

PROYECTO FINAL DE GRADO



**Estudio del contenido de humedad en el
proceso de curado del hormigón mediante
métodos no destructivos: Georradar y
ultrasonidos.**

Pablo Ortigueira
Nuria Frasset

ÍNDICE



- ❧ Introducción
- ❧ Estudio de los diferentes tipos de curado
- ❧ Georradar
- ❧ Ultrasonidos
- ❧ Proceso experimental
- ❧ Resultados
- ❧ Interpretación de resultados
- ❧ Conclusiones

1. INTRODUCCIÓN



Objetivos del proyecto

- Establecer las diferencias entre probetas de hormigón con la misma dosificación pero sufriendo distintos curados durante 90 días.
- Valorar la utilidad del georradar como técnica de análisis no destructiva, para el estudio de los diferentes tipos de curado del hormigón.
- Valorar la utilidad del Ultrasonido como técnica de análisis no destructivos, para el estudio de los diferentes tipos de curado del hormigón.

Componentes del hormigón

Dentro del hormigón deberemos tener en cuenta todos los componentes que lo forman para su análisis. Dichos materiales son:

- Cemento
- Agua
- Áridos
- Aditivos y adiciones



www.edilportale.com/prodotti/sika-italia/additivo-per-cemento-e-calcestruzzo/sika-ceram-t-latex_50903.html



(www.embalagensflexiveis.com.br/saco-de-areia-lavada)



http://www.reikal.com.mx/empresa/multiconcretos_22080.html

Propiedades del hormigón endurecido

- DENSIDAD
- RESISTENCIA MECÁNICA
- DURABILIDAD
- POROSIDAD
- PERMEABILIDAD

Técnicas de análisis del hormigón

ENSAYOS DESTRUCTIVOS



www.es.slideshare.net/Pukalaaaiz/estudio-estructural-2626065

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS



www.directindustry.es/prod/proceq/product-7242-52715.html

2. ESTUDIOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CURADO



Definición

“El curado del hormigón es la parte del procedimiento constructivo que busca mantener el material en condiciones húmedas para promover que las reacciones químicas entre el cemento y el agua continúen durante el tiempo suficiente para aprovechar el potencial aglutinante del cemento” (Solís y Moreno, 2005, p.5).

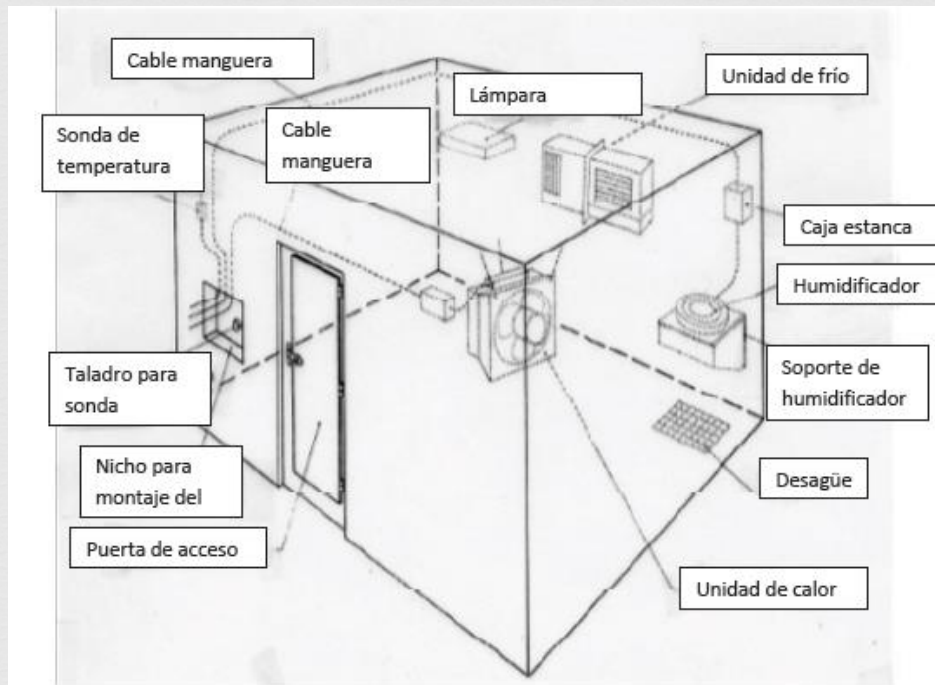
Tipos de curado

- Humectación con agua
- Recubrimientos plásticos
- Aplicación de productos que formen membranas de protección
- Curado al vapor
- Protección con materiales humedecidos

CURADO EN MEDIO HÚMEDO Y SECO

TIPO DE CURADO	TEMPERATURA °C	HUMEDAD (%)
Cámara Húmeda	20 +/- 2	95 +/- 5
Horno	30 +/- 2	50-80

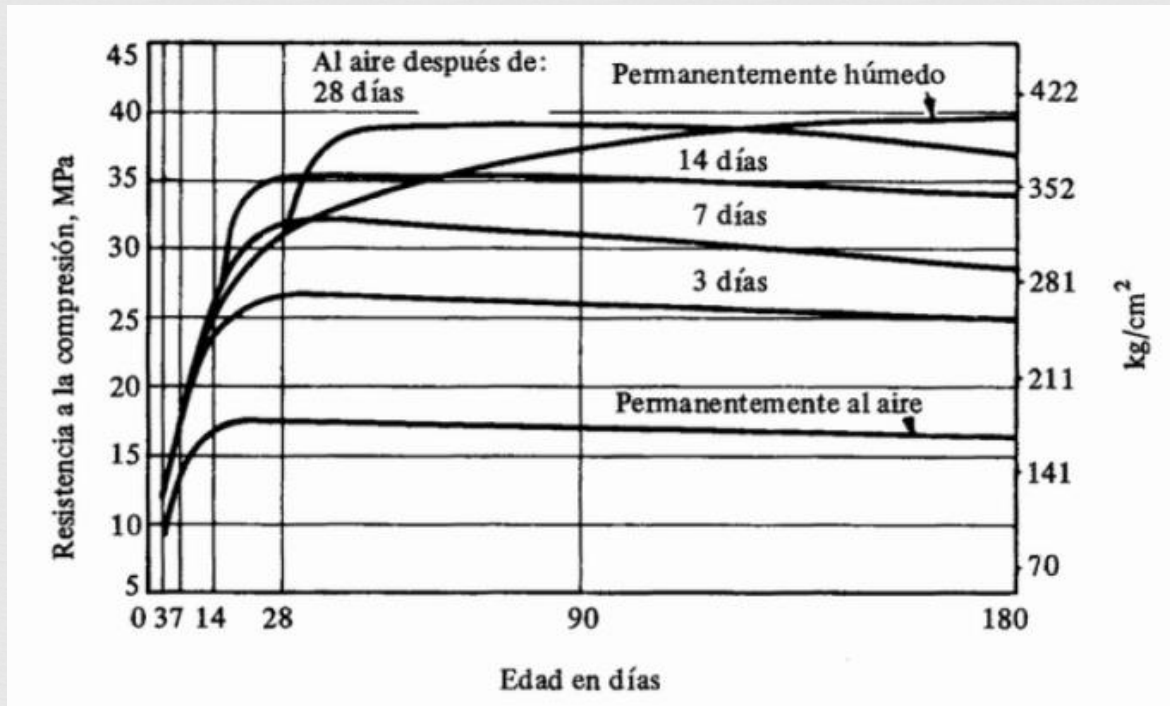
CÁMARA HÚMEDA



(www.mecacisa.com/pdfs/hormigones/h12-cámarahumeda.pdf).

Factores que influyen en el curado del hormigón

Cuanto más tiempo se mantiene la humedad en el hormigón, más resistencia a compresión alcanza éste.



(Gonnerman y Shuman, 1928).

Las pastas con una baja relación agua/cemento tienen una baja porosidad. Este factor no facilita la entrada de agua al interior, ni su evaporación.

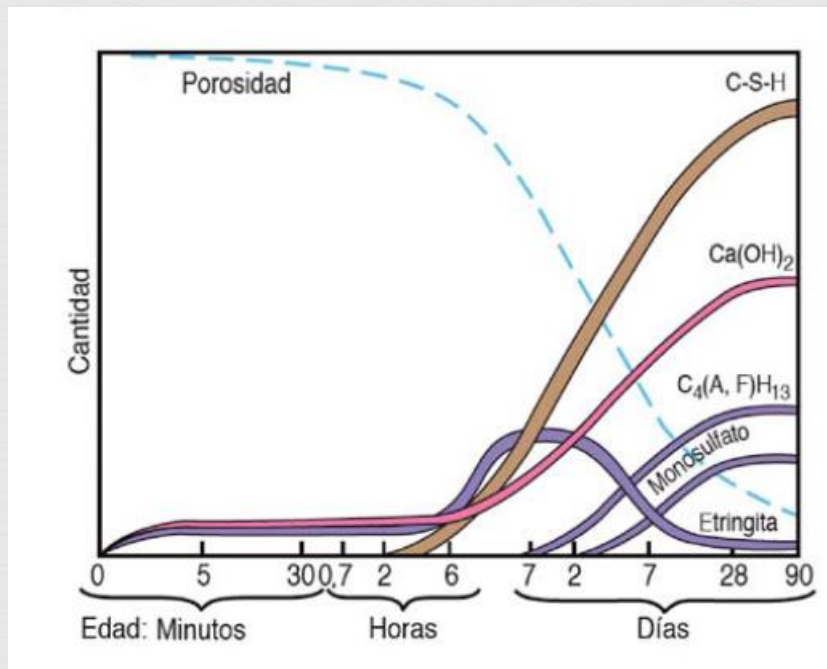
La parte superficial del hormigón (entre 3 y 5 cm) es la que se ve más afectada por la falta de curado (Solís y Moreno, 2005).

Las altas temperaturas durante la hidratación del hormigón contribuyen a que la resistencia a la compresión disminuya, debido a la formación de productos de hidratación de mayor porosidad.

El curado inicial es crítico para reducir la permeabilidad en la zona exterior del hormigón (Plante, Cameron y Tagnit-Hamou, 2000).

Análisis teórico del secado prematuro

“El volumen ocupado por los productos de hidratación es aproximadamente el doble del volumen del cemento anhidro. A medida que pasa el tiempo la porosidad de la pasta de cemento disminuye y la cantidad de volumen ocupado por sus diferentes componentes se incrementa” (Fernández, 2009, p.40).



(Fernández, 2009).

Métodos experimentales para identificar o prevenir un curado deficiente

La primera característica significativa de los métodos capaces de identificar un curado defectuoso es que sean capaces de valorar la calidad de los primeros centímetros a partir de la superficie expuesta (Fernández, 2009).

Permeabilidad al aire:

Para la determinación de la permeabilidad al aire se emplea un equipo que opera de manera automática y se obtiene un valor de la permeabilidad al aire

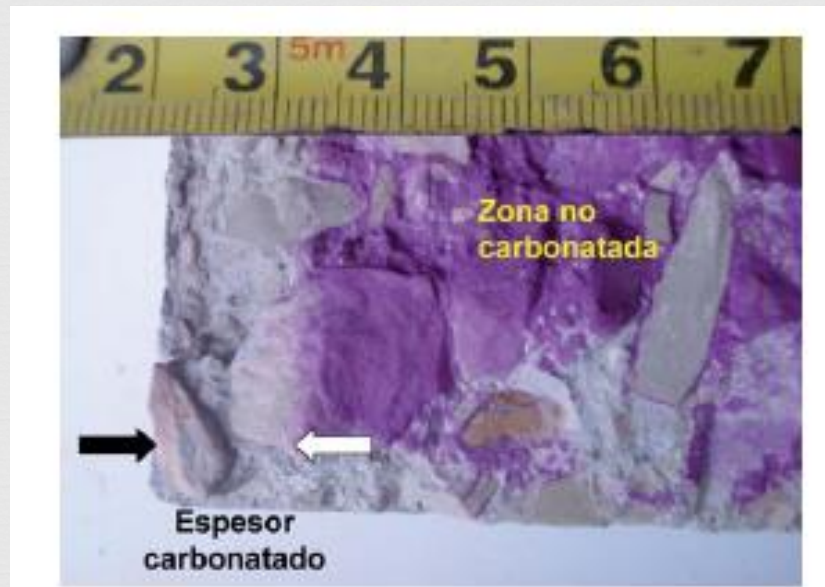


(Fernández, 2009).

Carbonatación en exposición natural (no acelerada):

La detección del avance del frente de carbonatación proporciona una medida directa de la susceptibilidad del hormigón de recubrimiento a la difusión del CO₂ atmosférico.

Dificultad: Necesaria exposición prolongada (años).



(Fernández, 2009).

Métodos capaces de detectar el secado prematuro del hormigón

Se emplea una metodología novedosa que se apoya en la dependencia de la resistividad eléctrica del hormigón con el contenido de humedad del mismo y, más concretamente, con su grado de saturación.

Dificultad: El hormigón está en plena evolución por causa de la hidratación del cemento, evolución que también provoca cambios en la resistividad eléctrica y en la disponibilidad de agua (Fernández, 2009).

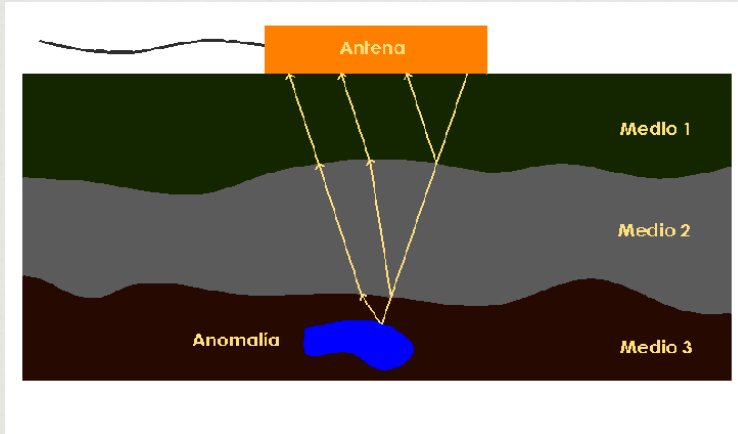


(Fernández, 2009).

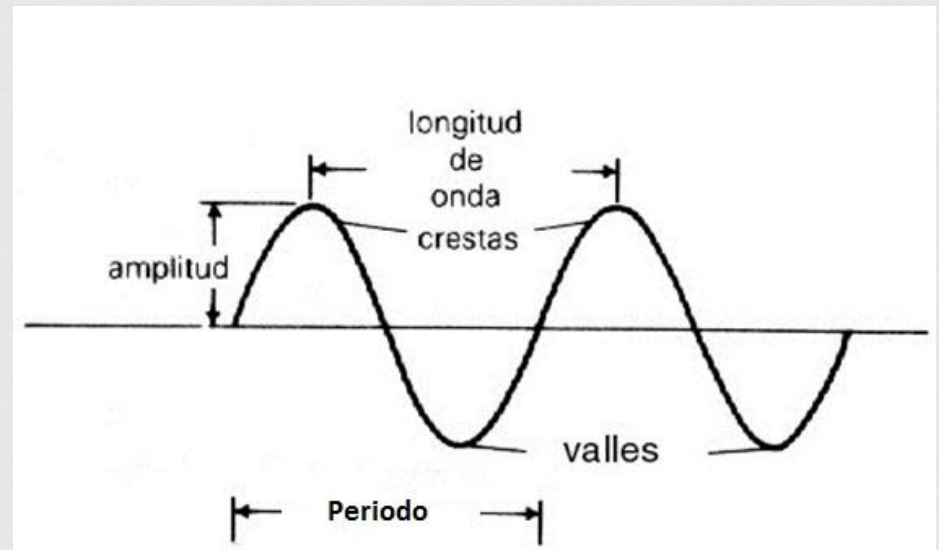
3. GEORRADAR



Fundamentos



- Impulsos electromagnéticos de corta duración (0,6-10 ns)
- Banda Frecuencia UHF-VHF, entre valores de 100 MHz y 3 GHz.



Equipo



Unidad central

Antena

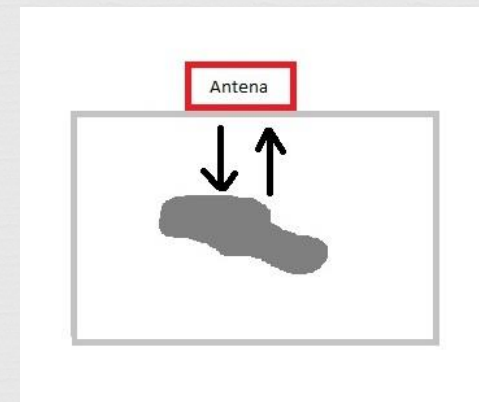


Obtención de registros

a) Perfil



b) Puntual



Parámetros de registro

Rango de un registro(Range)

El rango de un registro define su longitud temporal, es decir, la máxima coordenada vertical que se alcanza en el radargrama.

Posición de inicio de la señal (Position)

Permite seleccionar el tiempo de inicio de la ventana temporal.

Puntos por traza

Este parámetro determina el muestreo de cada traza (señal recibida), es decir, los puntos utilizados para su representación.

Velocidad de transmisión y registro

El número de pulsos por segundo que puede transmitir y registrar un georradar son dos parámetros que se pueden ajustar antes o durante la adquisición de datos, de acuerdo con las necesidades del estudio.

Superposición de trazas

Durante o posteriormente a la adquisición de datos se puede realizar una suma (o superposición) de trazas adyacentes.

Ganancia

La ganancia consiste en amplificar la señal que se recibe. Para ello se pueden aplicar distintas funciones.

Edit File Header

FILE NAME: FILE3 Created Nov, 28 2008, 13:44:52 Modified 00:00:00

Channel(s): 1

samp/scan: 512

bits/sample: 16

scans/sec: 80

scans/ m: 263

m /mark: 6

DielConstant: 0

Channel Information:

Channel: 1 Antenna: 5100 1500 MHZ Comp: NONE

Range Gain (dB): 0.0 12.0 20.0

Position (nS): -0.5

Range (nS): 5

Top (m): 0

Depth (m): 0

Vert IIR LP N =2 F =3000 MHz

Vert IIR HP N =2 F =600 MHz

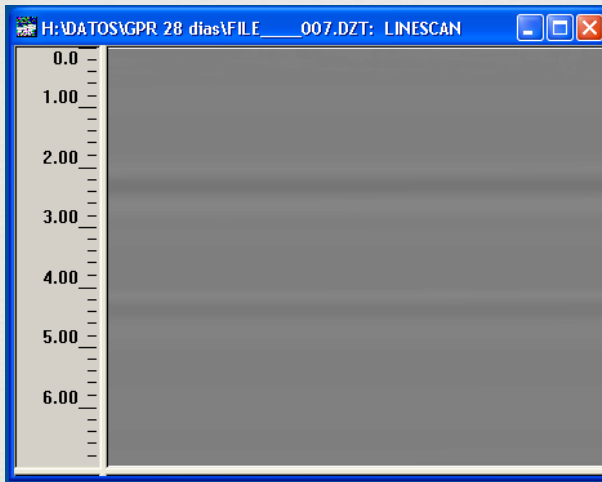
Static Stacking N=4

Buttons: Save, Save As, Cancel, 3D Options, Help

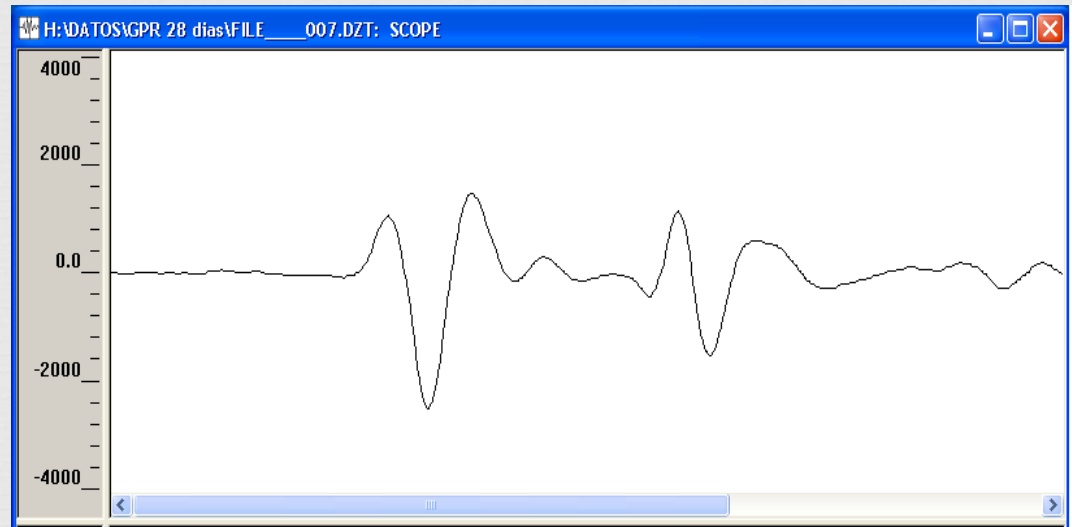
(Rodríguez, 2010).

Registro amplitudes

Radargrama



Trazas



4. ULTRASONIDOS

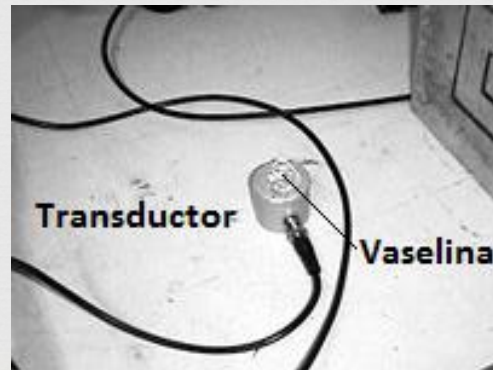


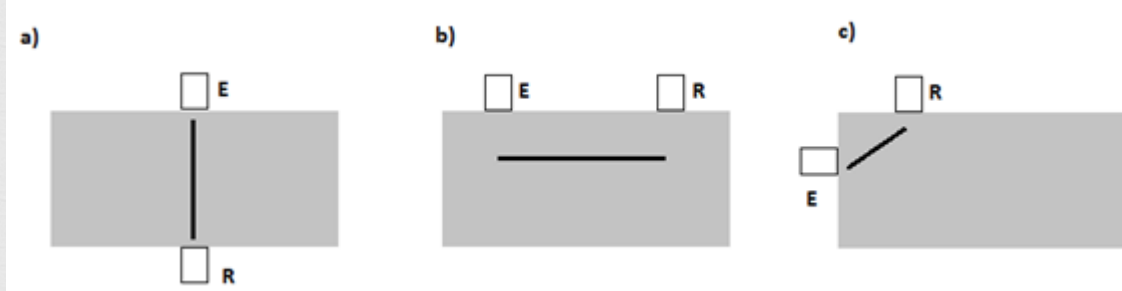
Definición

Los ultrasonidos son ondas elásticas de igual naturaleza que las sonoras, pero cuyas frecuencias están fuera del rango de percepción del oído humano medio (Rodríguez, 2010).

Método

Se obtendrá el tiempo de propagación de la onda en el hormigón que, junto con la distancia entre transductores nos permitirá a saber la velocidad de pulso. Previamente se calibrará el aparato con una barra reguladora (Castro, 2012).





Transmisión directa: Máxima sensibilidad y longitud de trayectoria bien definida

Transmisión semidirecta: Teorema de Pitágoras

Transmisión indirecta: Relativa insensibilidad. Medidas de velocidad cercanas a la superficie, longitud de trayectoria menos definida.

Condicionantes

“En general, la velocidad se incrementará a medida que aumenta el contenido de humedad” (Castro, 2012, p.36).

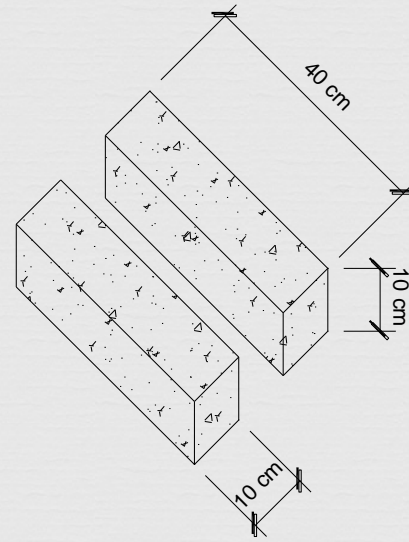
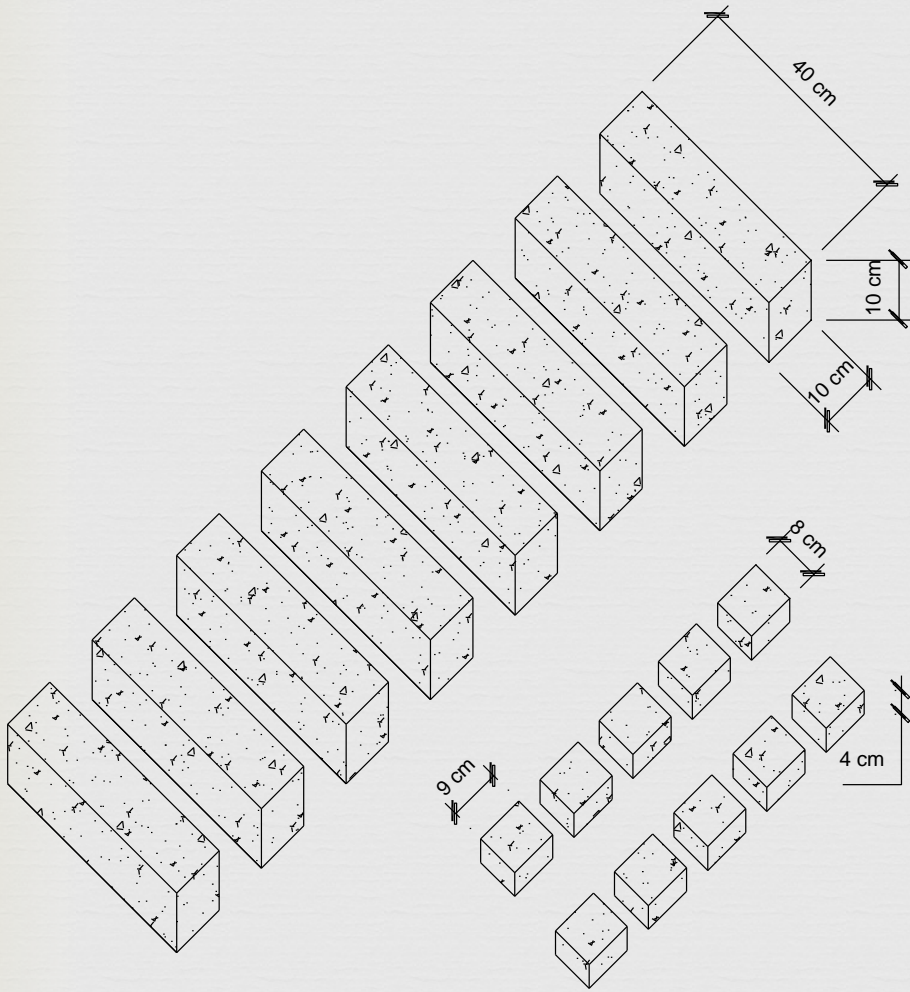
La distancia entre transductores, no debe ser mayor a 400 mm.

$$\text{Velocidad de pulso } \left(\frac{\text{km}}{\text{s}}\right) = \frac{\text{Distancia entre transductores (cm)} \cdot 10}{\text{Tiempo (microsegundos)}}$$

Velocidad de la onda longitudinal m/s	Condición del hormigón
Más de 4570	Excelente
De 3050 a 4570	Buena
De 3050 a 3650	Regular a dudosa
De 2130 a 3050	Pobre
Menos de 2130	Muy pobre

5. PROCESO EXPERIMENTAL





Identificación de las muestras

PROBETA	NÚMERO	DESIGNACIÓN	DIMENSIONES
Curado seco	1	1C1	10 x 10 x 40 cm
Curado seco	2	2C1	10 x 10 x 40 cm
Curado seco	3	3C1	10 x 10 x 40 cm
Curado seco	4	4C1	10 x 10 x 40 cm
Curado húmedo	5	5C2	10 x 10 x 40 cm
Curado húmedo	6	6C2	10 x 10 x 40 cm
Curado húmedo	7	7C2	10 x 10 x 40 cm
Curado húmedo	8	8C2	10 x 10 x 40 cm
TESTIGO	NÚMERO	DESIGNACIÓN	DIMENSIONES
Curado seco	1	1C1	4 x 8 x 9 cm
Curado seco	2	2C1	4 x 8 x 9 cm
Curado seco	3	3C1	4 x 8 x 9 cm
Curado seco	4	4C1	4 x 8 x 9 cm
Curado seco	5	5C1	4 x 8 x 9 cm
Curado húmedo	1	1C2	4 x 8 x 9 cm
Curado húmedo	2	2C2	4 x 8 x 9 cm
Curado húmedo	3	3C2	4 x 8 x 9 cm
Curado húmedo	4	4C2	4 x 8 x 9 cm
Curado húmedo	5	5C2	4 x 8 x 9 cm
TESTIGO	NÚMERO	DESIGNACIÓN	DIMENSIONES
Curado seco	1	C1-ROT	10 x 10 x 40 cm
Curado húmedo	1	C2-ROT	10 x 10 x 40 cm

Fabricación de las probetas

Preparación dosificación: $a/c = 0.45$



Amasado:



Estudio de la consistencia:

- Asiento de 17 cm
- Asiento de 8 cm



Cálculo del aire ocluido: 2%

Vertido del hormigón en
moldes y compactación:



Terminación y limpieza:



Desenfrado:



Medición de la masa y guardado de las probetas en las cámaras:



Limpieza y preparación de moldes:



Cálculo de resistencia a compresión

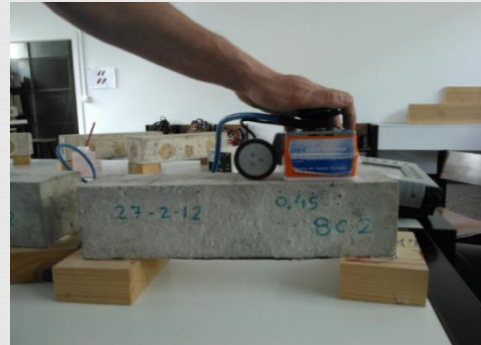


Cálculo de contenidos de humedad



Estufa a 100°C durante 48 horas.

Registro con georradar

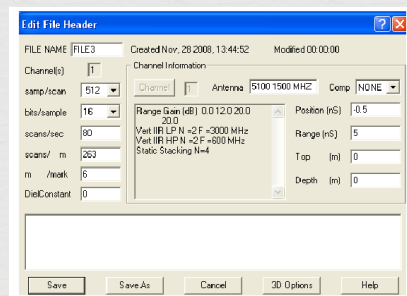


Etapas:

1. Preparativos

- Probetas
- Calzos
- Guantes
- Hoja de control
- Aparato de georradar
- Material de escritura ...

2. Calibración

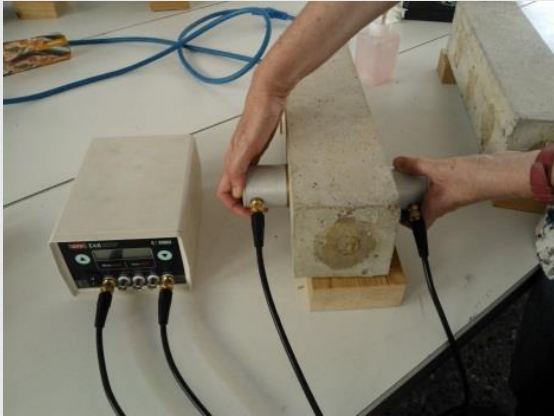


3. Realización de mediciones

PROBETA	CARA A			CARA B			TESTA	
	EST 1	EST 2	EST 3	EST 1	EST 2	EST 3	4	5
1 C1	2	3	4	5	6	7	8	9
2 C1	10	11	12	13	14	15	16	17
3 C1	18	19	20	21	22	23	24	25
4 C1	26	27	28	29	30	31	32	33
5 C2	234	235	236	237	238	239	247	248
6 C2	240	241	242	243	244	245	249	250
7 C2	246	251	252	253	254	255	256	257
8 C2	258	259	260	261	262	263	264	265

4. Finalización

Registro con ultrasonidos



Étapas:

1. Preparativos

- Probetas
- Calzos
- Guantes
- Hoja de control
- Aparato de ultrasonidos
- Gel conductor...

2. Calibración

- Con barra de tiempo de paso de la onda conocida (65 microsegundos)

3. Realización de las mediciones

- Colocación de transductores
- Lectura de tiempos de propagación
- Anotación en hoja de control de tiempos

4. Finalización

- Recuento de mediciones y preparación laboratorio
- *Previamente anotación de dimensiones

6. RESULTADOS



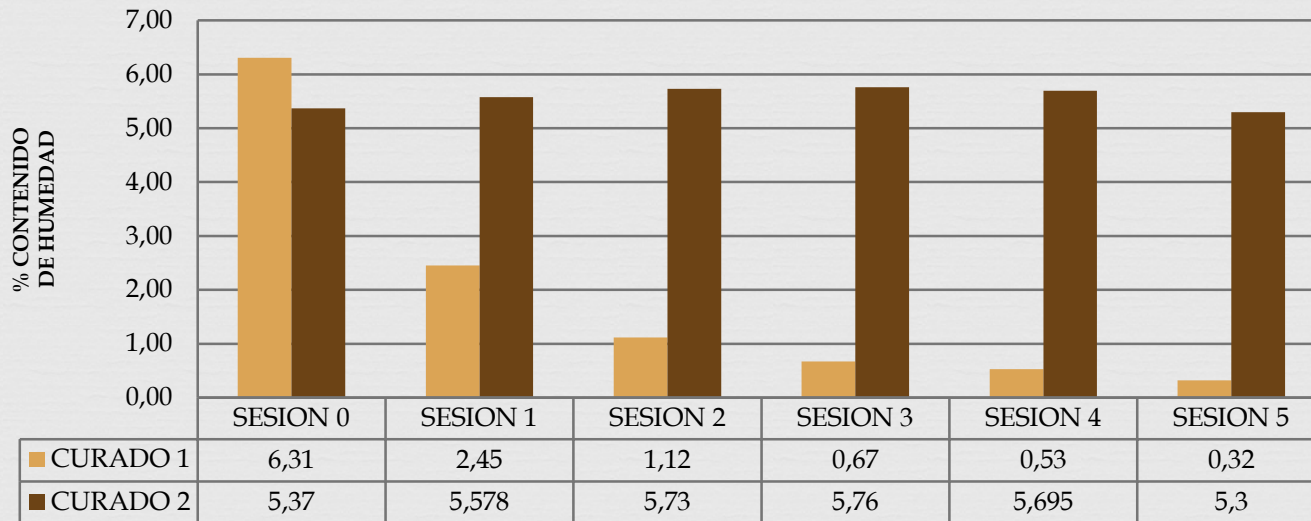
7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1. Cálculo del contenido de humedad

$$CH = \frac{MH - MS}{MS} \cdot 100$$

TESTIGOS	FECHA					
	Fabricación	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5
1 c1	6,61%	2,77%				
2 c1	6,47%	2,56%	1,31%			
3 c1	6,42%	2,55%	1,27%	0,87%		
4 c1	6,29%	2,46%	1,20%	0,82%	0,78%	
5 c1	5,75%	1,92%	0,68%	0,33%	0,28%	0,32%
Media C1	6,31%	2,45%	1,12%	0,67%	0,53%	0,32%
1 c2	5,82%	6,05%				
2 c2	5,71%	5,77%	6,08%			
3 c2	5,10%	5,36%	5,61%	5,75%		
4 c2	5,39%	5,66%	5,91%	6,06%	5,99%	
5 c2	4,83%	5,05%	5,32%	5,47%	5,40%	5,30%
Media C2	5,37%	5,58%	5,73%	5,76%	5,70%	5,30%

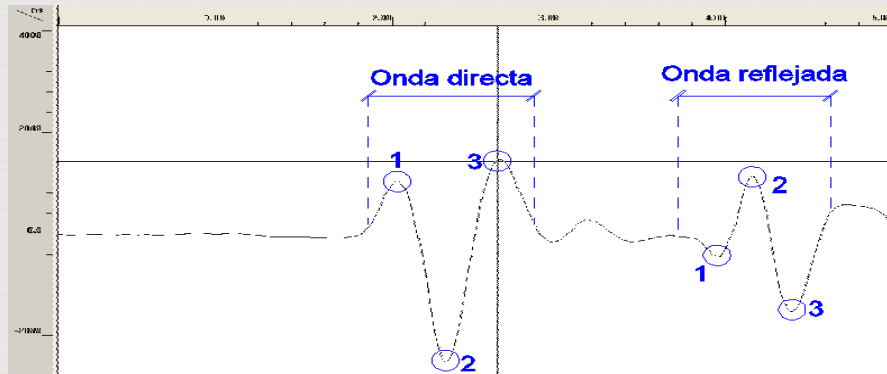
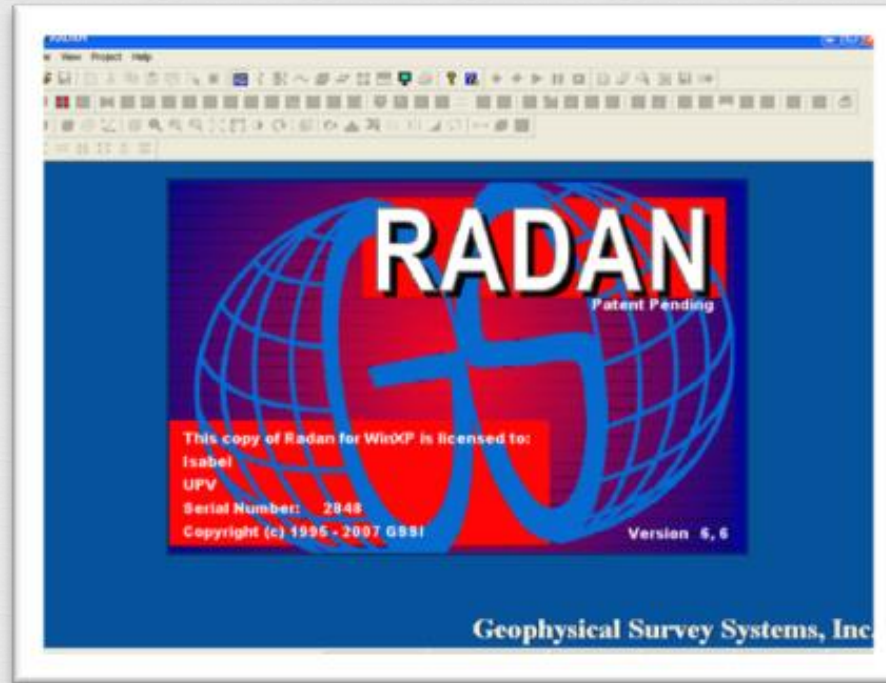
2. Cálculo de contenido de humedad



3. Cálculo de resistencia a compresión

PROBETA	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 3	MEDIA
C1-ROT	45,24	45,51	45,37	45,37
C2-ROT	55,00	51,78	-	53,39

4. Georradar

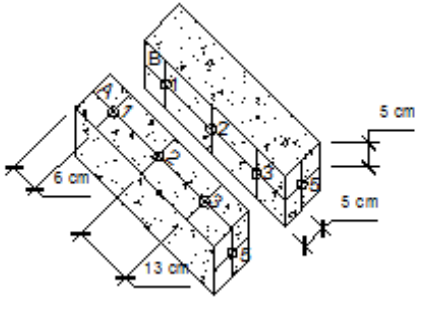
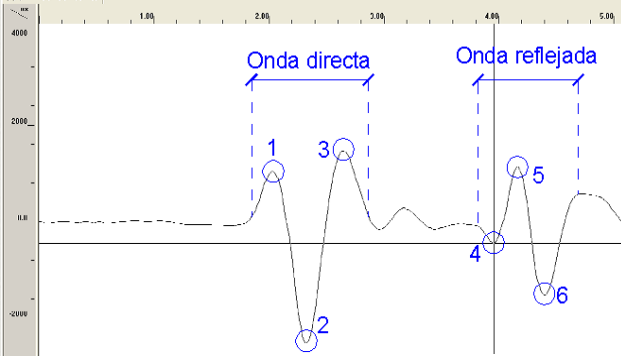


4. Georradar

DATOS DE GEORRADAR - SESION 2 - CURADO 1

1C1	Onda directa																	
	1						2						3					
	T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3
CARA A	2	8044	2,29	-19033	2,6	11968	2	8305	2,3	-20734	2,6	13015	2	7913	2,29	-19949	2,6	12753
CARA B	1,98	7259	2,28	-18118	2,6	10529	1,99	7782	2,29	-18641	2,6	11052	1,99	8175	2,29	-19557	2,6	11314

Onda reflejada																	
1						2						3					
T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3
3,94	-3990	4,12	9483	4,38	-13932	3,93	-4252	4,14	9875	4,4	-15240	3,9	-3859	4,11	10398	4,35	-15240
3,9	-3598	4,13	9483	4,37	-13932	3,93	-4252	4,15	9875	4,4	-15109	3,95	-3859	4,16	10006	4,4	-13539



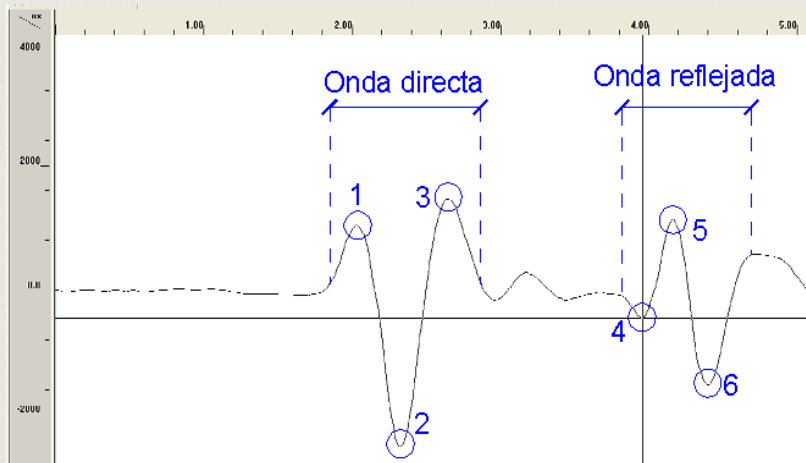
1C1						
		CARA A	CARA B	TESTAS	PROMEDIO CARAS	
		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Desv
DIRECTA	t1	2,00	1,99	1,97	1,99	0,02
	t2	2,29	2,29	2,26	2,28	0,02
	t3	2,60	2,60	2,57	2,59	0,02

1C1						
		CARA A	CARA B	TESTAS	PROMEDIO CARAS	
		Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Desv
DIRECTA	t1	8087,33	7738,67	8175,00	8000,33	230,81
	t2	-19905,33	-18772,00	-19949,00	-19542,11	667,29
	t3	12578,67	10965,00	11772,00	11771,89	806,83

4. Georradar

DATOS DE GEORRADAR - SESIÓN 2 - CURADO 1

1C1	Onda directa																	
	1						2						3					
	T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3
CARA A	2	8044	2,29	-19033	2,6	11968	2	8305	2,3	-20734	2,6	13015	2	7913	2,29	-19949	2,6	12753
CARA B	1,98	7259	2,28	-18118	2,6	10529	1,99	7782	2,29	-18641	2,6	11052	1,99	8175	2,29	-19557	2,6	11314
	Onda reflejada																	
	1						2						3					
	T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3	T1	A1	T2	A2	T3	A3
	3,94	-3990	4,12	9483	4,38	-13932	3,93	-4252	4,14	9875	4,4	-15240	3,9	-3859	4,11	10398	4,35	-15240
	3,9	-3598	4,13	9483	4,37	-13932	3,93	-4252	4,15	9875	4,4	-15109	3,95	-3859	4,16	10006	4,4	-13539



		1C1			
		CARA A	CARA B	PROMEDIO CARAS	
REFLEJADA		Promedio	Promedio	Promedio	Desv
	t1	3,92	3,93	3,93	0,00
	t2	4,12	4,15	4,14	0,02
	t3	4,38	4,39	4,38	0,01

		1C1			
		CARA A	CARA B	PROMEDIO CARAS	
REFLEJADA		Promedio	Promedio	Promedio	Desv
	t1	-4033,67	-3903,00	-3968,33	92,40
	t2	9918,67	9788,00	9853,33	92,40
	t3	-14804,00	-14193,33	-14498,67	431,81

C1-SESIÓN 2	PROMEDIO	Desv	C2- SESIÓN 2	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
t1	1,98	0,01	t1	1,97	0,01
t2	2,27	0,01	t2	2,30	0,01
t3	2,58	0,01	t3	2,65	0,01
REFLEJADA			REFLEJADA		
t1	3,93	0,01	t1	4,10	0,01
t2	4,14	0,01	t2	4,34	0,01
t3	4,39	0,01	t3	4,60	0,02
C1-SESIÓN 3	PROMEDIO	Desv	C2-SESIÓN 3	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
t1	1,97	0,00	t1	1,96	0,01
t2	2,27	0,01	t2	2,28	0,01
t3	2,60	0,09	t3	2,64	0,00
REFLEJADA			REFLEJADA		
t1	3,80	0,06	t1	4,09	0,02
t2	4,03	0,01	t2	4,33	0,02
t3	4,27	0,01	t3	4,58	0,01
C1-SESIÓN 4	PROMEDIO	Desv	C2-SESIÓN 4	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
t1	1,95	0,00	t1	1,95	0,00
t2	2,28	0,00	t2	2,28	0,00
t3	2,63	0,00	t3	2,63	0,00
REFLEJADA			REFLEJADA		
t1	4,10	0,01	t1	4,10	0,01
t2	4,33	0,00	t2	4,33	0,00
t3	4,59	0,00	t3	4,59	0,00
C1-SESIÓN 5	PROMEDIO	Desv	C2-SESIÓN 5	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
t1	1,99	0,00	t1	1,96	0,01
t2	2,28	0,00	t2	2,29	0,00
t3	2,59	0,00	t3	2,65	0,00
REFLEJADA			REFLEJADA		
t1	3,80	0,00	t1	0,01	0,01
t2	4,00	0,00	t2	0,01	0,01
t3	4,23	0,01	t3	0,01	0,01

C1-SESIÓN 2	PROMEDIO	Desv	C2- SESIÓN 2	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
A1	7976,67	76,68	A1	5065,93	16,10
A2	-19405,93	135,67	A2	-14367,79	103,32
A3	11559,35	237,82	A3	8543,53	103,34
REFLEJADA			REFLEJADA		
A1	-3750,37	209,85	A1	-1853,50	106,74
A2	9428,29	323,10	A2	3645,50	383,13
A3	-13692,00	641,58	A3	-5937,33	209,24
C1-SESIÓN 3	PROMEDIO	Desv	C2-SESIÓN 3	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
A1	8656,93	129,99	A1	5167,82	60,35
A2	-21480,70	49,82	A2	-14438,61	179,58
A3	13248,96	376,08	A3	8515,34	77,25
REFLEJADA			REFLEJADA		
A1	-4110,04	239,04	A1	-2108,13	97,86
A2	13303,54	599,03	A2	4680,71	285,82
A3	-20129,71	911,82	A3	-6748,46	292,36
C1-SESIÓN 4	PROMEDIO	Desv	C2-SESIÓN 4	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
A1	8656,93	129,99	A1	5309,50	25,99
A2	-21480,70	49,82	A2	-14286,03	200,14
A3	13248,96	376,08	A3	8547,09	75,08
REFLEJADA			REFLEJADA		
A1	-4110,04	239,04	A1	-1957,09	48,29
A2	13303,54	599,03	A2	4762,75	255,77
A3	-20129,71	911,82	A3	-6842,84	226,32
C1-SESIÓN 5	PROMEDIO	Desv	C2-SESIÓN 5	PROMEDIO	Desv
DIRECTA			DIRECTA		
A1	8975,43	67,59	A1	5283,44	32,12
A2	-22478,14	178,80	A2	-14694,82	136,53
A3	14356,22	524,72	A3	8836,06	65,63
REFLEJADA			REFLEJADA		
A1	-4521,42	325,10	A1	-2180,96	56,10
A2	16974,58	357,87	A2	5045,96	165,48
A3	-25633,88	701,59	A3	-7293,25	247,63

PROMEDIO DE AMPLITUD DE LAS PROBETAS DEL CURADO 1 DE LA SESIÓN 2

		1C1	2C1	3C1	4C1	PROMEDIO	Desv
DIRECTA	t1	1,99	1,98	1,98	1,96	1,98	0,01
	t2	2,28	2,28	2,28	2,25	2,27	0,01
	t3	2,59	2,59	2,59	2,56	2,58	0,01

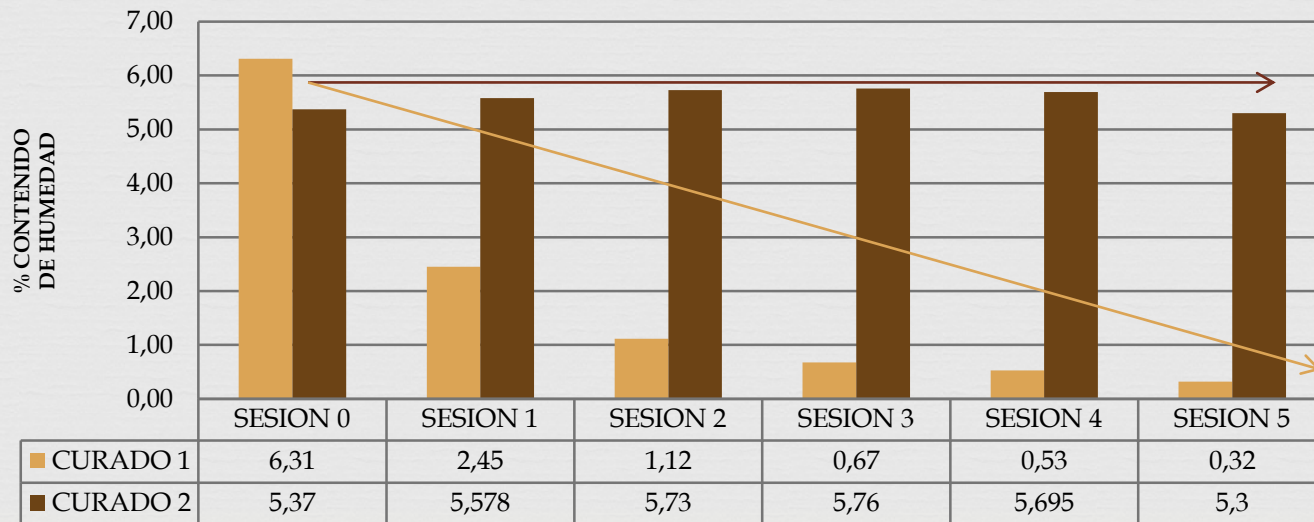
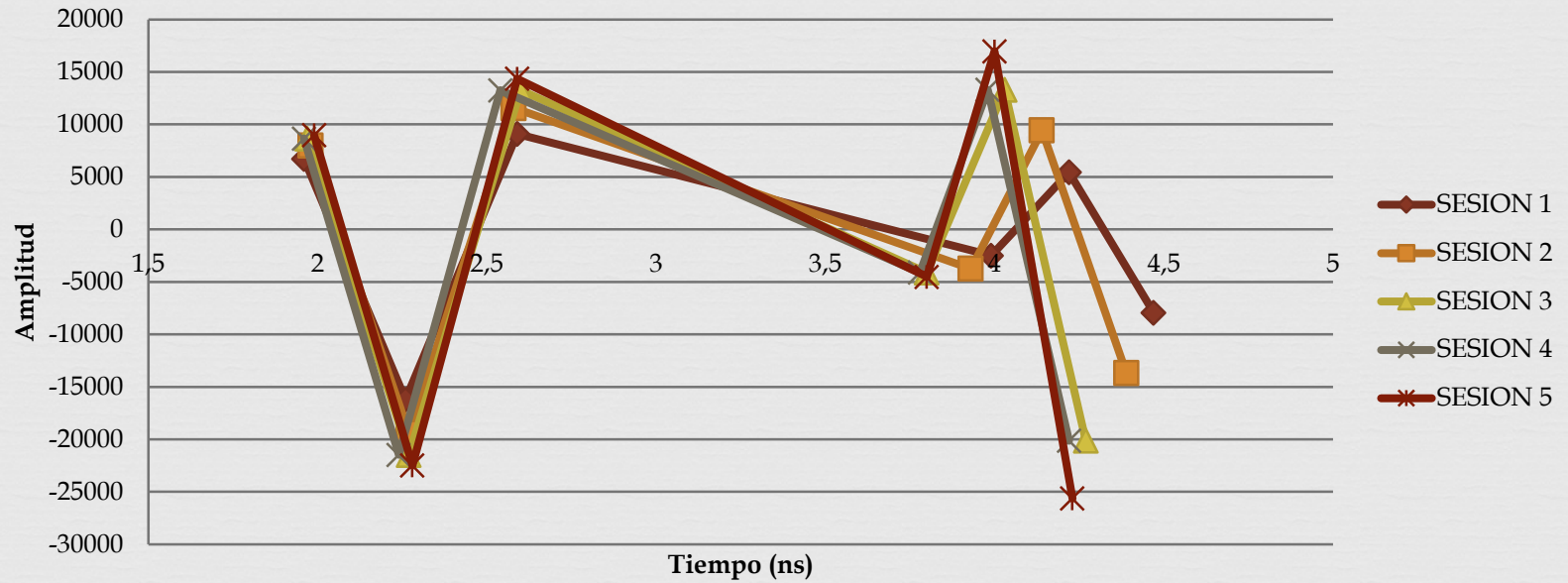
REFLEJADA	t1	3,93	3,92	3,93	3,94	3,93	0,01
	t2	4,14	4,13	4,14	4,15	4,14	0,01
	t3	4,38	4,38	4,38	4,40	4,39	0,01

		1C1	2C1	3C1	4C1	PROMEDIO	Desv
DIRECTA	A1	8000,33	7898,67	8072,83	7934,83	7976,67	76,68
	A2	-19542,11	-19360,44	-19484,06	-19237,11	-19405,93	135,67
	A3	11771,89	11517,44	11706,61	11241,44	11559,35	237,82

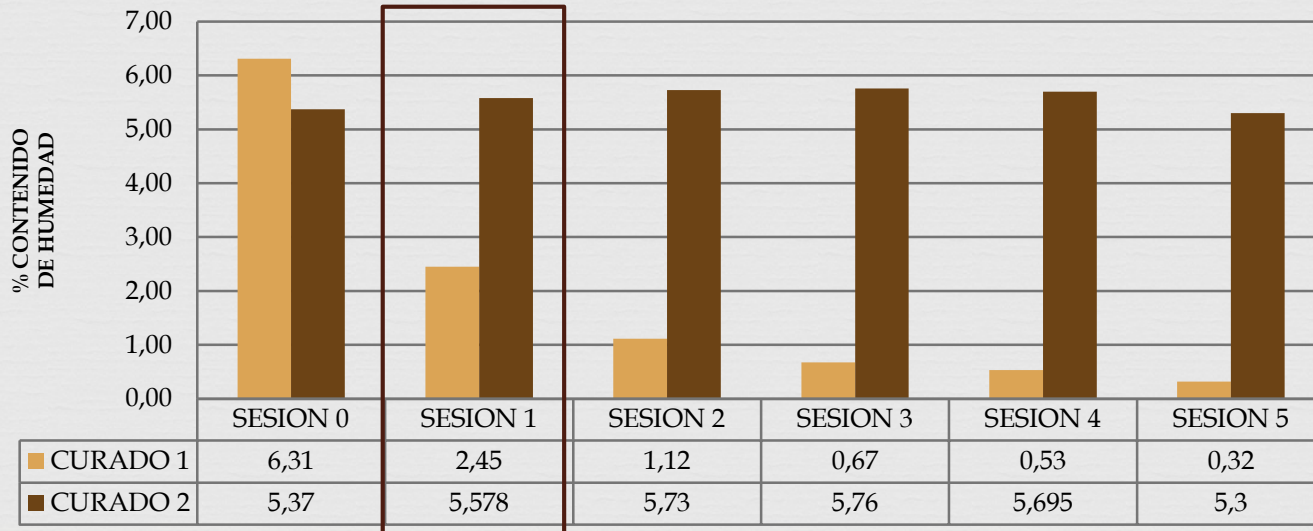
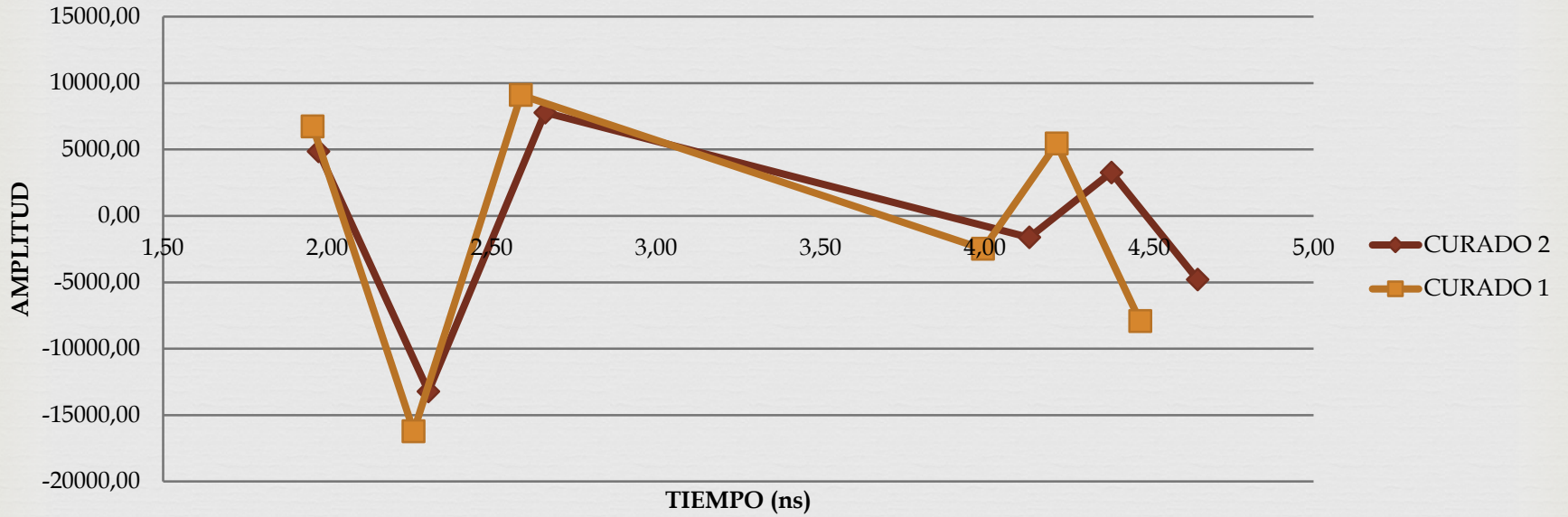
REFLEJADA	A1	-3968,33	-3488,83	-3859,50	-3684,83	-3750,37	209,85
	A2	9853,33	9068,50	9374,00	9417,33	9428,29	323,10
	A3	-14498,67	-13910,00	-13256,00	-13103,33	-13692,00	641,58

			SESION 1		SESION 2		SESION 3	
			TIEMPO	AMPLITUD	TIEMPO	AMPLITUD	TIEMPO	AMPLITUD
CURADO 1	DIRECTA	Posición 1	1,96	6720,11	1,98	7976,67	1,97	8656,93
		Posicion 2	2,26	-16219,22	2,27	-19405,93	2,27	-21480,7
		Posicion 3	2,59	9095,64	2,58	11559,35	2,6	13248,96
	REFLEJADA	Posición 1	3,99	-2488,5	3,93	-3750,37	3,8	-4110,04
		Posicion 2	4,22	5441,55	4,14	9428,29	4,03	13303,54
		Posicion 3	4,47	-7933,54	4,39	-13692	4,27	-20129,71
CURADO 2	DIRECTA	Posición 1	1,97	4859,6	1,97	5065,93	1,96	5167,82
		Posicion 2	2,31	-13208,81	2,3	-14367,79	2,28	-14438,61
		Posicion 3	2,66	7777,86	2,65	8543,53	2,64	8515,34
	REFLEJADA	Posición 1	4,14	-1620,63	4,1	-1853,5	4,09	-2108,13
		Posicion 2	4,39	3268,79	4,34	3645,5	4,33	4680,71
		Posición 3	4,65	-4794,62	4,6	-5937,33	4,58	-6748,46
			SESION 4		SESION 5			
			TIEMPO	AMPLITUD	TIEMPO	AMPLITUD		
CURADO 1	DIRECTA	Posición 1	1,96	8810,71	1,99	8975,43		
		Posicion 2	2,24	-21880,31	2,28	-22478,14		
		Posicion 3	2,54	14004,83	2,59	14356,22		
	REFLEJADA	Posición 1	3,78	-4388,08	3,8	-4521,42		
		Posicion 2	3,98	15303,83	4	16974,58		
		Posicion 3	4,22	-23470,17	4,23	-25633,88		
CURADO 2	DIRECTA	Posición 1	1,95	5309,5	1,96	5283,44		
		Posicion 2	2,28	-14286,03	2,29	-14694,82		
		Posicion 3	2,63	8547,09	2,65	8836,06		
	REFLEJADA	Posición 1	4,1	-1957,09	4,09	-2180,96		
		Posicion 2	4,33	4762,75	4,32	5045,96		
		Posición 3	4,59	-6842,84	4,58	-7293,25		

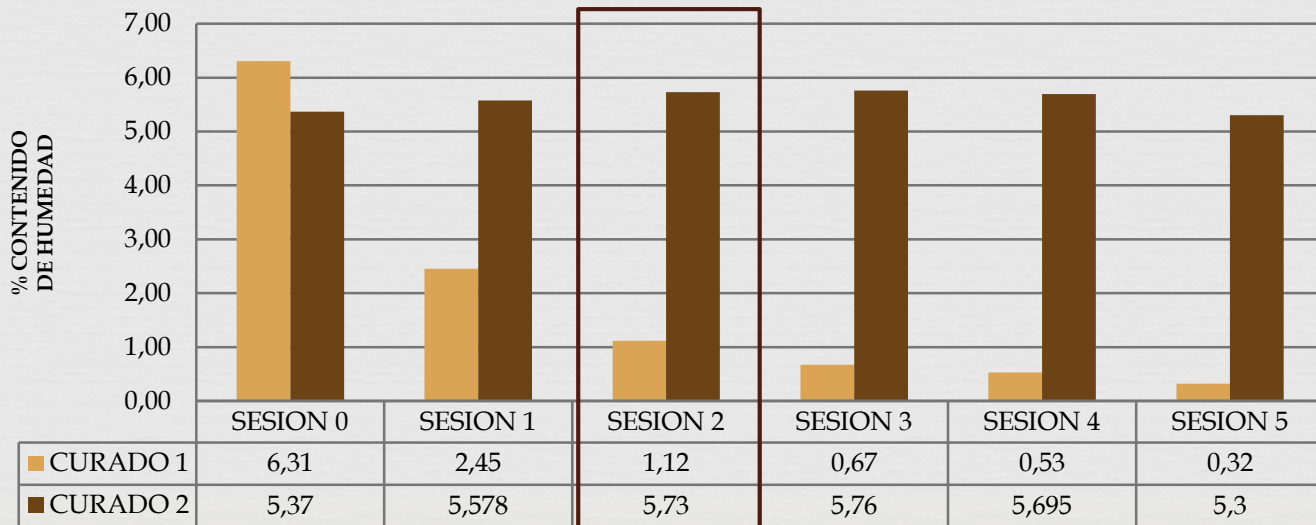
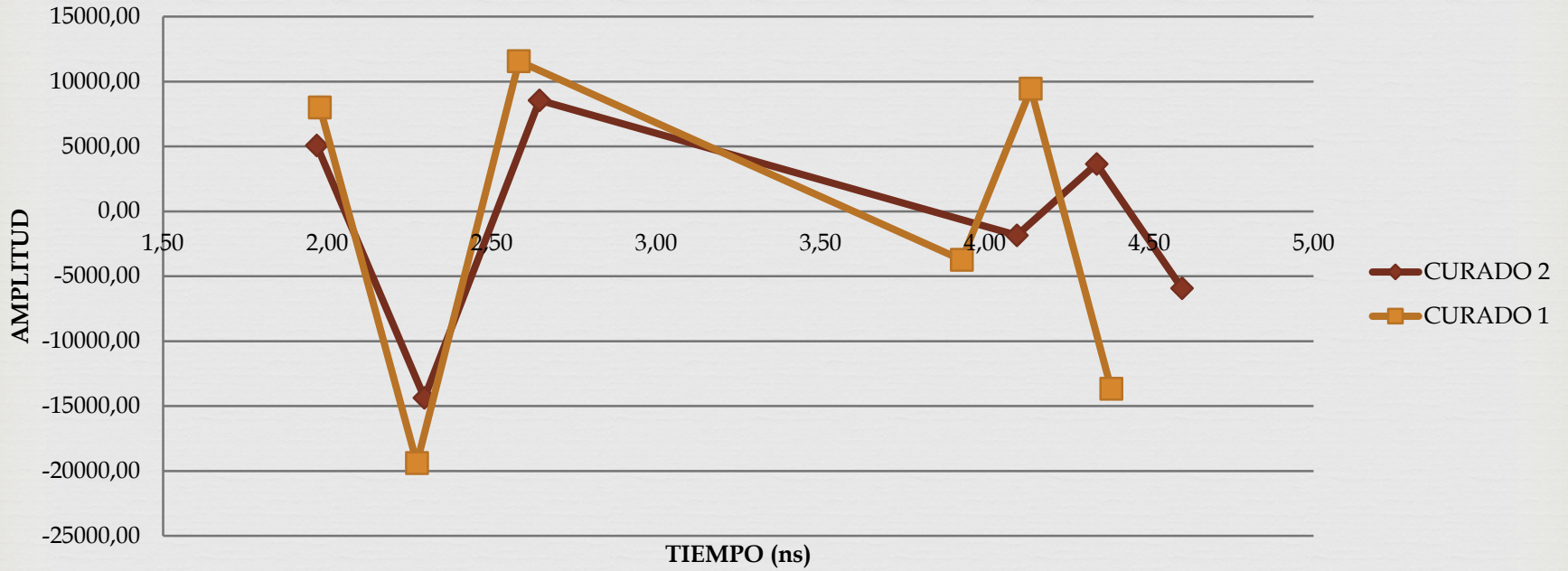
Evolución curado 1



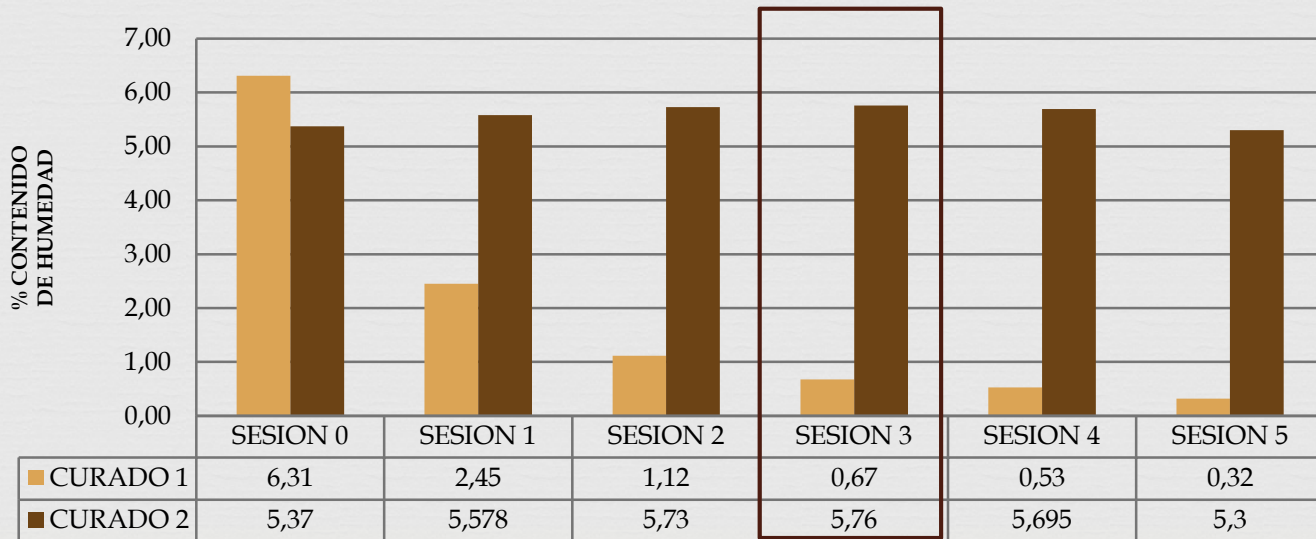
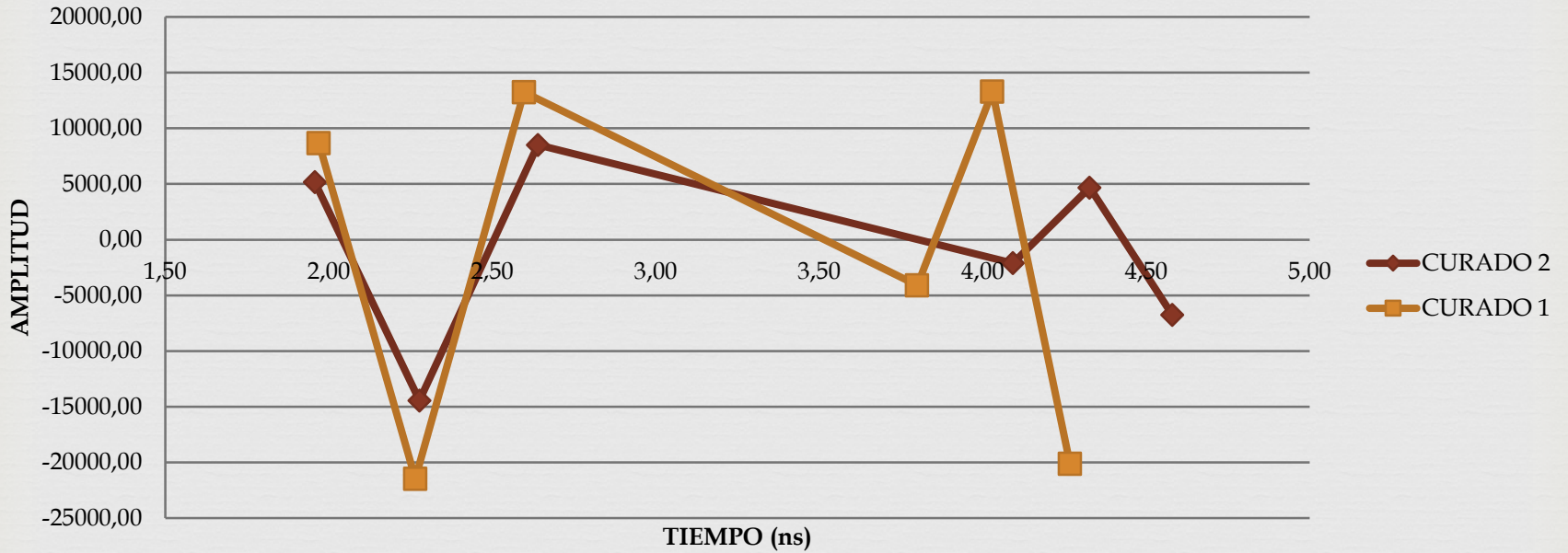
SESIÓN 1



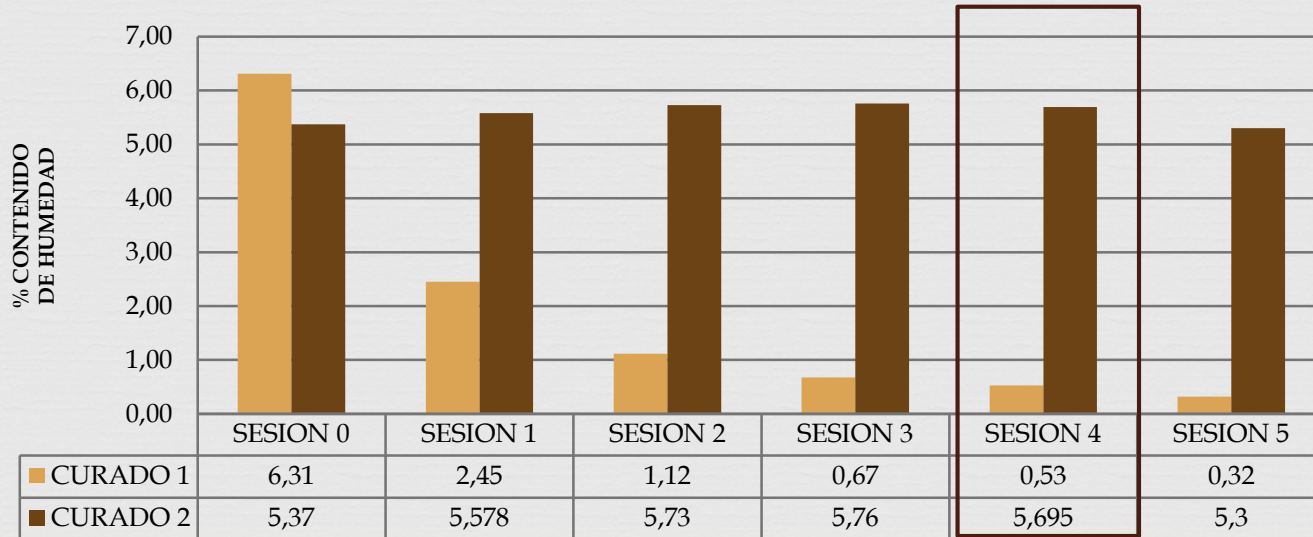
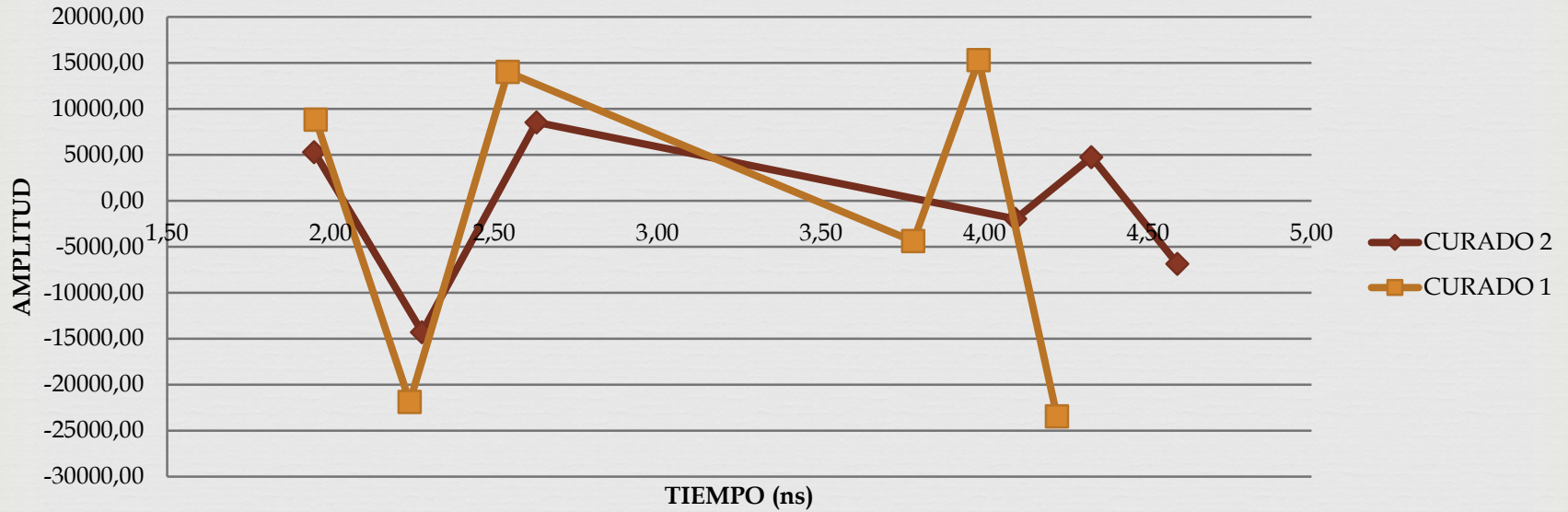
SESIÓN 2



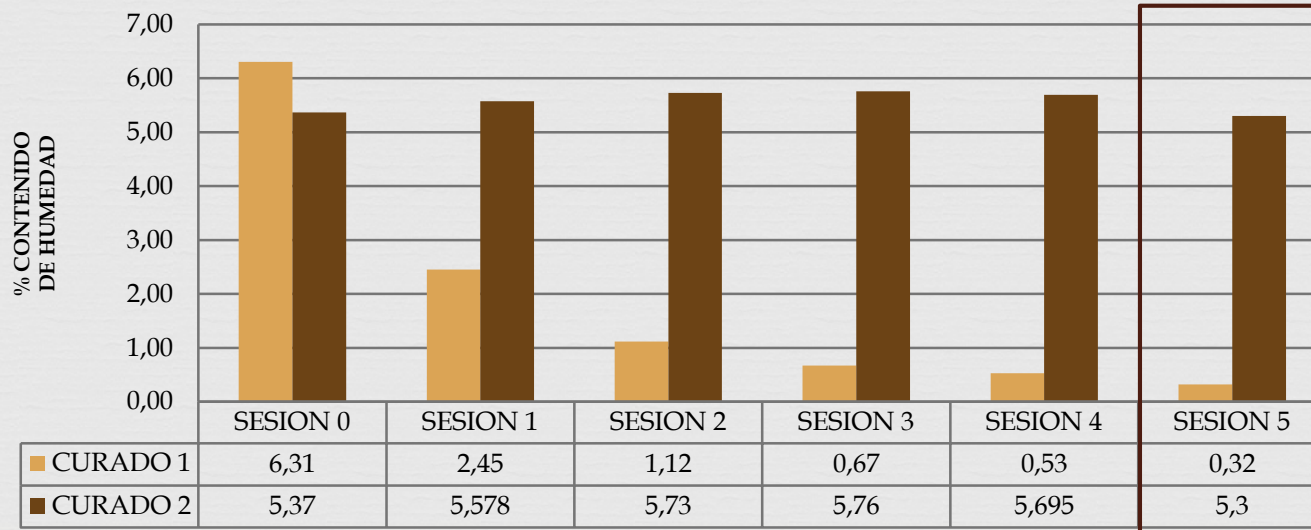
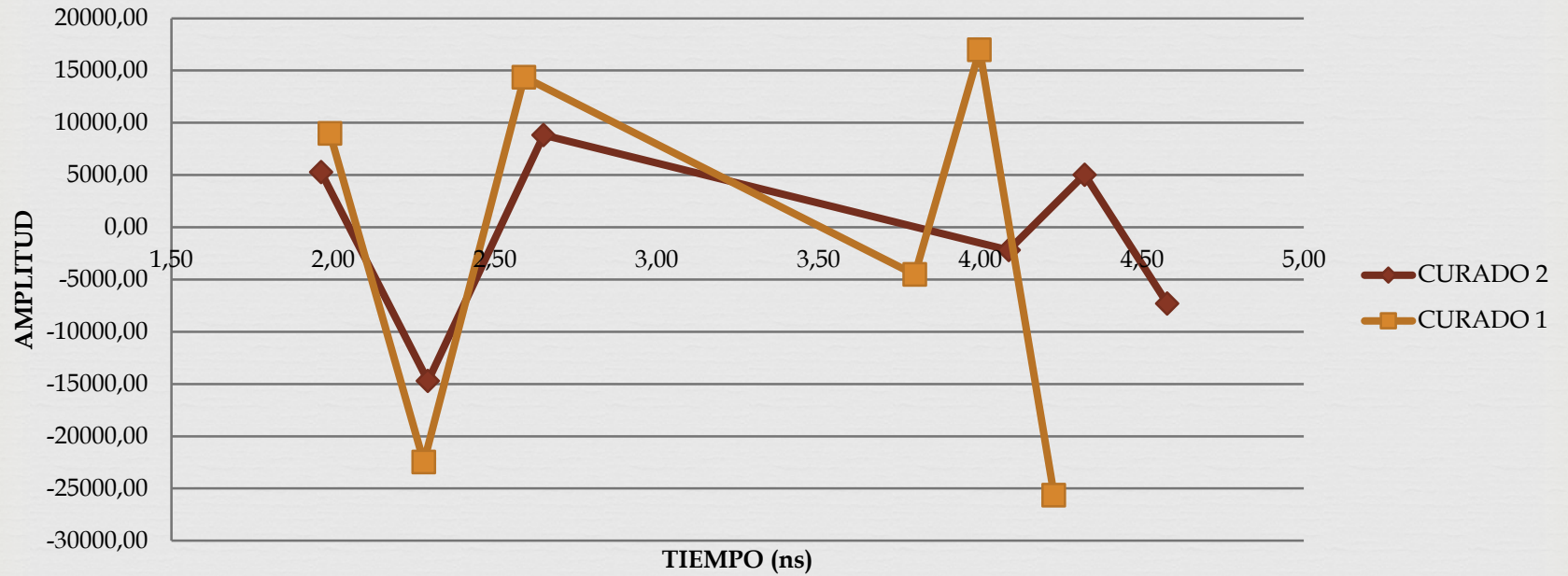
SESIÓN 3



SESIÓN 4



SESIÓN 5



4. Ultrasonidos

- 3 valores de tiempo en cada punto de la probeta.
- 3 puntos transversales y uno longitudinal en la probeta.

SESIÓN 1: A 7 DÍAS		
	Long	Trans
C1	4310	4070
C2	4410	4210

SESIÓN 2: A 28 DÍAS		
	Long	Trans
C1	4220	4030
C2	4430	4140

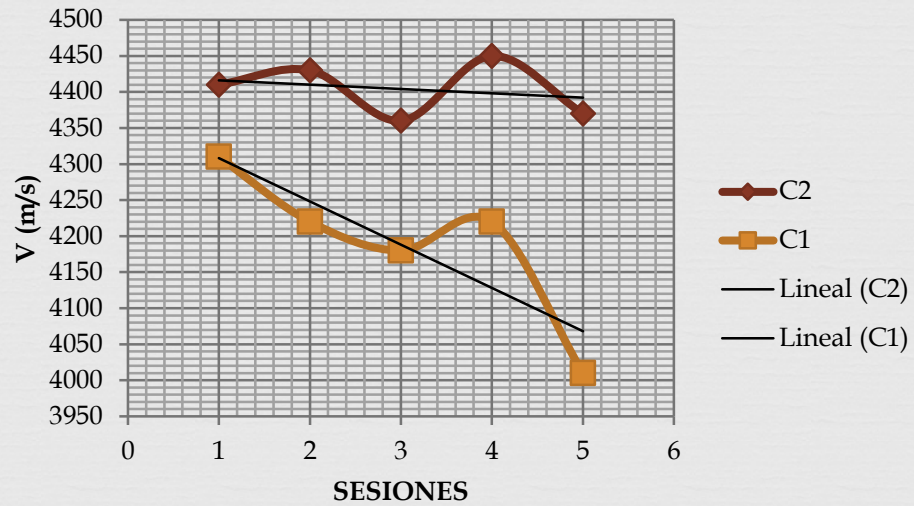
SESIÓN 3: A 56 DÍAS		
	Long	Trans
C1	4180	3910
C2	4360	4100

SESIÓN 4: A 70 DÍAS		
	Long	Trans
C1	4220	3980
C2	4450	4090

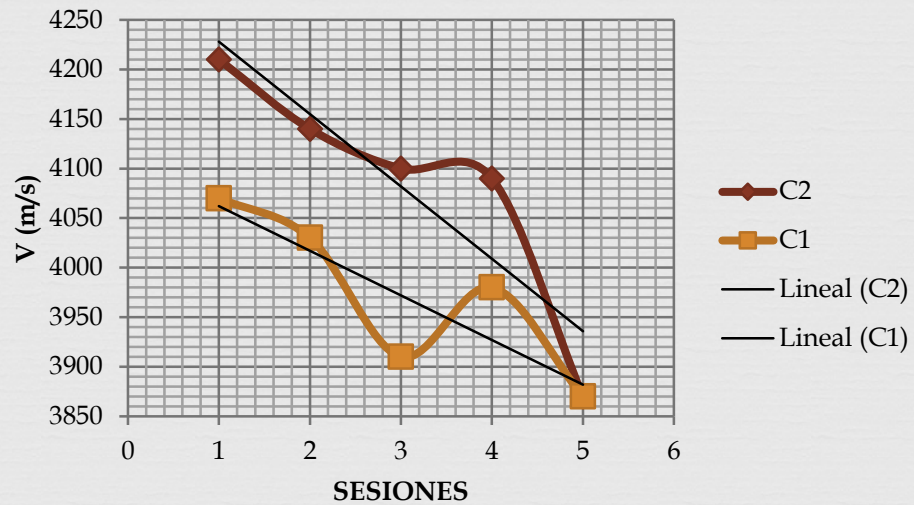
SESIÓN 5: A 90 DÍAS		
	Long	Trans
C1	4010	3870
C2	4370	3870

Longitudinales:

-Mayor fiabilidad
que transversales



Transversales:



8. CONCLUSIONES



	Georradar	Ultrasonidos
Rapidez de obtención datos		
Rapidez de procesado de datos		
Visualización de resultados		
Precisión de resultados		