

Evaluación del comportamiento de las probetas cilíndricas de dimensiones $10,6 \times 21,2$ cm para el control de calidad del concreto

Yusmari Guillen, Jesús Soto, Francisco Soto*

Laboratorio de Materiales y Ensayos, Departamento de Estructuras, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Resumen.-

Se evaluó la conveniencia de emplear probetas cilíndricas de dimensiones $(10,6 \times 21,2)$ cm para el control de calidad del concreto, comparando y relacionando los resultados de resistencias a la compresión obtenidos en laboratorio utilizando las probetas antes mencionadas con los cilindros de dimensiones estándar 15×30 cm, además de cotejar con la resistencia a la tracción por flexión de los especímenes prismáticos $8 \times 10 \times 30$ cm, para lo cual se elaboraron 2 diseños de mezclas 250 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 con un asentamiento de 6" para cada caso, con cinco (5) repeticiones de ensayos para un nivel de confiabilidad de 77 %, utilizando agregados del estado Carabobo; para las edades de 7 y 28 días, cumpliendo con las Normas Venezolanas COVENIN referente a la elaboración y evaluación del concreto. En este caso, se analizaron los resultados obtenidos, determinando la relación que guardan entre si los especímenes antes mencionados, logrando establecer la aproximación de los factores de correlación.

Palabras clave: Probetas cilíndricas, resistencia a compresión, resistencia a la Tracción por flexión, factor de correlación

Evaluation of the behavior of cylindrical specimens of dimensions $10,6 \times 21,2$ cm for the quality control of concrete

Abstract.-

It was evaluated the convenience of using cylindrical specimens with dimensions $10,6 \times 21,2$ cm for the quality control of concrete , comparing and correlating the results of compressive strength obtained in the laboratory using the cylindrical specimens mentioned above with standard dimensions cylinders 15×30 cm, in addition to collate with the tensile bending resistance of the $8 \times 10 \times 30$ cm prismatic specimens , for which were developed two mix designs of 250 kg/cm^2 and 280 kg/cm^2 with a slump of 6" for each case, with five (5) tests repetitions for a level of confidence of 77 % using aggregates of ages between 7 and 28 days from the state of Carabobo, meeting the COVENIN Venezuelan Regulations concerning the development and evaluation of concrete. In this case, the results obtained were analyzed , determining the relation existing between the specimens mentioned above, managing to establish the correlation factors approximations.

Keywords: cylinders, compressive strength, resistance to bending drive, correlation factor

Recibido: noviembre 2013

Aceptado: diciembre 2013.

1. Introducción

Para la evaluación y aceptación del concreto se ha tomado como base la medida de la resistencia a la compresión simple, ya que es el más utilizado debido su economía y fácil realización; este ensayo desde la antigüedad lo practican por medio de probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por

* Autor para correspondencia

Correo-e: fransoto23@yahoo.com (Francisco Soto)

30 cm de altura, debido a muchos estudios sobre especímenes de diferentes dimensiones las resistencia obtenidas sobre los cilindros de 15×30 cm evidenciaron ser muy cercanas a aquellas para las cuales se habían diseñado las mezclas así pues estableciendo estas dimensiones como estándar para el control o verificación del concreto.

Se han realizado investigaciones en cuanto a especímenes más pequeños que el estándar, para determinar la resistencia a la compresión y otras propiedades del concreto endurecido, con el fin de proponer otro tamaño en cuanto a sus dimensiones, tal como, el de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, manteniendo así una relación altura/diámetro igual a dos; al relacionar las variables, forma y tamaño de los cilindros con respecto a su esfuerzo de compresión, se puede decir que este disminuye con respecto al incremento de tamaño de los especímenes. Además al emplear probetas cilíndricas de 10×20 cm tanto para el autocontrol en las plantas de producción de concreto como para el control del mismo en obra, se puede contar con un gran número de ventajas, observado también por la Asociación Argentina del Hormigón Elaborado [1], tales como: mayor facilidad de fabricación, manejo y transporte aumentando así el rendimiento del personal encargado y disminuyendo el costo que implica la operación de la muestra; menor capacidad de almacenamiento requerida, mayor espacio en las piscinas de curados, menor proporción peso-volumen disminuyendo la cantidad de concreto a utilizar en la muestra, mayor economía en los moldes; y una de la más importante, la disminución de la carga aplicada por la maquina durante su ensayo.

Uno de los propósitos de la presente investigación además de determinar la relación existente entre los resultados de resistencia a la compresión de una probeta estándar de 15×30 cm con probetas de igual forma y relación altura/diámetro pero con una reducción en su volumen de aproximadamente el 70 % de los cilindros 10×20 cm, es proporcionar información de referencia debido que en Venezuela no se cuenta con la suficiente información respecto al tema. Otra razón que motiva el presente estudio la constituye la reducción de costos que se

destinaria a las actividades de control de calidad del concreto, en cuanto al menor precio de las probetas cilíndricas y las ya antes mencionadas. Asimismo en consecuencia se minimizan los daños que se pueden originar en las maquinas por la aplicación de grandes cargas al evaluar concretos de altas resistencias, tal como plantea Julio Arqueta y Daysi Acosta [2], en efecto se orientara al análisis del comportamiento del concreto a sustituir en la evaluación de la resistencia a la compresión especímenes cilíndricos de menor dimensión, determinando un factor de correlación aplicable a las probetas de 10×20 para reemplazar la utilización de los especímenes cilíndricos de 15×30 cm, comparándolo con el trabajo realizado por Mondragón y colaboradores [3].

Otra forma de evaluar el concreto es mediante la resistencia a la tracción por flexión aunque esta se utiliza muy poco en proyectos de edificaciones, siendo su mayor aplicación en el control de campo y aceptación de los pavimentos rígidos. León, José D. y Niño Víctor L. [4] señalan que resulta más útil y confiable el uso de la resistencia a compresión para juzgar la calidad del concreto entregado, por ello se plantea establecer la relación entre los especímenes prismáticos de $8 \times 10 \times 30$ cm y los cilindros innovadores de $10,6 \times 21,2$ cm mediante un factor de correlación.

2. Metodología

Se realizaron 3 cilindros por cada tipo de probeta ($10,6 \times 21,2$ cm y 15×30 cm) en cada edad de estudio, además de 3 viguetas ($8 \times 10 \times 30$ cm) cumpliendo con las normas COVENIN 1976–2003 [5] y COVENIN 340–2004 [6], para resistencias de 250 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 con un asentamiento de 6" donde estos se ensayaron mediante la resistencia a la compresión y tracción por flexión respectivamente, para luego poder relacionarlos, utilizando cemento portland tipo Cpc2 uso general, arena lavada de San Joaquin y piedra picada TMN 1" de Puerto Cabello, donde estos agregados fueron evaluados de acuerdo con las especificaciones dadas por la norma venezolanas COVENIN [7]–[11].

Las mezclas de concreto se diseñaron de acuerdo al método descrito por los especialistas Porrero y colaboradores [12]. En la elaboración al igual que las otras fase se siguió las instrucciones estipuladas por las normas vigentes, en este caso se tomo como referencia la Norma Venezolana COVENIN 354-01 [13], el Manual para la Realización de Prácticas de Laboratorio [14] y el trabajo de grado de Francisco Soto [15].

Para verificar la calidad del concreto, es necesario hacer prueba del concreto fresco, para ellos se llevó a cabo el ensayo del asentamiento ya que permite verificar la consistencia del mismo, la tolerancia permitida para el asentamiento fue de ± 1 pulgada, lo que da un rango de aceptación de 5 a 7 pulgadas. Este ensayo se llevó a cabo siguiendo los procedimientos de la Norma Venezolana COVENIN 339:2003 [16].

Se utilizaron tres tipos de espécimen, descrito como

A: probeta cilíndrica de 10,6 cm de diámetro y 21,2 cm de alto,

B: probeta cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura y

C: viguetas con dimensiones de $8 \times 10 \times 30$ cm, estos fueron colocados en una superficie rígida, horizontal y libre de vibraciones, depurados de suciedad y debidamente engrasados antes de ser vaciados. Seguidamente se escogio una muestra representativa según lo especifica la Norma COVENIN 344:2002 [17], ésta se coloca en el molde, moviendo el cucharón por la orilla del molde para asegurar la distribución uniforme y evitar la segregación en la descarga; con respecto a los pasos a seguir para el llenado de los especímenes cada uno presenta diferencias muy importantes, descrita a continuación:

Especímenes A: Basado en las especificaciones de la Norma ASTM C31 [18] donde enuncia que se debe vaciar en dos capas, a la mitad de su altura, de igual forma compactando con 25 golpes con una barra de acero $3/8''$ de diámetro y 30 cm de longitud, la primera hasta el fondo y la segunda hasta $1''$ de profundidad de la capa anterior, esta última, se agrega la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación.

Especímenes B: Se realizo según los procedimientos de la norma Venezolana COVENIN 338:2002 [19] donde establece, que el vaciado se hace en 3 capas de igual volumen, la primera a un tercio de su altura se compacta con 25 golpes con la varilla $5/8''$ de diámetro y de 60cm de longitud con punta semiesférica, uniformemente repartidos, abarcando toda la sección del eje del molde, Compactar la capa inferior en todo su espesor, la segunda y tercera capa, penetrando 1 pulgada la capa anterior, esta última se rebosa luego se compacta.

Molde C: De acuerdo con la norma COVENIN 340:2004 [6] estas fueron llenadas en dos capas de igual volumen compactándolas con 35 golpes mediante una barra de acero de $3/8''$ de diámetro y 30 cm de longitud, en función del área de la superficie del molde igual a 240 cm^2 encontrándose dentro del rango $(165\text{--}310) \text{ cm}^2$ descrito en dicha norma, donde especifica que se debe dar un golpe por cada 7 cm^2 , esto por cada capa.

Para todos los casos se golpea ligeramente las paredes del molde en cada capa hasta que su superficie se haya aproximado al plano, según la Norma Venezolana COVENIN 1896:82 [20].

Después de llenar y compactar, se debe golpear los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con un martillo de goma, con la finalidad de liberar las burbujas de aire que pueden quedar atrapadas teniendo cuidado de no dañar el molde y por último se enrasa el exceso de concreto con la varilla de compactación, y si es necesario se le da un acabado con una cuchara de albañil.

Luego de haber acontecido 24 horas de la elaboración de las viguetas y probetas cilíndricas, se desencofraron y se identificaron de acuerdo con la nomenclatura correspondiente, describiendo Mezcla N° 1 para los cilindros de resistencia 250 kg/cm^2 y Mezcla N° 2 para los cilindros de 280 kg/cm^2 de resistencia. Para luego rápidamente introducir las en las piscinas de curado evitando así la pérdida de agua por evaporación.

El concreto elaborado se analizó en estado fresco mediante la trabajabilidad de las mezclas elaboradas; y en estado endurecido mediante la resistencia a la compresión para las probetas cilíndricas y para las viguetas a la tracción por

flexión. Los cilindros fueron sacados 24 horas antes de cumplir con las edades establecidas para su ensayo a compresión (7 y 28 días), para su secado. Cada una de las probetas fue pesada, el diámetro se obtuvo como el promedio de cuatro mediciones aproximadamente ortogonales dos a dos, y la altura se tomó como el promedio de dos mediciones; para luego proceder al ensayo a compresión en una prensa hidráulica de capacidad de 120 toneladas y apreciación de 5 Kgf, y una velocidad de carga de (2 – 3) m/seg para los especímenes tipo A y una velocidad de carga entre (3 – 3,5) m/seg para los especímenes tipo B. Los cilindros eran llevados a la ruptura en un tiempo de 50 seg $\pm$ 30 seg según lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 1896:82 [20], anotando para cada uno de ellos la carga máxima, la forma de falla y las características presentada por el cilindro.

Las viguetas a diferencia de los cilindros fueron sacadas al cumplir las edades establecidas las cuales son, 7 y 28 días, en acuerdo con la Norma COVENIN 340:2004 [6], estas fueron pesadas y medidas como el promedio de dos lecturas para cada una de sus dimensiones, luego se procedió a la determinación de la resistencia a la tracción por flexión o también llamado módulo de rotura, según la Norma COVENIN 343:79 [21], mediante la máquina de marca FRANK con apreciación de 10 Kg.

Por ser las dimensiones de las probetas cilíndricas 10×20 cm poco usuales, no se cuenta con el encofrado en el laboratorio de materiales y ensayos de la Universidad de Carabobo, este molde presenta un alto costo al mandarlo a elaborar, por tal razón se optó por diseñar los especímenes cilíndricos con tuberías de PVC de diámetro 110 mm, teniendo esta exactamente un diámetro interno de 10,6 cm; cumpliendo con la norma COVENIN 338:2002 [19] donde indica que “Se pueden utilizar moldes de otras dimensiones, siempre que el diámetro sea como mínimo tres veces el tamaño nominal del agregado grueso. La relación altura a diámetro se debe mantener 2 a 1 y en ningún caso su diámetro debe ser menor de 50 mm.”, siendo el tamaño máximo nominal de la piedra picada utilizada en la presente investigación

de 1”, la tubería fue cortada a 21,2cm, quedando finalmente el molde de 10,6×21,2 cm. Este molde se apoyo sobre una base de madera aislándola del concreto con un material no absorbente.

3. Análisis y Discusión de Resultados

Con el propósito de adquirir una mejor técnica al momento de realizar los ensayos al concreto en su estado fresco, tal como la Trabajabilidad y en su estado endurecido mediante el ensayo de compresión simple, se hicieron pruebas de estudio antes de la recopilación de datos, donde se obtuvo como resultados que las resistencias obtenidas mediante el uso de las probetas 10,6×21,2 cm en todos los casos son considerablemente bajas con respecto a las obtenidas con los cilindros 15×30 cm, esto debido a que todas las probetas cilíndricas fueron ensayados en la máquina de compresión con el uso de neopreno (diámetro de 15 cm), tanto los cilindros de 15×30 cm como los de 10,6×21,2 cm, los especímenes tipo A presentaron en su totalidad falla por punzonado en los bordes del mismo. De acuerdo a lo descrito anteriormente se tomó como precaución ensayar dichos cilindros sin el uso de los neoprenos. Las Tablas 1 y 2 presentan los resumen de los resultados obtenidos en cada ensayo.

Para el análisis de validez del experimento se tomaron en cuenta los criterios de aceptación y rechazo de la NORMA COVENIN 1976:2003 [5] donde establece: El promedio de las resistencias del concreto obtenidas mediante el ensayo de compresión de los especímenes 15×30 cm de al menos 2 cilindros por cada mezcla (28 días) no deben estar por debajo de la resistencia requerida en más de 35 Kgf/cm², y además el conjunto de tres ensayos consecutivos debe exceder a la resistencia especificada de $f'_c = 250$ Kgf/cm² y $f'_c = 280$ kgf/cm² respectivamente.

Las desviaciones estándar de los resultados obtenidos en laboratorio están en la Tabla 3.

El promedio de las desviaciones estándar obtenidas mediante los cilindros 10,6×21,2 cm es mayor al promedio de las obtenidas con los

Tabla 1: Resistencias a compresión y resistencia a la tracción por flexión. $F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$.

Edad	7			28		
N°	RC-A	RC-B	TF-C	RC-A	RC-B	TF-C
1.1	191	213	38.5	233	267	45.5
1.2	172	193	37.0	223	247	43.5
1.3	175	199	36.5	224	249	44.5
1.4	174	192	38.0	226	254	45.0
1.5	192	225	38.5	223	252	44.5

Tabla 2: Resistencias a compresión y resistencia a la tracción por flexión. $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Edad	7			28		
N°	RC-A	RC-B	TF-C	RC-A	RC-B	TF-C
2.1	236	271	49.0	275	318	57.0
2.2	214	247	45.0	251	287	56.0
2.3	197	220	40.5	231	277	45.5
2.4	208	233	45.5	243	284	51.0
2.5	221	242	43.5	237	282	46.0

RC: Resistencia a compresión (Kg/cm^2)TF: Tracción por flexión (Kg/cm^2)A: Especímenes Cilíndricos $10.6 \times 21.2 \text{ cm}$ B: Especímenes Cilíndricos $15 \times 30 \text{ cm}$ C: Especímenes Prismáticos $8 \times 10 \times 30 \text{ cm}$

cilindros $15 \times 30 \text{ cm}$ y con una dispersión mayor, esto quiere decir que a menor dimensión de la probeta cilíndrica la desviación estándar aumenta. Sin embargo en ambos casos el promedio de las desviaciones estándar cumple con los valores usuales de ensayos realizados en laboratorio especificado en Tabla 6 del Artículo 7.4,1 de la norma COVENIN 1976–2003 [5].

Se graficaron la relación existentes entre las resistencias media a compresión entre los cilindros de diferentes dimensiones y resistencia a la flexión por tracción a los 7 y 28 días, utilizando los especímenes en estudio para las resistencias en estudio mezclas N° 1 y N° 2 (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Al igual que las Figuras 1 y 2 la pendiente de la recta calculada por el método de los mínimos cuadrados para las mezcla N° 2 se mantiene positiva, lo que implica una relación directa entre las variables, es decir, a medida

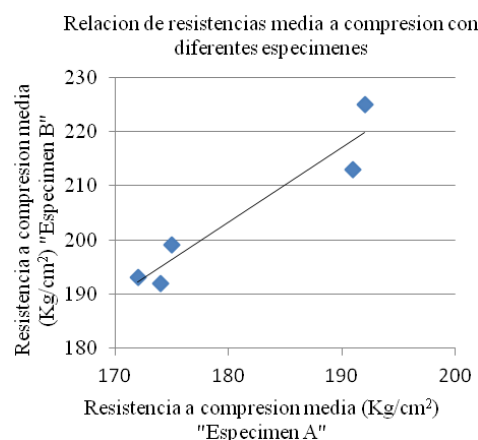


Figura 1: Mezcla N° 1, 7 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	$1,38X - 45,4$
Coef.de Determinación	0.9101
Coef. de Correlación	0.9540
Error Estándar del estimado	4.80

Tabla 3: Comparación de las desviaciones estándar obtenidas en los ensayos de compresión de las repeticiones de la mezcla N° 1 y N° 2 a los 28 días.

Mezcla	DE-A	DE-B	Mezcla	DE-A	DE-A
1.1	7.69	5.84	2.1	6.85	1.83
1.2	6.22	2.90	2.2	6.31	3.51
1.3	8.98	2.10	2.3	4.87	7.91
1.4	9.67	5.00	2.4	5.98	5.33
1.5	7.01	6.27	2.5	8.78	4.49
Prom. (%)	7.91	4.42	Prom. (%)	6.56	4.61

DE: Desviación estándar (Kgf/cm²)
A: Especímenes Cilíndricos 10.6×21.2 cm
B: Especímenes Cilíndricos 15×30 cm

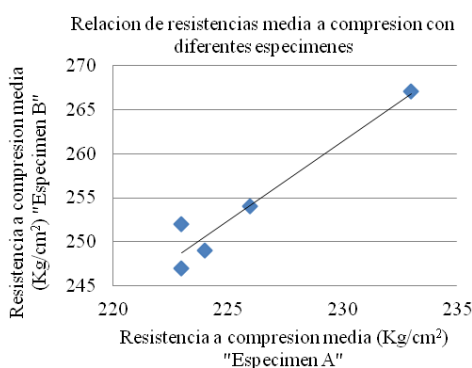


Figura 2: Mezcla N° 1, 28 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	1,8X – 153,8
Coef.de Determinación	0.9347
Coef. de Correlación	0.9668
Error Estándar del estimado	2.38

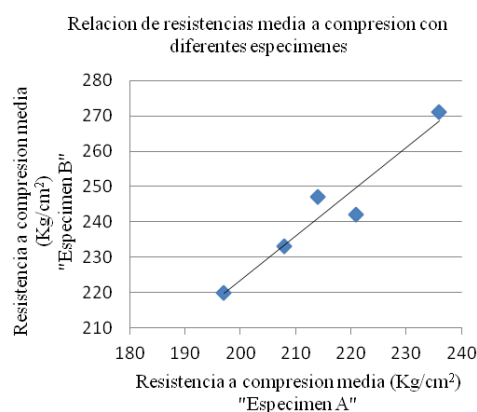


Figura 3: Mezcla N° 2, 7 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	1,2487X – 26,1218
Coef.de Determinación	0.9281
Coef. de Correlación	0.9634
Error Estándar del estimado	5.92

que aumenta la resistencia a compresión en los cilindros 10,6×21,2 cm aumenta la resistencia en los cilindros 15×30 cm, este último en mayor proporción cuando la pendiente es mayor a 1.

El coeficiente de correlación supera al valor “r” igual a 0.70, mínimo establecido en la Norma COVENIN 3549:1999[22].

El la Figura 4 se observa que la pendiente se mantiene positiva pero menor a uno, esto no quiere que la resistencia a compresión en los especímenes tipos “A” aumente en mayor proporción a las

obtenidas con la probeta tipo “B”, sino que para el mejor ajuste de la recta teórica la pendiente “a” disminuyó y el valor de “b” corte con las ordenadas aumentó.

Las Figuras 5, 6, 7 y 8 muestran la relación de la resistencia media a compresión vs. la resistencia media a tracción por flexión, a los 7 y 28 días, utilizando los especímenes en estudio para las resistencias en estudio mezclas N° 1 y N° 2.

El valor de las pendientes es positivo y menor a 1, lo que significa que la resistencia a tracción por

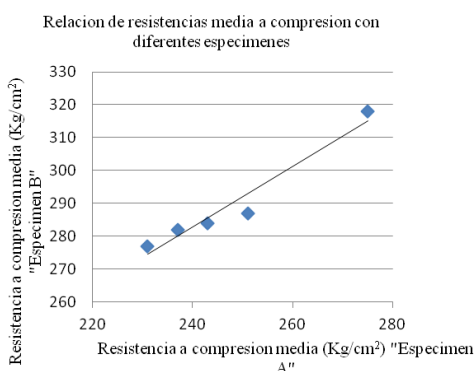


Figura 4: Mezcla N° 2, 28 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	$0,9X + 60$
Coef.de Determinación	0.9469
Coef. de Correlación	0.9731
Error Estándar del estimado	4.55

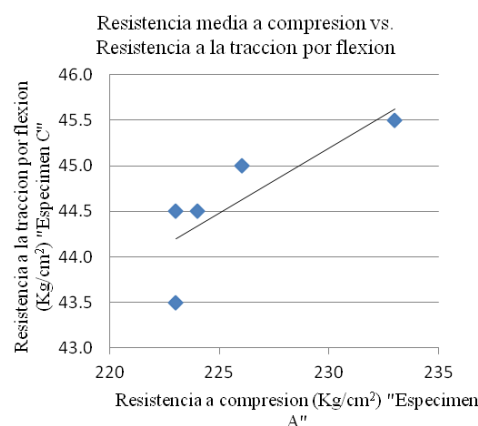


Figura 6: Mezcla N° 1, 28 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	$0,14X + 12,4$
Coef.de Determinación	0.6550
Coef. de Correlación	0.8093
Error Estándar del estimado	0.65

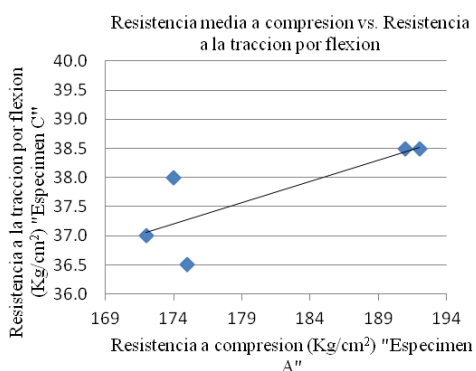


Figura 5: Mezcla N° 1, 7 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	$0,07X + 24,5$
Coef.de Determinación	0.6230
Coef. de Correlación	0.7893
Error Estándar del estimado	0.76

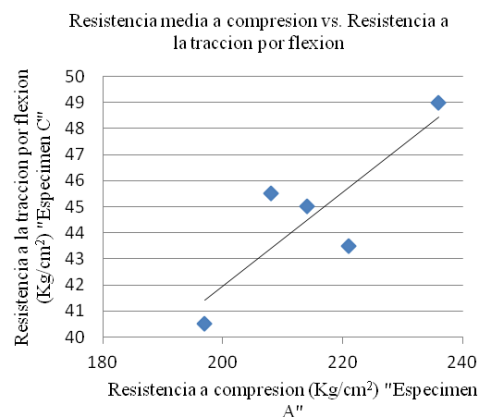


Figura 7: Mezcla N° 2, 7 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	$0,18X + 6$
Coef.de Determinación	0.7166
Coef. de Correlación	0.8465
Error Estándar del estimado	1.98

flexión aumenta conforme lo hace la resistencia a compresión pero en menor proporción.

Los coeficientes de correlación de las Figuras 5, 6, 7 y 8 son levemente mayores al coeficiente mínimo ($r=0.70$) por ende dichos coeficientes son significativos y representan una moderada intensidad de relación entre las resistencias a compresión y la resistencia a la tracción por flexión. Los

coeficientes de correlación cumplen con el mínimo estipulado en la norma COVENIN 3549:1999.

Todos los parámetros estadísticos fueron calculados según lo estipulado en la Norma COVE-

Tabla 4: Cálculo de factor k (Resistencia a la compresión).

Parámetros	Mezcla N°1				Mezcla N°2			
	A		B		A		B	
Edad (días)	7	28	7	28	7	28	7	28
N° de ensayos	5	5	5	5	5	5	5	5
Resistencia Mín (Kgf/cm ²)	172	223	192	247	197	231	220	277
Resistencia Máx (Kgf/cm ²)	192	233	225	267	236	275	271	318
Rango "d" (Kgf/cm ²)	20	10	33	20	39	44	51	41
Resistencia Promd (Kgf/cm ²)	178	228	201	257	213	246	240	288
Desviación Estándar (Kgf/cm ²)	10.41	6.45	14.57	11.62	3.51	17.82	16.62	16.54
% de Resistencia alcanzado	69	89	78	100	74	85	83	100
Asentamiento prom (pulgadas)	6				5 1/2"			
Factor de Correlación "K" 7 días	1.13				1.13			
Factor de Correlación "K" 28 días	1.13				1.17			

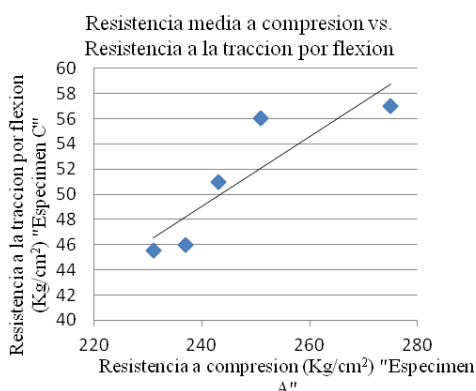


Figura 8: Mezcla N° 2, 28 días.

Parámetros estadísticos de la gráfica	
Ecuación de la recta	0,28X – 17
Coef.de Determinación	0.7799
Coef. de Correlación	0.8831
Error Estándar del estimado	2.93

NIN 3549:1999 [22].

Así mismo se calcula el Factor de Correlación K en los tipos de Probetas A y B para cada mezcla, en cual está dado en la Tabla 4

Las resistencias a compresión promedio en los especímenes tipo A se obtuvieron tomando valores arbitrarios dentro del rango "d" calculado, con dichos valores y mediante la ecuación de la recta se determinaron las resistencias alcanzadas con los cilindros 15×30 cm.

Los factores de correlación calculados a los 7 y 28 días en ambas mezclas resulto mayor a 1, ya que las resistencias calculadas mediante los especímenes "A" dieron menores a las obtenidas con los especímenes "B". El factor de correlación calculado a los 28 días en la mezcla N° 2 fue el mayor de todos, por lo que se puede inferir que a medida que la resistencia a compresión de diseño aumenta, la resistencia a compresión obtenida mediante los cilindros 10,6×21,2 cm disminuye.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso (1"), dificultó el proceso de compactación en los cilindros 10.6×21.2 cm, siendo este uno de los factores que influyeron en las bajas resistencias a la compresión presentadas con los especímenes "A" a los 28 días con respecto a los cilindros de dimensiones estandarizadas.

Las resistencias promedio se determinaron de la misma manera que se realizó en el cálculo del factor de correlación K en la Tabla 4, en este caso obteniendo mediante la ecuación de la recta los valores de las resistencias a la tracción por flexión.

Los factores de correlación "Kr" calculado a los 7 y 28 días en ambas mezclas se aproximan a 3 (Tabla 5), valor diferente al que estipula la norma COVENIN 1753:2006 [23], en su artículo 9.6.2.1; esto es debido a que las resistencias obtenidas mediante los especímenes "A" son menores lo que implica que el factor "Kr" aumenta.

Tabla 5: Calculo de factor Kr.

Parámetros	Mezcla N°1				Mezcla N°2			
	TF-C		RC-A		TF-C		RC-A	
Edad (días)	7	28	7	28	7	28	7	28
N° de ensayos	5	5	5	5	5	5	5	5
Resistencia Mín (Kgf/cm ²)	36.5	43.5	172	223	40.5	46	197	231
Resistencia Máx (Kgf/cm ²)	38.5	45.5	192	233	49	57	236	275
Rango "d"(Kgf/cm ²)	2	2	20	10	8.5	12	39	44
Resistencia Promd (Kgf/cm ²)	37.7	45	178	228	44.5	51	213	246
Desviación Estándar (Kgf/cm ²)	0.76	0.91	10.41	6.45	2.50	4.91	13.51	17.82
Factor de Correlación "K" 7 días	2.83				3.05			
Factor de Correlación "K" 28 días	2.98				3.25			

RC: Resistencia a compresión (Kgf/cm²),

TF: Tracción por flexión (Kgf/cm²),

A: Especímenes Cilíndricos 10.6×21.2 cm,

B: Especímenes Cilíndricos 15×30 cm,

C: Especímenes Prismáticos 8×10×30 cm.

4. Conclusiones

Las resistencias obtenidas a los 7 días alcanzaron altos porcentajes con respecto a los 28 días, debido a las bajas proporciones de la relación agua/cemento con la que se diseñaron las mezclas. Se pudo observar la dificultad en el proceso de compactación en los cilindros 10,6×21,2 cm ya que la dosificación estaba diseñada con una relación beta (3b2) igual a 0.43 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso igual a 1" (una pulgada).

Las resistencias a compresión obtenida con los especímenes tipo A, disminuye en más de un 50 % cuando se ensayan con bases de neoprenos de 15.7 cm de diámetro. Para disminuir el efecto de dispersión en las pruebas de compresión con los cilindros de dimensiones 10,6×21,2 cm, los ensayos se deben realizar con 4 probetas.

El uso de los factores de correlación establecido en el presente trabajo de investigación, es aplicable siempre y cuando se trabajen con las mismas características de los materiales utilizados. Donde se obtuvo como conclusión al analizar los datos recopilados que a medida que aumenta la resistencia a compresión de diseño, el factor "K" estudiado se amplifica. De igual forma lo hace el factor Kr, aumenta a medida que la resistencia

cilíndrica a compresión crece.

Reconocimiento

Este artículo fue seleccionado por la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, como premio a uno de los mejores Trabajos Especial de Grado del año 2013.

Referencias

- [1] Ms. Ing. Maximiliano Segerer. Probetas de 10 x 20: una manera más ágil y práctica para controlar el hormigón. Revista Hormigonar, Asociación Argentina del Hormigón Elaborado, edición nro 11, abril 2007.
- [2] Argueta, Alvarado J. y Acosta, Orellana D. (s.f.). Relacion entre probetas de concreto de 10×20 y 15×30 en ensayos de resistencia a la compresión. Revista científica de la Universidad Capitán General "Gerardo Barrios" MILLENIUN III Año VIII, Vol. 5, julio 2009. Nueva Época ISSN2075-096X
- [3] Mondragón, Órnelas M. (2010). Correlación de la Resistencia a Compresión entre cilindros de concreto, de 15 x 30 cm y 10 x 20 cm, variando el T.M del agregado (1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ") y conservando constante el M.F., utilizando Cemento Tipo CPC 30. Trabajo de Grado. Universidad Michoacana de San Nicola de Hidalgo.
- [4] León, José D. y Niño Víctor L., (2007). Determinación de Diseños de Mezcla de Concreto para Pavimentos con Análisis de Correlación Estadística entre las Resistencia a la Tracción por Flexión y la Resistencia a

la Compresión. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de Carabobo.

- [5] COVENIN 1976-2003: Concreto. Evaluación y Métodos de Ensayos.
- [6] COVENIN 340-2004. Concreto. Elaboración y curado de probetas en el laboratorio para ensayos a flexión.
- [7] COVENIN 255-77: Método de Ensayo para determinar la composición Granulométrica de agregados finos y gruesos.
- [8] COVENIN 261-77: Método de Ensayo para la determinación cualitativa de la presencia de cloruros y sulfatos en arenas.
- [9] COVENIN 269- ASTM C127: Método de Ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso.
- [10] COVENIN 268 – ASTM C128: Método de Ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino.
- [11] COVENIN 277-92: Agregados para concretos especificaciones.
- [12] Porrero, J., Salas, R., Ramos, C., Grases, J. y Velazco, G. (2009). Manual del Concreto Estructural. (Tercera Edición). Caracas: Editorial Sidetur.
- [13] COVENIN 354:2001: Concreto. Método para mezclado en el laboratorio.
- [14] Lugo, S. (s.f). Manual para la Realización de Prácticas de Laboratorio en la Asignatura “Materiales y Ensayo” de la Carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Carabobo.
- [15] Francisco, S. Diseño de mezcla utilizando Agregados de la Regio Central. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de Carabobo. Naganagua.
- [16] COVENIN 339-2003: Concreto. Método para la medición del asentamiento con el cono de Abrams. Norma.
- [17] COVENIN 344-2002: Concreto Fresco. Toma de Muestras.
- [18] ASTM C31: Elaboración y curado en obra de especímenes de hormigón para pruebas de compresión.
- [19] COVENIN 338-2002: Concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto.
- [20] COVENIN 1896-82 Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de concreto y mortero liviano aislante.
- [21] COVENIN 343-1979: Método de Ensayo para determinar la resistencia a la tracción por flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas, con carga en el centro del tramo.
- [22] COVENIN 3549-1999: Tecnología del Concreto. Manual de elementos de estadística y diseño de experimentos. Norma.
- [23] COVENIN 1753-2006: Proyecto y Construcción de obras en concreto estructural.