

ELECCION DE ARENA Y RESISTENCIA DE CEMENTOS PARA NORMA CHILENA SEGUN RILEM*

SUBCOMITE DE AGLOMERANTES DE INDITECNOR**

Ernesto GOMEZ Alfonso SERRANO
Eduardo LOBOS Germán SPOERER
Sergio ROJAS

RESUMEN

En este informe del Subcomité de Aglomerantes de INDITECNOR se da a conocer el programa de experiencias realizadas para elegir arena y proponer resistencias mínimas para el método de ensayo RILEM, que se adoptará en las nuevas normas chilenas de cemento.

Se presentan los resultados de las experiencias, que se realizaron en cinco laboratorios nacionales, y se entregan las conclusiones a que llegó el Subcomité.

EN EL AÑO 1963 el Comité de Aglomerantes de INDITECNOR tomó el acuerdo de adoptar el método de ensayo RILEM para determinar las resistencias a compresión y a flexión de los cementos.

En la sesión del 13 de marzo de 1964, se nombró un subcomité formado por cinco miembros, representantes de fábricas de cemento y laboratorios oficiales, con el fin de estudiar los puntos pendientes, que consistían en: 1) Elegir arena para los ensayos RILEM y 2) Proponer resistencias mínimas para esos ensayos.

Para el objetivo 1 se programó una serie de ensayos que se realizaron en 5 laboratorios, pertenecientes a las siguientes empresas o instituciones: Ce-

*La redacción y la ordenación de este informe fueron ligeramente modificadas para ser publicadas en esta Revista.

**E. Gómez, IDIEM; E. Lobos, Cemento Cerro Blanco de Polpaico, S.A.; S. Rojas, DICTUC; A. Serrano, Empresas Industriales El Melón S.A.; G. Spoerer, Cementos Bío-Bío, S.A.

mento Cerro Blanco de Polpaico, Cementos Bío-Bío, Empresas Industriales El Melón, DICTUC e IDIEM.

Tal programa comprendió el uso de arenas de tres procedencias: río Maipo, Cartagena y Lota; 6 cementos nacionales: dos de ellos portland puzolánicos, dos portland con agregado Tipo A, uno siderúrgico y uno portland; la ejecución de ensayos de flexión y compresión a 3, 7 y 28 días, y la medida del escurrimiento (flow) según norma DIN 1164.

El propósito de este programa era comparar las resistencias obtenidas con las distintas arenas y en los diferentes laboratorios, analizar las variaciones de los resultados, y considerar la medida del escurrimiento en la mesa DIN como índice de la plasticidad que se obtiene con las arenas; además se vio que era necesario tomar en cuenta, para la elección final, la forma de los granos y el contenido de cuarzo de las arenas, la mayor o menor facilidad de obtención y el grado de constancia de sus características en los yacimientos.

Posteriormente, en vista de que en ciertas ocasiones es necesario obtener la fracción fina de algunas arenas por molienda, se concluyó que había que investigar el efecto del tipo de molienda. Para ello se utilizó una de las arenas, la cual se ensayó con un solo cemento. Cada laboratorio preparó la fracción fina de la arena con sus propios molinos y proveyó a cada uno de los otros de la cantidad necesaria para preparar 9 probetas RILEM, que se ensayaron a 7 días.

Para el objetivo 2 se decidió analizar los resultados que se tuvieran para los diversos cementos con la arena que fuera seleccionada en 1, considerando tanto las resistencias como los coeficientes de variación; y a partir de esos valores calcular las resistencias mínimas con un nivel de probabilidad que se fijaría posteriormente. También se estimó conveniente tener presentes los valores establecidos para los ensayos RILEM en otros países.

METODOS Y MATERIALES

Se empleó el método RILEM¹ de preparación y ensayo de las probetas, con la excepción de que se aceptó que la temperatura de la sala de preparación fuera entre 18°C y 25°C.

Antes de comenzar las experiencias se comprobaron los moldes en su peso y dimensiones; las balanzas, en su precisión y sensibilidad; los cilindros graduados, en su capacidad; las revolventoras, en su velocidad y su distancia libre entre paleta y fondo; y las mesas de compactación por golpes, en su peso, y en su altura y tiempo de caída. Se comprobaron también las máquinas de compresión con un comprobador Amsler de desplazamiento de mercurio de 30 tone-

ladas de capacidad, y las de flexión con pesos directos.

La arena del Maipo en sus partes gruesa y media (ASTM n° 10 a 40) provenía de los desarenadores de la planta de Agua Potable de Vizcachas, y en su parte fina (ASTM n° 40 a 200), de la localidad de La Obra; fue acopiada en el laboratorio de IDIEM y separada en cinco grupos por los tamices ASTM n° 10-12, 12-18, 18-40, 40-100 y 100-200.

La arena de Cartagena provenía de la zona de San Sebastián; fue acopiada y preparada por el laboratorio de Empresas Industriales El Melón; la preparación incluyó molienda para obtener la fracción bajo malla n° 100 ASTM.

La arena de Lota provenía de esa localidad, y fue acopiada y preparada por la fábrica de Cementos Bío-Bío, incluyendo también molienda de la parte fina.

Como etapa final, las arenas de Cartagena y de Maipo se comprobaron y homogeneizaron en IDIEM y se distribuyeron a los laboratorios.

Los cementos fueron retirados de la producción diaria de las fábricas por inspectores de IDIEM (10 sacos de cada marca), fueron homogeneizados en IDIEM y repartidos a los laboratorios.

De las 3 probetas que se obtenían en cada operación, una se destinaba a ensayo a 3 días; otra, a 7 días, y la tercera, a 28 días. En cada oportunidad se preparaban grupos completos de probetas, considerando como grupo las 9 probetas necesarias para incluir con un cemento dado las tres arenas y las tres fechas de ensayo; los laboratorios que tenían un número suficiente de moldes prepararon en cada oportunidad la serie completa, constituida por 6 grupos de probetas, uno para cada cemento.

Se hicieron 15 series de probetas, las que se repitieron tres veces, aunque la tercera vez se preparó un número menor de series. En total se ensayaron más de 40 probetas en cada laboratorio por cada combinación de fecha, arena y cemento.

En cada laboratorio se numeraron los moldes y se eligió al azar el número correspondiente para cada uno de los grupos.

RESULTADOS

Para la presentación de los resultados se designan los cinco laboratorios con las letras A, B, C, D, E y los seis cementos con los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, elegidos al azar.

En las Tablas I y II se dan las medias aritméticas y coeficientes de variación de los resultados obtenidos por cada laboratorio. En la Tabla III se da el promedio de estos valores para los laboratorios en conjunto.

Por último en la Tabla IV se presentan los valores de escurrimiento en la mesa de golpes con el método DIN.

TABLA I

RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Medias aritméticas, R, en kg/cm² y coeficientes de variación, v, en %. Cada valor corresponde a un número de ensayos comprendido entre 40 y 45 pares de valores.

	Arena		Lota			Cartagena			Maipo		
	cemento		3 d.	7 d.	28 d.	3 d.	7 d.	28 d.	3 d.	7 d.	28 d.
Laboratorio A	1	R v	199 4,6	323 3,0	499 2,4	186 4,5	297 3,3	462 2,8	200 4,8	316 3,8	504 2,5
	2	R v	255 4,5	365 3,8	528 1,6	226 4,0	321 3,2	487 1,9	258 4,3	364 5,0	537 1,9
	3	R v	334 2,7	386 2,6	448 2,4	302 3,5	356 3,1	421 2,5	358 3,3	447 4,1	528 2,4
	4	R v	241 3,2	302 2,8	369 2,5	225 3,2	283 2,8	346 2,5	233 3,8	301 3,3	377 3,1
	5	R v	353 2,1	401 2,2	466 2,3	328 2,9	376 2,5	437 2,4	367 2,7	428 2,5	507 2,3
	6	R v	175 4,3	252 4,5	430 2,7	167 3,9	231 3,7	396 2,5	173 6,4	346 4,2	426 4,1
Laboratorio B	1	R v				181 7,4	276 6,2	470 4,1	169 4,3	256 6,2	467 3,2
	2	R v				228 3,6	317 4,7	484 3,2	254 3,8	359 2,6	545 3,2
	3	R v				305 6,2	376 5,0	458 3,3	294 6,3	385 6,5	492 4,0
	4	R v				224 5,9	291 4,2	368 3,4	209 7,6	283 6,9	377 4,4
	5	R v				323 3,1	379 4,6	455 4,0	333 6,7	407 5,5	488 3,8
	6	R v				179 4,4	238 4,4	397 4,2	168 4,3	234 4,5	397 5,1
Laboratorio C	1	R v	193 5,5	295 4,5	468 3,5	188 5,1	278 3,3	440 3,2	192 5,2	294 3,7	477 3,3
	2	R v	218 7,8	335 3,6	521 2,4	206 8,5	302 4,1	476 2,2	224 9,4	339 5,1	547 3,0
	3	R v	334 2,6	386 2,5	452 2,0	319 3,7	372 2,4	440 3,1	357 4,0	441 2,9	530 2,9
	4	R v	217 5,9	275 4,0	340 4,2	206 6,1	260 3,8	322 3,9	209 6,8	277 5,1	358 4,6
	5	R v	327 4,5	372 4,2	436 4,2	306 4,5	351 3,6	410 3,2	342 5,2	405 4,3	481 4,0
	6	R v	151 7,1	236 4,0	423 3,3	146 7,9	217 4,6	390 3,1	145 6,7	219 5,0	400 3,9
Laboratorio D	1	R v				160 4,0	252 6,5	415 4,0	176 6,3	281 6,7	458 5,1
	2	R v				205 3,7	287 5,0	430 6,8	251 4,0	345 4,2	498 4,2
	3	R v				280 3,5	335 5,0	396 5,0	320 4,0	409 4,4	495 3,7
	4	R v				203 4,4	252 9,7	302 7,2	211 6,1	280 6,3	352 4,6
	5	R v				294 4,9	333 5,1	388 5,3	339 3,0	402 4,5	476 3,7
	6	R v				151 4,0	202 9,1	345 5,7	161 5,9	229 4,4	375 4,2

TABLA II
RESISTENCIAS A LA FLEXION

Términos medios, R, en kg/cm² y coeficientes de variación, v, en %. Cada valor corresponde a un número de ensayos comprendido entre 40 y 45.

	Arena		Lota			Cartagena			Maipo		
	cemento		3 d.	7 d.	28 d.	3 d.	7 d.	28 d.	3 d.	7 d.	28 d.
Laboratorio A	1	R	46	66	89	41	55	80	46	64	93
		v	6,3	4,2	6,7	5,8	7,2	6,4	6,4	5,2	5,8
	2	R	55	72	88	47	60	80	56	71	95
		v	6,5	5,2	4,7	6,6	5,1	4,0	7,5	5,9	4,4
	3	R	70	77	86	58	67	79	70	82	92
		v	4,4	3,9	4,0	5,7	6,3	4,4	4,4	4,9	3,7
4	R	55	66	78	46	56	66	53	63	76	
	v	4,8	5,5	5,4	4,9	4,0	4,7	5,8	4,4	3,6	
5	R	72	80	89	60	69	79	71	81	91	
	v	5,1	4,7	4,5	5,0	6,3	3,8	5,1	4,8	5,2	
6	R	43	57	83	39	48	70	42	55	86	
	v	6,8	6,4	5,0	6,9	4,9	5,6	8,1	4,5	4,3	
Laboratorio B	1	R				38	51	74	38	52	81
		v				8,3	5,6	5,5	5,6	5,7	5,3
	2	R				46	58	78	52	67	92
		v				5,7	4,5	3,2	5,7	3,9	3,5
	3	R				54	65	76	59	71	84
		v				5,9	4,7	4,7	7,1	5,8	6,1
4	R				43	55	66	45	57	72	
	v				7,1	4,8	3,8	8,2	7,5	4,8	
5	R				57	66	76	64	74	85	
	v				4,6	4,0	4,0	7,0	5,4	4,9	
6	R				39	48	68	38	50	76	
	v				5,3	5,9	4,4	7,6	6,0	4,9	
Laboratorio C	1	R	45	63	92	42	55	79	45	62	96
		v	6,6	5,4	7,0	6,8	6,5	3,3	7,0	4,8	6,4
	2	R	49	68	92	46	57	81	50	69	100
		v	8,1	5,5	5,6	9,0	5,9	4,4	10,2	5,3	4,9
	3	R	70	78	91	60	68	81	70	81	97
		v	5,2	5,0	4,1	6,2	4,4	5,2	5,6	5,2	5,2
4	R	51	62	78	43	53	65	48	59	77	
	v	6,9	5,0	5,1	7,0	5,6	5,7	7,4	5,8	7,4	
5	R	68	77	92	57	65	78	69	79	94	
	v	6,2	4,4	4,6	7,7	7,2	5,7	6,5	4,7	5,9	
6	R	39	54	88	37	47	74	38	52	88	
	v	7,9	6,3	6,5	8,4	5,5	5,1	10,1	6,6	4,5	
Laboratorio D	1	R				36	51	72	43	62	86
		v				7,4	6,4	5,4	5,3	5,4	4,9
	2	R				43	54	71	54	70	88
		v				5,8	5,5	4,2	4,4	5,8	4,8
	3	R				53	63	76	66	79	91
		v				5,2	5,7	4,9	4,2	11,0	4,0
4	R				43	54	63	51	62	75	
	v				5,0	8,7	6,1	5,3	4,7	4,7	
5	R				57	65	74	70	78	88	
	v				4,0	4,3	6,2	3,0	5,1	5,5	
6	R				36	45	63	39	54	79	
	v				6,2	5,2	3,9	5,4	4,7	6,0	

TABLA III
PROMEDIOS DE LAS RESISTENCIAS, R, EN kg/cm² Y DE LOS COEFICIENTES DE VARIACION, v, EN %, PARA LOS LABORATORIOS EN CONJUNTO

Cementos	Edad días	Compresión				Flexión			
		Arena de Cartagena		Arena de Maipo		Arena de Cartagena		Arena de Maipo	
		R	v	R	v	R	v	R	v
1	3	180	5,2	184	5,1	39	7,1	43	6,1
	7	277	4,8	287	5,1	53	6,4	60	5,3
	28	449	3,5	476	3,5	76	5,1	89	4,6
2	3	217	4,9	247	5,4	46	6,8	53	6,9
	7	308	4,2	353	4,2	57	5,2	69	5,2
	28	472	3,5	532	3,1	78	3,9	94	4,4
3	3	303	4,2	332	4,4	56	5,8	66	5,3
	7	362	3,9	421	4,5	66	5,3	78	6,7
	28	432	3,5	511	3,2	78	4,8	91	4,7
4	3	215	4,9	215	6,1	44	6,0	49	6,7
	7	273	5,1	285	5,4	54	5,8	60	5,6
	28	337	4,2	366	4,2	65	5,1	75	5,1
5	3	314	3,8	345	4,4	58	5,3	68	5,4
	7	362	3,9	411	4,2	66	5,4	78	5,0
	28	425	3,7	488	3,4	77	4,9	89	5,4
6	3	162	5,0	162	6,0	38	6,7	39	7,9
	7	224	5,4	232	4,5	47	5,4	53	5,4
	28	385	3,9	394	4,3	69	4,7	82	4,9
Todos los cementos	3	---	4,7	---	5,2	--	6,3	--	6,4
	7	---	4,5	---	4,6	--	5,6	--	5,5
	28	---	3,7	---	3,6	--	4,8	--	4,8

ELECCION DE ARENAS

Los resultados presentados indican que las resistencias obtenidas con las arenas de Cartagena y del Maipo son diferentes; las diferencias son superiores al 10%. La arena de Lota se descartó por anticipado debido a dificultades en su preparación.

Los coeficientes de variación correspondientes a ambas arenas se pueden considerar iguales.

El escurrimiento en mesa de golpes es mucho mayor con la arena de Cartagena que con la arena del Maipo, lo que se aceptó como índice de que la primera produce morteros más plásticos.

El análisis fotográfico de los granos en las diferentes fracciones mostró que la arena de Cartagena está formada por partículas más redondeadas. (Figs. 1 a 6).



Fig. 1. Arena del Maipo. Fracción gruesa, ASTM n° 10-12.

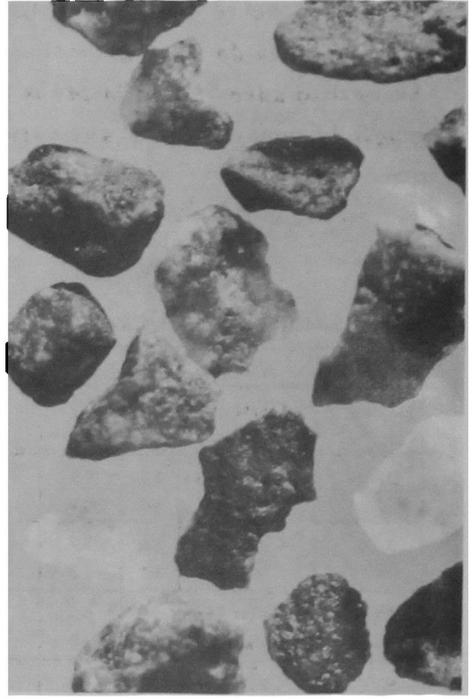


Fig. 2. Arena del Maipo Fracción fina, ASTM n° 35-100

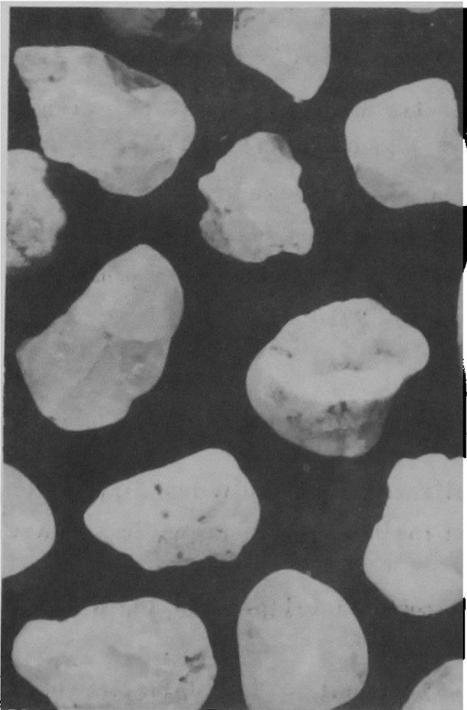


Fig. 3. Arena de Cartagena. Fracción gruesa, ASTM n° 10-12.

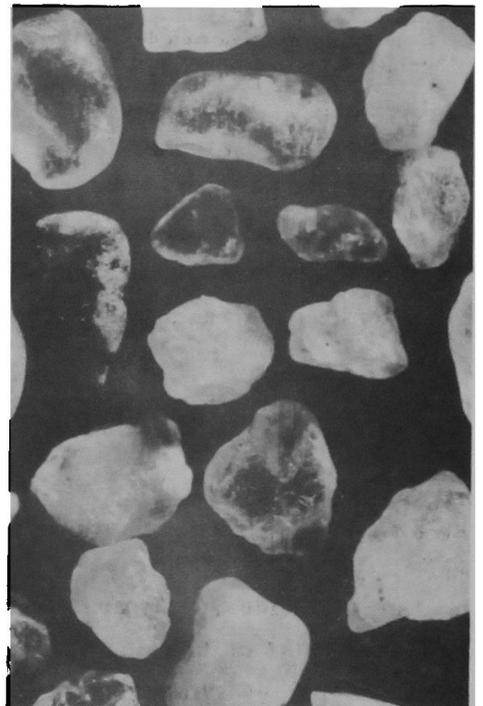


Fig. 4. Arena de Cartagena, Fracción fina, ASTM n° 35-100.

Los datos sobre composición mineralógica y química de las arenas señalaron que la arena de Cartagena tiene mayor contenido de cuarzo.

Se estimó además que la arena de Cartagena también presentaba ventaja en el grado de constancia de sus características, ya que se encuentra en grandes mantos permanentes; mientras que la de Maipo está sujeta a las alternativas de las crecidas del río.

TABLA IV
ESCURRIMIENTO EN MESA DIN, EN %

Cemento	Arena	A	B*	C**
1	Cartagena	41	90	50
	Maipo	18	22	10
2	Cartagena	73	99	47
	Maipo	30	53	15
3	Cartagena	46	79	43
	Maipo	15	12	5
4	Cartagena	40	66	34
	Maipo	13	10	6
5	Cartagena	40	74	43
	Maipo	13	18	6
6	Cartagena	48	87	34
	Maipo	19	25	5
Todos los cementos	Cartagena	48	82	39
	Maipo	18	23	8

*Escurrimiento según método ASTM C 230

**Molde según método ASTM C 230

Por último, en vista de que la parte fina (0,149 a 0,074 mm) de la arena de Cartagena había que obtenerla por molienda, quedaba por analizar la influencia que pudiera tener en los resultados el hecho de que la molienda se haría en distintos laboratorios con diferentes molinos. Para aclarar este punto, se hicieron los ensayos mencionados anteriormente, en los cuales se usaron fracciones finas provenientes de los diferentes laboratorios que intervinieron.

Los promedios de los resultados se dan en la Tabla V.

Observando los resultados y especialmente los coeficientes de variación entre las medias de las cinco arenas, se llega a la conclusión de que la forma de preparación de la fracción fina, sea por distintos procedimientos de molienda o por tamizado de la arena natural, no introdujo modificaciones significativas en los resultados RILEM.

En consecuencia, la arena de Cartagena se considera como apta y más conveniente que la arena del Maipo, para los ensayos RILEM.

ELECCION DE RESISTENCIAS MINIMAS

Para fijar las resistencias mínimas se analizaron los resultados disponibles de ensayos RILEM de control de fabricación realizados con arena de Cartagena.

Los resultados de compresión del laboratorio C del período junio agosto de 1965 se dan en la Tabla VI.

Se aceptó una fracción defectuosa de 5 por mil, a la cual corresponde $t=2,58$, y se tomó un coeficiente de variación, v , de 10% a 3 días y de 6% a 28 días.

TABLA V

PROMEDIOS DE RESULTADOS DE ENSAYOS RILEM, CON ARENAS CUYAS FRACCIONES FINAS FUERON MOLIDAS EN DIFERENTES LABORATORIOS

	Procedencia Arena fina	Compresión		Flexión		Escurrimiento DIN %
		R kg/cm ²	v %	R kg/cm ²	v %	
Laboratorio A	Natural	343	1,6	68	4,3	39
	A	339	1,4	66	6,7	51
	B	347	1,5	68	4,2	50
	C	347	1,5	68	4,2	50
	E	--	--	--	--	--
	Medio	344	1,1*	68	1,6*	
Laboratorio B	Natural	383	1,7	74	2,5	63
	A	382	1,2	73	2,7	77
	B	384	1,2	74	2,5	75
	C	384	2,0	74	3,3	73
	E	381	1,4	71	2,2	76
	Medio	383	0,5*	73	1,8*	
Laboratorio C	Natural	360	2,5	63	2,7	29
	A	335	1,0	62	4,0	36
	B	361	1,8	62	4,4	37
	C	353	1,1	62	3,4	36
	E	351	1,3	62	3,9	40
	Medio	352	2,9*	62	0,5*	
Laboratorio E	Natural	383	1,8	72	2,5	77
	A	335	1,0	62	4,0	36
	B	361	1,8	62	4,4	37
	C	353	1,1	62	3,4	36
	E	351	1,3	62	3,9	40
	Medio	352	2,9*	62	0,5*	

*Coeficiente de variación entre medias.

TABLA VI

ENSAYOS DE CONTROL DE CEMENTOS. LABORATORIO C
COMPRESION, JUNIO - AGOSTO 1965

Cemento	3 días		28 días		Número* muestras
	R kg/cm ²	v %	R kg/cm ²	v %	
2	239	6,3	467	3,0	10
3	321	6,8	464	5,3	13
4	195	7,6	319	6,9	27
5	290	4,6	423	4,0	15
6	171	9,8	365	7,0	24

* Cada muestra está formada por tres probetas por fecha.

TABLA VII
ENSAYOS DE CONTROL DE CEMENTOS. LABORATORIO A
COMPRESION Y FLEXION. ENERO - FEBRERO 1964

	Edad días	Cemento 3			Cemento 4		
		R kg/cm ²	v %	Número* muestras	R kg/cm ²	v %	Número* muestras
Flexión	1	38	14,4	16	23	14	32
	3	54	8,4	16	38	7,7	32
	7	64	8,1	16	44	7,5	32
	28	74	8,0	16	54	5,7	32
Compresión	1	164	17,2	16	96	13,8	32
	3	303	8,0	16	190	6,8	32
	7	381	9,7	16	239	5,2	32
	20	446	6,8	16	292	4,6	32

* Cada muestra está formada por tres probetas por fecha.

TABLA VIII
VALORES MINIMOS CALCULADOS. LABORATORIO C
COMPRESION EN kg/cm². FRACCION DEFECTUOSA 0,005

Cemento	3 días	28 días
2	180	395
3	240	390
4	150	268
5	217	358
6	130	300

Con estos datos se calculó la resistencia mínima por la fórmula:

$$R_{\min} = \frac{R}{1 - f \cdot v}$$

Con los datos del laboratorio C, se obtuvieron los valores mínimos de la Tabla VII.

Los resultados del laboratorio A del período enero febrero de 1964, para los cementos 3 y 4, aparecen en la Tabla VIII. Con estos datos, con fracción defectuosa de 0,005 y con los coeficientes de variación obtenidos en los ensayos, se obtienen los valores de la Tabla IX.

Teniendo en cuenta estos resultados se proponen las resistencias mínimas de la Tabla X.

Normas RILEM de otros países

Según nuestro conocimiento han adoptado el método de ensayo RILEM, sea tentativamente o en forma definitiva, Argentina, España, Portugal, Bélgica, Holanda, Noruega, Francia, Suecia y Luxemburgo.

TABLA IX
VALORES MINIMOS CALCULADOS. LABORATORIO A

Edad días	Cemento 3		Cemento 4	
	Flexión kg/cm ²	Compresión kg/cm ²	Flexión kg/cm ²	Compresión kg/cm ²
1	24	91	15	62
3	42	240	30	156
7	51	286	35	207
28	59	368	46	262

TABLA X
RESISTENCIAS MINIMAS PROPUESTAS kg/cm²

Flexión Compresión	Cementos corrientes		Cementos de alta resistencia	
	7 días	28 días	7 días	28 días
	35	45	45	55
180	250	250	350	

De entre ellos, sólo se pudieron verificar las resistencias fijadas por Argentina, España, Portugal, Francia y Suecia, que se indican en la Tabla XI.

TABLA XI
RESISTENCIAS MINIMAS FIJADAS POR DIFERENTES PAISES
ENSAYOS RILEM

Edad, días	Compresión, kg/cm ²			Flexión, kg/cm ²		
	3	7	28	3	7	28
Argentina		180	275	35	50	
España			250 350 450			
Francia	160 200	160 210 315 355	250 325 400 500	35 40	50 55	
Portugal		160	275	32	50	
Suecia	160 340	260 420 160 215	420 290 400			

CONCLUSIONES FINALES*

1. Se recomienda elegir la arena de Cartagena como arena normal para el método RILEM. La parte final puede ser natural o molida.
2. Se recomienda fijar las siguientes resistencias mínimas en forma provisional por un plazo de dos años.

A) Cementos corrientes

Compresión a 7 días	180 kg/cm ²
Compresión a 28 días	250 kg/cm ²
Flexión a 7 días	35 kg/cm ²
Flexión a 28 días	45 kg/cm ²

B) Cementos de alta resistencia

Compresión a 7 días	250 kg/cm ²
Compresión a 28 días	350 kg/cm ²
Flexión a 7 días	45 kg/cm ²
Flexión a 28 días	55 kg/cm ²

AGRADECIMIENTOS

El Subcomité agradece a los Sres. Jorge Arribada, Mario Davis y Vicente Greco, de IDIEM, por su participación en las reuniones y su valiosa colaboración en diversas etapas del programa de experiencias.

REFERENCIAS

1. CEMBUREAU. L'essai de ciments. 1958. Malmoe. Suecia.

SELECTION OF SAND TYPE AND MINIMAL STRENGTH FOR CHILEAN CEMENT STANDARDS ACCORDING TO RILEM TESTS

SUMMARY:

This report by the Subcommittee on agglomerants of INDITECNOR describes the experiences made to select the type of sand and to recommend the minimal compressive and tensile strengths for the RILEM method for testing of cement, which will be adopted in the revised versions of the chilean standards for cement.

The results of the tests, made at five chilean laboratories, and the conclusions of the Subcommittee are presented.

*En la reunión del Comité en que se discutió este informe, se aceptaron estas conclusiones, con las siguientes modificaciones: Cementos corrientes: compresión a 7 días, 160 kg/cm²; compresión a 28 días, 230 kg/cm². Cementos de alta resistencia: compresión a 7 días, 230 kg/cm².