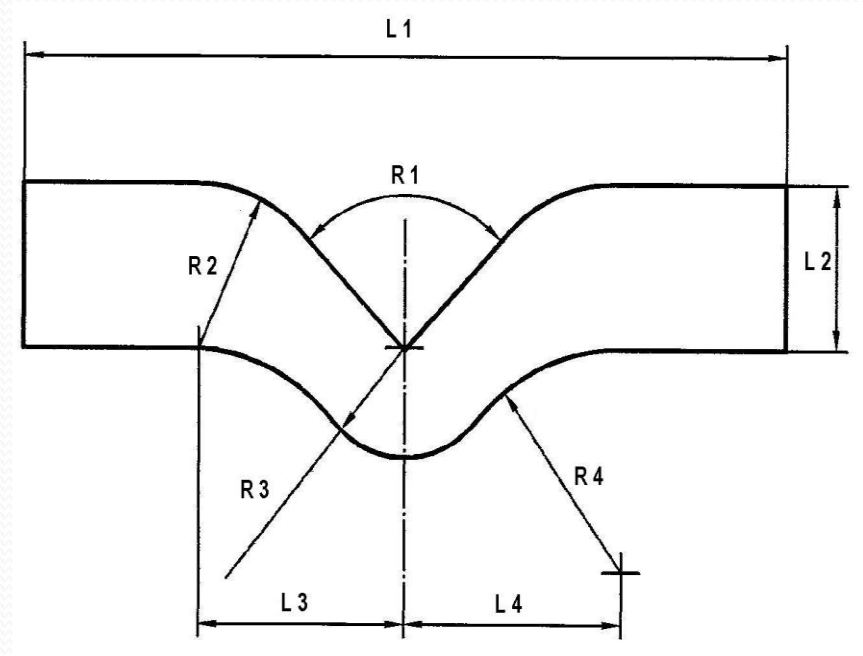
1.1. ENSAYOS SEGÚN NORMA UNE 104427:2010

- Densidad UNE EN ISO 1183-1:2013 (método A)
- Espesor UNE EN 1849-2:2010
- Resistencia al desgarro UNE ISO 34-1:2011 Método B, procedimiento (a)
- Tracción (T y L) y Alargamiento UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5)
- Índice de fluidez UNE EN ISO 1133-1:2012 (método A)
- Contenido de negro de carbono UNE 53375-1:2007
- Dispersión de negro de carbono ISO 18553:2002 (y Amd 1:2007)
- Resistencia a la perforación estático CBR UNE EN ISO 12236:2007
- Tiempo de inducción oxidativa UNE EN 728:1997
- Resistencia a la fisuración bajo tensión en un tensoactivo, Stress Cracking 300 h (SP-NCTL) UNE EN 14576:2006 o ASTM D 5397-99 (uno por obra)

- **Parámetros:**
 - Resistencia a la tracción (máximo)
 - Alargamiento en rotura
 - Esfuerzo en el punto de fluencia
 - Alargamiento en fluencia
-
- Punto fluencia
 - Punto máximo
 - Punto rotura

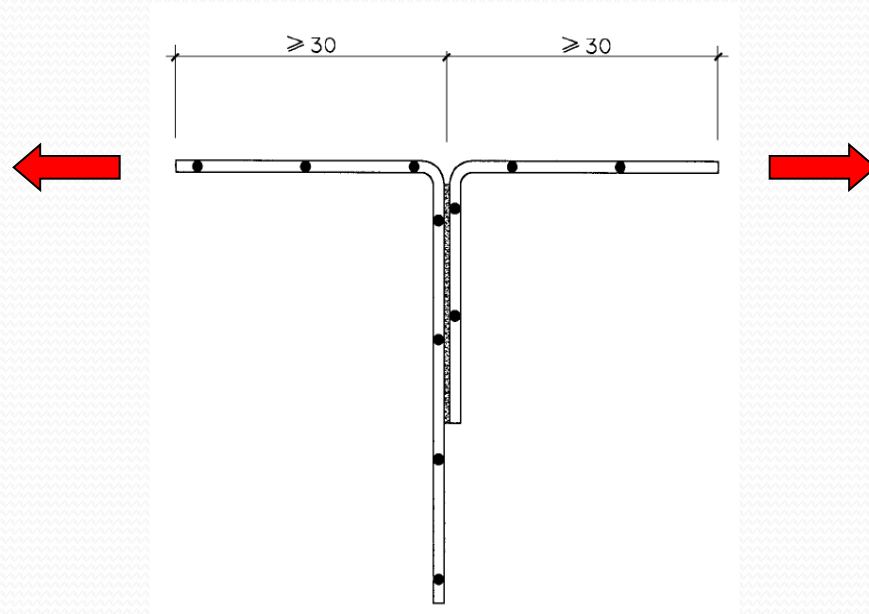


- Método B, procedimiento A.
 - Probetas angulares sin hendidura
 - Tracción a velocidad constante.



- **Propiedades mecánicas del material**
- **Fuerza máxima para desgarrar la probeta completamente**

- Resistencia de la unión entre láminas sintéticas, al someter ésta a esfuerzos de pelados.
- Utilidad: estado de las soldaduras condiciona la efectividad de la impermeabilización



- Resistencia a ser atravesado por un punzón a velocidad constante.
- Plásticos como a geotextiles y productos relacionados.
- Utilidad: Resistencia a una carga constante.



1.1. Ensayos que nos determinan la vida útil de la balsa

- Tiempo de inducción a la oxidación
- Stress Cracking
- Resistencia a la tracción y alargamiento
- Desgarro-pelado de las soldaduras
- Ensayos geofísicos para determinar la estabilidad del dique. Ejemplo Balsa de San Lorenzo, Tenerife.
 - Ensayos Sísmicos
 - Ensayos Geoeléctricos

1.2. Ensayos en obra

- Resistencia de la soldadura por pelado con tensiómetro de campo
- Estanqueidad de soldadura con canal central (aire)
- Campana de vacío
- Ensayos geofísicos:
 - Dipolo
 - Vaten
 - Chispómetro



Ensayo de espesor de cada cordón de soldadura según
normas UNE 104425:2001 Anexo B, UNE 104427:2010
Apdo.7.21

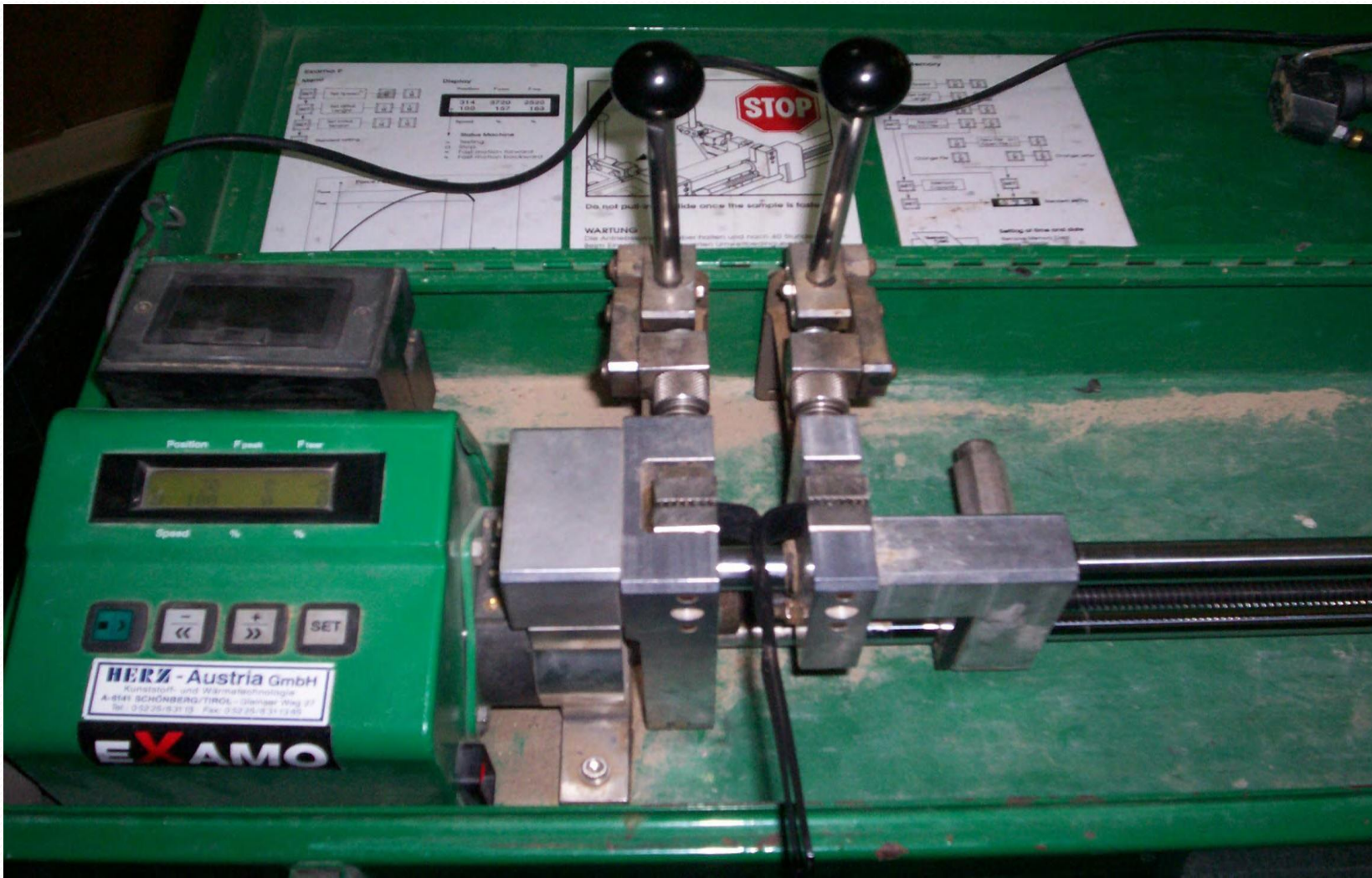


Ensayo de espesor de cada cordón de soldadura según normas UNE 104425:2001 Anexo B, UNE 104427:2010 Apdo.7.21

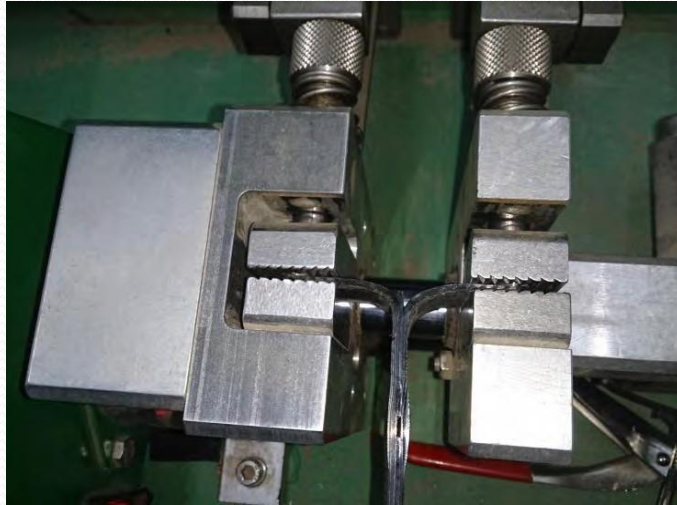


- Criterio de aceptación/rechazo
- La reducción máxima y mínima admisible del espesor de cada cordón de soldadura debe ser de entre 0,2 mm-0,8 mm

Ensayo de desgarr/pelado mediante Tensiómetro de campo UNE 104304:2015



Ensayo de desgarro/pelado mediante Tensiómetro de campo según norma UNE 104304:2015



- Criterio de aceptación/rechazo
- No se aceptaran roturas en la zona de soldadura. La probeta debe romper por la zona inmediatamente contigua a la zona soldada.
- El valor de rotura será superior al marcado por la normativa de aplicación (UNE 104427:2010)

Estanqueidad de soldadura con canal central (UNE 104481-3-2:2010)

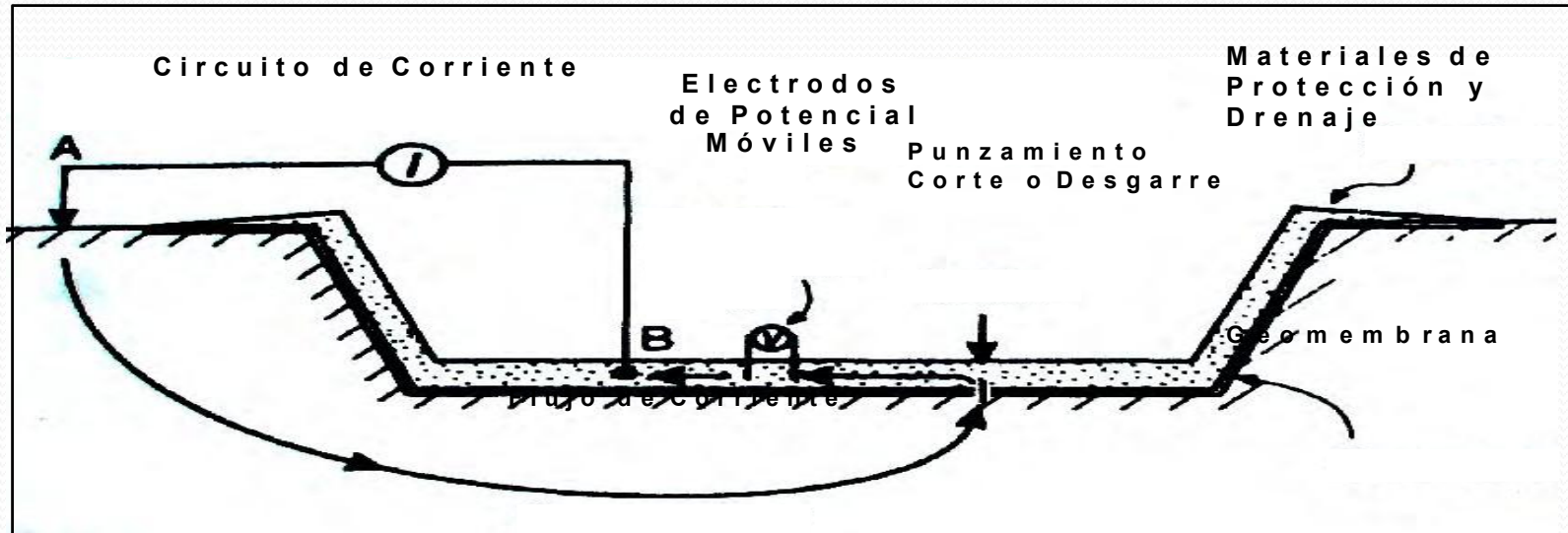
- Uniones mediante dos bandas paralelas por termofusión separadas por un canal intermedio.
- Ensayo:
 - Cerrar ambos extremos de la soldadura
 - Inyectar aire en el canal
 - Pérdida de presión $< 10\%$



Comprobación de estanqueidad mediante el método de la campana de vacío según UNE 104425:2001 Anexo c UNE 104427:2010 apdo. 7.22

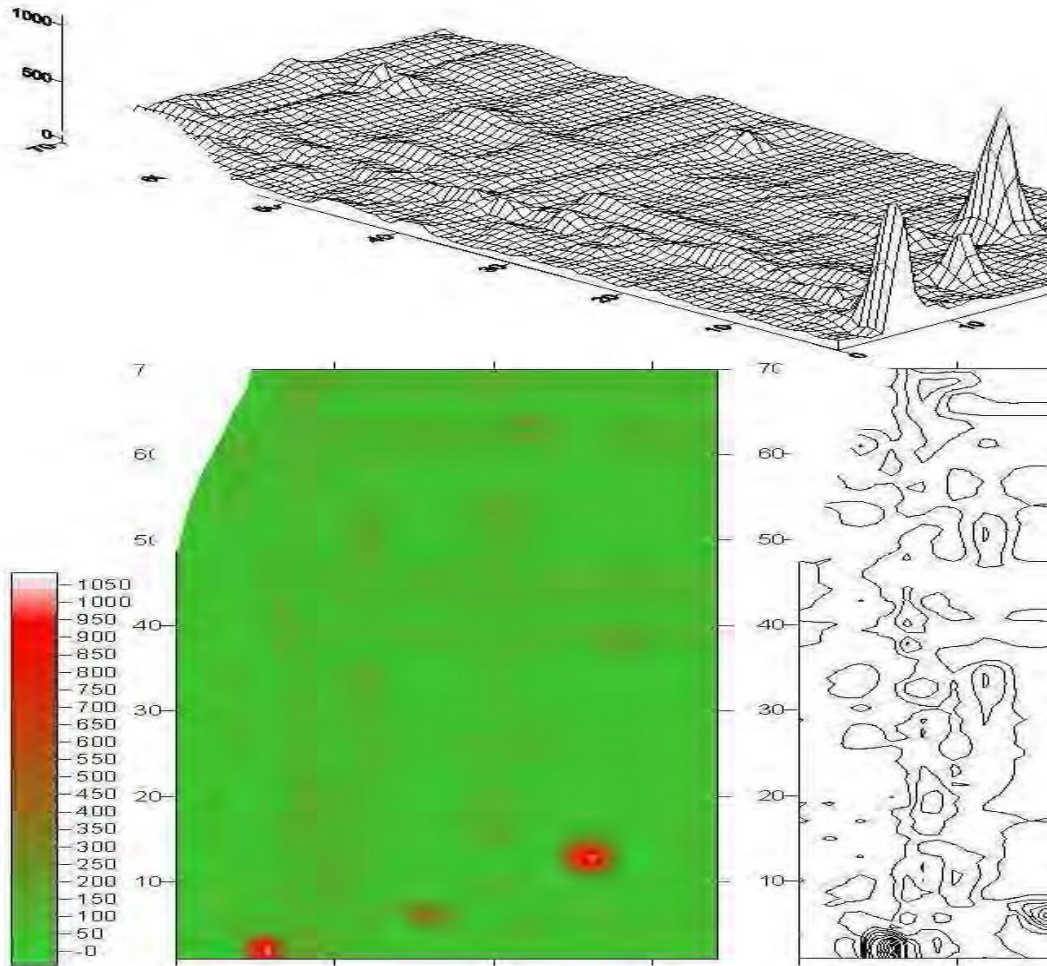


DIPOLO: fundamento y método



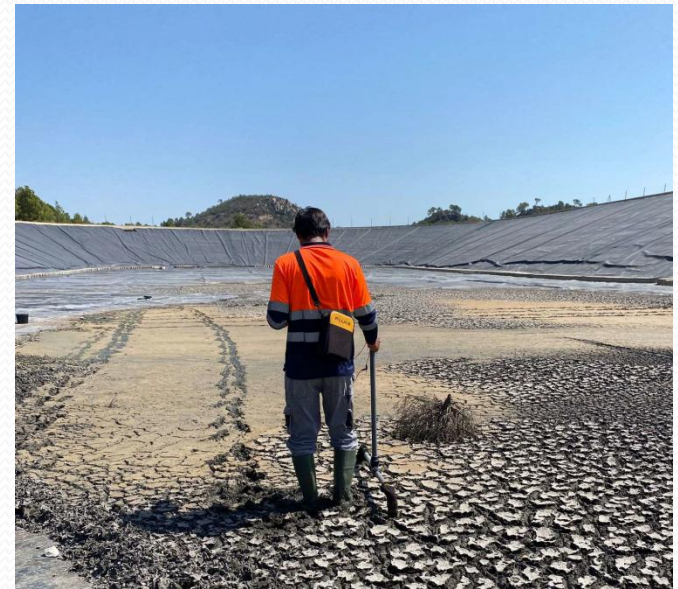
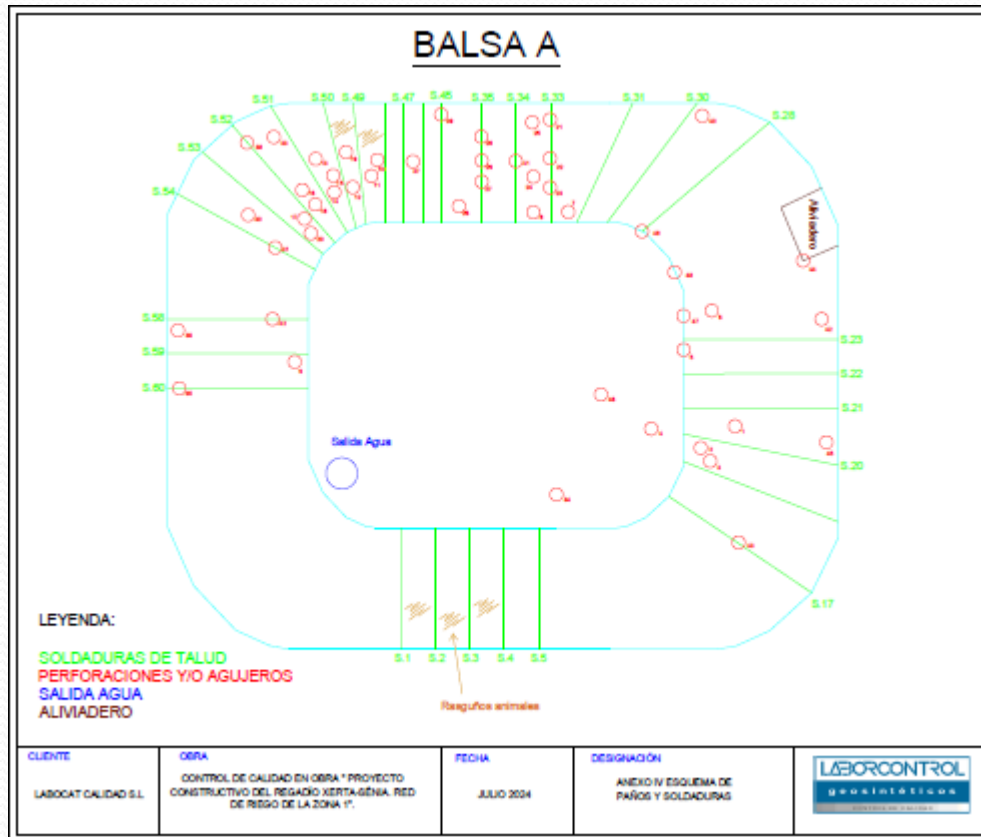
- El fundamento físico estriba en que las láminas de PEAD son eléctricamente aislantes. Por tanto, si existe una rotura en la lámina PEAD se establece un paso de corriente eléctrica entre el interior y el exterior del vaso
- El campo eléctrico se consigue colocando un electrodo de corriente fuera del vaso (tierras) y otro en su interior (agua)

DIPOLO: fundamento y método



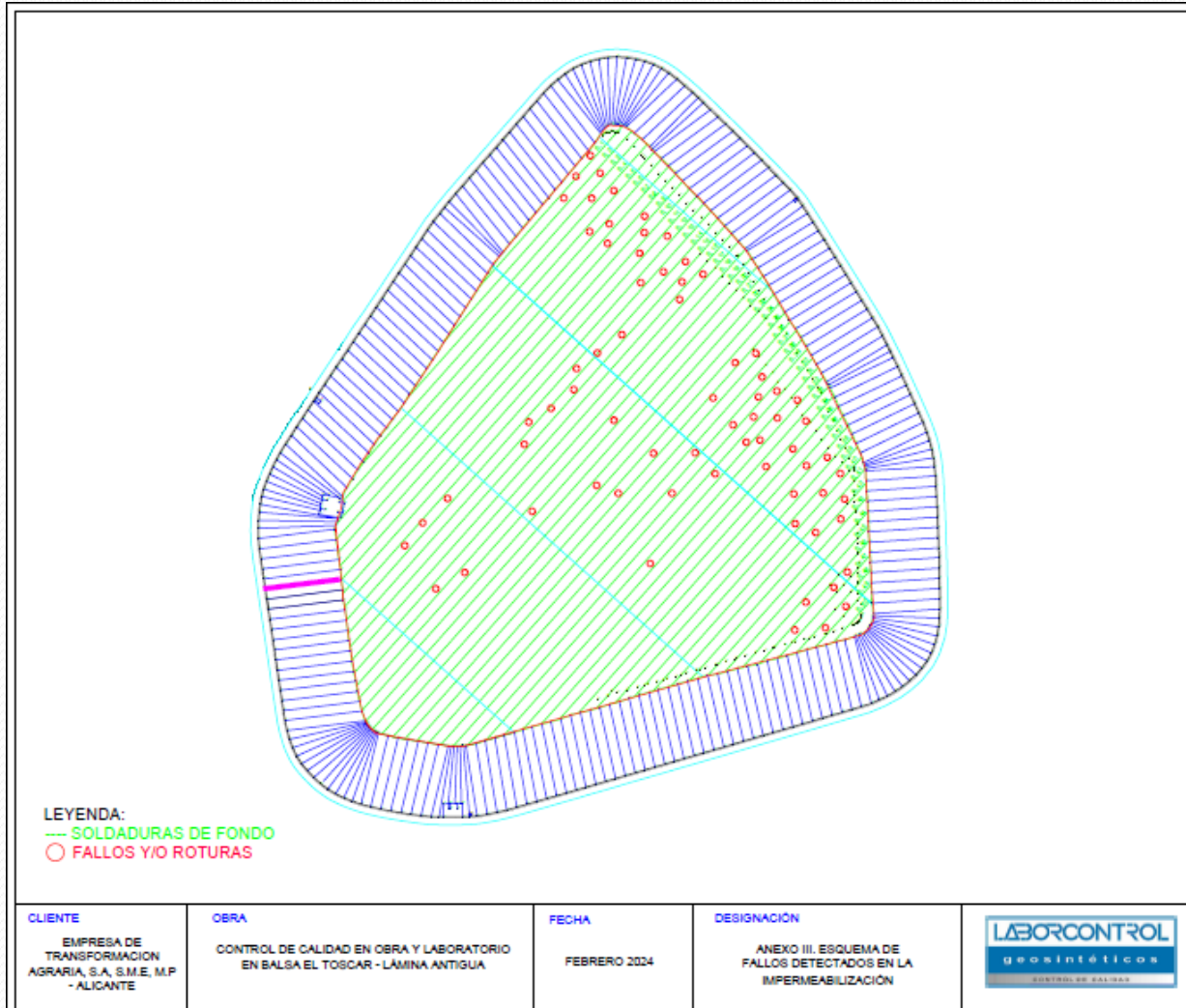
Patología balsa Tarragona.

Dipolo-Vaten

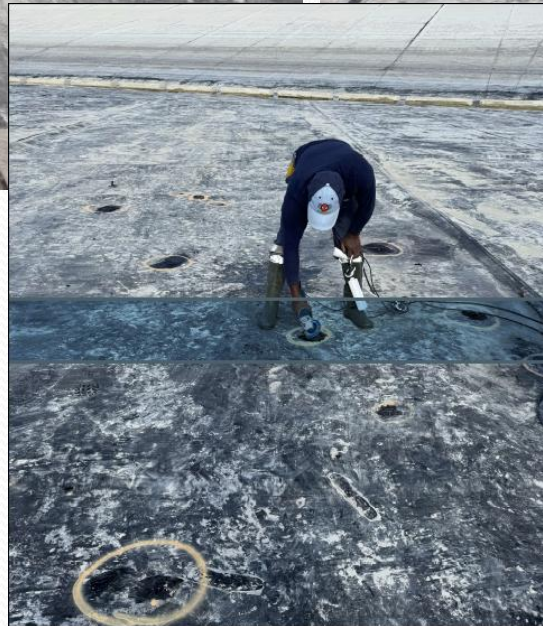


PATOLOGÍA EMBALSE EL TOSCAR (ALICANTE).

ROTURAS DETECTADAS TRAS LA LIMPIEZA DEL FONDO CON MAQUINARIA



FALLOS EN LAS SOLDADURAS



FUGA DETECTADA MEDIANTE DIPOLO



OTRA REPARACIÓN



MÉTODO GEOFÍSICO VATEN



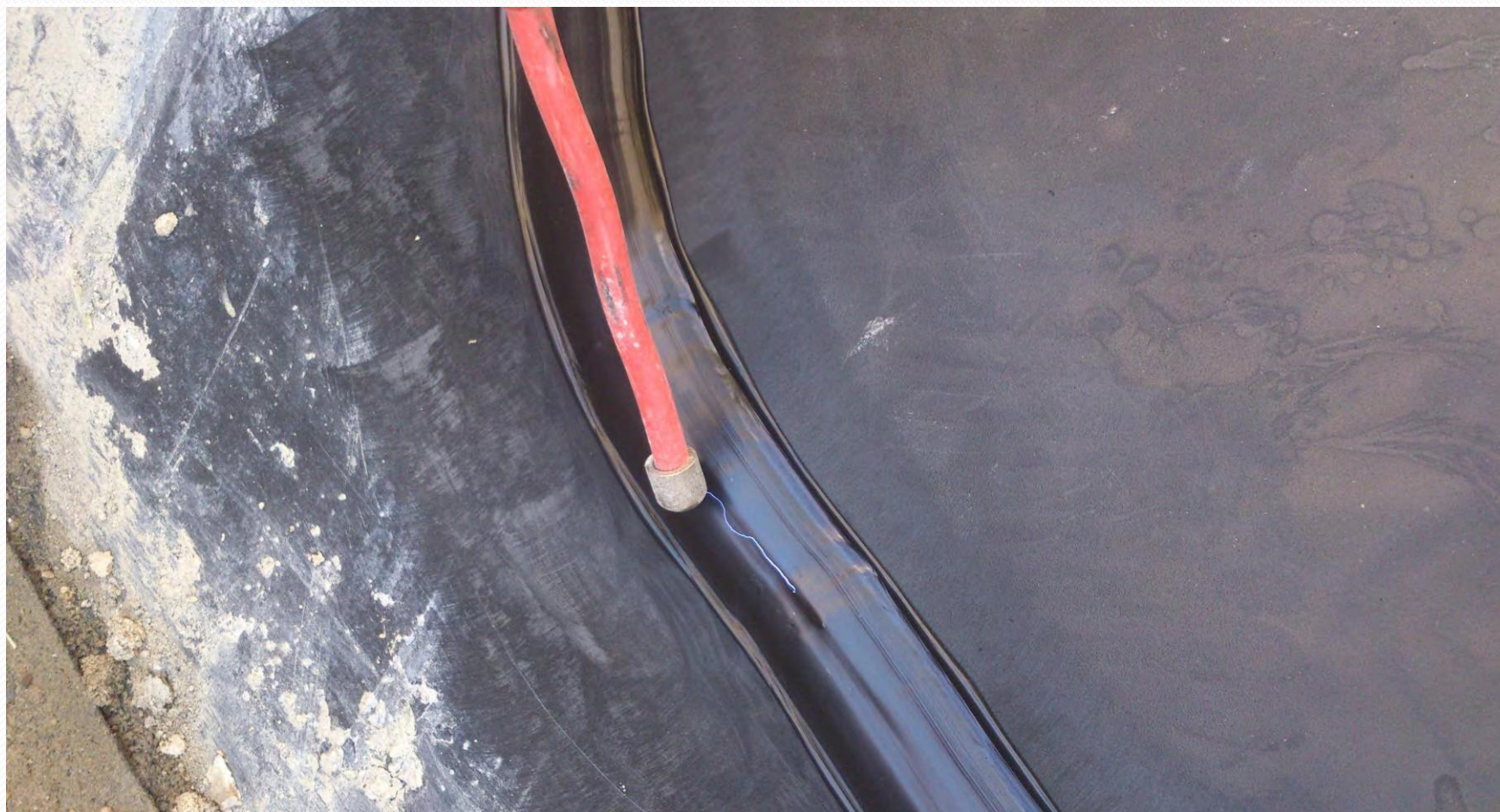
Comprobación de estanqueidad mediante el método del potenciómetro de campo (Chispómetro) Spark Test UNE

EN 13100-4:2013



- Criterio de aceptación/rechazo
- No se aceptarán soldaduras que al pasar el chispómetro salten chispas como reflejo de establecerse conexión eléctrica.
- En obras con presencia de biogás no se aplicará este método

Comprobación de estanqueidad mediante el método del potenciómetro de campo (Chispómetro) Spark Test UNE EN 13100-4:2013



LABORCONTROL CONTROL DE CALIDAD DE GEOSINTÉTICOS				Ubicación de Obra: Anexo I		pág. 15				
Celda 4										
Material: Lámina READ 2 mm negra y lisa										
Nº de Obra		Temperatura (°C)		Humedad (%)						
EXP-13-045		27		48						
FICHA DE CAMPO (PT-02-R02 Rev. 2)										
				ESPESOR DE PROBETA (mm) UNE-EN 1849-2:2010						
Nº Soldadura	Lámina 1	Lámina 2	L1+L2	Cordon A	Cordon B	Dif.C.A	Dif.C.B	Observ.		
S. 1	2	2	4	3,5	3,6	0,5	0,4	Correcta		
S. 2	2	2	4	3,5	3,5	0,5	0,5	Correcta		
S. 3	2	2	4	3,5	3,5	0,5	0,5	Correcta		
S. 4	2	2	4	3,5	3,5	0,4	0,5	Correcta		
S. 5	2	2	4	3,5	3,6	0,5	0,5	Correcta		
S. 6	2	2	4	3,5	3,5	0,5	0,5	Correcta		
S. 7	2	2	4	3,5	3,4	0,5	0,6	Correcta		
S. 8	2	2	4	3,5	3,5	0,4	0,5	Correcta		
S. 9	2	2	4	3,5	3,5	0,5	0,5	Correcta		
S. 10	2	2	4	3,5	3,5	0,5	0,5	Correcta		
PRUEBA DE TRACCIÓN Y PELADO UNE 104334:2000(N)				ENSAYO DE VACÍO(+) Equipo: C 04						
Nº Soldadura	Ancho Probeta (mm)	Tracción máxima (N)		Tmax / Ancho (N/mm)		Requisito Norma (N/mm)	Valoración	UNE 104425:2001 Anexo C. UNE 104427:2010 Apdo. 7.2.2 "Amparado por la acreditación ENAC"		
		Cordon A	Cordon B	Cordon A	Cordon B			Campana de Vacío - Presión vacío (kPa)		
S. 1	25	525	512	25	20	20	Correcta	Nº Parche / Refuerzo	Presión	
S. 2	25	561	510	23	20	20	Correcta	PT. 1	-40	
S. 3	25	520	522	21	21	20	Correcta	PT. 2	-40	
S. 4	25	520	539	21	22	20	Correcta	PT. 3	-40	
S. 5	25	516	551	21	22	20	Correcta	PT. 4	-40	
S. 6	25	556	526	22	21	20	Correcta	PT. 5	-40	
S. 7	25	545	508	22	20	20	Correcta	PT. 6	-40	
S. 8	25	566	595	23	24	20	Correcta	PT. 7	-40	
S. 9	25	584	544	23	22	20	Correcta	PT. 8	-40	
S. 10	25	533	575	21	23	20	Correcta	PT. 9	-40	
COMPROBACIÓN DE LA ESTANQUEIDAD DE LAS UNIONES, MET. DE AIRE A PRESIÓN EN EL CANAL DE PRUEBA. UNE 104481-3-2:2010(+) "Amparado por la acreditación ENAC"				Equipo: C 01				PT. 10		-40
Nº Soldadura	Hora		Presión (kPa)		Presión (%)		Observaciones	PT. 11		-40
	Inicio	Final	Inicio	Final	Dif.Presión	U (K=2,00)		PT. 12		-40
S. 1	11:50	11:55	200	200	0	4	Correcta	PT. 13		-40
S. 2	12:10	12:15	200	200	0	4	Correcta	PT. 14		-40
S. 3	12:30	12:35	200	200	0	4	Correcta			
S. 4	12:40	12:45	200	190	5	4	Correcta			
S. 5	15:00	15:05	200	190	5	4	Correcta			
S. 6	15:10	15:15	200	200	0	4	Correcta			
S. 7	15:45	15:50	200	190	5	4	Correcta			
S. 8	15:55	16:00	200	200	0	4	Correcta			
S. 9	16:20	16:25	200	200	0	4	Correcta			
S. 10	16:35	16:40	200	200	0	4	Correcta			

Realizado por: Miguel Blasco

Técnico de Campo

Fecha: 12/06/2013

Supervisado por: Alfonso Romero

Responsable Técnico

Fecha: 22/10/2013

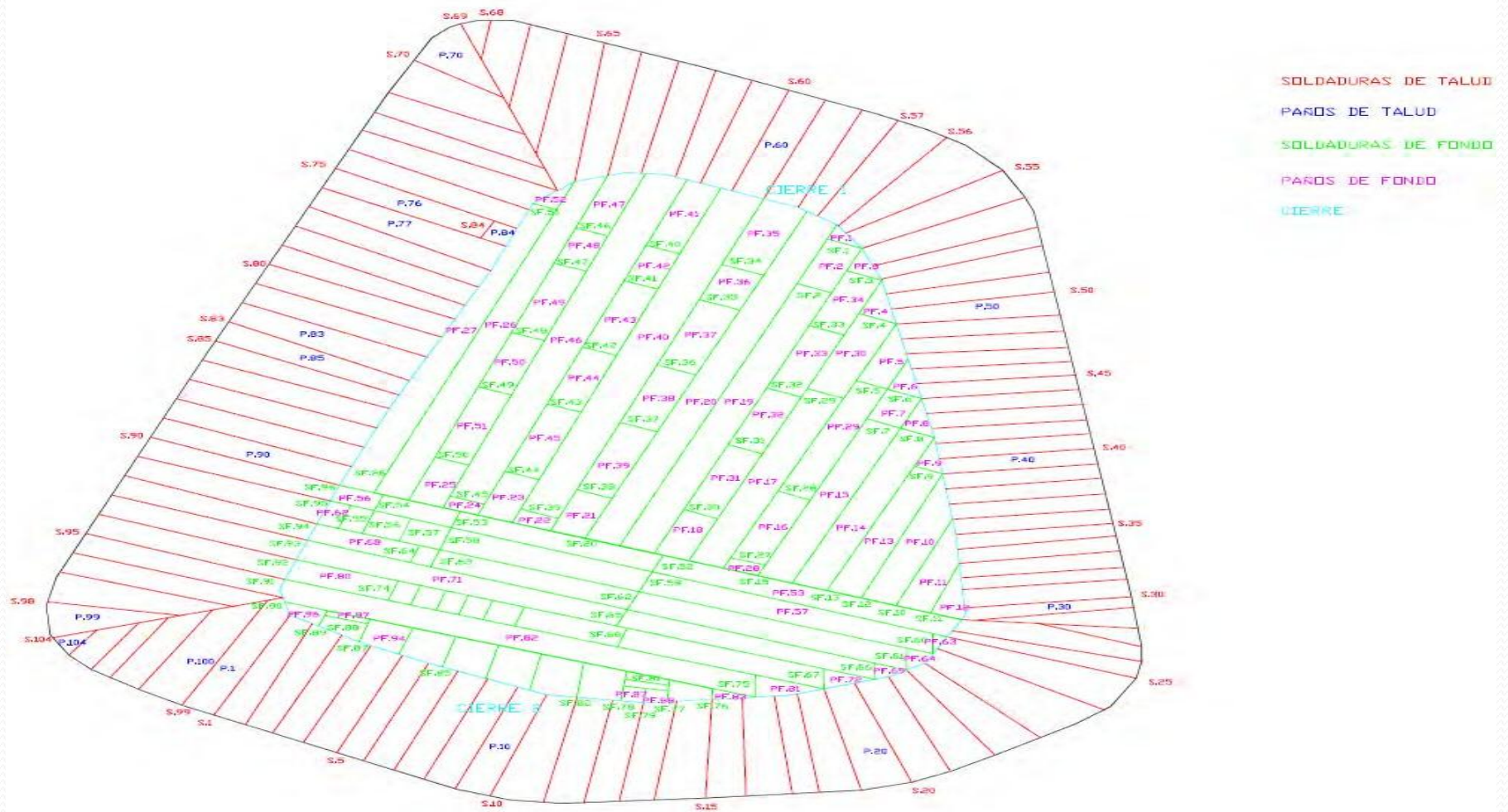
Resp. Emisión: Técnico de Campo
16/06/2011



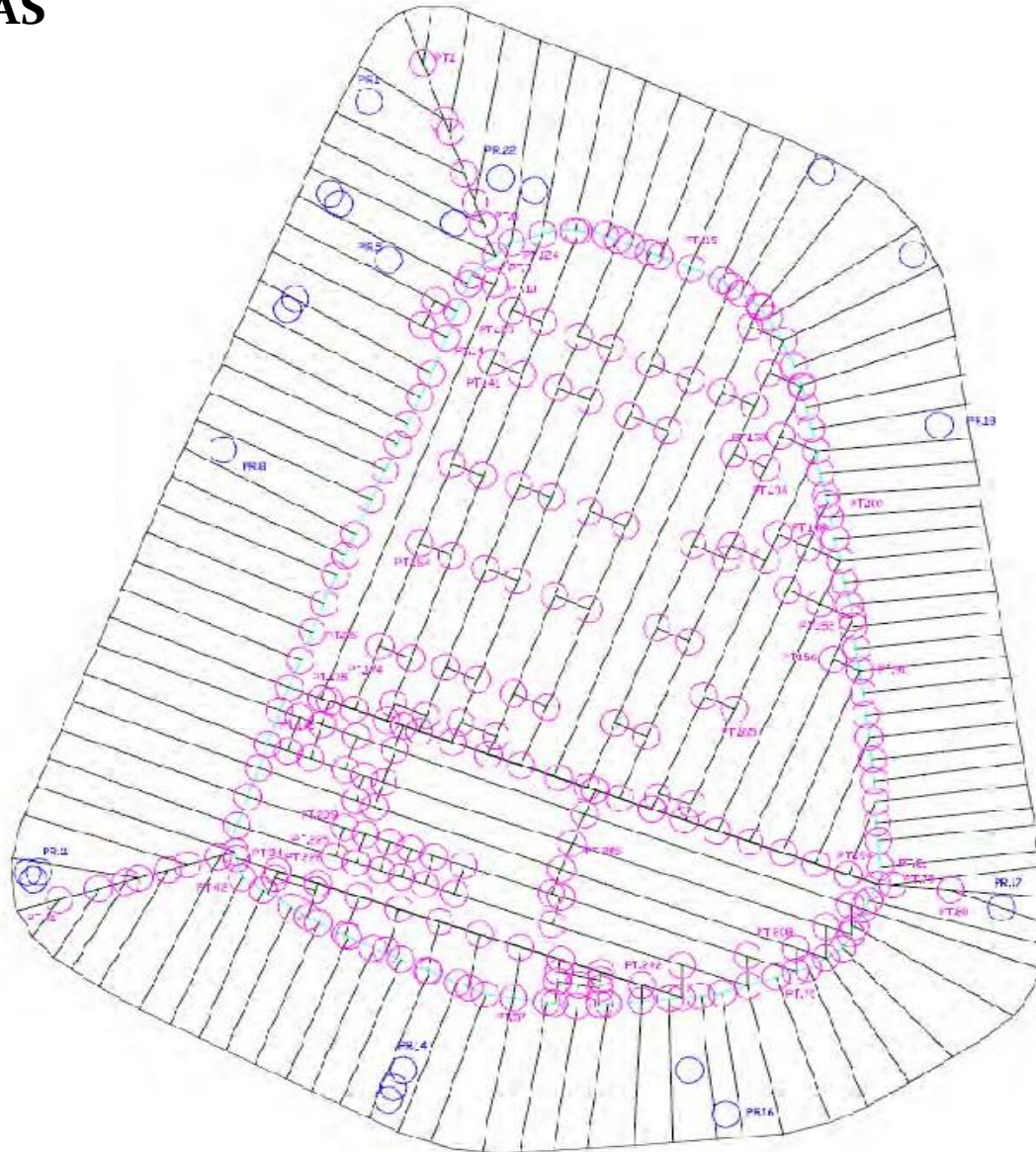
Solamente están amparados por la acreditación los ensayos expresamente identificados como tales (+)

Control de calidad de los aspectos relacionados a la instalación

- Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos
- Correcto despliegue de los distintos materiales geosintéticos
- Elaboración del plano de despiece incluyendo identificación y situación de los materiales (**trazabilidad**) y de los ensayos, reparaciones y refuerzos.



REPRESENTACION DE TODOS LOS PUNTOS TRIPLES Y CAMPANAS REALIZADAS



Ensayos en obra para determinar la vida útil del dique

GEOFISICA. SISMICA DE REFRACCION

VIDEO RESUMEN: <https://www.youtube.com/watch?v=hkqg3xXGROM>



GEOFONOS

DETALLE ONDAS P

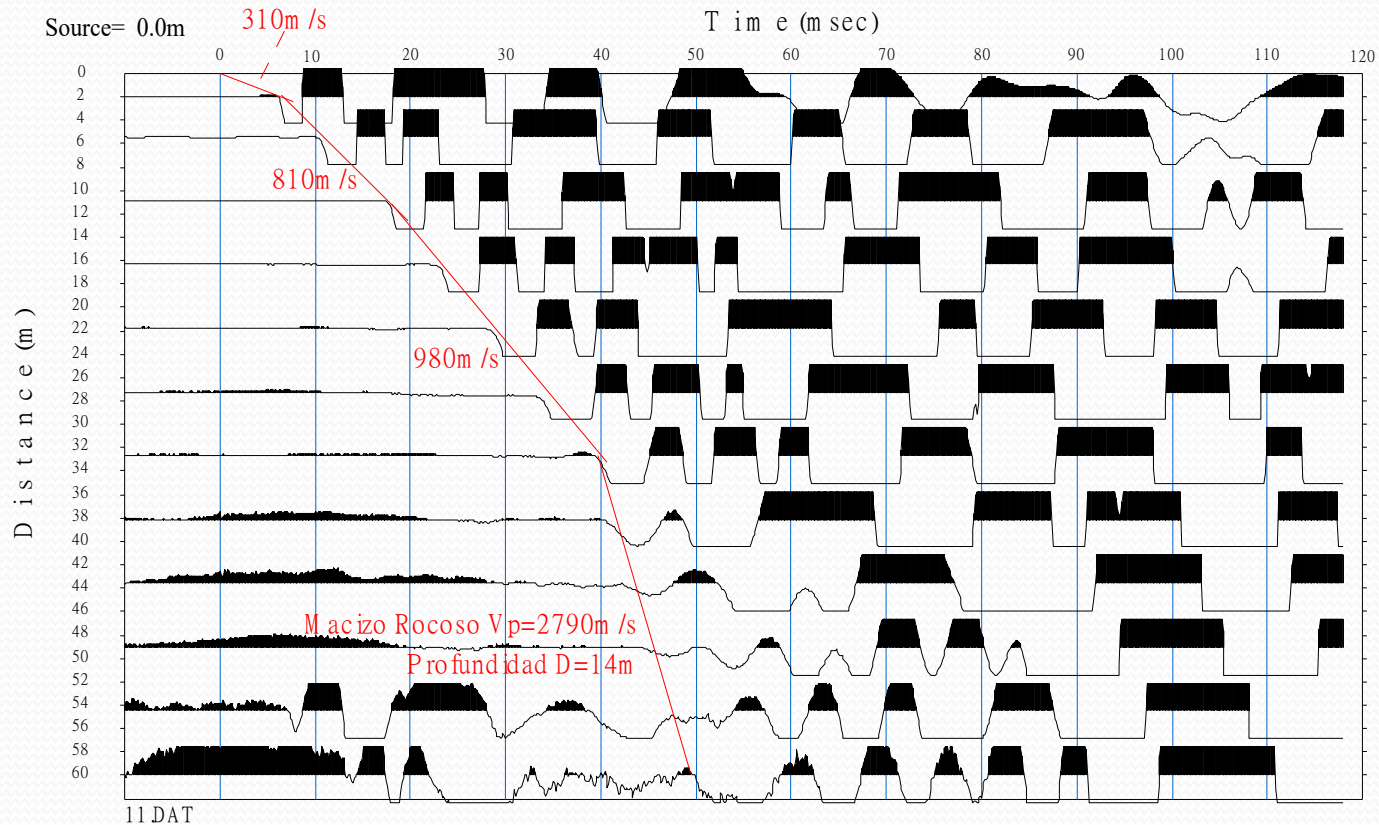
DETECTAMOS 3 NIVELES GEOTÉCNICOS:

CORONACIÓN: 310 m/s

TERRAPLEN: 800-1.000 m/s. VELOCIDAD SÍSMICA CORRESPONDIENTE A MATERIALES MUY DENSOS. ES DECIR MATERIALES BIEN COMPACTADOS Y EN BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN.

MACIZO ROCOSO: 2.800 m/s

Velocidad de Ondas de Compresión P (V_p) de la Estructura de Tierra
 $V_p=810-980\text{m/s}$



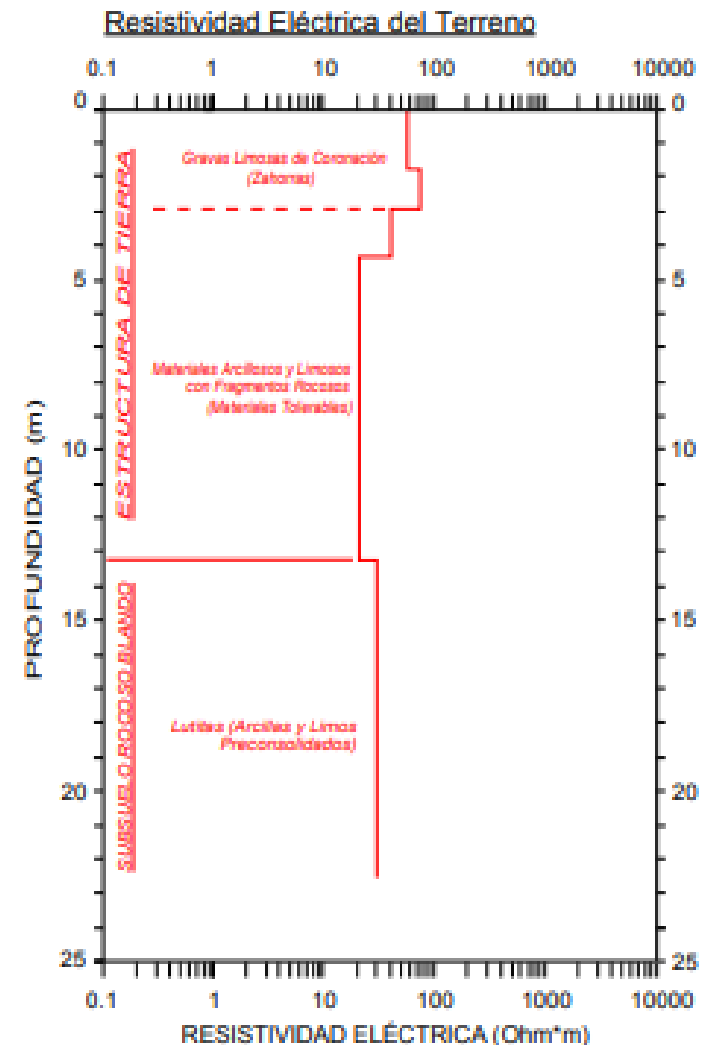
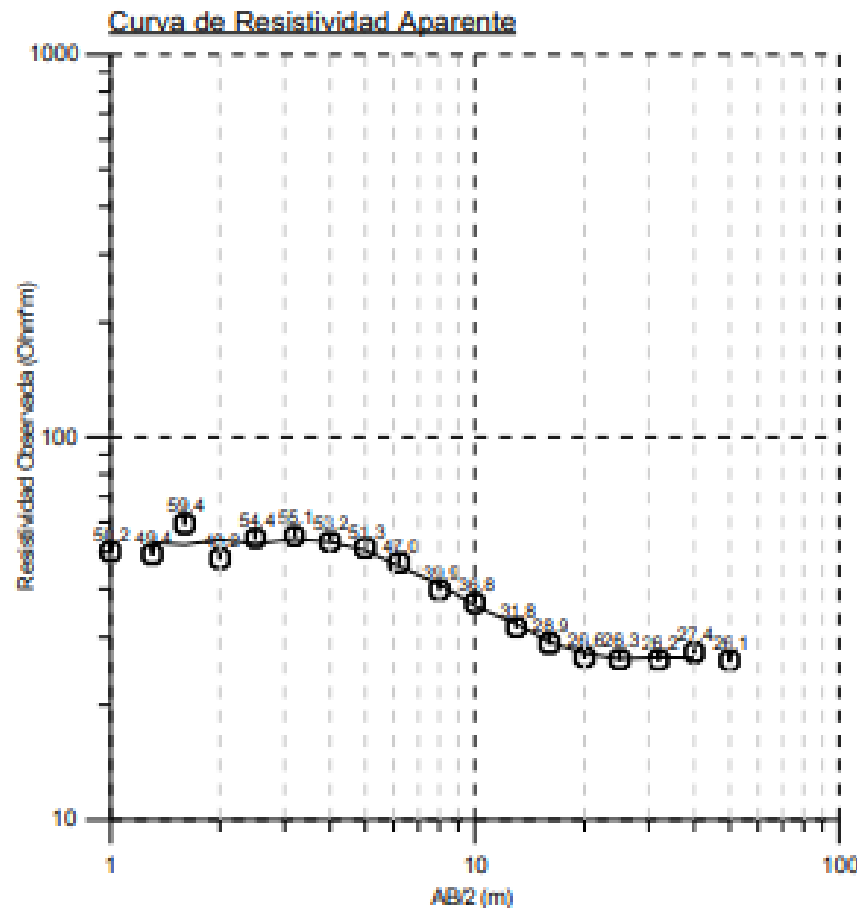
GEOFISICA

GEOELÉCTRICA



ELECTRODOS

SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV)



2. Frecuencia

- Según la norma UNE 104427:2010.

Tabla 6 – Ensayos por muestreo

Ensayos incluidos en cada muestreo	
Características generales	Índice de Fluidez Densidad Espesor
Características mecánicas	Resistencia a la tracción Alargamiento a la rotura Resistencia al Punzonado Estático (C.B.R) Resistencia al desgarro
Características de durabilidad	Contenido en Negro de Carbono (N.C.) Dispersión de Negro de Carbono (N.C) Tiempo de Inducción a la Oxidación (TIO) muestra sin envejecer Resistencia a la fisuración bajo tensión en un medio tensoactivo (NCTL) *
* El ensayo NCTL se realizará 1 vez independientemente del nº de muestreos a realizar en la balsa.	

2. Frecuencia

- Según la norma UNE 104427:2010. 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)

Tabla 5 – Número de muestreos en función de la superficie de la lámina a instalar

Superficie de lámina a instalar	Número mínimo de muestreos
$\leq 10\,000\text{ m}^2$	1
$10\,000 < \text{m}^2 \leq 50\,000$	2
$50\,000 < \text{m}^2 \leq 200\,000$	3
$> 200\,000\text{ m}^2$	4

3. Requisitos

- Proyecto
- Fichas técnicas
- Normativa
 - Láminas PEAD
 - Geotextil protección
 - Geotextil filtro
 - Geocompuesto drenante

Según UNE 104427:2010

3. Requisitos. Láminas PEAD

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	PEAD	GRUPO DE PROPIEDADES
Densidad con negro de Carbono	g/cm ³	> 0,940	Datos identificativos de la materia prima
Índice de fluidez (190°C;2,16kg)	g/10 min	≤ 1	
Espesor nominal mínimo	mm	≥ 1,5	Dimensiones y tolerancias
Tolerancia espesor promedio	%	± 5%	
Tolerancia espesor puntual mínimo	%	± 10%	
Resistencia a la tracción ^{a)}	Mpa	≥ 26	Propiedades mecánicas/físicas
Alargamiento en el punto de rotura ^{a)}	%	≥ 700	
Tracción en el límite elástico ^{a)}	MPa	≥ 16	
Alargamiento en el límite elástico ^{a)}	%	≥ 8	
Resistencia al punzonado estático (C.B.R.) ^{b)}	KN	≥ 3,5	
Resistencia al desgarro ^{a)}	N/mm	≥ 135	
Plegabilidad a bajas temperatura	-	Sin grietas	
Comportamiento al calor Variación de las medidas	%	≤ 1,5	

a) en ambas direcciones

b) Por ambas caras de la lámina

c) No aplica para láminas coloreadas

3. Requisitos. Láminas PEAD (continuación)

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	PEAD	GRUPO DE PROPIEDADES
Absorción de Agua A las 24h. A los 6 días	% %	$\leq 0,2$ ≤ 1	Propiedades de durabilidad
Resistencia a la perforación por raíces	-	Sin perforaciones	
Contenido en negro de Carbono ^{c)}	%	$2,25 \pm 0,25$	
Dispersión del pigmento	-	≤ 3	
Tiempo de inducción a la oxidación (T.I.O.) T.I.O. (200°C) de la muestra sin envejecer	min.	≥ 100	
Resistencia a la fisuración bajo tensión en un tensoactivo (SP-NCTL) ^{a)}	h.	≥ 300	
Envejecimiento artificial acelerado Variación de alargamiento en rotura ^{a)}	%	≤ 15	
Envejecimiento térmico Variación de alargamiento en rotura ^{a)}	%	≤ 15	

a) en ambas direcciones

b) Por ambas caras de la lámina

c) No aplica para láminas coloreadas

3. Requisitos. Láminas EPDM

Según UNE
104308:2002 EX

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	LÁMINA EPDM
Espesor nominal mínimo	mm	1,2 ± 10%
Anchura	mm	Nominal ± 1%
Resistencia a la tracción ^{a)}	MPa	≥ 9,0
Esfuerzo para un alargamiento del 300% ^{a)}	MPa	≥ 6,0
Alargamiento en la rotura ^{a)}	%	≥ 400
Resistencia al desgarro ^{a)}	N/mm	≥ 35
Dureza IRHD	IRHD	60 ± 10
Resistencia a la percusión	mm	≥ 300
Doblado a bajas temperaturas	-	Sin grietas
Variación de las propiedades después del envejecimiento térmico		
- Dureza IRHD, máxima	IRHD	± 10
- Retención de la resistencia a la tracción ^{a)}	% Original	≥ 75
- Retención del alargamiento en rotura ^{a)}	% Original	≥ 60
- Cambio de dimensiones máximo ^{a)}	%	± 2
Resistencia a la perforación ^{b)}	N/mm	≥ 175
Recorrido del percutor antes de la perforación ^{b)}	mm	≥ 30
Resistencia al ozono	-	No se requiere
Absorción de agua	%	≤ 2,5
Resistencia a los microorganismos	-	Por acuerdo
Resistencia a la perforación por raíces	-	Sin perforaciones

a) en ambas direcciones b) Por ambas caras de la lámina

3. Requisitos. Geotextil protección

Según UNE 104425:2001

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 ²	≥ 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 ²	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.				

Según UNE 104425:2001

3. Requisitos. Geotextil protección y filtro

Tabla 5
Durabilidad de los geotextiles según las condiciones de uso

Parámetro	Unidad	Valor mínimo	Norma
Resistencia a la intemperie	%	> 80 (1-4 meses de exposición máxima)	UNE-ENV 12224
Resistencia a la degradación química	%	≥ 50 (sobre resistencia a tracción inicial)	UNE-ENV ISO 12960
Hidrólisis interna (presencia de agua y humedad)	%	≥ 50 (sobre resistencia a tracción inicial)	UNE-ENV 12447
Resistencia a efectos microbiológicos	–	No necesario si la materia prima es virgen (no reciclada)	UNE-ENV 12225

Según UNE 104425:2001

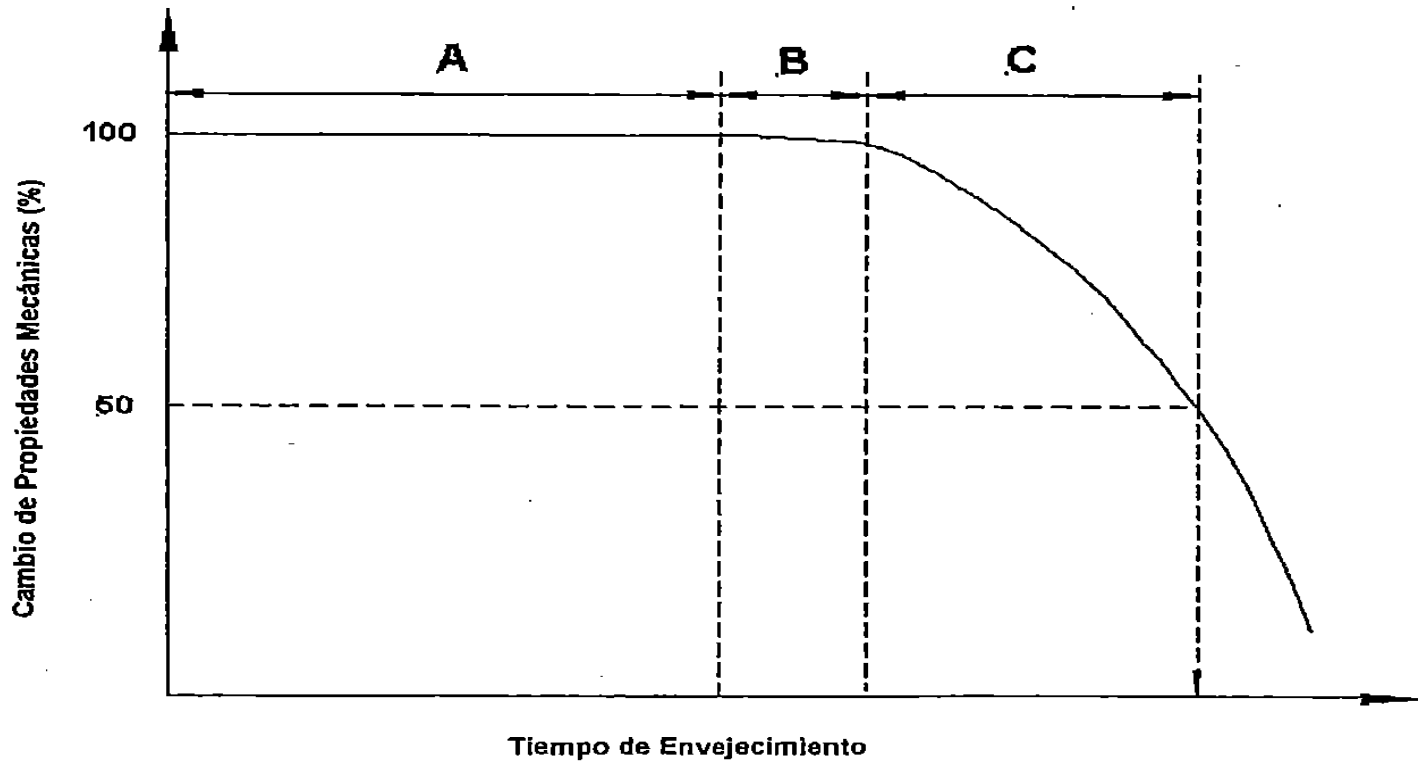
3. Requisitos. Geocompuesto drenante

Tabla 6
Valores mínimos exigibles al geocompuesto drenante

Propiedades		Unidad	Valor	Norma
Peso unitario		g/cm ²	≥ 400	UNE-EN 965
Espesor		mm	≥ 4,0	UNE-EN 964-1
Resistencia Tracción	md	kN/m	≥ 5,0	UNE-EN 10319
	cd	kN/m	≥ 3,5	
Elongación en rotura	md	%	≥ 30	UNE-EN 10319
	cd	%	≥ 30	
Resistencia a compresión		kPa	≥ 700	UNE-EN ISO 604
Capacidad de flujo en el plano (Transmisividad) md (i = 1)				
	20 Kpa	l/s·m	≥ 0,70 (R/R)	UNE-EN ISO 12958
	20 Kpa	l/s·m	≥ 0,45 (R/F)	
	200 Kpa	l/s·m	≥ 0,50 (R/R)	UNE-EN ISO 12958
	200 Kpa	l/s·m	≥ 0,30 (R/F)	
Abertura de poros del geotextil de filtro		mm	≤ 0,2	UNE-EN ISO 12958

VALORES CRÍTICOS PARA REIMPERMEABILIZAR UNA Balsa DE RIEGO

VALORES DE TIO (tiempo de inducción a la oxidación)





¿Qué valores de TIO indican que hay que reemplazar la lámina?

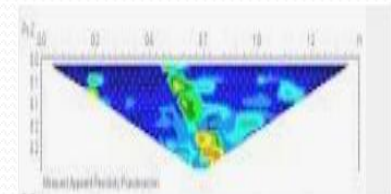
- Zona A: La lámina contiene antioxidantes y no presenta problemas (TIO: 150-100 min.)
- Zona B: La presencia de antioxidantes es escasa (TIO: 60-30 min.) y las reacciones de oxidación inician la disminución de las propiedades mecánicas. Los problemas están cerca. Se debe evaluar la sustitución de la lámina.
- Zona C: si el valor cae por debajo de 30 minutos, se considera que el sistema antioxidante está prácticamente agotado. Se recomienda reimpermeabilización sin demora.
- En el caso del Stress Cracking: valores por debajo de 300 horas
 - 50 % de las propiedades de tracción y menos del 300 % del alargamiento en rotura.

MÉTODO DE DETECCIÓN DE FUGAS PERMANENTE MEDIANTE FIBRA ÓPTICA



PROBLEMA

- En España hay entre 50.000-100.000 balsas de riego censadas y una cifra similar de balsas de lixiviados, residuos agrícolas-ganaderos y depuradoras.
- Ante la escasez histórica de agua dulce en la España seca y la conciencia ambiental de los últimos tiempos acerca de los problemas que supone la fuga de agua y de cualquier tipo de residuo, venimos trabajando desde hace años en un sistema de detección de fugas permanente que nos permita conocer a tiempo real si nuestro sistema de impermeabilización o de canalización deja de cumplir su misión.
- Llevamos 20 años aplicando métodos geofísicos (dipolo, tomografías, vaten,...)



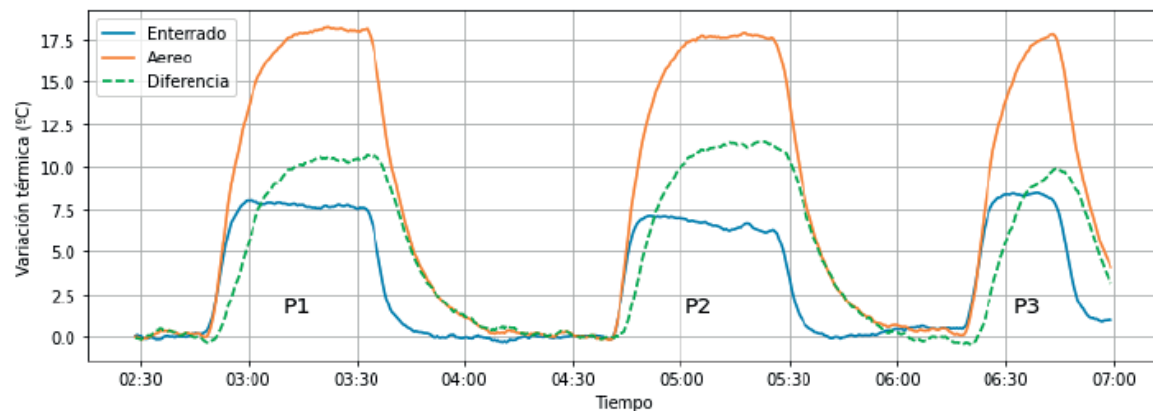
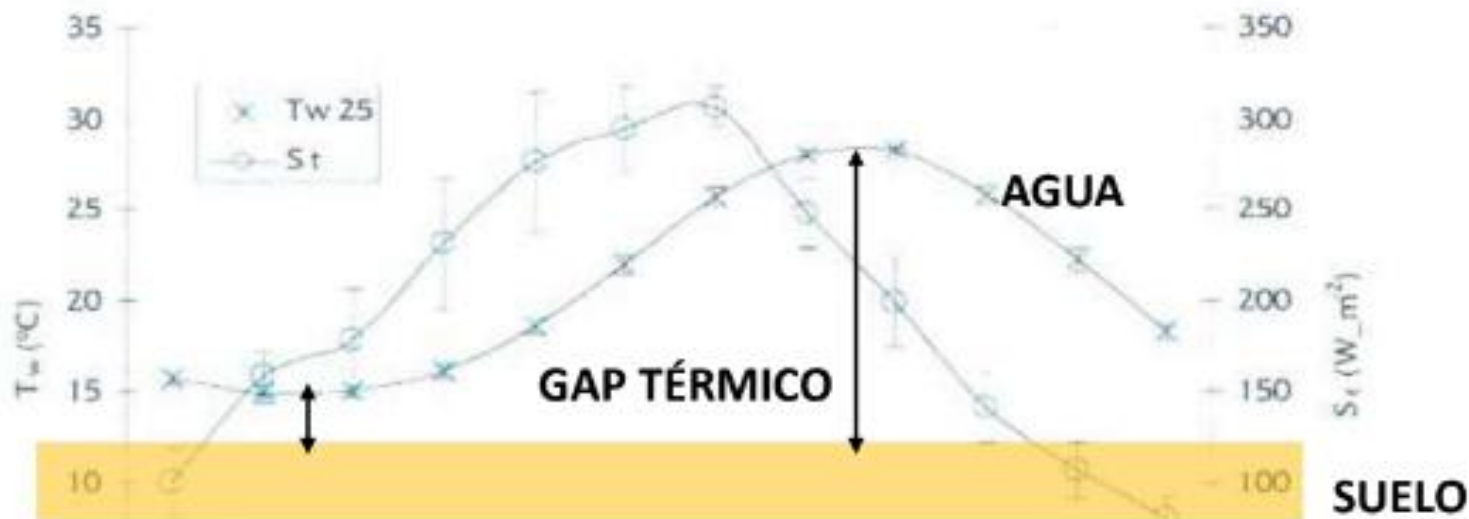
para detectar posibles fugas en las láminas de polímeros que se emplean en balsas. Sin embargo, una vez se rellenan de su contenido, no tenemos forma de saber cuando y dónde se produce la fuga

SOLUCIÓN

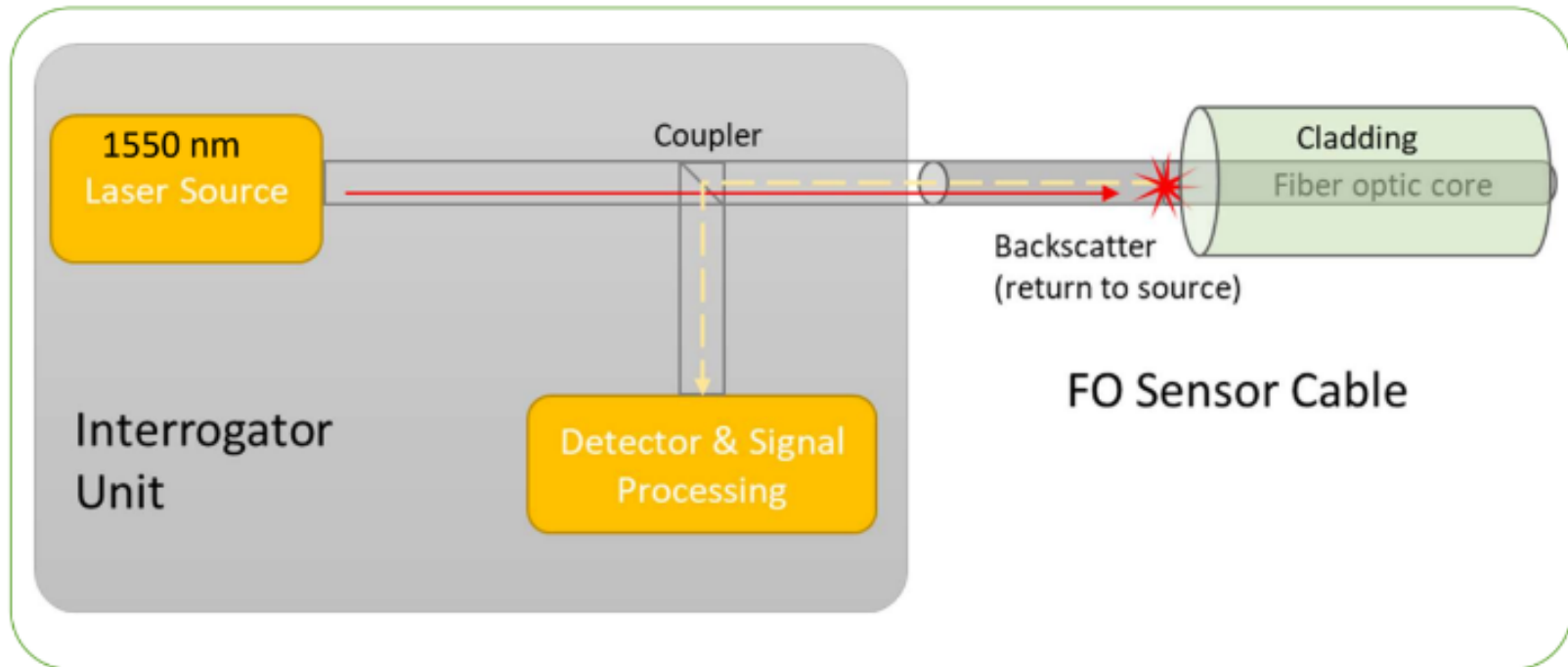
- Aprovechando los avances de la fibra óptica en el mundo de las telecomunicaciones, hemos creado una unidad basándonos en tres elementos:
 - Cable de fibra óptica específico para nuestros objetivos:
 - **Reforzado** para soportar compactaciones y cargas
 - Cable que permita detectar **gradientes térmicos** entre la temperatura exterior y bajo tierra, así como deformaciones.
 - Resolución: entre 0.1 y 1 m. y precisión térmica de 0.3 °C
 - Hardware (Sistema de interrogación DTS) que nos permite transformar un simple cable de fibra óptica en **miles de sensores virtuales: micrófonos, termómetros o galgas extensiométricas, los cuales, permiten coleccionar lecturas de vibraciones, temperaturas, deformaciones, ruidos, desplazamientos y cargas en las infraestructuras.**
 - Software. Mediante un procesamiento de datos nos permite
 - **monitorizar fugas, fallos** estructurales o eventos a tiempo real en distintos tipos de infraestructuras, a través de la lectura de distintas magnitudes físicas.
 - En tiempo semireal (hasta cada minuto), podemos localizar las coordenadas de la fuga de un líquido (agua, lixiviado, etc) cuando entra en contacto con la fibra.

A ESCASA PROFUNDIDAD LA TEMPERATURA DEL SUBSUELO SE MANTIENE CONSTANTE. BUSCAMOS EL CONTRASTE CON LA TEMPERATURA DEL AGUA CONTENIDA POR LA Balsa

TEMPERATURAS



Principio de funcionamiento en aplicaciones DFOS



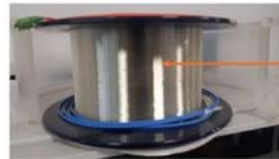
EJEMPLO AEROSOL

Test en Laboratorio (Elementos del sistema)



Unidad de Procesado

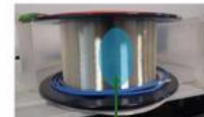
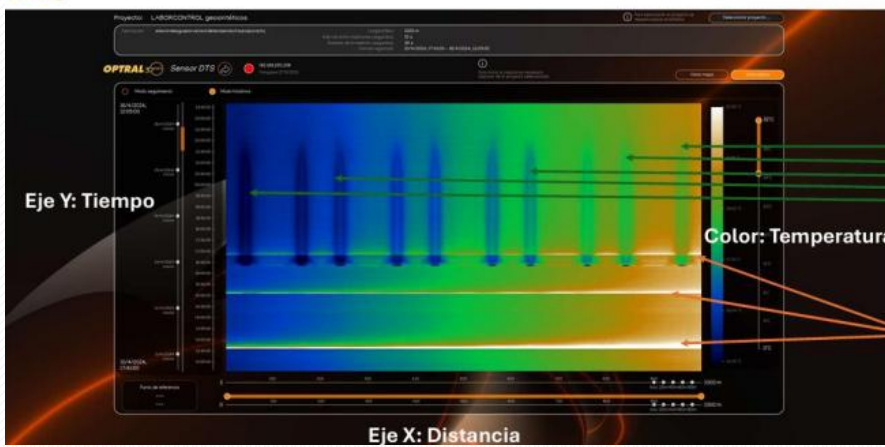
Interrogador Raman DTS



Bobina de fibra óptica desnuda (1 Km)

Test: Diagrama de waterfall de temperatura: 24 h

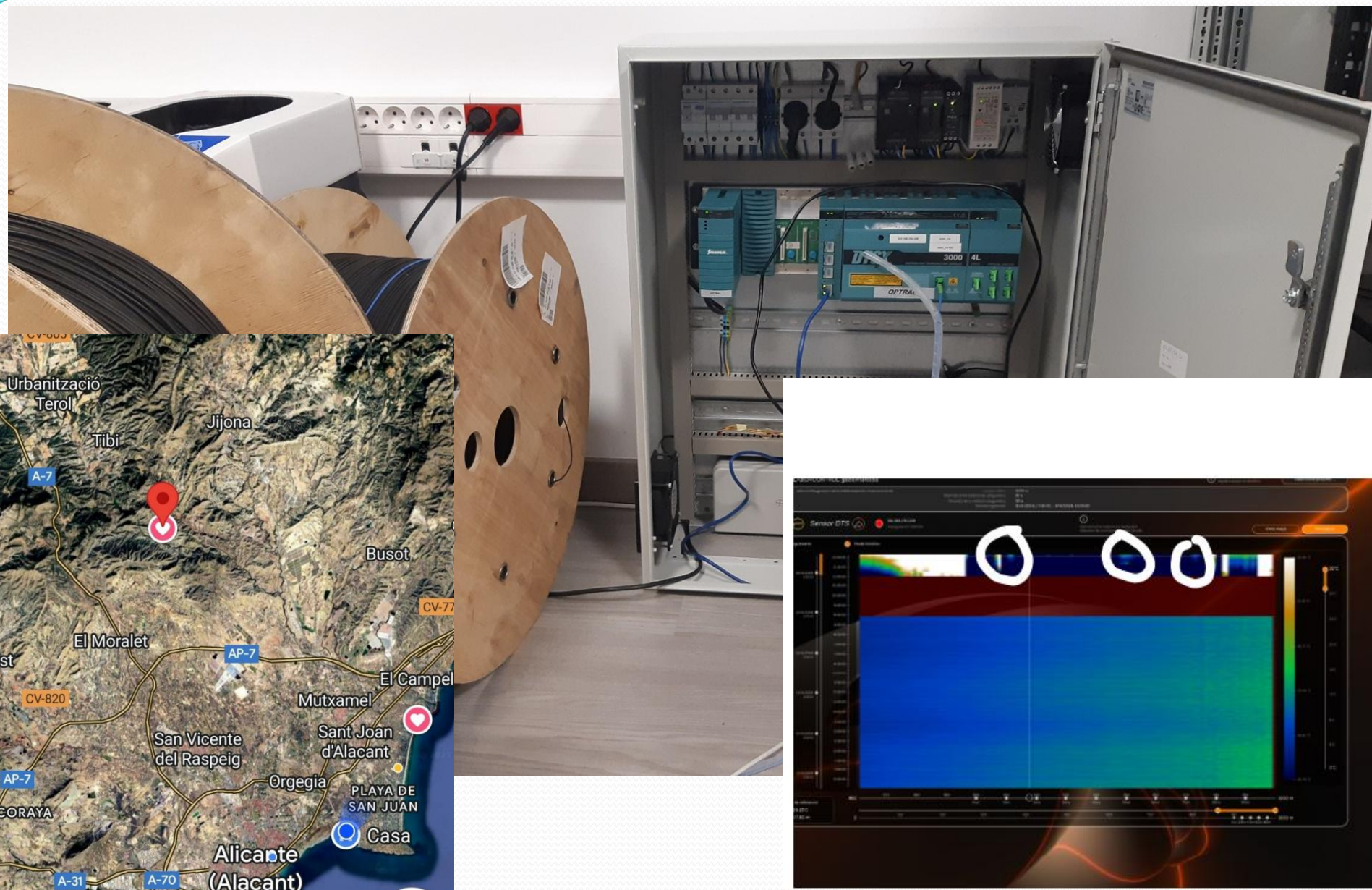
OPTRAL



Aplicación con
aerosol frío en un
punto de la bobina

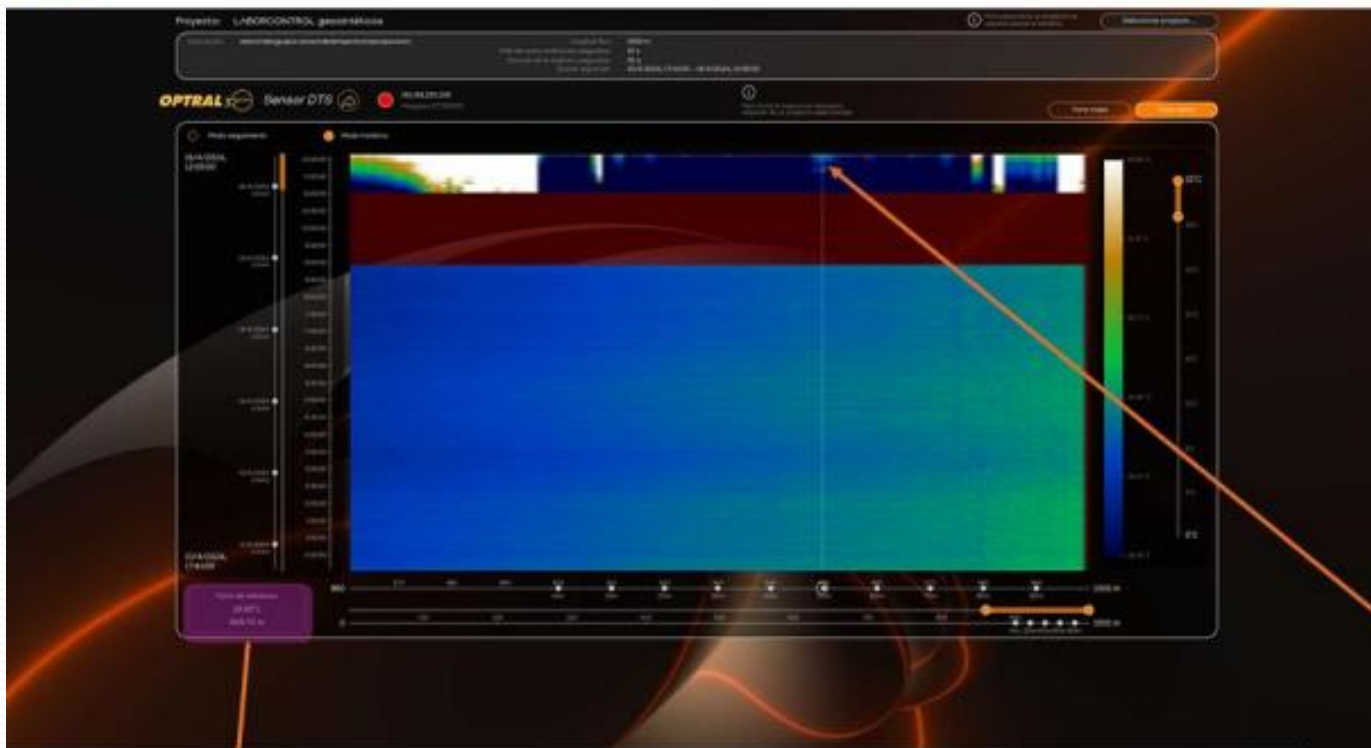
Aplicación con pistola
de calor en toda la
bobina (bandas
blancas horizontales)

EJEMPLO MONTNEGRE, ALICANTE

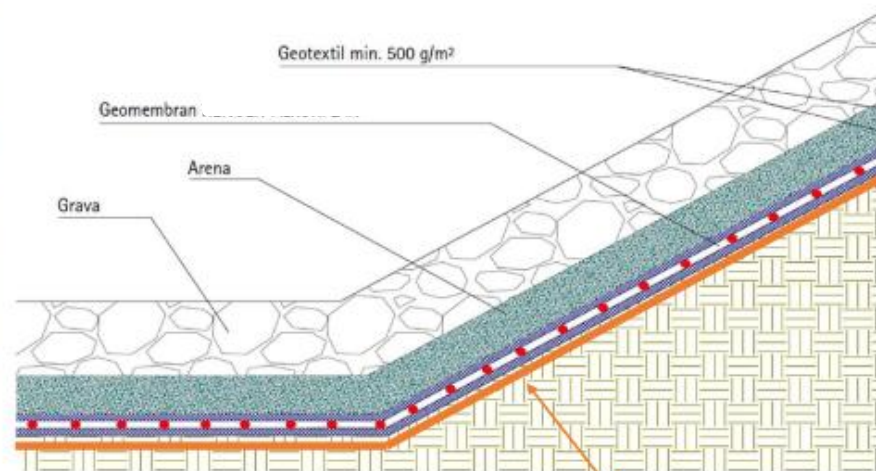


Detección del vertido_3 de agua

OPTRAL



Detección de fugas con DFOS-DTS en embalses



Cable Sensor de Fibra óptica
(@ 40 -50 cm del geotextil)



Sistema de Interrogación DTS

REPRESENTACIÓN EN PLANTA DE UNA FUGA DE UNA Balsa



COMPARATIVA CON EL DIPOLO...
"BUSCAR LA AGUJA EN EL PAJAR"



EJEMPLO “LAS PALMERILLAS”, ALMERIA. CUBIERTA FLOTANTE (BALVERT-25)

VER VIDEO: https://youtube.com/shorts/vb4LDZ7lfis?si=tkn_i8lxu8-q5whl



Detección de fugas con DFOS-DTS INTERROGADOR EN UN EMISARIO



RESUMEN:

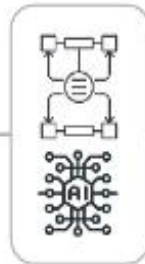
Cómo trabaja una solución con tecnología DFOS



Plataforma de Monitorización

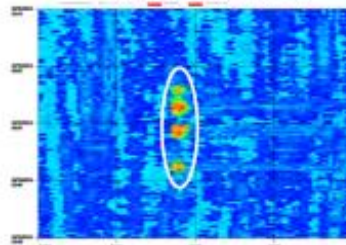


Procesado Datos:
Algoritmos de
detección automática



Cable sensor de
fibra óptica
(FOS)

Sistema de
Interrogación



Infraestructuras
a Monitorizar

EL AGUA DULCE ES UN TESORO CADA GOTA CUENTA

SENFO

Sensores de fibra óptica



III CONGRESO INTERNACIONAL DE
BALSAS Y VERTEDEROS

5 y 6 DE MAYO
2026 - TENERIFE

BALVERT 2026

Últimas tecnologías de geosintéticos para balsas.
vertederos y edificación



Desde Canarias, donde el paisaje y la tecnología
de los geosintéticos se encuentran.

ORGANIZA:



COLABORA:



MUCHAS GRACIAS

ARIOSTO DE HARO
DIRECTOR DE LABORCONTROL Y GARIMPER
GEOLOGO
ARIOSTO@BALVERT.ES



JORNADA “BALSAS EN LOS REGADÍOS DEL MAPA: PRESENTE Y FUTURO”

SEVILLA 25 de SEPTIEMBRE 2025

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales