

DETECCIÓN DE FALLOS EN BARRERAS IMPERMEABILIZADAS CON GEOMEMBRANAS MEDIANTE ANÁLISIS INTERPRETATIVO OBTENIDO CON TERMOGRAFÍA DE INFRARROJO.

de los Santos Alfonso. Ramón¹
Tragsa.

¹Experto en embalses. Ingeniero Agrónomo.
rdelossa@tragsa.es; rdelossaal@hotmail.com
Tfno. 968.246.000. 610.591753.
Murcia. (España).

RESUMEN.

Utilizar la técnica de obtención de termogramas mediante la aplicación de cámaras de infrarrojos, en estructuras de almacenamiento de agua masiva, tales como depósitos, balsas, embalses, para detectar pérdidas de agua debido a una construcción dudosa en la barrera impermeable, mediante la emisividad de temperatura en los distintos procesos que experimenta el agua (difusión, evaporación, condensación, capilaridad, absorción, etc), siendo tales pérdidas en algunos puntos singulares como manifestaciones de fallos constructivos de la barrera impermeable realizada (geomembranas, resinas, arcillas, hormigones, etc.), además, de preservar su seguridad en el resto de análisis. Otra ventaja que posee esta técnica predictiva de fallos en la barrera impermeable, es la no interacción con el material de la prueba, siendo estudiada sin intervenir en la barrera, lo que facilita ahorro de costos. El sistema de técnica de análisis propuesto se caracteriza por constituir el soporte de seguridad de la ausencia de humedad por debajo de la barrera impermeable.

ABSTRACT.

Using the technique of obtaining thermograms by the application of infrared cameras in structures Bulk water storage, such as tanks, ponds, reservoirs, to detect water losses due to doubtful construction impermeable barrier through temperature emissivity of the various processes experiencing water (diffusion, evaporation, condensation, capillary absorption, etc.), where such losses in some singular points as manifestations of constructive failure impermeable barrier made (geomembranes, resins, clay, concrete, etc.), also preserve its security in the rest of analysis. Another advantage of this technique has predictive failures impermeable barrier, is not interaction with the test material being studied without intervene in the barrier, which facilitates cost savings. The system proposed analysis technique is characterized by provide security support for the absence of moisture below the impermeable barrier.

Key Words: Termografía, termogramas, barreras impermeables, fallos y fugas de agua

1) Generalidades.

Desde el punto de vista teórico, se busca analizar la presencia de humedad significativa por debajo de una barrera impermeable de un almacenamiento masivo de agua, mediante la técnica interpretativa de termo-gramas, obtenido mediante termografía de radiación de infrarrojo, donde la presencia de humedad significativa presente debajo de una geomembrana, coincide con la construcción “in situ” de la lámina impermeable, en aquellas zonas deterioradas, con soldaduras de la lámina, entregas a obras de fábrica, etc., con situaciones todas ellas críticas y de posibilidad de fallos de la barrera impermeable.



Fig nº 1. Cámara de infrarrojo.

Esta detección de anomalías, pueden ser previas al servicio o bien, posteriores a su puesta en carga, necesitando de igual manera la presencia de agua como aliada para realizar el análisis.

2. Objetivo.

A) Estanqueidad: Informar de fallos constructivos en construcciones de barreras impermeabilizadas de embalses y depósitos de agua, con el fin de asegurar los trabajos en campo, al realizar una secuencia de termografía de infrarrojo a nivel de distancias cortas, máxima de 150 metros de separación, donde se detecta la presencia de humedad por debajo de dicha barrera impermeable.

B) Reparaciones: Realizar localizaciones de fugas de agua a través de la barrera impermeable, mediante barrido directo, señalando aquellos sitios que se observan con indicaciones significativas.

c) Seguridad: Considerar análisis en otros elementos añadidos al embalse de agua, tales como estructuras de materiales (terraplenes, pasillo de coronación...) obras de fábricas (muros, cunetas, drenajes), piezas de manejos hidráulicos, etc, que repercuten en su seguridad.

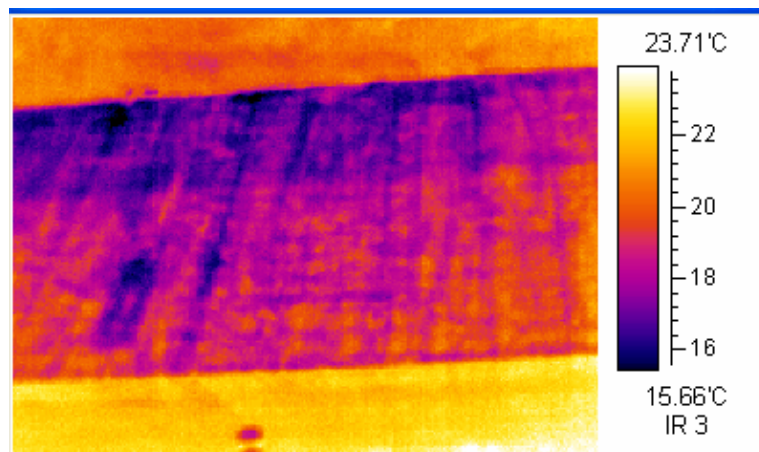


Fig nº 2. Barrera impermeable.

3.: Antecedentes.

Es importante poder asegurar en una instalación de almacenamiento de agua, el grado de su impermeabilización, dado el riesgo de fuga que puede dar lugar a fallos de toda la estructura, provocando el colapso de la misma. Son distintos los métodos llevados a cabo para predecir la estanqueidad y la de fallos, mediante sistemas que aseguren su correcto almacenamiento, desalojando el agua de fallos de impermeabilización, o provenientes de filtraciones del suelo, al objeto de asegurar un uso eficiente de la estructura del depósito o embalse.

Por otro lado, existen sistemas de impermeabilización que limitan la comprobación de su acabado, como son geomembranas de EPDM, resinas, etc., no pudiendo asegurarse su estanqueidad y quedando ésta en una incertidumbre de su acabado, donde el paso del tiempo, en ausencia de humedad, asegura sus resultados satisfactorios. Esto eleva costos añadidos en seguros y de seguimiento con vigilancia programada, dando mientras tanto incertidumbre técnica y riesgo a la propiedad.



Fig nº 3. Obtención de muestreo sobre lámina

Mientras tanto, en otras áreas técnicas, la aplicación de la termografía alcanza intereses impresionantes. La técnica del infrarrojo proviene de los intereses militares en el siglo XX, pasando después a los fines civiles, siendo de todas las disciplinas, la industrial y medio ambiente, donde se han generalizado en monitoreo de análisis de mantenimiento predictivo o proactivo, aplicando sistemas de largas distancias (tele-detección) y cortas distancias (terrestres), todo ello apoyados en las radiaciones de emisiones de temperatura que irradian los cuerpos.

La emisión de radiación de los materiales está influido por el contenido de sus elementos básicos: minerales, químicos, humedad, tamaño de las partículas, que responden a la teoría cuántica de Planck y la Ley de Wien.

Es importante a la hora del análisis interpretativo, tener en cuenta el fenómeno de la reflexión de los cuerpos, para poder distinguir su diferencia, para ello, se precisan el uso de “filtros” que distingan la frecuencia y longitud de onda adecuada al análisis que nos interesa, siendo nuestro interés: el agua en sus distintas fases.

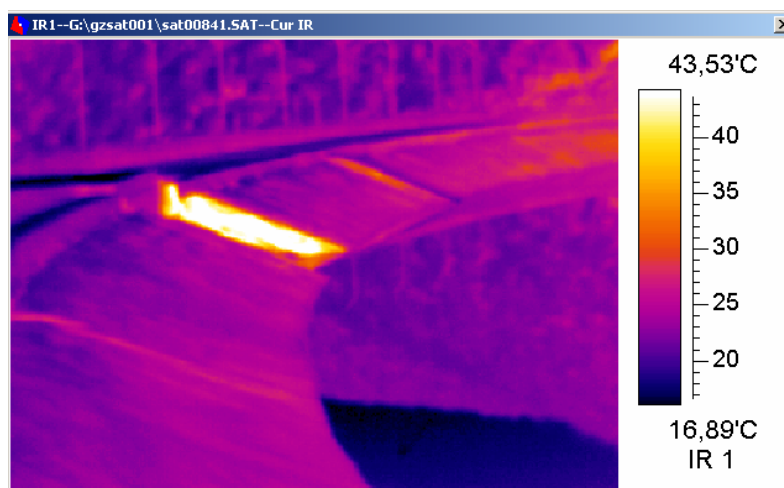


Fig nº 4. Termograma con reflexiones.

La Termografía del Infrarrojo abre nuevas ventanas en el sector de vigilancia de explotaciones de almacenamiento masivo de agua, reduciendo los costos de potenciales accidentes de averías y roturas de dichas instalaciones, pudiendo predecir el grado de la seguridad.

4. Localización de experiencias.

Las experiencias llevadas a cabo se deben a la necesidad de localizar fugas en el embalse de Doña Vicenta de Librilla (Murcia), donde se habían detectado fugas y en anteriores inspecciones llevadas a cabo para detectar dichos fallos de impermeabilización, no se lograron identificarse dichos fallos de la barrera, siendo por tanto necesario llevar a cabo una monitorización de toda la superficie de lámina impermeable y llevar a cabo la detección de dichas fugas, así como la influencia de agua de lluvia en terrenos yesíferos en los embalses de Lebor (Totana) y La Hoya (Lorca), todos ellos impermeabilizados con PEAD, así como el aseguramiento de dos embalses en Blanca, impermeabilizados con EPDM.

4.1. Doña Vicenta. Librilla.

Embalse en PEAD con una capacidad próxima a los 100.000 m³, cuyos problemas son de fugas de agua sin localización.

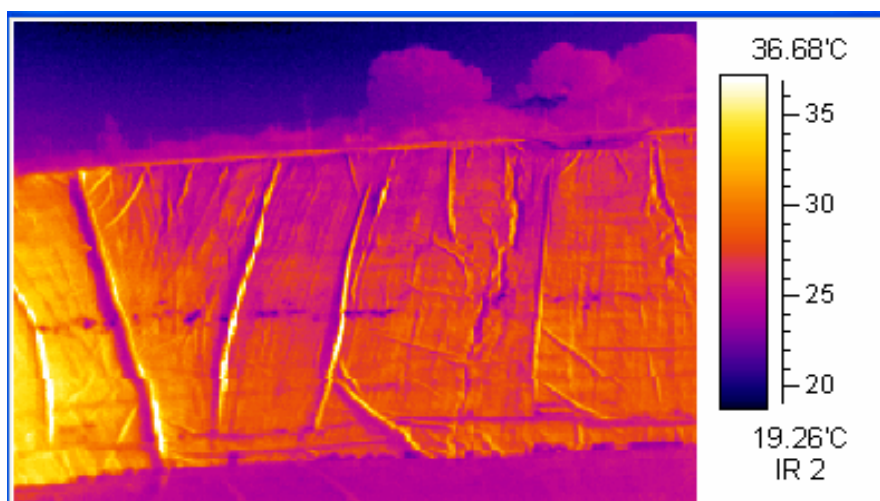


Fig nº 5. Detalles de termograma

En este trabajo, se determinaron la localización de fallos de la lámina, coincidente con la altura de nivel de agua y el ahogamiento de jabalíes que cayeron al agua y que dañaron la lámina a esa altura, así como erosiones por debajo de la lámina debido a dos sumideros del agua de lluvia en el pasillo de coronación (Fig nº 5).

4.2. La Hoya (Lorca).

Embalse de unos 200.000 m³ en PEAD, recientemente reparado en dique de cierre, debido a la disolución de yesos del material que conforma el terraplén.

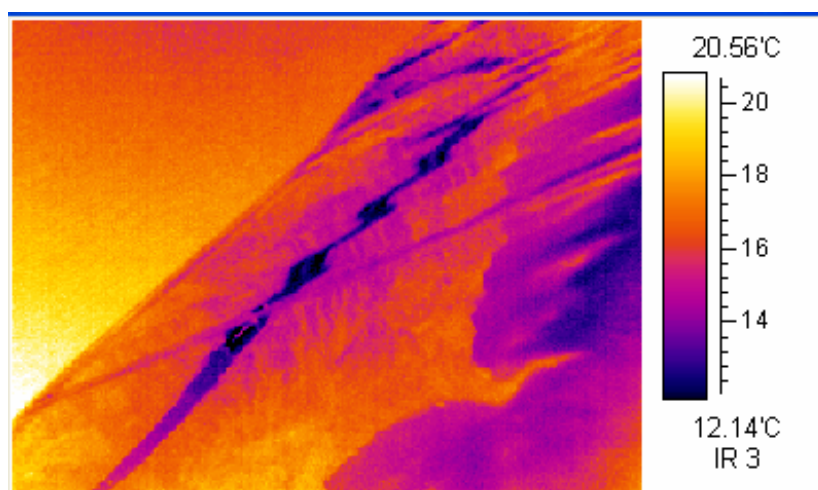


Fig nº 6. Termograma

En este trabajo, se detectaron fallos de continuidad en el talud interior, Figura nº 6, mediante grietas en el terreno, que no son apreciable a simple vista, como se puede observar en la figura nº 7.



Fig nº 7. Lámina tensada con discontinuidad en soporte de base

4.3. Lebor. (Totana).

Embalse de aproximadamente unos 400.000 m³, construido con PEAD, situados en suelos de yesos y que presentan hundimientos parciales en el pasillo de coronación.

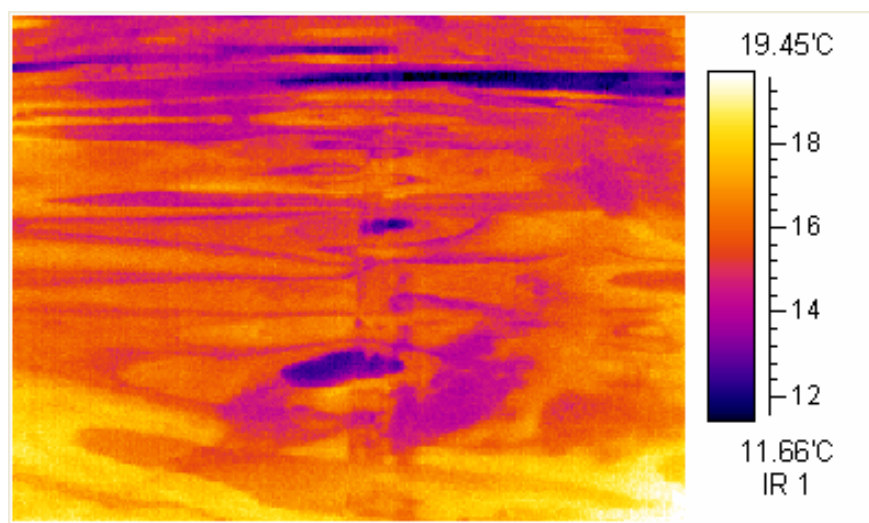


Fig nº 8 Termograma de soldaduras

Se detectaron entrada masiva de agua de lluvia a nivel del pasillo de coronación y problemas en soldaduras de termofusión en la lámina impermeable. Fig nº 8.

4.4. Donaire. (Blanca).

Balsa de 400.000 m³, construido con barrera impermeable de EPDM. Recientemente presentó cortes de lámina en sus primeros días de funcionamiento, donde se quiso constatar su reparación.

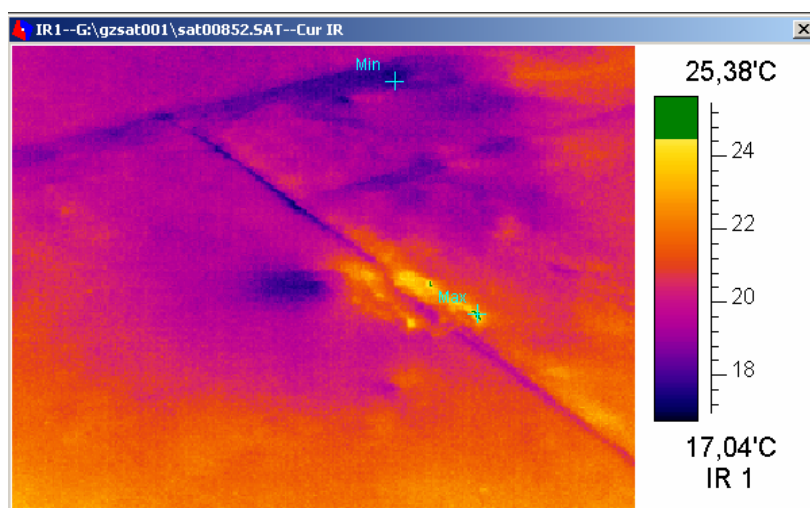


Fig nº 9. Termograma de soldadura en EPDM

Se estudiaron fugas de agua en soldaduras químicas de vulcanizados, como se observan en las figuras nº 9 y 10.



Fig nº 10. Soldadura de vulcanización en EPDM.

Donde se puede apreciar en la figura 9, como existe una concentración de humedad por debajo de la lámina y por encima de la altura libre del agua embalsada, y como ésta asciende por "capilaridad", por la banda de soldadura hasta localizar un "depósito de humedad", mancha de color azul intenso, pegada

junto al parche efectuado encima de la soldadura, por donde se difunde en forma de vapor la humedad de agua por debajo de la lámina. Las temperaturas extremas están marcadas con cruces, correspondiendo la más fría a la humedad por encima del agua embalsada y la más caliente, a la del parche efectuado.

5. Descripción del proceso.

Los ensayos se llevaron a cabo en el otoño de 2.009, coincidente con precedentes de lluvias generalizadas en la zona, por encima de 50 litros por metro cuadrado. Las horas de obtención de los termogramas fueron seleccionadas en distintos momentos del día, siendo la mayoría de ellos coincidentes con el atardecer y primeras del día.

En cada uno de los reportajes se tomaron lecturas de temperatura y humedad ambiental, colocando dichos datos en la cámara.

Para llevar a cabo las experiencias se manejo una cámara de infrarrojo tipo

El resultado de cada una de las experiencias llevada a cabo, se documentó de manera separada.

5.1. Teoría de Infrarrojos.

El denominado sistema de infrarrojo fue descubierto en 1800 por W. Herschel cuando estudiaba la temperatura de los diferentes colores diferenciados de la luz a través de un prisma de cristal, siendo la banda al lado del rojo, de color invisible, la que presentaba una alta temperatura en la zona por debajo del color rojo, denominando a esta franja como “rayos calóricos”.

A partir de que un cuerpo presente una temperatura mayor a 0° Kelvin, empieza a manifestarse con longitudes de ondas que van desde los 700 nanómetros hasta un milímetro.

5.2. Base de estudio: El agua.

El agua presenta una excelente condición para ser estudiada mediante el proceso de emisión de calor en sus distintas manifestaciones de procesos físicos, donde interactúa con el medio natural. En el material de base, el agua puede estar presente por simple contacto o por absorción, por procesos de capilaridad, convección, difusión, manteniendo un equilibrio con el entorno.

5.2. Sistema de implantación.

La característica de la cámara de infrarrojo usada posee un rango de temperatura que va desde -20° a +250° C, con sensibilidad de 1° C, con lentes focales de 160 x 120 pixels, con obtención de imagen de hasta 150 metros de distancia. Las imágenes (termogramas) se obtienen de la cámara a un PC mediante interfaz en formatos .jpeg. Es importante tener en cuenta en el análisis del termograma, la resolución de la cámara (precisión de lecturas), sensibilidad (lo que recibe la cámara con el estímulo del calor irradiado) y el error (diferencia de medición real y la obtenida), siendo por tanto los datos obtenidos relativos y aproximados.

5.3. Hechos relevantes en datos de campo.

Asegurar la impermeabilidad mediante estudio de paños, soldaduras, entregas de lámina a la obra de fábrica, sobretensiones en láminas, etc., todo ello debe tomarse como “aliada” al agua en todas sus manifestaciones, siendo por

tanto importante el momento de obtenerse dicho estudio, siendo recomendables efectuarse cunado se ha dado un desembalse o bien, determinarse en los días posteriores en los que inciden la lluvia sobre los paramentos de barreras impermeabilizadas, o bien, existe un medio húmedo en el ambiente que favorece la posibilidad de efectuarse comunicaciones a través del fallo de la barrera impermeable (poros, desuniones, roturas, etc).

6. Análisis de puntos sensibles.

6.1. Soldaduras.

- Estanqueidad: Inherente, direccional, lateral, conjunto

6.2. Entregas de láminas a obras de fábrica.

- Presencia de humedad debajo de la lámina.

6.3. Síntomas de alteraciones en lámina.

- Sobretensiones, arrugas, parcheos, etc

7. Otros aprovechamientos.

La posibilidad de comprobar obras auxiliares, pasillo de coronación, drenajes superficiales, galerías visitables, pie de taludes, incluso piezas de control hidráulico.

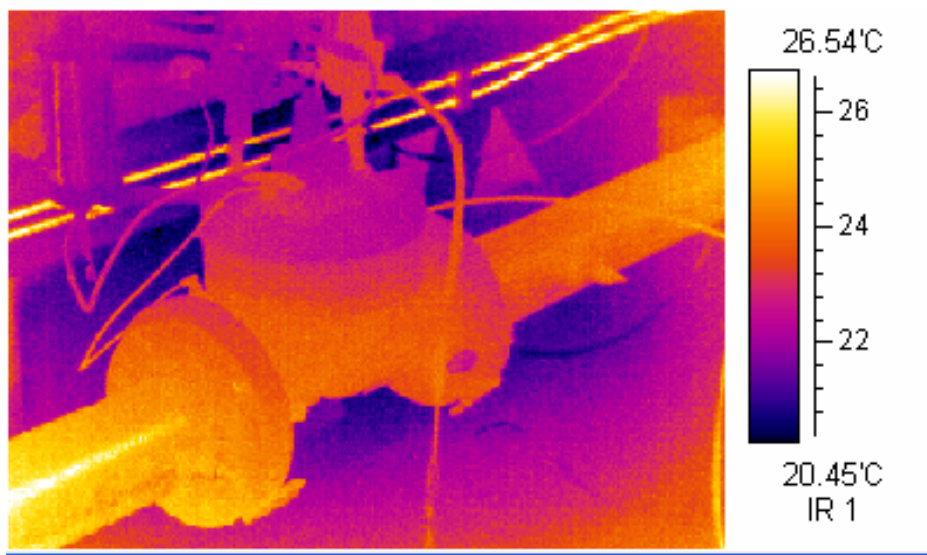


Fig nº 11. Válvula sostenedora de presión

8. Conclusiones.

Mejora los requerimientos en seguridad de las estructuras de almacenamiento de agua, donde identifica fallos mediante análisis no destructivos en aquellas barreras impermeables que presentan problemas de estanqueidad.