

“ESTUDIO DEL SISTEMA DE ENCABEZADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS CON PLACAS DE ELASTÓMERO”

**“Análisis del uso de las placas de dureza
Shore A=50, A= 60 y A = 70”**

Becaria: Alderete Natalia.

Tutor: Ing. Marcelo Barreda.

Área Estructuras y Materiales.

Año 2009.

1. Introducción

En este trabajo se completa el estudio sobre el empleo de las placas de neopreno [1] en el ensayo a compresión de probetas cilíndricas de hormigón. Para tal fin fueron realizados los ensayos correspondientes, es decir, se realizó la calificación del sistema de acuerdo a lo que indica la norma IRAM 1709[2].

A su vez se profundiza un poco más en el análisis estadístico de los requisitos establecidos por la norma. Razón por la cual se realizaron también cálculos con ciertas variaciones de los estadísticos, con intenciones de averiguar la influencia en los resultados de la calificación o no del sistema con placas elastoméricas.

Con el objetivo de obtener un marco histórico y de resaltar la importancia que se ha dado al encabezado se desarrolla una breve reseña sobre los diferentes métodos utilizados para mejorar las bases en el ensayo a compresión.

2. El Tratamiento de las Bases

El tratamiento de las bases de las probetas es un tema que, aunque constituye una tarea de rutina, resulta de gran incidencia en el ensayo de compresión. No resulta por lo tanto llamativo que se hayan investigado tan variadas formas de acondicionar o tratar las bases.

En los años '20 el sistema de encabezado regularmente utilizado era el de pasta de cemento, que se encuentra vigente en la actualidad regularizado mediante la norma IRAM 1553. En el año 1928 comenzó el estudio sobre el empleo de mortero de azufre para el tratamiento de las bases; para el año 1939 los laboratorios emplearían este sistema de manera común, el cual sigue siendo el más utilizado en la actualidad.

En los años '40 se investigó la variación de los resultados mediante la evaluación de mortero de azufre y uno de yeso en el cual se encontró que la utilización de azufre brindaba un pequeño aumento en el desempeño.

A partir de los '50 se encontraron limitaciones en la utilización del azufre debido a que un estudio encontró que las probetas no desarrollaban su resistencia total debido al curado incompleto del encabezado. Basados en estos descubrimientos, se recomendó hacer la capa de mortero de azufre lo más delgada posible. Se evidencia esto en la norma, que en la actualidad impone un límite al espesor de las bases.

Asimismo un estudio comparativo entre las placas de neopreno y mortero de azufre arribó a la conclusión que aunque las resistencias con las placas parecían ser mayores, esta diferencia era insignificante. A su vez que la variación asociada con las placas elastoméricas no era mayor que aquella asociada con el mortero de azufre.

También se investigó el empleo de placas de aluminio, placas de corcho y el pulido para tratar las bases. [3]

Actualmente la norma española UNE además del empleo de pasta de cemento y mortero de azufre avala el método de la caja de arena, el cual consiste en colocar un cierto volumen de arena una caja ubicada sobre una superficie horizontal. Luego la probeta se pone en el montón de arena y se sujeta en su posición mientras se hace funcionar el vibrador durante 20 segundos, se vierte la cera de parafina hasta el borde de la caja y se deja endurecer. Seguidamente se libera la probeta y se gira sobre la otra cara, repitiendo la operación con una segunda caja. [4]

Un programa de ensayo a pequeña escala diseñado por la Federal Highway Administration (FHWA) no encontró diferencias significativas en los ensayos a compresión entre encabezado con azufre y placas de neopreno. Aunque sí se hallaron diferencias significativas entre bases pulidas y encabezadas.

Asimismo el departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Bogazici, Istanbul, concluyó que el uso de las placas de neopreno presentó grandes ventajas prácticas y significativas sobre la pasta de cemento y el encabezado con mortero de azufre,

incluyendo la reducción de costos, ahorro de tiempos y un ambiente de trabajo más seguro. [5]

Se destacan las diversas maneras de tratar las bases y la diversidad de estudios e investigaciones que se han realizado para encontrar un método adecuado, lo cual evidencia la importancia que reviste un buen sistema de encabezado.

3. Análisis Estadístico

Para el análisis del empleo de las placas de neopreno la norma IRAM 1709, como así también la ASTM C 1231[6], estipula el empleo de indicadores estadísticos para determinar la aceptación del sistema. Basándose en la distribución T de Student permite averiguar un intervalo de confianza con una pequeña cantidad de datos.

3.1 Nociones de Probabilidad

Se llama intervalo de confianza en estadística al par de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto.

Esta probabilidad de éxito en la estimación se representa por $1-\alpha$ y se denomina nivel de confianza. En estas circunstancias α es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo.[7]

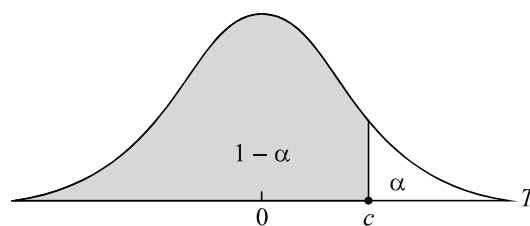
El nivel de confianza y la amplitud del intervalo varían conjuntamente, de forma que un intervalo más amplio tendrá más posibilidades de acierto (mayor nivel de confianza), mientras que para un intervalo más pequeño, que ofrece una estimación más precisa, aumentan sus posibilidades de error.

Para la construcción de un determinado intervalo de confianza es necesario conocer la distribución teórica que sigue el parámetro a estimar, en este caso se utiliza la distribución de T de Student.

En probabilidad y estadística, la distribución T es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño (<30), en este trabajo el tamaño de la muestra es de varía entre diez y once. Asimismo en estos casos la desviación típica de una población se desconoce y debe ser estimada a partir de los datos dados.

Se efectuaron en este trabajo, los cálculos correspondientes a la distribución para un nivel de confianza del 95% ($\alpha= 5\%$), 98% ($\alpha= 2\%$) y 99% ($\alpha= 1\%$).

En cada caso se determinó el estimador de la tabla adecuada para el valor de confianza dado. [7]



De esta manera se realizó una comparación entre los diferentes valores que se obtienen al variar, aumentar y disminuir, el porcentaje del nivel de confianza. Es importante destacar que al aumentar el nivel de confianza se agranda el intervalo, lo cual implica una mayor dispersión en los resultados que se obtengan.

Sin embargo, implica a su vez que hay mayor probabilidad que el resultado obtenido sea certero. [8]

La norma 1709 “Método para el uso de encabezado con placas de elastómero en la determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas” establece la utilización de la distribución de T de Student para un nivel de confianza del 95%, es decir

$\alpha = 5\%$. Con lo cual es necesario poder satisfacer la siguiente desigualdad con los valores obtenidos de los ensayos pertinentes:

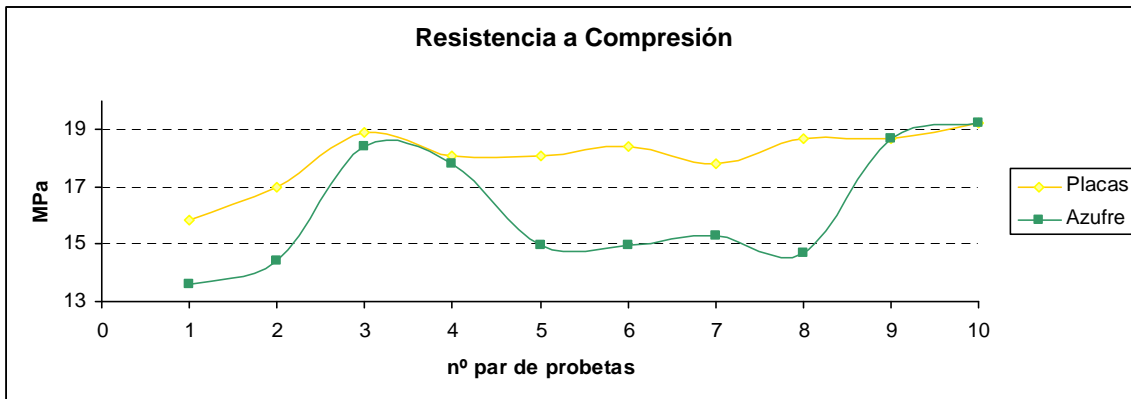
$$\bar{X}_p \geq 0,98 \bar{X}_s + (t \cdot Sd) / \sqrt{n}$$

Esta expresión indica que la resistencia media de las probetas ensayadas con placas de neopreno debe ser mayor o igual al 98 % de la resistencia promedio de las probetas gemelas encabezadas con mortero de azufre, utilizando la distribución de T de Student.

4. Resultados

Se detallan a continuación los resultados obtenidos del ensayo de compresión utilizando como tratamiento de las bases mortero de azufre (arena, azufre y grafito) en la mitad de las probetas ensayadas y placas de neopreno en la otra mitad, las probetas fueron realizadas del mismo pastón y curadas bajo las mismas condiciones.

Placa de dureza Shore 50



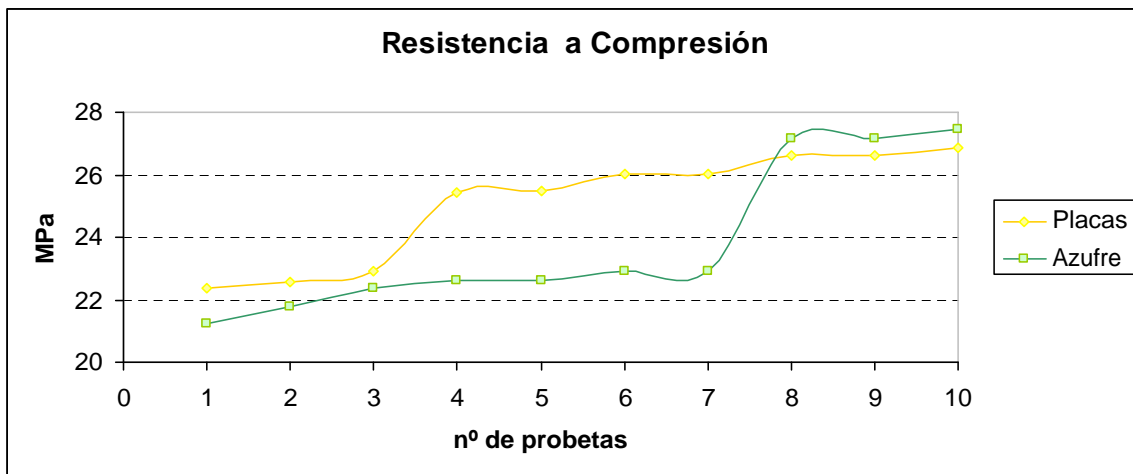
Par de probetas Nº	Encabezado de neopreno	Encabezado de azufre	Diferencia d
	Mpa	Mpa	Mpa
1	15,84	13,58	2,26
2	16,98	14,43	2,55
3	17,83	14,71	3,11
4	18,11	14,99	3,11
5	18,11	14,99	3,11
6	18,39	15,28	3,11
7	18,67	17,83	0,85
8	18,67	18,39	0,28
9	18,90	18,67	0,23
10	19,24	19,24	0
Promedio	18,07	16,21	1,86
Desviación Estándar			0,45

$$X_p \geq 0,98 X_s + (t \cdot Sd) / \sqrt{n}$$

$$18,07 > (0,98) * (16,21) + [(1,833 * 0,45) / \sqrt{10}]$$

18,07 > 16,15 (El sistema califica)

Placa de dureza Shore 60



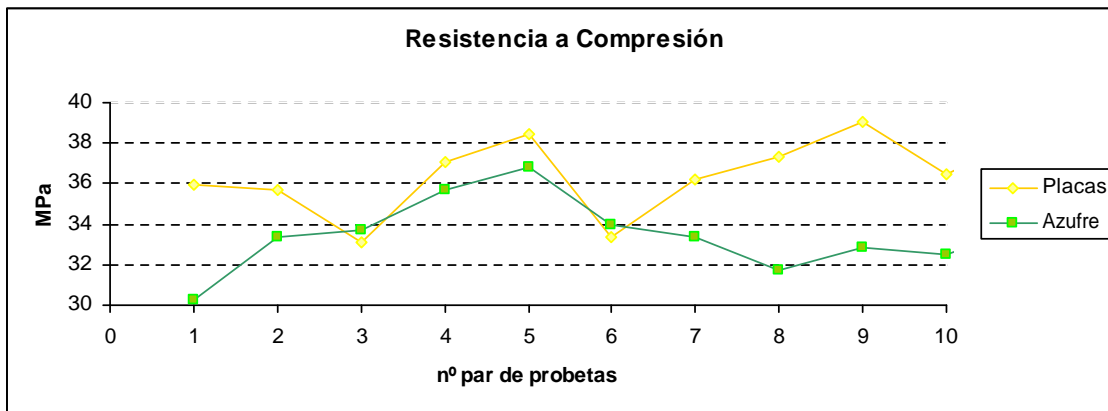
Par de probetas N°	Encabezado de neopreno	Encabezado de azufre	Diferencia d
	Mpa	Mpa	Mpa
1	22,35	21,22	1,13
2	22,58	21,79	0,79
3	22,92	22,35	0,57
4	25,41	22,64	2,77
5	25,46	22,64	2,83
6	26,030	22,92	3,11
7	26,03	22,92	3,11
8	26,60	27,16	-0,57
9	26,60	27,16	-0,57
10	26,88	27,45	-0,57
Promedio	25,09	23,82	1,27
Desviación Estándar			1,57

$$X_p \geq 0,98 X_s + (t \cdot S_d) / \sqrt{n}$$

$$25,09 > (0,98) * (23,82) + [(1,833 * 1,57) / \sqrt{10}]$$

25,08 > 24,26 (El sistema califica)

Placa de dureza Shore 70



Par de probetas N°	Encabezado de neopreno	Encabezado de azufre	Diferencia d
	Mpa	Mpa	Mpa
1	33,10	30,27	2,83
2	33,39	31,69	1,70
3	35,65	32,54	3,11
4	35,93	32,82	3,11
5	36,22	33,39	2,82
6	36,50	33,39	3,11
7	36,50	33,67	2,83
8	37,07	33,95	3,11
9	37,35	33,95	3,40
10	38,48	35,65	2,83
11	38,48	36,78	1,70
Promedio	36,24	33,46	2,78
Desviación Estándar			0,56

$$X_p \geq 0,98 X_s + (t \cdot Sd) / \sqrt{n}$$

$$36,48 > (0,98) * (33,47) + [(1,813 * 2,77) / \sqrt{11}]$$

36,48 > 33,10 (El sistema califica)

De esta manera se realizó la calificación para los tres pares de placas de neopreno de dureza Shore 50, 60 y 70 respectivamente. A su vez se puede observar que el rango de resistencias satisface a aquel requerido por la norma, ya que entre la menor y la mayor resistencia entre las 20 probetas existe una diferencia menor a 7 MPa.

4.1 Análisis con Diferentes Niveles de Confianza

El objetivo fundamental de la estadística es inferir características de una población analizando una parte de ella denominada muestra. De esta forma permite extraer conclusiones de una población a partir de una muestra representativa. La norma

considera como mínimo 20 probetas (10 pares) del mismo pastón como una muestra representativa.

En este trabajo se evaluaron 10 pares con placas de dureza Shore A=50 y A=60 y 11 pares con dureza shore A =70, de esta manera al trabajar con una muestra reducida estaríamos en las peores condiciones estadísticas ya que al aumentar el tamaño disminuye la variabilidad. Por lo que no resultaría llamativo que al aumentar el tamaño de la muestra se obtengan resultados más favorables aún.

Un intervalo de confianza es un conjunto de valores formado a partir de una muestra de datos de forma que exista la posibilidad de que el parámetro poblacional ocurra dentro de dicho conjunto con una probabilidad específica. Esta probabilidad específica recibe el nombre de nivel de confianza.

Se efectuaron los cálculos estipulados en la norma con dos niveles de confianza diferentes. Se eligieron intervalos de 90% y 99%, con el fin de obtener datos en un intervalo menor al indicado por la norma y también un intervalo de mayor confianza para verificar si el sistema calificaba aún con estos niveles de confianza. Los resultados obtenidos son los siguientes:

$$\bar{X} \geq 0,98 \bar{X} + (t \cdot Sd) / \sqrt{n}$$

n= 9	90%t= 1,3830	99%t= 2,8214
n= 10	90%t= 1,3725	99%t= 2,7638

90%

Placas de dureza Shore A=50

$$18,07 > (0,98) * (16,21) + [(1,3830 * 0,45) / \sqrt{10}]$$

18,07 > 16,08 (El sistema califica)

Placas de dureza Shore A=60

$$25,08 > (0,98) * (23,82) + [(1,3830 * 1,57) / \sqrt{10}]$$

25,08 > 24,03 (El sistema califica)

Placas de dureza Shore A=70

$$36,48 > (0,98) * (33,47) + [(1,3725 * 2,77) / \sqrt{11}]$$

36,48 > 33,95 (El sistema califica)

99%

Placas de dureza Shore A=50

$$18,07 > (0,98) * (16,21) + [(2,8214 * 0,45) / \sqrt{10}]$$

18,07 > 16,28 (El sistema califica)

Placas de dureza Shore A=60

$$25,08 > (0,98) * (23,82) + [(2,8214 * 1,57) / \sqrt{10}]$$

25,08 > 24,74 (El sistema califica)

Placas de dureza Shore A=70

$$36,48 > (0,98) * (33,47) + [(2,7638 * 2,77) / \sqrt{11}]$$

36,48 > 35,11 (El sistema califica)

De acuerdo a estos valores se observa que si se establezca un mayor intervalo, que nos indica que dentro del rango dado se encuentra el valor real de un parámetro con mayor porcentaje de certeza, el sistema de placas de neopreno igualmente califica.

En el caso de un intervalo de confianza menor, que ofrece una estimación más precisa también se satisface la inecuación habilitando al sistema de encabezado.

5. Conclusiones

De lo expuesto anteriormente queda a la vista la utilización de las placas de elastómero como material apto para el tratamiento de las bases en el ensayo a compresión del hormigón, los resultados obtenidos muestran claramente que satisfacen la inecuación indicada en la norma 1709, como así también la norma ASTM C 1231.

A su vez, el empleo de las placas internacionalmente ha sido avalado mediante varios estudios a través de los años, considerándose un sistema de encabezado rápido, eficaz y con marcada tendencia a su utilización generalizada.

Cabe destacar que el empleo de placas de neopreno como sistema para el tratamiento de las bases está siendo implementado en el LEMaC-Centro de Investigaciones Viales, como método complementario al encabezado con mortero de azufre.

6. Bibliografía

6.1 Referenciada

- [1] “Estudio del sistema de encabezado de probetas cilíndricas con placas de elastómero”. Subtema: “Análisis del uso de las placas de dureza Shore A= 50” , 2009.
- [2] Norma IRAM 1709 Método para el uso d encabezado con placas de elastómero en la determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, 2002.
- [3] Evaluation of Capping Systems for High-Strength Concrete Cylinders by John Eggers, P.E. Sadí Torres, P.E., Louisiana Transportation Research Center, Marzo 2006.
- [4] Norma Española UNE-EN-123900-3 ; Ensayos de hormigón endurecido, Junio 2003,
- [5] Effects of end conditions on compressive strength and static elastic modulus of very high strength concrete. Mehmet Gesog̃lu, Erhan Gũneyisi, Turan Õzturan* M. Gesog̃ lu et al. / Cement and Concrete Research 32 , 2002.
- [6] Norma ASTM C 1231 Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders, 2000.
- [7] Ruiz C. M; Morcillo A. M. C; García G. J; CASTILLO V. C; 2000 Curso de Probabilidad y Estadística Ed. Universidad de Málaga.
- [8] Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y Métodos. Mc Graw Hill. Meyer, Y. , 1993.

6.2 Consultada

- Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials; Capítulo3: Concrete Strength Testing, Celik Ozyildirim1 and Nicholas J. Carino2 , Abril 2006.
- The Effect of Capping Condition on the Compressive Strength of Concrete Hollow Blocks, Osama A. Abaza, Ameer Abu Salameh;Civil Engineering Dept., Faculty of Eng., An-Najah N. University, Nablus, Palestine, Mayo 2003.
- Effect of Elastic Modulus of Capping Material and Measures Strenght of High-Stenght Concrete Cylinders; Cement , Concrete and Aggregates, CCAGDP, Vol20, N°2, Diciembre de 2008.
- Norma IRAM 1546. Hormigón de Cemento pórtland. Método de ensayo de compresión, 1992.
- Norma ASTM C 617 Standard Practice for Capping Cylindrical concrete Specimens, 1998.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.