

Estudio del cemento Portland-350 de la fábrica J. Merceron con el método de relajación magnética

F. Gilart, N. Fleitas, C. Cabal
Facultad de Física Matemática, Universidad de Oriente

RESUMEN

Se estudia la dependencia del tiempo de relajación spín-retículo (T_1) de ^1H y ^2H del tiempo de fraguado del Cemento Portland 350 de la Fábrica "José Merceron" de Santiago de Cuba para diferentes relaciones agua-cemento (A/C). Se discuten las regularidades observadas, concluyéndose que el método de relajación magnética permite estudiar la Cinética del proceso de Fraguado.

INTRODUCCIÓN

El método de relajación magnética ha sido ampliamente empleado para el estudio de la cinética de diversos procesos físicos-químicos /1/ en particular la cinética de los cambios de fase, de viscosidad y de estructura. Ello se debe a que los tiempos de relajación spín-retículo (T_1) y spín-spín (T_2) dependen de la movilidad molecular, así como de otros parámetros estructurales como son, distancia y ángulos entre dipolos magnéticos, gradientes de campos eléctricos en el entorno del núcleo resonante, etcétera.

En /2,3/ se presenta un estudio del proceso de fraguado del cemento y la influencia de las adiciones de impurezas en el fraguado con el método de la relajación magnética nuclear protónica; demostrándose que la dependencia de T_1 del tiempo de fraguado tiene una forma característica (véase figura 1) presentando tres regiones perfectamente diferenciables y que reflejan el proceso.

Con el objetivo de aplicar este método al estudio del cemento cubano nos dimos a la tarea de evaluar el método presentado en /2,3/ y profundizar en la comprensión de los procesos de fraguado. En el presente trabajo se presenta pues un estudio preliminar del cemento Portland 350 de la Fábrica "José Merceron" de Santiago de Cuba.

PARTE EXPERIMENTAL

Las muestras estudiadas fueron brindadas por el laboratorio de la Fábrica, agregándole agua destilada; en diferentes proporciones A/C. Los tiempos de relajación T_1 fueron medidos por el método $180^\circ - \tau - 90^\circ$ y $90^\circ - \tau - 90^\circ$ en el relaxómetro descrito en /4/. El error de medición estuvo por debajo de un 5 %.

Los tiempos de relajación de los núcleos ^2H fueron medidos en el relaxómetro descrito en /5/ de la Universidad Estatal de Leningrado.

La temperatura se mantuvo en el rango entre $22^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}$.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El proceso de fraguado puede depender de la relación A/C. Por tal motivo se estudió una misma muestra de cemento para cuatro relaciones A/C: 0,35; 0,42; 0,50; 0,61; midiéndose T_1 continuamente durante 28 días. En todos los casos las curvas presentan la forma típica presentada en la figura 1; notándose sólo un desplazamiento según el eje de las ordenadas, variando ligeramente la pendiente de la segunda región lo que indica que la velocidad de fraguado varía poco con el cambio de la proporción A/C. Por tal motivo, se escogió para el resto de las mediciones la relación A/C = 0,42.

Tomando en consideración que la velocidad de relajación que del deuterio se determina depende además del canal magnético, del canal cuadrupolar eléctrico y que este último depende, de la simetría de los campos eléctricos en el entorno de los núcleos ^2H , se decidió evaluar la posibilidad de estudiar el proceso del fraguado a través de la relajación del ^2H . En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos para la relajación de los protones y deuterones en la misma muestra de cemento medidas al mismo tiempo. Como se ve, la tendencia de ambas curvas es similar, superando el canal cuadrupolar al magnético en un orden, sin embargo teniendo en cuenta que la sensibilidad de la resonancia del deuterio es unas 40 veces inferior a la de los protones y que ello implicaría la necesidad de utilizar agua deuterada, lo que aumentaría los costos del método, se considera que no justifica el uso de la resonancia del deuterio para este estudio.

En la figura 3 se presenta la dependencia de T_1 del tiempo de fraguado, así como la variación de la cantidad de agua (libre+asociada) con el tiempo de fraguado. De la figura 3 se desprende que la cantidad de agua libre más asociada permanece constante hasta después de unas 40 hs, tiempo después

del cual el agua comienza a pasar a la forma cristalizada. Esto indica que la variación de T_1 se debe fundamentalmente al cambio de la movilidad de las moléculas asociadas a los granos de cemento (proceso que comienza luego de unas 5 hs) y el proceso de cristalización del agua se hace significativo sólo a las 40 hs.

De los estudios preliminares realizados puede concluirse que existe una metódica experimental que permite estudiar el proceso de fraguado y la influencia de diversos parámetros sobre él.

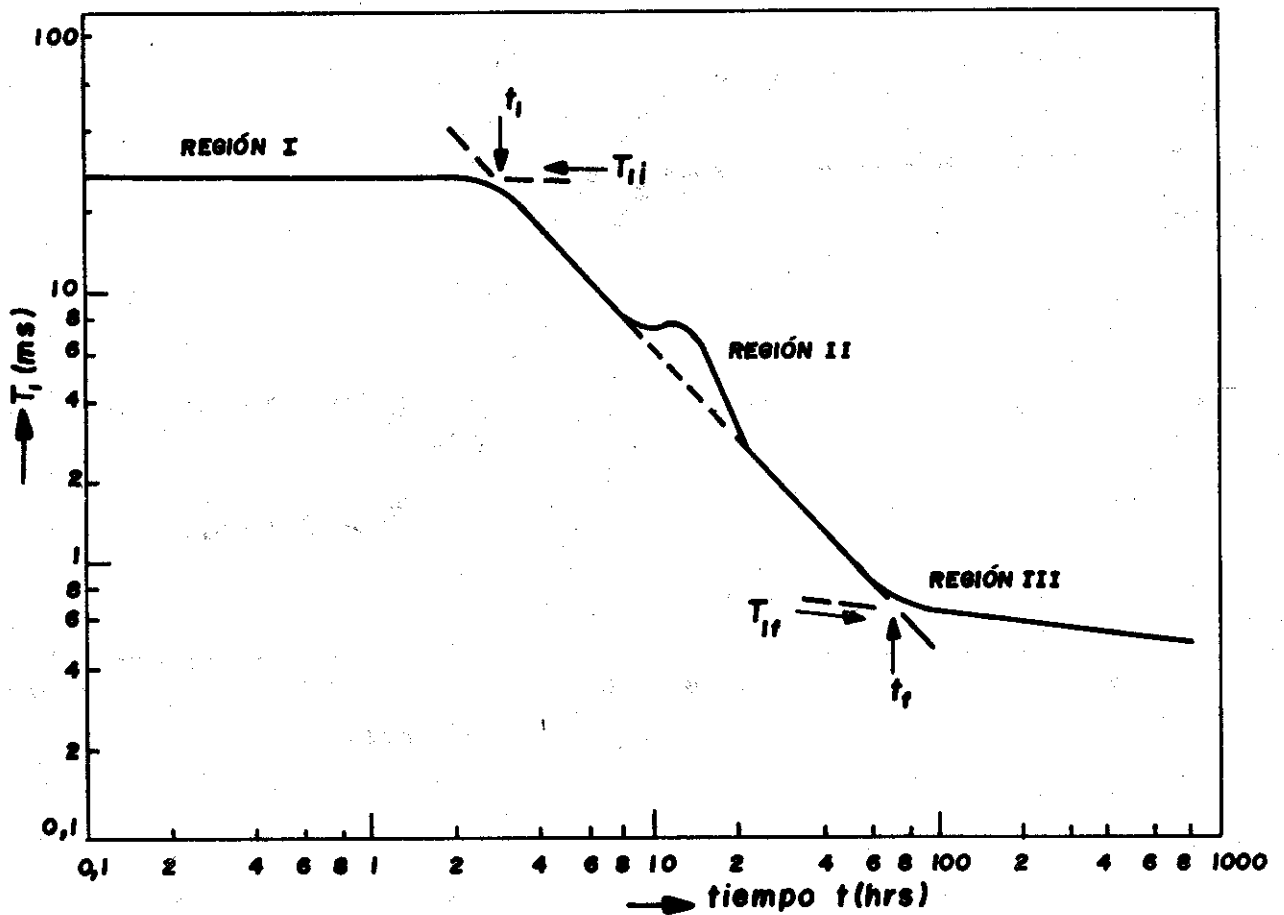


FIG.1 - FORMA GENERAL DE LA DEPENDENCIA DE T_1 CON t

i- INICIAL REFERIDOS A
f- FINAL LA REGIÓN II

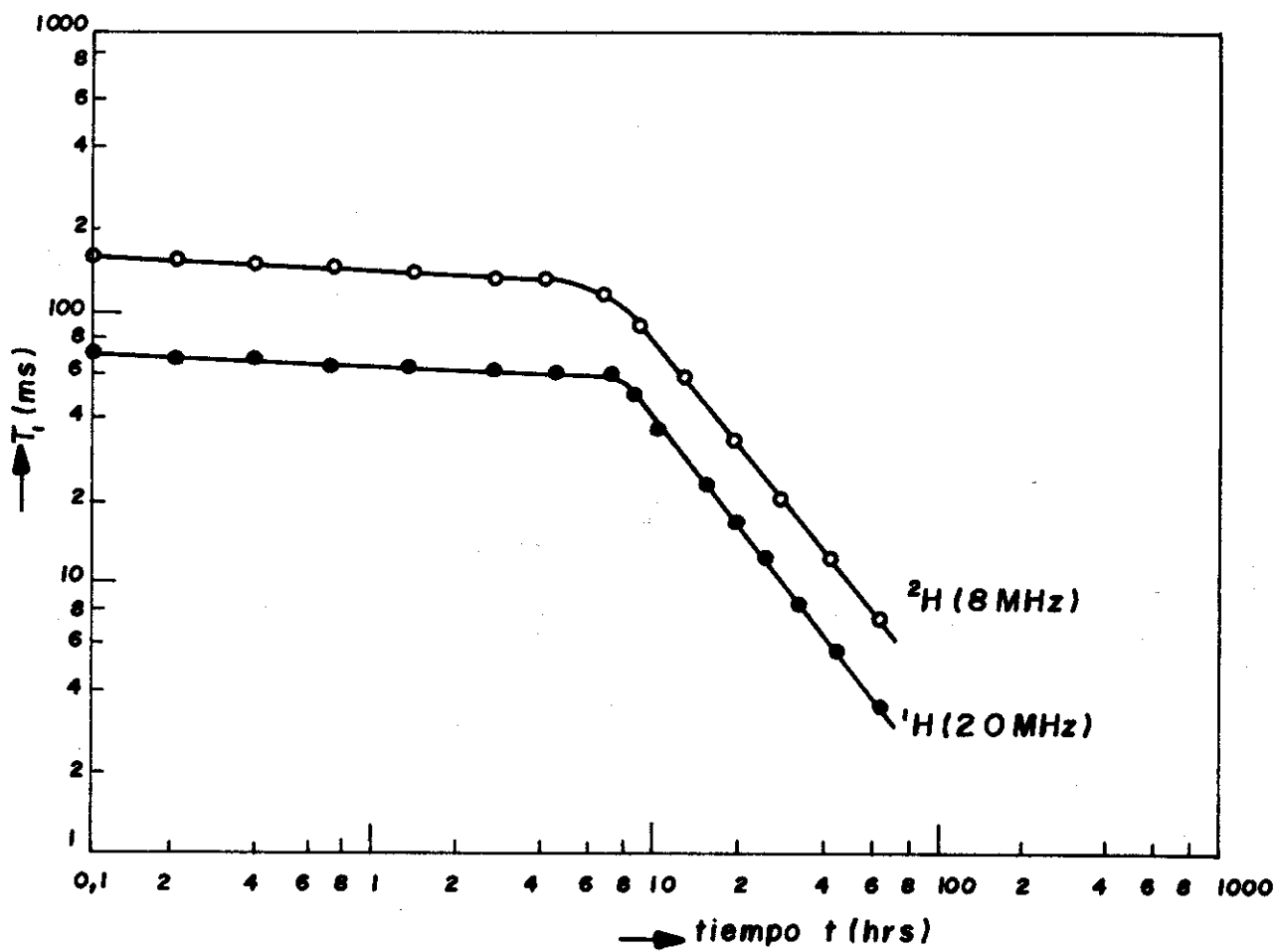


FIG. 2 - COMPARACIÓN DE LAS
DEPENDENCIAS DE T_1 CON t
PARA ^1H Y ^2H

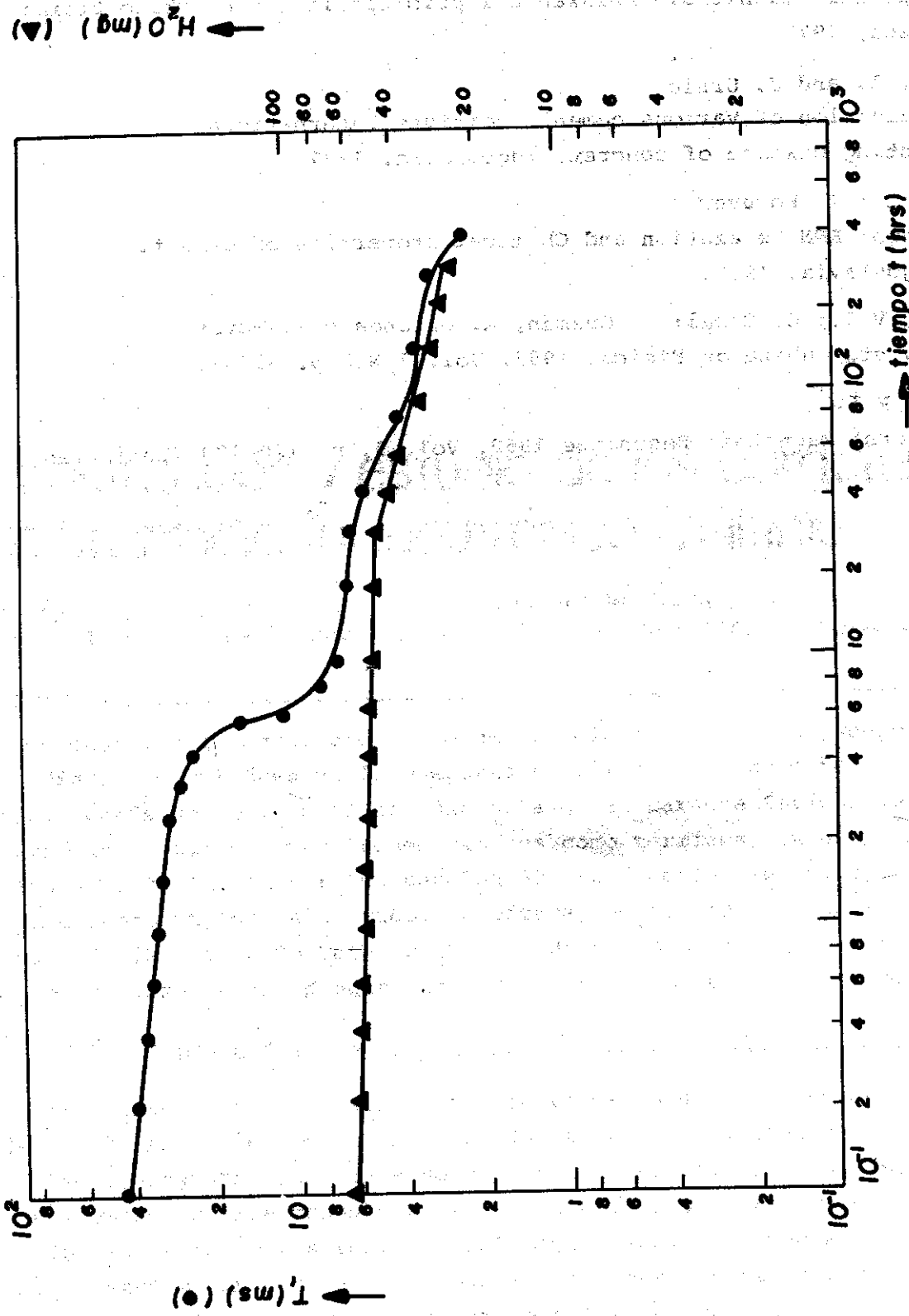


FIG. 3 - VARIACIÓN DE T_1 Y DE LA
 CANTIDAD DE AGUA EN LA
 MUESTRA CON EL TIEMPO (t)

BIBLIOGRAFÍA

1. Bachman, A.A.; I.S. Pronin
Iadernaia magnitnaia relaxacia i priminienie jimicheskoio fisika
Moscó, 1979.
2. Kocuvaw, I. and J. Ursic
Evaluation of Various cement Additives International.
Misting Mixture of concret. Yugoslavia, 1977.
3. Barbic, L.; I. Kocuvaw
Proton RMN Relaxation and Chemical properties of cement.
Yugoslavia, 1977.
4. Chizhik, V.I.; C. Cabal; A. Guzmán, A. Miranda y R. Novas
Revista Cubana de Física, 1983. Vol. 3 N.3 p. 33-42.
5. Chizhik, V.I.
Iaderni Magnetnii Resonance 1969. Vol. 3, p. 120-129 (Leningrad).