



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES  
**USO DEL MARTILLO DIGITAL PARA  
CONCRETO (marca CONTROLS – Modelo 58-  
C0181/DGT)**

**PROCEDIMIENTO DE  
OPERACIÓN NORMADO  
ESPECIFICO**  
**P-DCF-ECE-ING-21**

VERSIÓN: 02

Rige desde: 07/11/2023

PAGINA: 1 de **12**

**Elaborado o modificado por:**

**Revisado por Líder Técnico:**

**Ing. Marco Vinicio Rodríguez Aragón**  
Perito Judicial 2  
Sección de Ingeniería Forense

**Ing. Adolfo Rodríguez Loría**  
Jefatura, Sección de Ingeniería Forense

**Visto Bueno Encargado de Calidad:**

**Aprobado por:**

**Ing. Harley Chacón Núñez**  
Encargada de Calidad de la Sección de  
Ingeniería Forense

**Ing. Adolfo Rodríguez Loría**  
Jefatura, Sección de Ingeniería Forense

**CONTROL DE CAMBIOS A LA DOCUMENTACIÓN**

<b>Versión</b>	<b>Fecha de Aprobación</b>	<b>Fecha de Revisión</b>	<b>Descripción del Cambio</b>	<b>SCD</b>	<b>Solicitado por</b>
01	22/02/2021	07/11/2023	Versión inicial del procedimiento	002-SCD-ING-2021	ARL
02	07/11/2023		Mejora en criterio de toma de lecturas producto de verificación de calidad	015-SCD-ING-2023	ARL

**ESTE PROCEDIMIENTO ES UN DOCUMENTO CONFIDENCIAL  
PARA USO INTERNO DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES  
SE PROHÍBE CUALQUIER REPRODUCCIÓN QUE NO SEA PARA ESTE FIN**

**La versión oficial digital es la que se mantiene en la ubicación que la Unidad de Gestión de Calidad defina. La versión oficial impresa es la que se encuentra en la Unidad de Gestión de Calidad. Cualquier otro documento impreso o digital será considerado como copia no controlada .**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 2 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

## 1 Objetivo:

Establecer el uso correcto del martillo digital para concreto, marca CONTROLS, modelo 58-C0181/DGT; utilizado en las pericias que ofrece la Sección de Ingeniería Forense (ING), del Departamento de Ciencias Forenses (DCF), del Organismo de Investigación Judicial (OIJ).

## 2 Alcance:

Este procedimiento de operación normado será utilizado para la medición de la resistencia del concreto y del mortero de una forma no destructiva, en estructuras de concreto y/o concreto armado. Es de acatamiento obligatorio para todo el personal competente y autorizado para realizar análisis de índole de ingeniería civil.

## 3 Referencias:

Manual del instrucción del martillo digital para la resistencia del concreto, marca CONTROLS, modelo 58-C0181/DGT.

## 4 Equipos y Materiales:

Anteojos de protección personal  
Cable para fuente de alimentación y conexión a USB a PC  
Cargador de batería de voltaje múltiple / frecuencia  
Formulario de chequeo  
Formulario pericial tipo  
Guantes de cuero de protección personal  
Hoja de cálculo  
Martillo digital para concreto marca CONTROLS, modelo 58-C0181/DGT  
Piedra abrasiva o de moler

## 5 Reactivos y Materiales de Referencia:

N/A

## 6 Condiciones Ambientales:

N/A

## 7 Procedimiento:

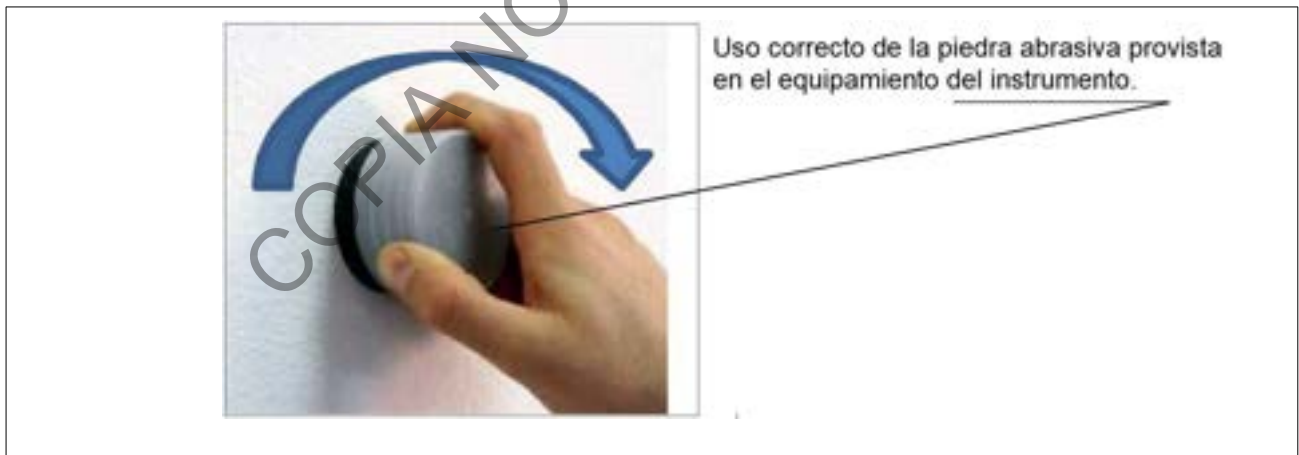
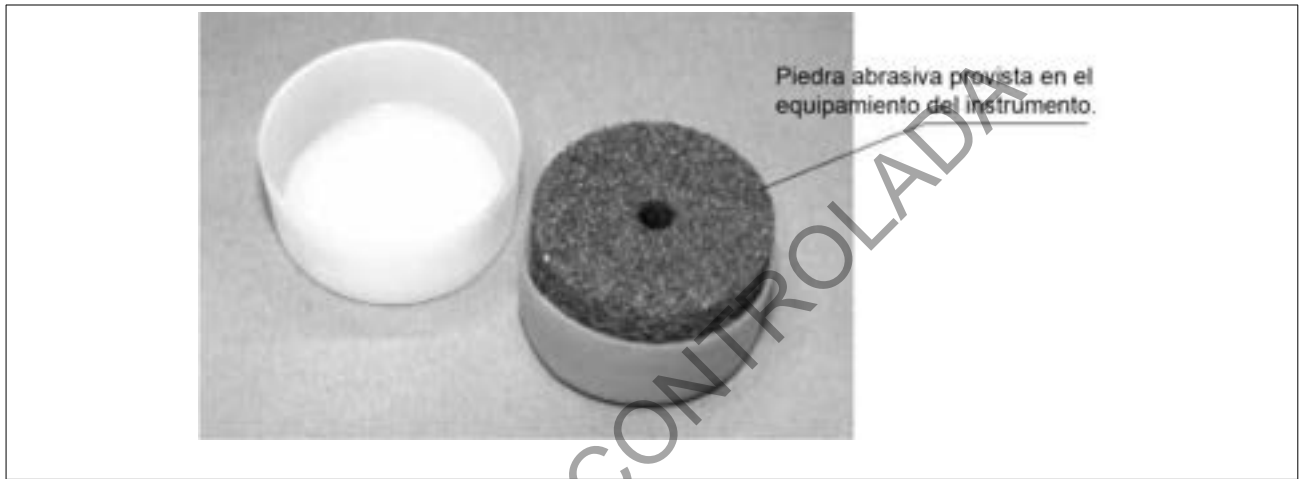
**7.1** Verificar antes de proceder al encendido que el equipo no presente ninguna anomalía como golpes, rayones o falta de equipamientos o accesorios como los mencionados en el ítem 4 de este procedimiento.

**Nota No 01:** Si por alguna razón al inicializar el equipo, la pantalla no enciende, contactar al proveedor autorizado, no realice ningún tipo de mantenimiento sin la autorización del proveedor o capacitación recibida.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 3 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

**7.2** En caso de haber pintura o repello en las superficies a analizar, elimine totalmente en un cuadrado de 15 cm de lado en el lugar escogido para la toma de muestra, con el fin de garantizar realizar la medición de la resistencia real del concreto y no la del mortero de repello que se utilizó en el elemento estructural.

**7.3** Limpie la superficie de concreto con la piedra abrasiva, con el fin de eliminar posibles asperezas e irregularidades sobre el concreto, dejando una superficie plana y limpia.



**7.4** Encienda el instrumento a través del interruptor ON / OFF en el panel lateral (botón negro).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 4 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

**7.4.1** Presione el botón negro mencionado anteriormente durante un segundo.



**7.4.2** Verifique en la pantalla la siguiente información: logotipo de CONTROLS y la versión del firmware del dispositivo.



**7.4.3** Después de uno a tres segundos visualice el MENÚ PRINCIPAL, donde se puede seleccionar algunas de las siguientes opciones:

- **UNIT** (Unidad)
- **STRENGTH** (Fuerza)
- **STANDARD** (Estándar)
- **TEST** (Prueba)
- **MEMORY** (Memoria)
- **SERVICE** (Servicio)
- **SETTINGS** (Ajustes)

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 5 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	



**7.4.4** Verifique la configuración del instrumento en el menú principal con base en el siguiente cuadro:

MENÚ	VALORES A SELECCIONAR
<b>UNIDAD</b> (Unit)	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>FUERZA</b> (Strength) / <b>MENÚ DE CURVAS DE CONVERSIÓN</b> (Conversion curve)	<i>Portland</i>
<b>FUERZA</b> (Strength) / <b>MENÚ FACTOR SEGÚN LA FORMA DE MUESTRA</b> (Specimen shape factor)	Utiliza alguno con el factor 1, ( <i>Cube 150 o Core 150x150</i> )
<b>FUERZA</b> (Strength) / <b>MENÚ DE FACTOR DE EDAD</b> (Age factor menu)	<b>Ver Tabla N.º 01 en Anexos</b>
<b>FUERZA</b> (Strength) / <b>FACTOR DE CORRECCIÓN</b> (Correction factor)	1
<b>ESTÁNDAR</b> (Standard menu) / <b>USER</b> (Usuario) / <b>CÁLCULO</b> (Calculation)	<b>MEDIA</b> (Mean)
<b>ESTÁNDAR</b> (Standard menu) / <b>USER</b> (Usuario) / <b>NÚMERO DE LECTURAS</b> (Numer of readings)	<b>Como mínimo 10 rebotes por prueba</b>
<b>ESTÁNDAR</b> (Standard menu)	ASTH C805

**Nota No 02:** Leer manual de instrucciones del equipo para ajustar los parámetros antes mencionados.

## 7.5 Operación del equipo

**7.5.1** En el MENÚ PRINCIPAL seleccione la opción PRUEBA (Test) y presione ENT.

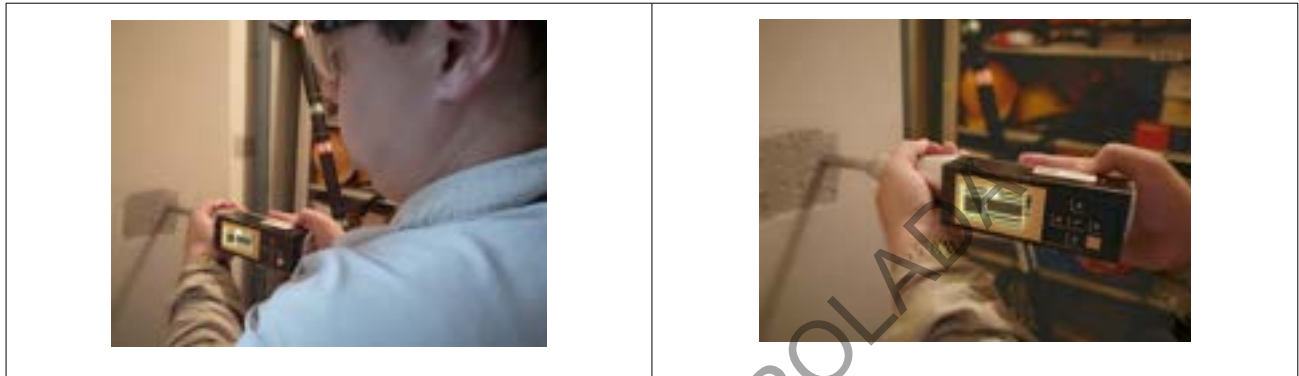
**7.5.2** Luego, seleccione la opción SET OF MEASUREMENTS (conjunto de mediciones).

**7.5.3** Posteriormente, presione ENT hasta que aparezca el mensaje LISTO (Ready) en la pantalla.

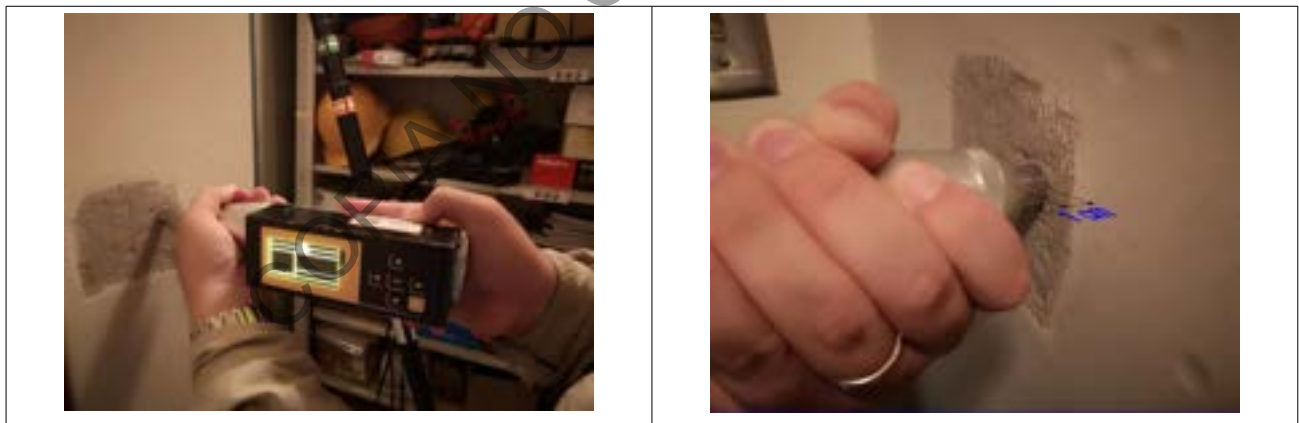
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 6 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

**7.5.4** Coloque la varilla del martillo en la zona seleccionada, de forma ortogonal sobre la superficie. La herramienta está equipada con un clinómetro que detecta su inclinación.

**Nota No 03:** Al sostener el equipo, es importante tomarlo de tal manera que los dedos no toquen el teclado al momento de realizar la prueba.



**7.5.5** Presione el martillo de forma continua y uniforme contra la superficie para comprimir la varilla, hasta llegar a un punto que sólo se observe alrededor de un centímetro de recorrido de la varilla. Mantenerse en esa posición alrededor de dos segundos.

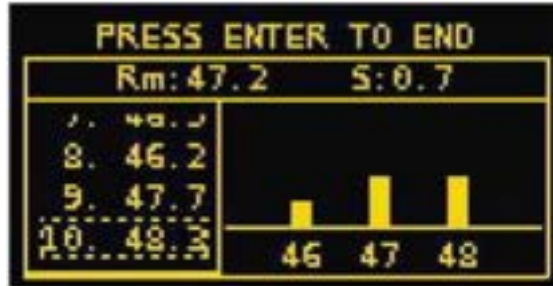


**7.5.6** Después de esperar los dos 2 segundos mencionados en el paso anterior, presione el martillo completamente contra la superficie de prueba, hasta llegar al final del golpe de la varilla.

**Nota No 04:** Para aumentar la presión, empuje el instrumento de la parte posterior, como se indicó anteriormente, teniendo presente no presionar los botones del teclado.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 7 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

**7.5.7** Después del golpe, retraiga el martillo de forma leve hasta que la varilla esté completamente extraída, y se escuche un sonido "track", mostrándose en la pantalla el resultado de la prueba.



**7.5.8** Repita este procedimiento nueve veces más, ya que el instrumento fue calibrado para 10 golpes. Aguarde un tiempo prudencial del al menos 5 segundos entre una prueba y otra.



*Prueba individual*


*Conjunto de medidas*

**7.5.9** Al finalizar las pruebas, presione ENT, luego seleccione guardar la prueba y seleccione YES, seguido de ENT.

**7.5.10** Revisar si las prueba quedó debidamente guardada, para esto debe ir a **MEMORY** (Memoria), presionar **ENT**, con las flechas seleccionar la prueba que desea visualizar, presionar **ENT**, seleccionar **VIEW** (Ver), presionar **ENT**, y se desplegará el resultado de la prueba y los parametros que se le asignaron.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 8 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

### 8 Criterios de Aceptación o Rechazo de Resultados:

No.	Criterio de Aceptación	Valor Límite	Corrección Aplicable
1	Verificación de equipo	En caso de que la prueba no indique "OK" en su lugar indique "FALLIDA", se debe repetir el análisis nuevamente, si el resultado es el mismo por más de cinco pruebas, no deben realizarse más lecturas con el equipo y debe enviarse a revisión.	Comunicación al Jefe de Sección (valorar un posible trabajo no conforme)
2	Valores de medición del equipo	Debido a que el equipo es apto para realizar lecturas de 20 a 85 R para el valor de rebote del concreto, cualquier dato dentro de este rango será anotado en el formulario de trabajo "Formulario de Inspección Tipo ?", y tomado como válido.	Comunicación al Jefe de Sección (valorar un posible trabajo no conforme)
3	Chequeo del equipo	<p>Se establece que antes de asistir a una pericia, el equipo debe chequearse para corroborar que los datos estén dentro del 10% de un resultado ya conocido.</p> <p>En este caso se utilizará la base de la Máquina Universal de Ensayos, lo cual se conoce el número de rebotes (66), ver hoja excel con el nombre "Prueba de Rebotes N.º 01."</p>  <p>En caso de que la prueba sea mayor o menor al 10%, se indicara que el chequeo falló y se debe repetir nuevamente la prueba, si esta vuelve a fallar, se debe enviarse a revisión.</p>	Comunicación al Jefe de Sección (valorar un posible trabajo no conforme)



**9 Cálculos y evaluación de la incertidumbre:**

9.1 Evaluación de la Incertidumbre

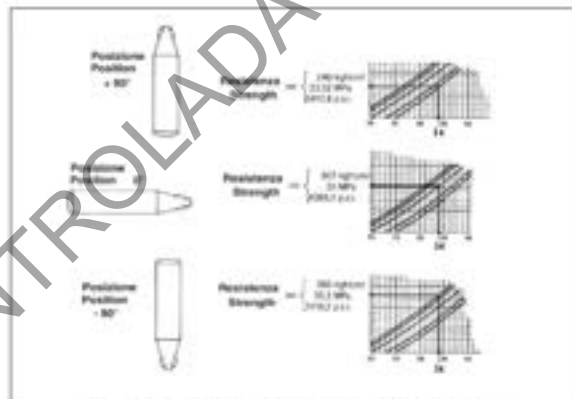
Análisis de la incertidumbre relacionada con la medición de la resistencia del concreto y del mortero de una forma no destructiva.

ORGANISMO DE INVESTIGACION JUDICIAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES  
SECCIÓN DE INGENIERÍA FORENSE

---

CÁLCULO Y EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DEL USO DEL ESCLERÓMETRO DIGITAL (Marca CONTROLS - Modelo 58-C0181/DGT)  
Código: H-DCF-ECT-ING-03 (versión 01)

Parámetros curva de conversión Portland				
Formula	$f(x) = -0.000209 \cdot x^3 + 0.34254 \cdot x^2 + 0.061573 \cdot x - 3.376706$			
Datos	A	B	C	D
Coefficiente Portland	-0.000209	0.34254	0.061573	-3.376706
Ingreso N° de golpes	55			
Factor edad (días)	factor tiempo			
800	0,70			
Validación $f' \cdot \pm 90'$	702	Kg/cm <sup>2</sup>		
Resultado con Factor edad	492	Kg/cm <sup>2</sup>		



Fuente: manual Esclerómetro de homigenos modelo 58-C0181 N.pag. 3

notas:

- 1) Esclerómetro de homigenos modelo 58-C0181 N
- 2) conversión de unidades se utiliza \* 10,2
- 3) Las curvas se refieren a homigenos confeccionados con cemento Portland, arena y agregado de buena calidad. Edad del hormigón de 14 a 56 días. Superficie seca y seca.
- 4) La relación utilizada para determinar la estimación de la resistencia a la compresión es la siguiente:  
 $R_c = A \cdot f^{1.16} + B \cdot f^{1.2} + C \cdot f^{1.3} + D$   
 donde:  
 R<sub>c</sub> = es el valor estimado de la resistencia a la compresión.  
 f = es el índice de rebote medido.  
 A, B, C y D = son coeficientes empíricos (para coeficientes para la curva PORTLAND no puede ser modificada).

R	14-56 days				7 days							
	W <sub>10%</sub>	W <sub>50%</sub>	W <sub>90%</sub>	W <sub>95%</sub>	W <sub>10%</sub>	W <sub>50%</sub>	W <sub>90%</sub>	W <sub>95%</sub>				
20	131	69	1440	84	83	370	121	119	1720	74	79	1950
21	113	111	1610	64	63	910	132	129	1880	89	81	1980
22	136	124	1790	75	74	1070	146	142	2060	94	92	1340
23	139	130	1980	86	84	1220	157	154	2230	104	102	1480
24	152	143	2160	98	96	1390	169	166	2400	115	113	1640
25	166	163	2360	110	108	1560	183	180	2500	127	125	1810
26	180	177	2560	122	120	1740	196	192	2790	138	135	1980
27	195	191	2770	135	132	1920	210	206	2990	150	147	2130
28	210	204	2990	149	146	2100	225	221	3200	164	161	2300
29	225	217	3200	163	160	2290	239	234	3400	177	174	2500
30	241	233	3430	178	175	2500	254	249	3610	191	187	2700
31	257	247	3680	193	189	2750	269	264	3830	205	201	2900
32	274	263	3950	209	205	2970	285	279	4060	220	216	3130
33	291	278	4140	225	221	3200	300	294	4270	234	230	3330
34	307	301	4370	240	236	3410	315	309	4480	248	243	3530
35	324	316	4610	256	251	3640	331	325	4710	263	259	3740
36	342	333	4860	272	268	3890	348	341	4950	279	274	3970
37	360	350	5120	289	284	4120	365	358	5190	295	290	4200
38	377	370	5360	307	301	4370	381	374	5420	311	305	4430
39	395	387	5620	324	318	4610	398	390	5660	327	321	4650
40	413	403	5870	341	334	4850	415	408	5900	344	337	4890
41	432	421	6150	358	352	5110	434	426	6170	361	354	5130
42	450	441	6450	377	370	5390	451	442	6470	378	371	5390
43	469	462	6770	395	387	5670	470	461	6790	396	388	5670
44	488	479	7100	414	406	5980	488	479	7140	414	406	5980
45	507	497	7450	432	424	6300	507	497	7510	432	424	6300
46	526	516	7820	451	442	6640	526	516	7880	451	442	6640
47	546	535	8200	470	461	7000	546	535	8270	470	461	7000
48	565	554	8600	489	480	7390	565	554	8680	489	480	7390
49	584	573	9010	508	498	7800	584	573	9100	508	498	7800
50	604	592	9450	527	517	8230	604	592	9540	527	517	8230
51	623	611	9910	546	535	8700	623	611	10000	546	535	8700
52	643	631	10390	565	554	9200	643	631	10500	565	554	9200
53	663	650	10900	584	573	9710	663	650	11030	584	573	9710
54	683	670	11430	603	591	10240	683	670	11580	603	591	10240
55	703	689	12000	622	610	10800	703	689	12150	622	610	10800

Fuente: manual Esclerómetro de homigenos modelo 58-C0181 N.pag. 4

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 10 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

ORGANISMO DE INVESTIGACIÓN JUDICIAL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES SECCIÓN DE INGENIERÍA FORENSE														
CÁLCULO Y EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DEL USO DEL ESCLERÓMETRO DIGITAL (Marca CONTROLS - Modelo 58-C0181/DGT)														
Código: H-DCF-ECE-ING-03 (versión 01)														
7.3. Procedimiento alternativo de cálculo numérico para la combinación de incertidumbres														
Variables	Valores	GL	Incerteza	Máxima	Mínimo	MAXIMO	MINIMO	residual	residual2	Coefficiente	ID	IFI	(R2)2	GL(R2)2
Nº Efectos	88	3	0,095	25,183	24,615	487,005	486,175	3,47302	29,73724	0,000210154	0,0003	100,000	100,40	290,18
								SEMA	28,797248				SEMA	290,18
Tasa de éxito	0,5													
Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	182													
Incerteza estándar	5													
Incerteza expandida	11													
		GL	3											
		p	0,0543											
		k	2,00											

IFI: importancia de la fuente de incerteza  
(R2)2: Varianza multiplicada  
ID: la potencia de las densidad  
Coeficiente: (de sensibilidad)  
GL(R2)2: Contribución ponderada  
Derivación (número)      recortar no confundir  
No confundir el cálculo de incerteza cuando viene de una base datos estadísticas y cuando el resultado se obtiene de datos de campo (ej: número de ensayos)

## 10 Reporte de Análisis y Resultados:

A continuación, se presenta a modo de ejemplo la forma en la que se deben redactar los Resultados e Interpretaciones cuando se de respuesta mediante Dictamen Pericial:

10.1 Las pruebas realizadas en la losa de concreto, con más de 800 días de colado en sitio, establece en promedio que presenta una resistencia de 180 kg/cm<sup>2</sup>.

Se establece que para obtener un metro cúbico de concreto con una resistencia de un rango de entre 140 kg/cm<sup>2</sup> a 180 kg/cm<sup>2</sup>, es necesario una dosificación de 1 : 3 : 4, que significa que por cada cubo de 0.30 m x 0.30 m x 0.30 m o balde de 5 galones relleno de cemento, se deben agregar 3 cubos o baldes de arena y 4 de piedra, utilizando para el cálculo un 10% de agua.

De los datos anteriores, se interpreta que para obtener una mezcla de concreto que alcance los 180 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión a los 28 días, se requiere agregar 5,20 sacos de cemento de 50 kg por cada metro cúbico de concreto que se produzca.

## 11 Medidas de Seguridad y Salud Ocupacional:

11.1 El uso de este equipo es EXCLUSIVO para la medición de la resistencia a la compresión del concreto.

11.2 Antes de utilizar el equipo, verifique que el estuche protector no este dañado, es decir, que pueda ser transportado.

11.3 Que el instrumento cuente con carga suficiente para realizar la prueba, como mínimo un 25% de carga, de lo contrario, cargar antes de utilizarlo.

11.4 Manipule el equipo con cuidado, evitando golpes y vibraciones fuertes.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 11 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

11.5 Apague siempre el equipo al finalizar las pruebas.

11.6 No utilice el martillo en superficies húmedas o zonas donde se tenga contacto directo con cualquier líquido.

11.7 Limpie completamente el instrumento al finalizar cualquier uso o manipulación, esto con una brocha y tela de microfibra limpia y seca.

11.8 Coloque correctamente el equipo en su estuche protector al finalizar su utilización.

11.9 Compruebe que el equipo y sus accesorios se encuentren secos antes de cerrar el estuche protector y guárdelo en un lugar limpio, fresco y libre de polvo.

## 12 Simbología:

N/A: No aplica

SADCF: Sistema Automatizado del Departamento de Ciencias Forenses

SIF: Sección de Ingeniería Forense

DCF: Departamento de Ciencias Forenses

OIJ: Organismo de Investigación Judicial

m: metros

cm: centímetros

## 13 Terminología:

N/A

## 14 Anexos

Anexo 1: Tabla factor de edad

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 02	PAGINA: 12 de 12
Uso del martillo digital para concreto (marca Controls - modelo 58-C0181/DGT)	P-DCF-ECE-ING-21	

### ANEXO NÚMERO 01

FACTOR DE EDAD						
Edad en días del Hormigón	7	50	100	200	400	800 o más
Factor de tiempo	1.20	1.00	0.94	0.87	0.79	0.70

COPIA NO CONTROLADA