

H. Se suma el % retenido de cada malla progresivamente y se obtiene el porcentaje retenido acumulado.

$$\%Retenido\ Acumulado_i = \%Retenido_i + \sum_{j=0}^{j=i-1} \%Retenido_j$$

I. Para hallar el % acumulado que pasa, se realiza la diferencia entre 100% y el porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ Que pasa} = 100\% - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

Los datos registrados del ensayo son los siguientes:

Tabla 24: Granulometría: datos obtenidos – piedra Vicho 1”

Granulometría agregado grueso- Vicho 1”	
Tamiz	Peso retenido(g)
1 ½"	0.00
1"	0.00
¾"	919.80
½ "	4759.90
⅜"	3000.70
N° 4	2432.60
N° 8	0.00
N° 16	200.00
FONDO	25.00
TOTAL	11338.00

3.5.1.3. Ensayo de peso específico del agregado fino (NTP 400.022:2013. agregados. método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino)

- Se separó aproximadamente 1000 g. del agregado fino mejorado, obtenido por método de cuarteo y secado a temperatura constante a $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$.
- Se dejó en agua el agregado fino mejorado por 24 horas.



Figura 27. Saturación del agregado fino

- C. Una vez saturado completamente el agregado fino mejorado, se expuso al calor de la hornilla eléctrica y/o secadora, removiéndola suavemente, buscando que las partículas no se adhieran marcadamente entre sí.



Figura 28. Secado del agregado fino – peso específico.

- D. Se colocó el cono se absorción en una superficie plana, llenándola en tres capas, golpeando 25 con la barra de metal al llenar las tres capas.



Figura 29. Aplicación del cono de absorción.

- E. Se realizó el procedimiento hasta que el agregado fino mejorado dejó de mantener su forma, derrumbándose en forma cónica. En ese momento el agregado se encontró en la condición de saturado superficialmente seco.
- F. Una vez que se logra esta condición se miden 500 g del material y se llevan al frasco volumétrico, se elimina el aire con la bomba de vacíos.



Figura 30. Eliminación del aire con bomba de vacíos



Figura 31. Eliminación del aire usando la bomba de vacíos.

G. Se completa el frasco con la muestra y agua hasta la marca de 500 ml y se pesa.

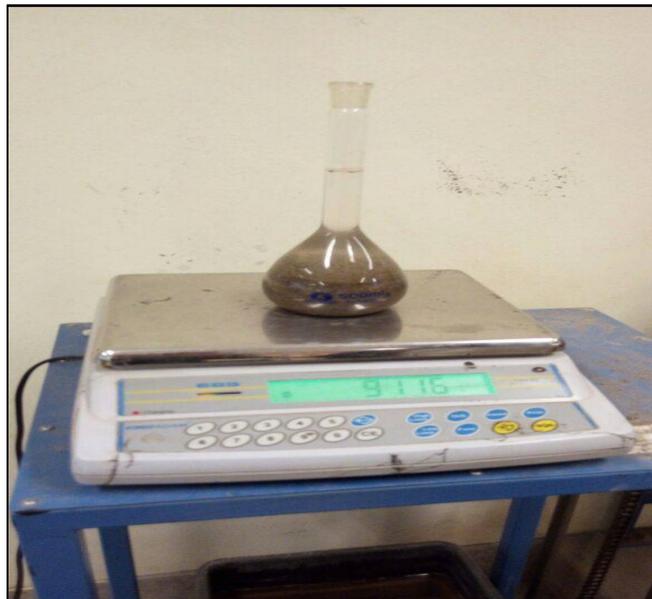


Figura 32. Peso de la fiola más agua y agregado

H. La muestra se extrae del frasco y se lleva a un secado en horno a temperatura de 105 °C hasta masa constante.

I. Se pesa el frasco con agua hasta los 500 ml.

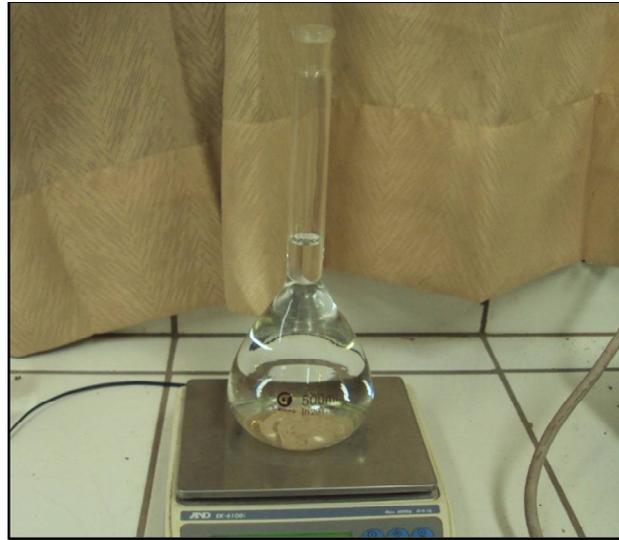


Figura 33. Registro del peso de la fiola con 500 ml de agua.

- J. Se separó toda la muestra de agregado fino de la fiola.
- K. Se procedió al secado de las muestras a peso constante a una temperatura de 110 ° C
- L. Se registró el peso del agregado fino mejorado seco.

Los datos registrados de los ensayos para los agregados finos son:

Tabla 25: *Peso específico: arena fina mejorada*

Peso específico arena mejorada – Mina Roja 30% y Cunyac 70%					
Simb.	Descripción	M-1.	M-2	M-3	Prom.
Preparación de muestra					
V	Volumen de la Fiola(cm3)	500.00	500.00	500.00	500.00
F	Peso de la Fiola(gr)	167.24	146.75	158.74	157.58
B	Peso de la Fiola + H2O(g)	653.25	652.77	654.13	653.38
D	Peso de la Muestra(gr)	500.00	500.00	500.00	500.00
C	Peso de la Fiola + Muestra + H2O(g)	962.41	956.94	969.54	962.96
Después del horno					
R	Recipiente(g)	136.74	137.54	136.65	136.98
B	Peso de la M. Seca + Recipiente(g)	622.94	623.17	622.48	622.86
A	Peso de la Muestra Seca(g)	486.20	485.63	485.83	485.89

3.5.1.4. Ensayo de peso específico del agregado Grueso (NTP 400.021:2002. Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso)

- A. Se separó aproximadamente 6000 g. del agregado mejorado, obtenido por método de cuarteo y secado a temperatura constante a 110°C ± 5 °C.
- B. Se dejó reposar el agregado grueso mejorado por 24 horas.

- C. Se removió el agua y se quitó el exceso de agua del agregado con un paño grande y absorbente, hasta que se hizo desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parecía húmeda.
- D. En ese momento el agregado se encontró en la condición de saturado superficialmente seco, procediendo a registrar el peso con aproximación de 0.5 g. o al 0.05% de la muestra.
- E. Se colocó inmediatamente la muestra de la piedra de Vicho en una cesta con cables que se colocaron en la parte inferior de la balanza, encontrándose en suspensión en agua, al momento de pesar el agregado



Figura 34. Eliminación de la película de agua del agregado grueso.

- F. Se removió el aire atrapado, sacudiendo el recipiente mientras se sumergía.
- G. Se sacó el agregado de la canastilla a un recipiente.
- H. Se procedió al secado de las muestras a peso constante a una temperatura de 110 ° C.
- I. Se registró el peso del agregado fino mejorado seco.

Los datos registrados de los ensayos para los agregados gruesos son:

Tabla 26: *Peso específico: piedra de Vicho 1”*

Peso específico -piedra de Vicho 1”					
Simb	Descripción	M-1	M-2	M-3	Prom.
Preparación de muestra					
R	Peso del Recipiente(cm3)	555.40	514.20	570.10	546.57
P	P. de la Muestra Sat. Sup. Seca en el Aire + Recipiente(g)	3592.80	3554.32	3609.75	3585.62
B	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca en el Aire(g)	3037.40	3040.12	3039.65	3039.06
C	Peso en el Agua de la Muestra Saturada(g)	1907.10	1910.60	1989.90	1935.87
Q	P. de la Muestra Seca en el Aire + Recipiente(g)	3554.80	3551.15	3559.65	3555.20
A	Peso de la Muestra Seca en el Aire (g)	2999.40	3036.95	2989.55	3008.63

3.5.1.5. Ensayo de Peso unitario de los agregados (NTP 400.017:2011 método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado)

A. Determinación del peso unitario compactado

- a. Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la mano. Se procedió al apisonado la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Al compactar la primera capa, se procuró que la barra no golpee el fondo con fuerza.
- b. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compactó con 25 golpes como antes.



Figura 35. Compactación del agregado grueso.

- c. Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente
- d. El agregado sobrante se eliminó utilizando la barra compactadora como regla.
- e. Se determinó el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg.



Figura 36. Registro de pesos.

Los datos registrados de los ensayos para los agregados gruesos son:

Tabla 27: *Peso unitario compactado: piedra de Vicho 1''*

Peso unitario compactado-piedra de Vicho 1''					
Simb.	Descripción	M-1	M-2	M-3	Prom.
	PREPARACIÓN DE MUESTRA				
G_c	Peso del Recipiente de Medida + el Agregado(Kg)	11.976	11.924	11.966	11.955
T_c	Peso del Recipiente de Medida(kg)	7.491	7.491	7.491	7.491
V_c	Volumen de Medida(m3)	0.003	0.003	0.003	0.003

B. Determinación del peso unitario suelto

- a. El recipiente de medida se llenó con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 2" (50 mm) por encima de la parte superior del recipiente.
- b. El agregado sobrante se eliminó con una regla.



Figura 37. Compactación del agregado grueso.

- c. Se determinó el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0,05 kg.



Figura 38. Registro de pesos

Los datos registrados de los ensayos para los agregados gruesos son:

Tabla 28: Peso unitario suelto: piedra de Vicho 1”

Peso unitario suelto-piedra de Vicho 1”					
Simb.	Descripción	M-1	M-2	M-3	Prom.
	Preparación de la muestra				
G	Peso del Recipiente de Medida + el Agregado(Kg)	11.650	11.577	11.639	11.622
T	Peso del Recipiente de Medida(kg)	7.491	7.491	7.491	7.491
V	Volumen de Medida(m3)	0.003	0.003	0.003	0.003

3.5.1.6. Ensayo de contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185:2013. agregados. método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado)

- ❖ Se tomó una muestra del material preparado, mediante el método de cuarteo, posteriormente se determinó su masa.
- ❖ Se procedió a secar la muestra en el horno a 110 ± 5 ° C durante 24 horas.
- ❖ Durante el proceso de secado se tuvo la precaución de evitar pérdidas de partículas durante el secado.
- ❖ Se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y determino su masa seca



Figura 39. Secado del agregado grueso en el horno

A. Agregado grueso**Tabla 29:** Contenido de humedad: piedra de Vicho 1”

Contenido de humedad-piedra de Vicho 1”					
Simb.	Descripción	M-1	M-2	M-3	Prom.
Preparación de muestra					
R	Peso del Recipiente(g)	544.70	555.40	532.90	544.33
H	Peso de la Muestra + Recipiente(g)	3544.71	3555.43	3534.00	3544.71
S	Peso de la Muestra Seca + Recipiente(g)	3411.60	3416.90	3400.00	3409.50

B. Agregado fino**Tabla 30:** Contenido de humedad: agregado fino mejorado

Contenido de humedad del a. fino mejorado					
Simb.	Descripción	M-1	M-2	M-3	Prom.
Preparación de muestra					
R	Peso del Recipiente(g)	146.20	159.70	153.90	153.27
H	Peso de la Muestra + Recipiente(g)	1545.76	1551.47	1552.74	1549.99
S	Peso de la Muestra Seca + Recipiente(g)	1486.45	1489.72	1490.51	1488.89

3.5.1.7. Estudio del puente de adherencia

Nombre: Epóxico – Puente de Adherencia.

Descripción: Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

Usos:

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibra cemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

Características/ Ventajas:

- Fácil de aplicar
- Libre de solventes
- No es afectado por la humedad
- Altamente efectivo, aun en superficies húmedas



- Trabajable a bajas temperaturas
- Alta resistencia a la tracción

Datos Básicos:

- Consta de dos componentes
 - Componente A: Resina Epoxi Modificada
 - Componente B: Poliamida modificada
- Color: Gris (mezcla A+B)
- Aspecto: Líquido denso
- Almacenamiento: en un lugar fresco, seco y bajo techo durante dos años.

Datos Técnicos:

- Densidad: 1.6 kg/lts
- Proporción de la mezcla en peso: A:B = 2:1
- Cumple la Norma ASTM C-881: Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete. Está certificado como producto no tóxico
- Adherencia(ASTM C 882):
 - >13 Mpa

Método de aplicación en concreto:

Al momento de aplicar el epóxico el concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas.

La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

Preparación del Producto:

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea.

Método de aplicación:

La colocación de epóxico se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha.

El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas o 1 hora a temperaturas mayores de 30°C.

En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

3.5.2. Procedimiento de recolección de datos en la elaboración de especímenes: NTP 339.183:2013. concreto. práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

Para la elaboración de los especímenes se procedió:

3.5.2.1. Tratamiento del agregado

Se trasladó el agregado y el cemento al laboratorio de la facultad y se almacenó adecuadamente para evitar la contaminación de la misma.

3.5.2.2. Proporcionamiento y colocado del concreto

Una vez realizado el almacenamiento de los agregados y cemento, se procedió a medir las proporciones de los ingredientes del concreto. Para medir se usó la ayuda de una balanza, almacenando el agregado en baldes para su fácil incorporación en la mezcladora.

Se midió el cemento Puzolánico IP de la marca Yura, y para el agua se midió la cantidad de litros para cada tanda.

Una vez proporcionados los materiales correctamente se procedió a mezclarlo. Colocando primero el agregado grueso y el agua, inmediatamente se colocó progresivamente el agregado fino.



Figura 40. Proceso de mezclado de los agregados, cemento, agua.

Una vez colocado todos los materiales se dejó mezclar por 03 minutos levantando ocasionalmente para lograr un mejor mezclado.

3.5.2.3. Elaboración de especímenes

3.5.2.3.1. Elaboración de briquetas de concreto tradicional

Los moldes utilizados para la elaboración de las probetas deben ser de acero, hierro forjado u otro material no absorbente y que no se mezcle con el cemento. Deben ser muy resistentes como para soportar las condiciones del trabajo de moldeado y tener la forma de un cilindro recto de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de alto.

Primeramente se engraso los moldes y se verifico que estén bien armados, también se verifico que las abrazaderas estén enroscadas perfectamente. Como desmoldante para los moldes se utilizó petróleo el cual fue aplicado con una brocha.

Se llenó cada briquetera en 3 capas con un mismo volumen de concreto, después de completar cada capa se procedió a compactar con la varilla de 5/8" (16mm) de diámetro y altura de 50 cm, dando 25 golpes por capa.



Figura 41. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto

Se usó un cucharón, con tamaño suficiente para asegurar que cada porción de concreto, tomada del recipiente para la muestra, sea representativa y en pequeña cantidad para no derramar concreto al colocarlo en el molde.

Al colocar la última capa, se agregó una cantidad de concreto que permitió mantener lleno el molde después de la compactación.

Se colocó el concreto en el molde con el número especificado de capas de aproximadamente igual volumen. Se compactó cada capa con el extremo redondeado del pisón. Se apisonó la capa inferior en todo su espesor, distribuyendo las penetraciones uniformemente sobre la sección transversal del molde. Después de que cada capa fue compactada, se golpeó ligeramente las paredes externas del molde con el mazo de goma de 10 a 15 veces para acomodar la mezcla y así cerrar cualquier orificio dejado durante el compactado y para liberar las burbujas grandes de aire que hayan sido atrapadas.



Figura 42. Acomodo del concreto con martillo de goma

Después de compactar, se enrasó la superficie con un badilejo para producir una superficie plana y nivelada.



Figura 43. Enrasado de las probetas cilíndricas

Después del moldeo y del acabado, pasando 24 horas, los especímenes se desencofraron y almacenaron durante un tiempo en una poza con agua. Se prosiguió con el tapado de la poza para evitar posibles cambios de temperatura del agua.



Figura 44: Curado del concreto en poza.

3.5.2.3.2. Elaboración de briquetas de concreto con puente de adherencia

Para realizar estas probetas de concreto se siguió con las medidas establecidas en la norma ASTM C-882-99 (Método estándar de la prueba para la fuerza de adherencia en los sistemas epóxicos a base de resina usados con concreto)

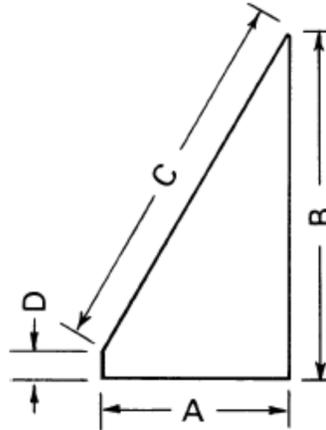


Figura 45. Dimensiones de la probeta con puente de adherencia

Fuente: NORMA ASTM C- 882-99

Tabla 31: Dimensiones de la probeta con puente de adherencia

Lados	Dimensiones	
	pulg.	mm.
A	6	150 ± 4
B	12	300 ± 4
C	12	300 ± 4
D	1.6	40 ± 4

Fuente Norma ASTM C- 882-99

Para conseguir estas dimensiones, en nuestras probetas colocamos moldes de metal seguidamente se engraso las briqueteras y los moldes de metal verificándose que estén bien armadas y que las abrazaderas estén correctamente enroscadas. Como desmoldante para las briqueteras se utilizó petróleo el cual fue aplicado con una brocha.

Se llenó cada briquetera en 3 capas con un mismo volumen de concreto, después de completar cada capa se procedió a compactar con la varilla de 5/8" (16mm) de diámetro y altura de 50 cm, dando 25 golpes por capa.

Se colocó el concreto en el molde con el número especificado de capas de aproximadamente igual volumen. Se compacto cada capa con el extremo redondeado del pisón. Se apisonó la capa inferior en todo su espesor, distribuyendo las penetraciones uniformemente sobre la sección transversal del molde. Después de que cada capa fue compactada, se golpeó ligeramente las paredes externas del molde con el mazo de goma de 10 a 15 veces para acomodar la mezcla y así cerrar cualquier orificio dejado durante el compactado y para liberar las burbujas grandes de aire que hayan sido atrapadas.

Una vez desmoldado las medias briquetas procedimos a rasgar con un peine metálico para conseguir que la superficie de la junta sea rugosa entre concreto antiguo y nuevo.



Figura 46. Medias briquetas de concreto

Se dio un tiempo de 24 horas para completar las medias briquetas con un concreto nuevo, antes del vaciado del concreto nuevo se colocó el epóxico sobre el concreto antiguo siguiendo las especificaciones técnicas del producto teniendo especial cuidado en que la superficie este lo más limpia posible y no tenga residuos de concreto para mejorar la adherencia entre los concretos de diferentes edades.



Figura 47. Preparación del epóxico y colocación a las briquetas de concreto antiguo



Figura 48: Briquetas de concreto de diferentes edades unidas con puente de adherencia

A las 24 horas después de la elaboración de las briquetas de concreto a diferentes edades se desmoldaron con el debido cuidado, se identificó cada espécimen con un código para llevar un control y fuese más fácil identificarlos para los ensayos posteriores, seguidamente se colocó los especímenes de concreto en las pozas de curado del laboratorio.



Figura 49: Curado del concreto de diferentes edades unidas con puente de adherencia

3.5.2.3.3. Ensayo de compresión uniaxial

Para el ensayo se procedió a medir el diámetro de los cilindros de concreto promediando las medidas de dos diámetros perpendiculares entre sí, la altura del espécimen se determinó por el promedio de dos mediciones de alturas opuestas.

Se colocó los cabezales con neopreno a cada extremo de los especímenes, esto con el fin de uniformizar la carga en las superficies de contacto de la probeta, ya que podría variar los resultados debido a las irregularidades en la textura de la superficie del espécimen.

Se procedió al montaje de los especímenes en la prensa de compresión del laboratorio, colocando el cilindro sobre la placa inferior alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa de carga superior teniendo en cuenta que la placa superior tenga un contacto suave y uniforme con el cilindro.

Se realizó el ensayo cuidando que la carga aplicada sea con una velocidad uniforme y continua, manteniendo la carga hasta que los cilindros fallen; se registró la carga máxima aplicada y se observó el tipo de falla que se produjo en cada espécimen de concreto.



Figura 50. Montaje para el ensayo de compresión uniaxial



Figura 51.: Ensayo de compresión uniaxial

3.6. Procedimientos de análisis de datos

Sistematizaremos los resultados que se obtuvieron de los ensayos para luego ser evaluados, descritos y comparados; así mismo se construirán gráficos de histogramas y curvas que muestren el estudio realizado

**3.6.1. Granulometría del agregado****3.6.1.1. Granulometría del agregado fino****A. Procesamiento o cálculos de la prueba**

$$\% Rete. = \left(\frac{Peso_x}{Peso_{total}} \right) \times 100$$

$$\% Rete. Acum. = \sum_1^x \left(\frac{Peso_x}{Peso_{total}} \right) \times 100$$

$$\% Acum. Pasa = 1 - \% Rete. Acum.$$

B. Diagramas o tablas:**Tabla 32:** Análisis de la granulometría de la arena de Mina Roja

Granulometría arena de Mina Roja				
Módulo de Fineza: 3.19				
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% Acumulado	
			Retenido	Pasante
3/8"	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº 4	240.32	240.32	4.81%	95.19%
Nº 8	655.38	895.70	17.93%	82.07%
Nº 16	992.36	1888.06	37.79%	62.21%
Nº 30	1990.27	3878.33	77.62%	22.38%
Nº 50	387.63	4265.96	85.38%	14.62%
Nº 100	491.54	4757.50	95.22%	4.78%
Nº 200	129.56	4887.06	97.81%	2.19%
FONDO	95.46	4982.52	99.72%	0.28%
LAVADO	13.85	4996.37	100.00%	0.00%
TOTAL	4996.37			

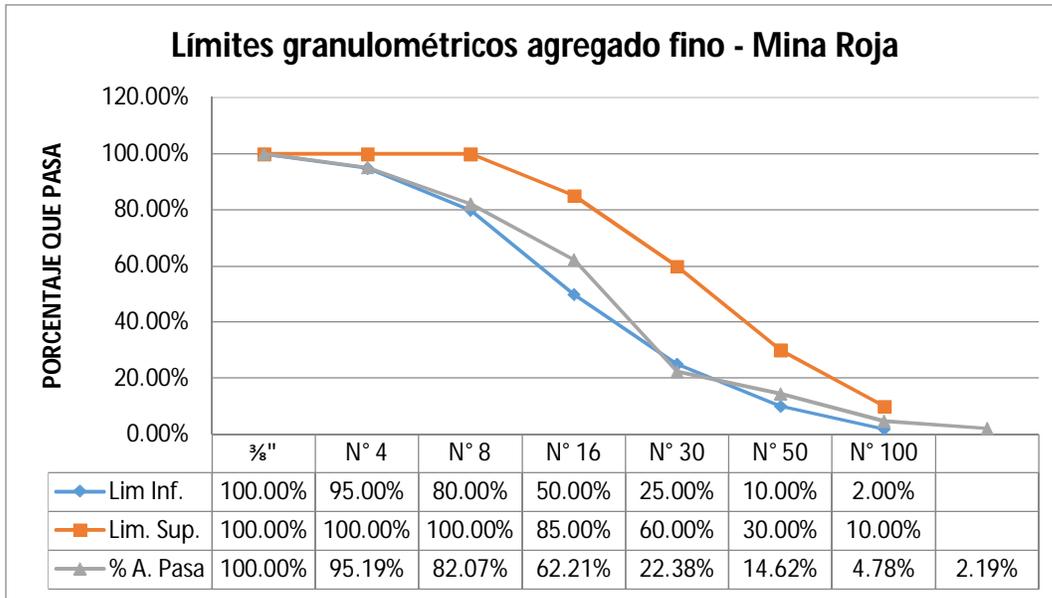


Figura 52. Granulometría de la arena de Mina Roja

Tabla 33: Análisis de la granulometría de la arena de Cunyac

Granulometría arena de Cunyac				
Módulo de Fineza: 1.95				
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% Acumulado Retenido	% Acumulado Pasante
3/8"	0.00	0.00	0.00%	100.00%
N° 4	42.84	42.84	0.86%	99.14%
N° 8	46.73	89.57	1.79%	98.21%
N° 16	32.84	122.41	2.45%	97.55%
N° 30	887.30	1009.71	20.19%	79.81%
N° 50	2833.43	3843.14	76.85%	23.15%
N° 100	808.66	4651.80	93.02%	6.98%
N° 200	250.59	4902.39	98.03%	1.97%
FONDO	84.86	4987.25	99.73%	0.27%
LAVADO	13.73	5000.98	100.00%	0.00%
TOTAL	5000.98			

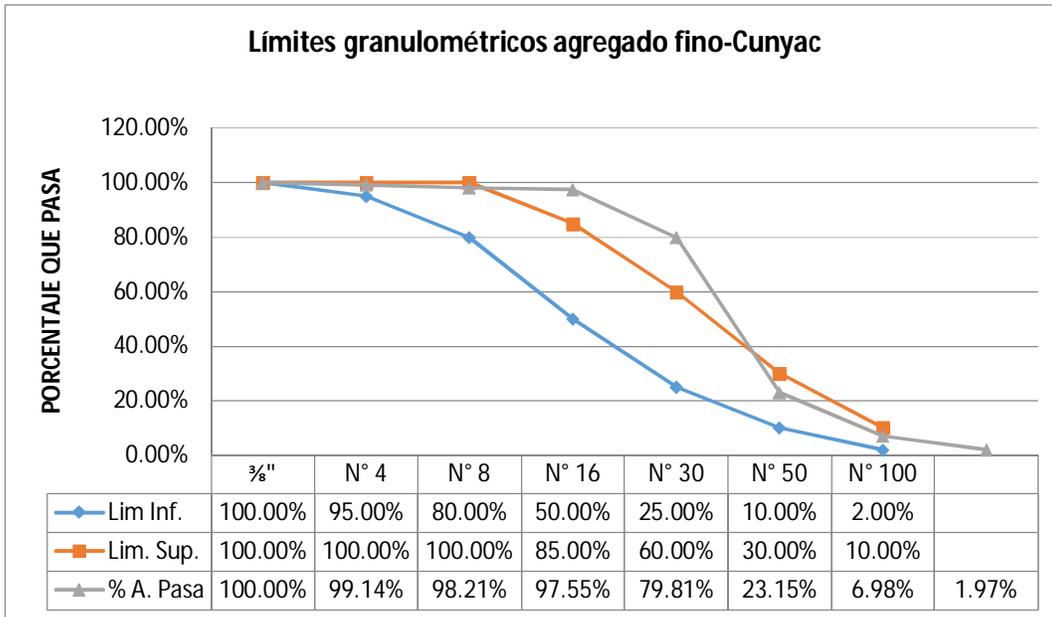


Figura 53. Granulometría de la arena de Cunyac

Tabla 34: Análisis de la granulometría de la arena de Mina Roja y Cunyac

Granulometría agregado fino mejorado 30% Mina Roja y 70% Cunyac				
Módulo de Fineza: 2.82				
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% Acumulado	
			Retenido	Pasante
3/8"	0.00		0.00%	100.00%
N° 4	181.08	181.1	3.62%	96.38%
N° 8	472.79	653.9	13.08%	86.92%
N° 16	704.79	1358.4	27.18%	72.82%
N° 30	1659.38	3017.7	60.38%	39.62%
N° 50	1121.37	4139.1	82.82%	17.18%
N° 100	586.68	4725.8	94.56%	5.44%
N° 200	165.87	4891.7	97.88%	2.12%
FONDO	92.28	4983.9	99.72%	0.28%
LAVADO	13.81	4997.8	100.00%	0.00%
TOTAL	4997.75			

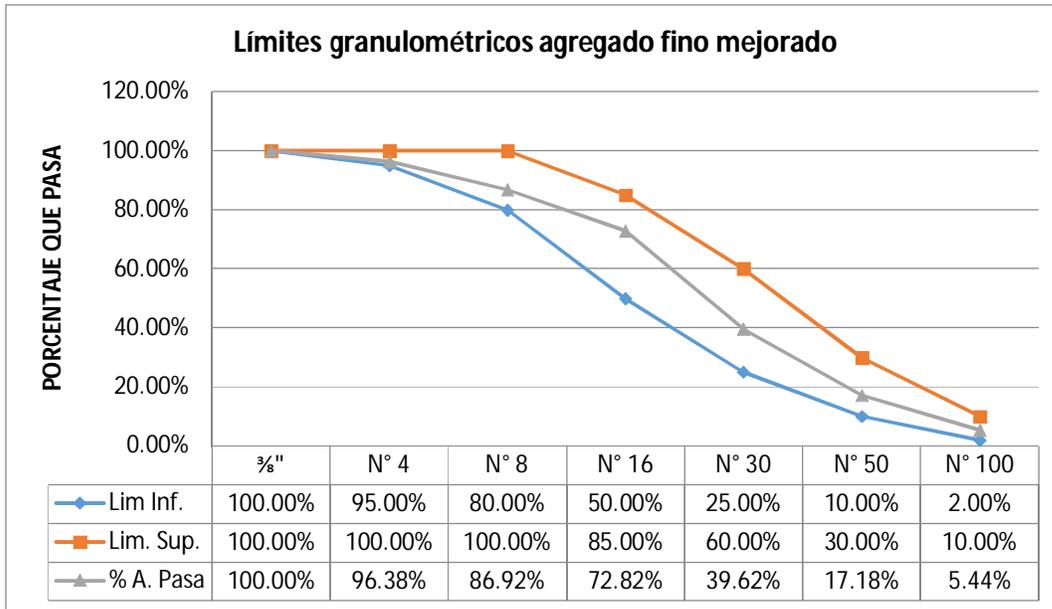


Figura 54. Granulometría del agregado fino mejorado.

C. Comentario o resultado:

Como resultados tenemos que la arena de Mina Roja y la arena de Cunyac no se encuentran en los límites granulométricos requeridos, lo que justifica la combinación de ambas en un porcentaje de **30 % Mina Roja y 70% de Cunyac**, siendo este agregado fino mejorado el que cumple con los límites establecidos entonces determinamos que el resultado granulométrico de la combinación es adecuada.

3.6.1.2. Granulometría del agregado grueso:

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

$$\% Rete. = \left(\frac{Peso_x}{Peso_{total}} \right) \times 100$$

$$\% Rete. Acum. = \sum_1^x \left(\frac{Peso_x}{Peso_{total}} \right) \times 100$$

$$\% Acum. Pasa = 1 - \% Rete. Acum.$$

B. Diagramas o tablas

Tabla 35: Análisis de la granulometría del agregado grueso Vicho 1''

Granulometría agregado grueso- Vicho 1''				
Tamiz	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% Acumulado	
			Retenido	Pasante
1 ½"	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.00	0.00	0.00%	100.00%
¾"	919.80	919.80	8.11%	91.89%
½ "	4759.90	5679.70	50.09%	49.91%
⅜"	3000.70	8680.40	76.56%	23.44%
N° 4	2432.60	11113.00	98.02%	1.98%
N° 8	0.00	11113.00	98.02%	1.98%
N° 16	200.00	11313.00	99.78%	0.22%
FONDO	25.00	11338.00	100.00%	0.00%
TOTAL	11338.0			

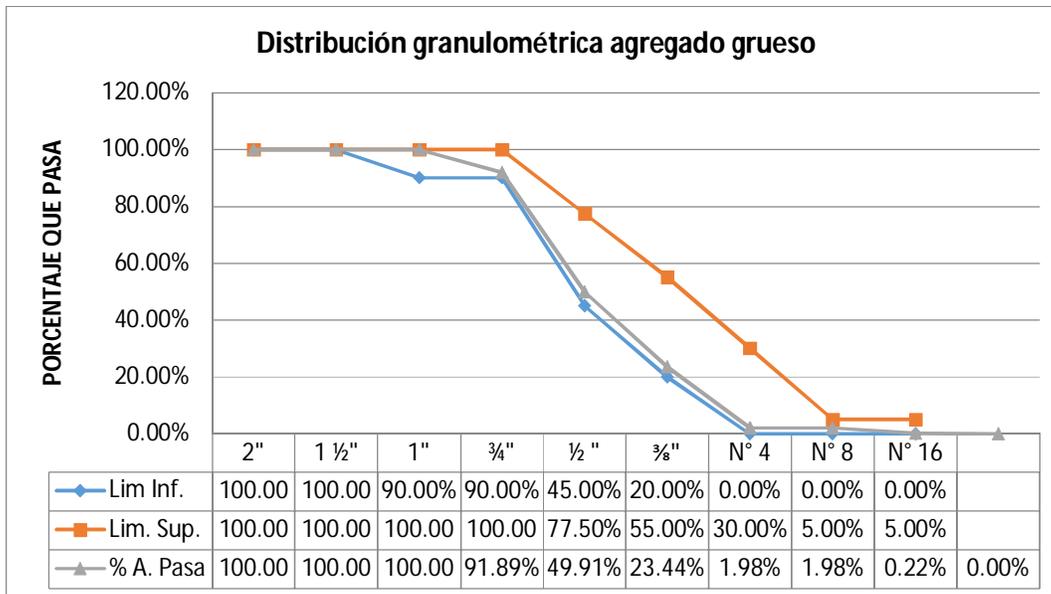


Figura 55.: Granulometría del agregado grueso.

C. Comentario o resultado:

El agregado grueso de la cantera de vicho de 1” se encuentra dentro de los rangos que exige su granulometría, por lo cual es posible su uso en la fabricación de especímenes de concreto.

3.6.1.3. Peso específico y absorción del agregado fino

A. Procesamiento o cálculos de la prueba:

Peso Específico de masa	$P_{em} = A / (B - C)$
Peso Esp. Masa Sat. c/ Superficie Sec	$P_{eSSS} = B / (B - C)$
Peso específico aparente	$P_{ea} = A / (A - C)$
Absorción (%)	$A_b = \frac{B-A}{A} * 100$

B. Diagramas o tablas

Tabla 36: Análisis del peso específico del agregado fino mejorado.

Peso específico del agregado fino mejorado - Mina Roja 30% y Cunyac 70%							
Simb	Descripción	Form.	Und	Valores			
	Preparación de muestra			M - 1	M - 2	M - 3	Prom.
V	Volumen de la Fiola	---	cm3	500.00	500.00	500.00	500.00
F	Peso de la Fiola	---	g	167.24	146.75	158.74	157.58
B	Peso de la Fiola + H2O	P-R	g	653.25	652.77	654.13	653.38
D	Peso de la Muestra	---	g	500.00	500.00	500.00	500.00
C	Peso de la Fiola + Muestra + H2O	---	g	962.41	956.94	969.54	962.96
	Después del horno						
R	Recipiente	---	g	136.74	137.54	136.65	136.98
B	Peso de la Muestra Seca + Recipiente	---	g	622.94	623.17	622.48	622.86
A	Peso de la Muestra Seca	B-R	g	486.20	485.63	485.83	485.89
	Pesos específicos						
Pem	Peso específico de masa	A/(B-C)	g/cm3	2.55	2.48	2.63	2.55
PeSSS	Peso específico de la masa saturado con superficie seca	B/(B-C)	g/cm3	2.62	2.55	2.71	2.63
Pea	Peso específico aparente	A/(A-C)	g/cm3	2.75	2.68	2.85	2.76
Ab	Absorción (%)	(B-A)/A*100	g/cm3	2.84	2.96	2.92	2.90

C. Comentario o resultado:

El peso específico **2.55 g/cm³** y el porcentaje de absorción 2.90% son adecuados para el diseño de mezcla.

3.6.1.4. Peso específico y absorción del agregado grueso

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Peso Específico de masa	$P_{em} = A / (B - C)$
Peso Esp. Masa Sat. c/ Superficie Sec	$P_{eSSS} = B / (B - C)$
Peso específico aparente	$P_{ea} = A / (A - C)$
Absorción (%)	$A_b = \frac{B-A}{A} * 100$

B. Diagramas o tablas

Tabla 37: Análisis del peso específico del agregado grueso Vicho 1”.

Peso específico - piedra de Vicho 1”							
Simb	Descripción	Form.	Und	Valores			
	Preparación de muestra			M - 1	M - 2	m - 3	Prom.
R	Peso del Recipiente	---	cm ³	510.47	513.74	512.74	512.32
P	Peso de la Muestra Sat. Superf. Seca en el Aire + Recipiente	---	g	6468.75	6485.67	6488.48	6480.97
B	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca en el Aire	P-R	g	5958.28	5971.93	5975.74	5968.65
C	Peso en el Agua de la Muestra Saturada	---	g	3784.14	3787.51	3784.68	3785.44
Q	Peso de la Muestra Seca + Recipiente	---	g	6354.94	6365.52	6392.95	6371.14
A	Peso de la Muestra Seca	Q-R	g	5844.47	5851.78	5880.21	5858.82
	Pesos específicos						
Pem	Peso específico de masa	A/(B-C)	g/cm ³	2.69	2.68	2.68	2.68
PeSSS	Peso específico de la masa saturado con superficie seca	B/(B-C)	g/cm ³	2.74	2.73	2.73	2.73
Pea	Peso específico aparente	A/(A-C)	g/cm ³	2.84	2.83	2.81	2.83
Ab	Absorción (%)	(B-A)/A*100	g/cm ³	1.95	2.05	1.62	1.88

C. Comentario o resultado:

El peso específico **2.68 g/cm³** y el porcentaje de absorción 1.88% son adecuados para el diseño de mezcla.

3.6.1.5. Peso unitario del agregado grueso

3.6.2.5.1. Peso unitario compactado

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

$$M_c = \frac{(G_c - T_c)}{V_c}$$

- ❖ *M* = Peso Unitario del agregado en kg/m³
- ❖ *G* = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg
- ❖ *T* = Peso del recipiente de medida en kg
- ❖ *V* = Volumen de la medida en m³

B. Diagramas o tablas:

Tabla 38: Análisis del peso unitario compactado del a. grueso Vicho 1”.

Peso unitario compactado -piedra de Vicho 1”							
Simb	Descripción	Form.	Und	Valores			
	Peso unitario compactado			M - 1	M - 2	M- 3	Prom.
<i>G_c</i>	Peso del Recipiente de Medida + el Agregado	---	kg	14.681	15.141	14.971	14.931
<i>T_c</i>	Peso del Recipiente de Medida	---	kg	6.055	6.055	6.055	6.055
<i>V_c</i>	Volumen de Medida	---	m ³	0.005	0.005	0.005	0.005
<i>M_c</i>	Peso Unitario Compactado de la Masa	(G-T)/V	kg/cm³	1627.11	1713.87	1681.81	1674.26

C. Comentario o resultado:

El peso unitario compactado es **1674.26 kg/m³ = 1.67 g/cm³** es adecuado para el diseño de mezcla.

3.6.2.5.2. Peso unitario suelto del agregado grueso

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

- ❖ M = Peso Unitario del agregado en kg/m³
- ❖ G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg
- ❖ T = Peso del recipiente de medida en kg
- ❖ V = Volumen de la medida en m³

B. Diagramas o tablas

Tabla 39: Análisis del peso unitario suelto del agregado grueso Vicho 1”.

Peso unitario suelto -piedra de Vicho 1”							
Simb	Descripción	Form.	Und	Valores			
	Peso unitario suelto			M - 1	M - 2	M - 3	Prom.
G	Peso del Recipiente de Medida + el Agregado	---	kg	13.818	13.923	14.169	13.970
T	Peso del Recipiente de Medida	---	kg	6.055	6.055	6.055	6.055
V	Volumen de Medida	---	m ³	0.005	0.005	0.005	0.005
M (Suelto)	Peso Unitario Suelto de la Masa	(G-T)/V	kg/m ³	1464.32	1484.13	1530.53	1492.99

C. Comentario o resultado:

El peso unitario suelto promedio es **1492.99 kg/m³. = 1.49 g/cm³** es factible su utilización en la mezcla del concreto

3.6.1.6. Contenido de humedad de los agregados

3.6.2.6.1. Contenido de humedad agregado grueso

A. Procesamiento o cálculos de la prueba.

Peso de la muestra	$P_m = H - R$
Peso de la Muestra Seca	$P_{ms} = S - R$
Humedad	$H_{um} = P_m - P_{ms}$
Porcentaje de Humedad	$\%H_{um} = H_{um} / P_{ms} * 100$

B. Diagramas o tablas

Tabla 40: Análisis del contenido de humedad del agregado grueso Vicho 1”.

Contenido de humedad-piedra de Vicho 1”							
Simb	Descripción	Form.	Und	Valores			
	Peso de muestras			M - 1	M - 2	M - 3	Prom.
R	Peso del Recipiente	---	g	544.70	555.40	532.90	544.33
H	Peso de la Muestra + Recipiente	---	g	3544.71	3555.43	3534.00	3544.71
S	Peso de la Muestra Seca + Recipiente	---	g	3411.60	3416.90	3400.00	3409.50
	Cálculos						
Pm	Peso de la Muestra	H-R	g	3000.01	3000.03	3001.10	3000.38
Pms	Peso de la Muestra Seca	S-R	g	2866.90	2861.50	2867.10	2865.17
Hum	Humedad	Pm-Pms	g	133.11	138.53	134.00	135.21
	Porcentaje de humedad						
%Hum	Porcentaje de Humedad	Hum/Pms*100	%	4.64	4.84	4.67	4.72

C. Comentario o resultado:

El Contenido de Humedad promedio del agregado grueso es de **4.72 %** nos indica que es la cantidad de aporte de agua.

3.6.2.6.2. Contenido de humedad agregado fino mejorado.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Peso de la muestra	$P_m = H - R$
Peso de la Muestra Seca	$P_{ms} = S - R$
Humedad	$H_{um} = P_m - P_{ms}$
Porcentaje de Humedad	$\%H_{um} = H_{um} / P_{ms} * 100$

B. Diagramas o tablas

Tabla 41: Contenido de humedad del agregado fino mejorado.

Contenido de humedad del agregado fino mejorado							
Simb	Descripción	Form.	Und	Valores			
	Peso de muestras			M - 1	M - 2	M - 3	Prom.
<i>R</i>	Peso del Recipiente	---	g	146.20	159.70	153.90	153.27
<i>H</i>	Peso de la Muestra + Recipiente	---	g	1545.76	1551.47	1552.74	1549.99
<i>S</i>	Peso de la Muestra Seca + Recipiente	---	g	1486.45	1489.72	1490.51	1488.89
	Cálculos						
<i>Pm</i>	Peso de la Muestra	H-R	g	1399.56	1391.77	1398.84	1396.72
<i>Pms</i>	Peso de la Muestra Seca	S-R	g	1340.25	1330.02	1336.61	1335.63
<i>Hum</i>	Humedad	Pm-Pms	g	59.31	61.75	62.23	61.10
	Porcentaje de humedad						
<i>%Hum</i>	Porcentaje de Humedad	Hum/Pms*100	%	4.43	4.64	4.66	4.57

C. Comentario o resultado:

El contenido de humedad promedio de **4.57 %** nos indica que es la cantidad de aporte de agua.

3.6.2. Análisis de datos para el diseño de mezcla

A. Datos de los agregados obtenidos en laboratorio:

Se tienen las siguientes propiedades del agregado para el diseño de mezcla:

Tabla 42: Resumen de datos para el diseño de mezclas

Resumen de datos					
Materiales	P.e.	% Hum.	% Abs.	P.U.c	Mod Fin
Agregado Grueso	2.682	4.719	1.88	1492.991	-----
Agregado Fino	2.553	4.575	2.905	-----	2.816

Tabla 43: Combinación de agregado.

Combinación de agregado		
Agregado Grueso	P. Vicho 1"	100.00%
Agregado Fino	A. Mina Roja	70.00%
	A. Cunyac	30.00%

B. Datos generales del concreto a diseñar:

Las propiedades con la que se determinó elaborar el concreto son los siguientes:

Tabla 44: Datos generales.

Datos generales del concreto	
Resistencia del Concreto f_c (kg/cm ²)	210
Peso específico del cemento (gr/cm ³)	2.85
TMN (pulg)	3/4"
Asentamiento – Slump (pulg.)	3" a 4"

C. Resistencia media necesaria en laboratorio:

Ya que no se tuvieron datos anteriores que no permitieran calcular una desviación estándar:

$f'c(kg/cm^2)$	$f'cr(kg/cm^2)$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 85$
Sobre 350	$1.1 \times f'c + 50$

Para
 $f'c = 210$
kg/cm²

Figura 56. Elección del factor de corrección sin desviación estándar.

Fuente: Tecnología del concreto. Flavio Abanto Castillo

Los cálculos y resultados se muestran en la tabla 45:

Tabla 45: Resistencia media necesaria

Resistencia media necesaria en laboratorio	
	Valores
$f'c$	210 kg/cm ²
Usar Desviación Estándar	No
Desviación Estándar (s)	0
$f'cr=210+85$	
fcr Calculado	295.0 kg/cm ²
fcr Propuesto	295.0 kg/cm ²

D. Proporciones obtenidas en pesos por el método ACI

Tabla 46: Proporciones en peso de los materiales antes de la corrección por humedad y absorción

Dosificación en peso de los materiales		
Material	Peso(kg)	Proporción
Agua	205	0.56
Cemento	368.04	1
Agregado Grueso	923.20	2.51
P. Vicho	923.20	-----
Agregado Fino	770.14	2.09
A. Mina Roja	539.10	-----
A. Cunyac	231.04	-----



E. Proporciones en peso de los materiales después de la corrección por humedad y absorción:

Tabla 47: *Proporciones en peso de los materiales después de la corrección por humedad y absorción*

Dosificación en peso de los materiales		
Material	Peso(kg)	Proporción
Agua	157.95	0.43
Cemento	368.04	1
Agregado Grueso	966.77	2.63
P. Vicho	966.77	-----
Agregado Fino	805.37	2.19
A. Mina Roja	563.76	-----
A. Cunyac	241.61	-----

3.6.3. Análisis de datos de la resistencia a compresión ($f'c$)

A continuación se muestran los datos de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas con puente de adherencia:

Tabla 48: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – curado del concreto de 1 día y resistencia a la compresión a 7 días

Briquetas: 1 día de curado- resistencia a compresión a 7 días								
n°	Tipo de briquet a	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	área [cm2]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm2]	f'c prom. (kg/cm2)
1	Patrón	AP-1-7-1	14.63	15.37	176.71	19420	109.89	110.65
2		AP-1-7-2	14.77	14.98	173.78	18758	107.94	
3		AP-1-7-3	14.90	14.77	172.85	19070	110.33	
4		AP-1-7-4	15.23	14.90	178.25	21023	117.94	
5		AP-1-7-5	15.10	15.12	179.32	21410	119.40	
6		AP-1-7-6	14.98	15.19	178.72	18575	103.93	
7		AP-1-7-7	15.11	15.21	180.50	19275	106.78	
8		AP-1-7-8	14.71	14.99	173.20	18870	108.95	
9	Con Puente De adherencia	A-1-7-1	14.68	15.21	176.13	16920	96.07	87.32
10		A-1-7-2	14.98	15.19	178.72	15710	87.90	
11		A-1-7-3	15.20	14.87	177.54	16020	90.23	
12		A-1-7-4	15.21	15.15	180.98	15240	84.21	
13		A-1-7-5	14.93	15.20	178.25	16970	95.20	
14		A-1-7-6	14.98	15.10	177.66	16368	92.13	
15		A-1-7-7	15.20	14.90	177.89	15050	84.60	
16		A-1-7-8	15.00	15.10	177.89	14256	80.14	
17		A-1-7-9	15.11	14.86	176.36	14400	81.65	
18		A-1-7-10	15.20	15.10	180.27	14120	78.33	
19		A-1-7-11	15.16	15.06	179.32	16510	92.07	
20		A-1-7-12	15.20	15.10	180.27	16270	90.26	
21		A-1-7-13	14.98	15.19	178.72	14340	80.24	
22		A-1-7-14	15.12	15.08	179.08	15987	89.27	
23		A-1-7-15	15.23	15.20	181.82	17890	98.40	
24		A-1-7-16	15.21	15.10	180.39	14220	78.83	
25		A-1-7-17	15.09	15.07	178.60	16998	95.17	
26		A-1-7-18	15.15	15.00	178.49	15030	84.21	
27		A-1-7-19	15.23	15.12	180.86	15689	86.75	
28		A-1-7-20	14.91	15.29	179.08	14460	80.75	

Tabla 49: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – curado del concreto de 1 día y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 1 día de curado- resistencia a compresión a 28 días								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm2]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm2]	f'c prom. (kg/cm2)
1	Patrón	AP-1-28-1	15.02	15.00	176.95	31890	180.22	172.32
2		AP-1-28-2	15.44	15.08	182.89	29520	161.41	
3		AP-1-28-3	15.19	15.15	180.74	29670	164.16	
4		AP-1-28-4	15.05	15.11	178.60	31942	178.84	
5		AP-1-28-5	15.33	15.10	181.82	29940	164.67	
6		AP-1-28-6	15.14	15.23	181.10	31750	175.32	
7		AP-1-28-7	14.98	15.02	176.71	30923	174.99	
8		AP-1-28-8	14.97	15.11	177.66	31800	179.00	
9	Con Puente De adherencia	A-1-28-1	15.14	15.19	180.62	23240	128.67	120.36
10		A-1-28-2	14.98	15.31	180.15	23090	128.17	
11		A-1-28-3	15.16	15.06	179.32	21530	120.07	
12		A-1-28-4	15.01	15.00	176.83	19750	111.69	
13		A-1-28-5	15.27	15.28	183.25	20970	114.43	
14		A-1-28-6	15.05	15.00	177.30	19690	111.05	
15		A-1-28-7	14.99	15.03	176.95	22100	124.89	
16		A-1-28-8	15.13	15.23	180.98	20360	112.50	
17		A-1-28-9	15.14	15.16	180.27	21520	119.38	
18		A-1-28-10	15.11	15.08	178.96	22160	123.83	
19		A-1-28-11	15.32	14.93	179.67	21050	117.16	
20		A-1-28-12	15.29	14.96	179.67	19900	110.76	
21		A-1-28-13	15.19	15.08	179.91	23768	132.11	
22		A-1-28-14	14.97	14.98	176.13	23032	130.77	
23		A-1-28-15	15.12	14.98	177.89	19265	108.29	
24		A-1-28-16	15.02	15.10	178.13	22346	125.45	
25		A-1-28-17	14.98	14.99	176.36	19990	113.35	
26		A-1-28-18	15.00	14.95	176.13	23590	133.94	
27		A-1-28-19	15.02	15.01	177.07	22187	125.30	
28		A-1-28-20	14.96	15.02	176.48	20356	115.35	

Tabla 50: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – curado del concreto de 7 días y resistencia a la compresión a 7 días

Briquetas: 7 días de curado- resistencia a compresión a 7 días								
Nº	Tipo de briquet a	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c prom. (kg/cm ²)
1	Patrón	BP-7-7-1	15.25	15.10	180.86	34160	188.87	186.63
2		BP-7-7-2	14.98	15.00	176.48	31980	181.21	
3		BP-7-7-3	15.32	15.00	180.50	35990	199.39	
4		BP-7-7-4	15.00	15.11	178.01	34212	192.19	
5		BP-7-7-5	14.90	15.10	176.71	32070	181.48	
6		BP-7-7-6	15.03	15.05	177.66	31624	178.00	
7		BP-7-7-7	14.92	15.35	179.91	33440	185.87	
8		BP-7-7-8	15.05	15.36	181.58	33782	186.05	
9	Con Puente De adherencia	B-7-7-1	15.51	15.39	187.48	36900	196.82	182.24
10		B-7-7-2	15.20	15.35	183.25	33040	180.30	
11		B-7-7-3	15.50	15.21	185.18	35370	191.01	
12		B-7-7-4	15.20	15.15	180.86	31590	174.66	
13		B-7-7-5	15.00	15.30	180.27	32680	181.29	
14		B-7-7-6	15.15	15.37	182.89	35800	195.74	
15		B-7-7-7	15.00	14.91	175.66	31790	180.98	
16		B-7-7-8	15.01	15.21	179.32	29840	166.41	
17		B-7-7-9	15.35	15.27	184.09	30930	168.01	
18		B-7-7-10	15.00	15.10	177.89	31040	174.49	
19		B-7-7-11	15.10	15.00	177.89	29770	167.35	
20		B-7-7-12	14.97	15.33	180.27	35732	198.22	
21		B-7-7-13	15.05	14.99	177.19	29689	167.56	
22		B-7-7-14	15.00	15.02	176.95	33050	186.78	
23		B-7-7-15	15.03	15.01	177.19	32641	184.22	
24		B-7-7-16	15.02	15.00	176.95	31954	180.58	
25		B-7-7-17	14.99	14.97	176.24	34698	196.88	
26		B-7-7-18	15.01	15.00	176.83	32310	182.72	
27		B-7-7-19	15.02	15.03	177.30	32670	184.26	
28		B-7-7-20	15.04	15.23	179.91	33576	186.63	

Tabla 51: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – curado del concreto de 7 días y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 7 días de curado- resistencia a compresión a 28 días								
Nº	Tipo de briquet a	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm2]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm2]	f'c prom. (kg/cm2)
1	Patrón	BP-7-28-1	15.25	14.94	178.96	36090	201.67	203.78
2		BP-7-28-2	14.99	15.06	177.30	35897	202.46	
3		BP-7-28-3	14.96	15.23	178.96	37650	210.38	
4		BP-7-28-4	15.06	14.97	177.07	37328	210.81	
5		BP-7-28-5	15.22	15.17	181.34	36006	198.56	
6		BP-7-28-6	14.96	15.00	176.24	36800	208.80	
7		BP-7-28-7	15.37	15.21	183.61	36450	198.51	
8		BP-7-28-8	15.05	15.02	177.54	35342	199.06	
9	Con Puente De adherencia	B-7-28-1	14.74	15.37	178.01	37930	213.07	204.12
10		B-7-28-2	14.79	15.11	175.54	36020	205.20	
11		B-7-28-3	15.26	15.08	180.74	38150	211.07	
12		B-7-28-4	15.06	14.61	172.85	35440	205.04	
13		B-7-28-5	15.14	15.19	180.62	35620	197.21	
14		B-7-28-6	14.72	15.24	176.24	35980	204.15	
15		B-7-28-7	14.87	15.14	176.83	35020	198.04	
16		B-7-28-8	15.18	15.19	181.10	37050	204.58	
17		B-7-28-9	14.80	14.92	173.43	36980	213.23	
18		B-7-28-10	15.27	15.10	181.10	35800	197.68	
19		B-7-28-11	14.72	15.12	174.83	36690	209.86	
20		B-7-28-12	15.23	15.13	180.98	36160	199.80	
21		B-7-28-13	15.30	14.92	179.32	35340	197.08	
22		B-7-28-14	14.95	15.06	176.83	36768	207.93	
23		B-7-28-15	14.96	15.23	178.96	35990	201.11	
24		B-7-28-16	15.03	15.36	181.34	35669	196.70	
25		B-7-28-17	15.11	15.03	178.37	37970	212.87	
26		B-7-28-18	14.97	15.42	181.34	35700	196.87	
27		B-7-28-19	15.04	15.11	178.49	37923	212.47	
28		B-7-28-20	15.00	14.99	176.60	35054	198.50	

Tabla 52: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – curado del concreto de 14 días y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 14 días de curado- resistencia a compresión a 28 días								
nº	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm2]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm2]	f'c prom. (kg/cm2)
1	Patrón	CP-14-28-1	15.00	15.07	177.54	39070	220.06	218.01
2		CP-14-28-2	15.41	15.01	181.70	39069	215.02	
3		CP-14-28-3	15.14	15.05	178.96	38180	213.34	
4		CP-14-28-4	15.06	15.42	182.41	41200	225.86	
5		CP-14-28-5	15.13	15.19	180.50	38690	214.34	
6		CP-14-28-6	15.38	15.15	183.01	37880	206.98	
7		CP-14-28-7	15.10	15.12	179.32	41200	229.76	
8		CP-14-28-8	15.01	15.41	181.70	39740	218.72	
9	Con Puente De adherencia	C-14-28-1	15.08	15.25	180.62	41790	231.36	225.75
10		C-14-28-2	15.19	15.27	182.18	40709	223.46	
11		C-14-28-3	15.29	15.29	183.61	43650	237.73	
12		C-14-28-4	15.15	14.96	178.01	41438	232.78	
13		C-14-28-5	15.07	15.17	179.55	40200	223.89	
14		C-14-28-6	15.22	15.08	180.27	39750	220.51	
15		C-14-28-7	15.07	14.98	177.30	39330	221.82	
16		C-14-28-8	14.83	15.04	175.19	39660	226.39	
17		C-14-28-9	14.91	15.09	176.71	41200	233.14	
18		C-14-28-10	15.12	15.24	180.98	41110	227.15	
19		C-14-28-11	15.18	15.37	183.25	39650	216.37	
20		C-14-28-12	14.76	15.33	177.78	41360	232.65	
21		C-14-28-13	14.94	15.25	178.96	39060	218.26	
22		C-14-28-14	15.12	14.93	177.30	39320	221.77	
23		C-14-28-15	14.93	14.88	174.48	39320	225.35	
24		C-14-28-16	15.17	15.05	179.32	39110	218.11	
25		C-14-28-17	15.16	15.20	180.98	41880	231.41	
26		C-14-28-18	15.05	15.00	177.30	40970	231.07	
27		C-14-28-19	15.00	14.91	175.66	39370	224.13	
28		C-14-28-20	14.98	15.20	178.84	38931	217.68	

Tabla 53: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – curado del concreto de 28 días y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 28 días de curado - resistencia a compresión a 28 días								
N ^o	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c prom. (kg/cm ²)
1	Patrón	DP-28-28-1	15.11	15.21	180.50	42030	232.85	235.06
2		DP-28-28-2	15.30	15.21	182.77	44220	241.94	
3		DP-28-28-3	15.31	15.41	185.30	43700	235.84	
4		DP-28-28-4	15.21	15.22	181.82	42090	231.50	
5		DP-28-28-5	15.15	15.21	180.98	41560	229.64	
6		DP-28-28-6	15.10	15.00	177.89	41920	235.65	
7		DP-28-28-7	15.20	15.25	182.06	45040	247.40	
8		DP-28-28-8	15.30	15.25	183.25	41350	225.64	
9	Con Puente De adherencia	D-28-28-1	15.13	15.25	181.22	43170	238.22	233.95
10		D-28-28-2	15.10	14.84	176.01	41432	235.40	
11		D-28-28-3	15.23	15.01	179.55	40576	225.98	
12		D-28-28-4	15.22	15.34	183.37	41432	225.94	
13		D-28-28-5	14.94	15.04	176.48	40870	231.59	
14		D-28-28-6	14.86	15.00	175.07	40754	232.79	
15		D-28-28-7	14.90	14.69	171.92	46020	267.69	
16		D-28-28-8	15.20	14.97	178.72	42470	237.63	
17		D-28-28-9	15.10	15.13	179.43	42050	234.35	
18		D-28-28-10	15.19	15.10	180.15	42120	233.81	
19		D-28-28-11	15.18	15.16	180.74	44040	243.66	
20		D-28-28-12	15.30	15.18	182.41	40920	224.32	
21		D-28-28-13	15.04	15.17	179.20	42150	235.22	
22		D-28-28-14	15.21	15.10	180.39	40500	224.52	
23		D-28-28-15	14.78	15.20	176.48	40150	227.51	
24		D-28-28-16	15.30	15.06	180.98	41200	227.65	
25		D-28-28-17	15.05	14.92	176.36	40730	230.95	
26		D-28-28-18	15.24	15.12	180.98	42030	232.23	
27		D-28-28-19	15.24	15.24	182.41	41570	227.89	
28		D-28-28-20	14.80	15.27	177.54	43290	243.83	
29		D-28-28-21	14.96	14.98	176.01	41250	234.36	
30		D-28-28-22	15.08	15.46	183.13	42310	231.03	
31		D-28-28-23	14.88	14.16	165.59	38810	234.38	

Capítulo 4: Resultados

4.1. Resultados de los ensayos realizados a los agregados

4.1.1. Granulometría de los agregados

4.1.1.1. Granulometría del agregado fino

Para el diseño de mezcla se determinó las propiedades de los agregados, comenzando por la granulometría de los agregados. Ya que la arena de Mina Roja y la arena de Cunyac no se encuentran en los Límites Granulométricos requeridos, se realizó la combinación de 30 % Mina Roja y 70% de Cunyac obteniendo el agregado fino mejorado que cumple con los límites granulométricos:

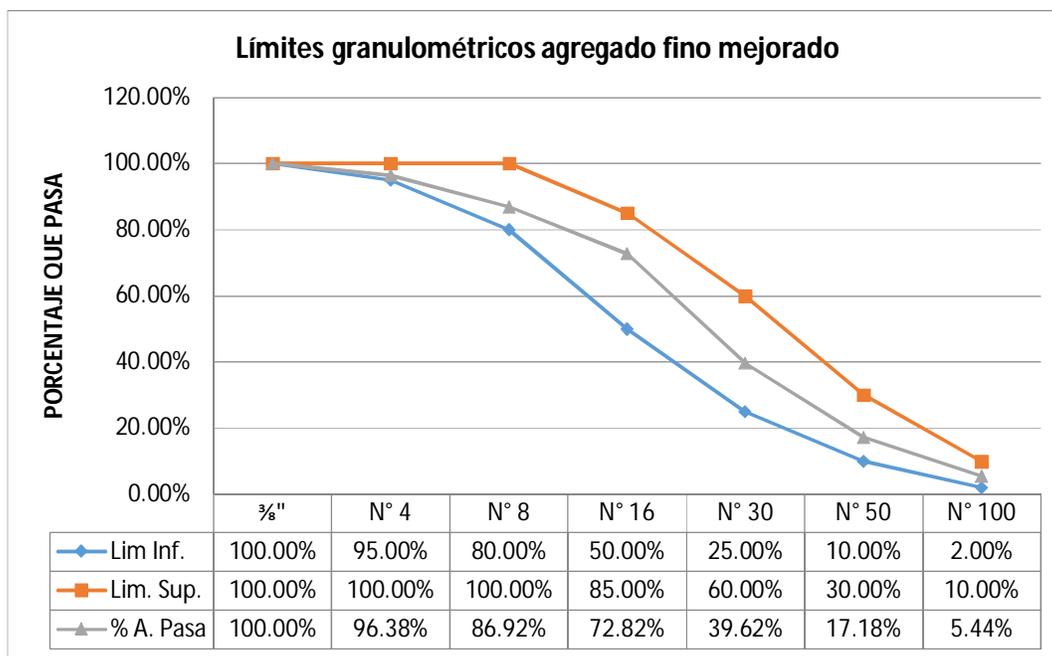


Figura 57. Granulometría del agregado fino mejorado.

Comentario sobre el análisis granulométrico del agregado fino:

Como resultados tenemos que la arena de Mina Roja y la arena de Cunyac no se encuentran en los límites granulométricos requeridos, lo que justifica la combinación de ambas en un porcentaje de **30 % Mina Roja y 70% de Cunyac**, siendo este agregado fino mejorado el que cumple con los límites establecidos entonces determinamos que el resultado granulométrico de la combinación es adecuada. Obteniéndose un módulo de fineza de 2.82 el cual se encuentra en el rango permitido.

4.1.1.2. Granulometría del Agregado Grueso

El agregado de grueso de Vicho de 1” si se encuentra dentro de los rangos que exige su granulometría, por lo que no necesito mejorarlo.

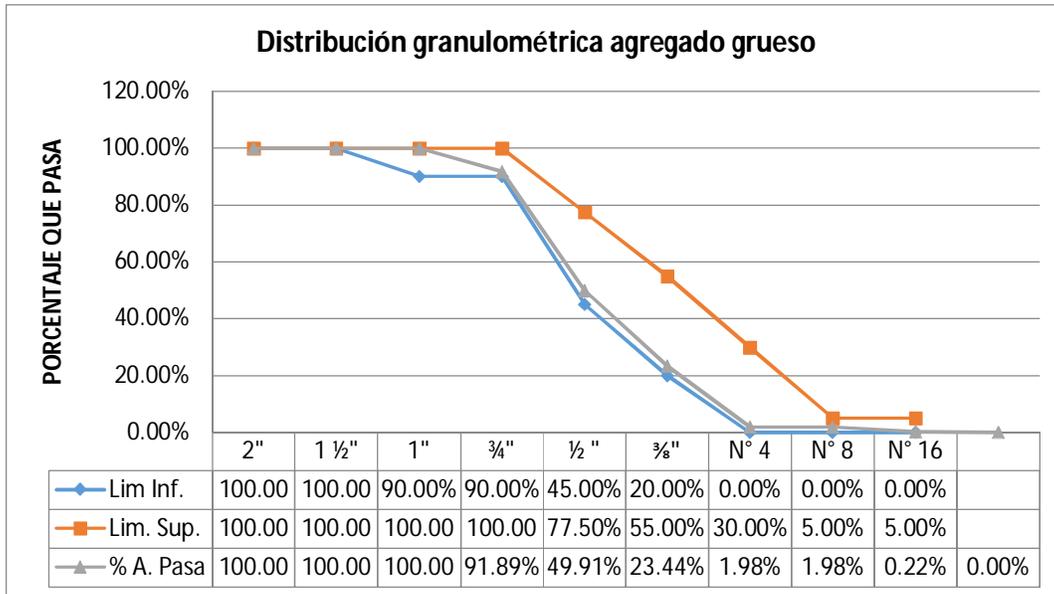


Figura 58. Granulometría del agregado grueso.

Comentario sobre el análisis granulométrico del agregado grueso:

El agregado grueso de la cantera de Vicho de 1” se encuentra dentro de los rangos que exige su granulometría, por lo cual fue posible su uso en la fabricación de especímenes de concreto.

4.1.1.3. Propiedades de los Agregados

Las propiedades de los agregados obtenidos en laboratorio son:

Tabla 54: *Propiedades de los agregados.*

Propiedades de los agregados						
Simb.	Descripción	Und	Valores			
	Agregado fino		M - 1	M - 2	M - 3	Prom.
	Granulometría					Ok
Pe	Peso Específico	g/cm3	2.55	2.48	2.63	2.55
Ab	Absorción (%)	%	2.84	2.96	2.92	2.90
%Hum	Porcentaje de Humedad	%	4.43	4.64	4.66	4.57
	Agregado grueso		M - 1	M - 2	M - 3	Prom.
	Granulometría					Ok
Pe	Peso Específico	g/cm3	2.69	2.68	2.68	2.68
Ab	Absorción (%)	%	1.95	2.05	1.62	1.88
M	Peso Unitario Compactado	kg/m3	1627.11	1713.87	1681.81	1674.26
M _s	Peso Unitario Suelto de la Masa	kg/m3	1464.32	1484.13	1530.53	1492.99
%Hum	Porcentaje de Humedad	%	4.64	4.84	4.67	4.72

Comentario sobre el análisis granulométrico del agregado grueso:

Los resultados obtenidos de los ensayos a los agregados en laboratorio son adecuados para la fabricación de concreto para los especímenes patrón y los especímenes con puente de adherencia.

4.2. Resultados de la Resistencia a Compresión ($f'c$) de las Muestras de Concreto

4.2.1. Resultados de la Resistencia a Compresión del Concreto – 1 día de curado y Resistencia a Compresión a 7 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas con puente de adherencia: concreto 1 día de curado y resistencia a compresión a 7 días(A-1-7).

Tabla 55: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – 1 día de curado del concreto y resistencia a la compresión a 7 días

Briquetas: 1 día de curado- resistencia a compresión a 7 días								
nº	Tipo de briqueta	Cod.	$\phi 1$ [cm]	$\phi 2$ [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	$f'c$ [kg/cm ²]	$f'c$ prom. (kg/cm ²)
1	Patrón	AP-1-7-1	14.63	15.37	176.71	19420	109.89	110.65
2		AP-1-7-2	14.77	14.98	173.78	18758	107.94	
3		AP-1-7-3	14.90	14.77	172.85	19070	110.33	
4		AP-1-7-4	15.23	14.90	178.25	21023	117.94	
5		AP-1-7-5	15.10	15.12	179.32	21410	119.40	
6		AP-1-7-6	14.98	15.19	178.72	18575	103.93	
7		AP-1-7-7	15.11	15.21	180.50	19275	106.78	
8		AP-1-7-8	14.71	14.99	173.20	18870	108.95	
9	Con Puente De adherencia	A-1-7-1	14.68	15.21	176.13	16920	96.07	87.32
10		A-1-7-2	14.98	15.19	178.72	15710	87.90	
11		A-1-7-3	15.20	14.87	177.54	16020	90.23	
12		A-1-7-4	15.21	15.15	180.98	15240	84.21	
13		A-1-7-5	14.93	15.20	178.25	16970	95.20	
14		A-1-7-6	14.98	15.10	177.66	16368	92.13	
15		A-1-7-7	15.20	14.90	177.89	15050	84.60	
16		A-1-7-8	15.00	15.10	177.89	14256	80.14	
17		A-1-7-9	15.11	14.86	176.36	14400	81.65	
18		A-1-7-10	15.20	15.10	180.27	14120	78.33	
19		A-1-7-11	15.16	15.06	179.32	16510	92.07	
20		A-1-7-12	15.20	15.10	180.27	16270	90.26	
21		A-1-7-13	14.98	15.19	178.72	14340	80.24	
22		A-1-7-14	15.12	15.08	179.08	15987	89.27	
23		A-1-7-15	15.23	15.20	181.82	17890	98.40	
24		A-1-7-16	15.21	15.10	180.39	14220	78.83	
25		A-1-7-17	15.09	15.07	178.60	16998	95.17	
26		A-1-7-18	15.15	15.00	178.49	15030	84.21	
27		A-1-7-19	15.23	15.12	180.86	15689	86.75	
28		A-1-7-20	14.91	15.29	179.08	14460	80.75	

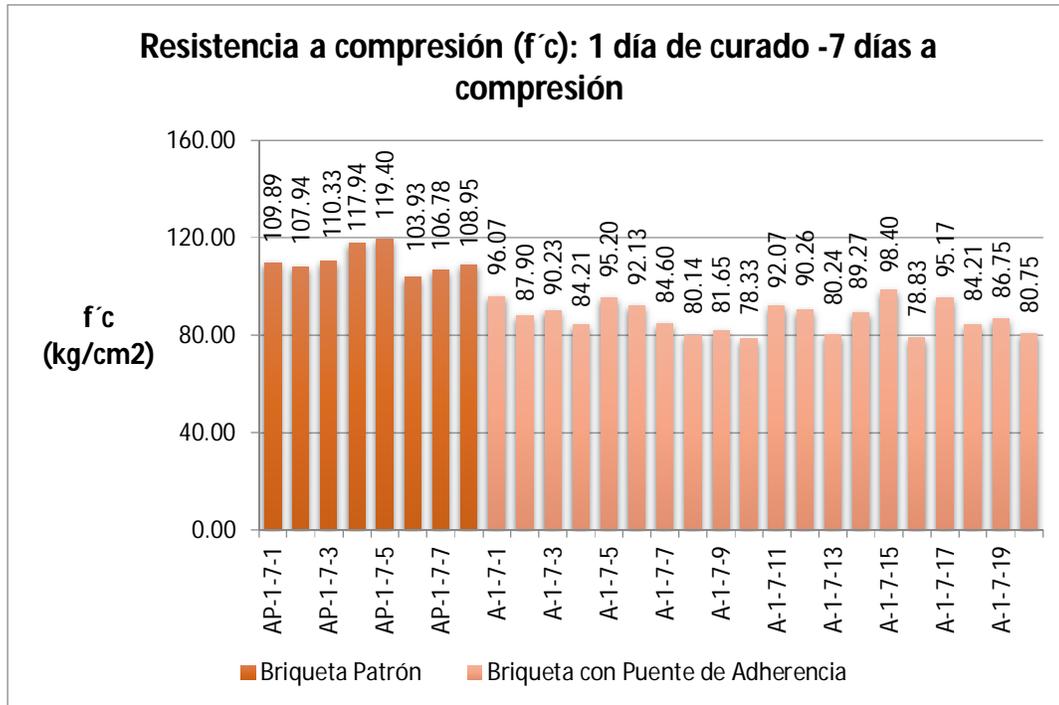


Figura 59. Histograma comparativo de los valores de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 1 día y resistencia a la compresión a 7 días

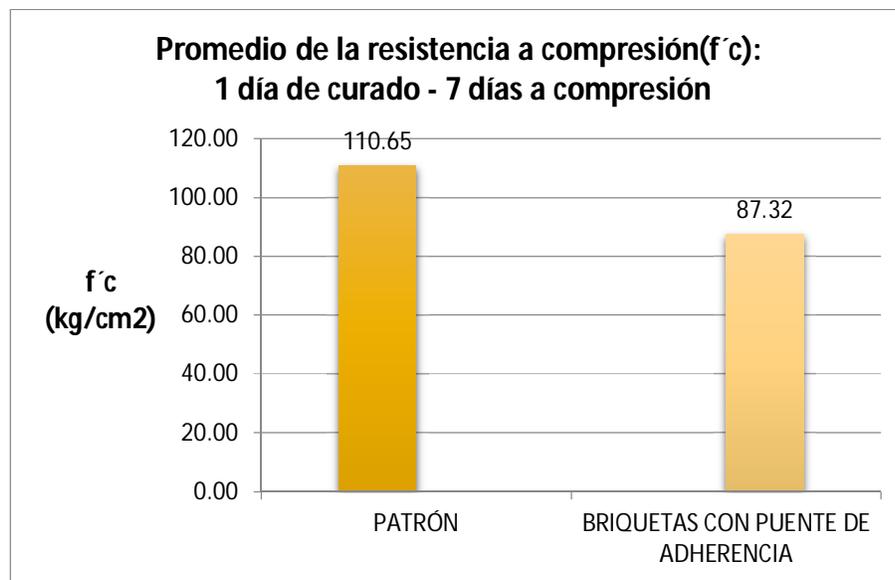


Figura 60. Histograma comparativo de los valores promedio de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 1 día y resistencia a la compresión a 7 días



Resultados de la resistencia a compresión: 1 día de curado y 7 días a compresión:

- En la Tabla 55 observamos que el promedio de las resistencias a compresión de las briquetas patrón es 110.65 kg/cm² el cual es mayor al promedio de las resistencias a compresión de las briquetas con puente de adherencia 87.32 kg/cm².
- En el gráfico se observa que las probetas patrón tienen una resistencia a compresión entre 103.93 kg/cm² a 119.40 kg/cm², estos resultados son superiores al de las probetas con puente de adherencia cuyos valores de la resistencia a compresión oscila entre 78.33 kg/cm² a 98.40 kg/cm²

4.2.2. Resultados de la resistencia a compresión del concreto – 1 día de curado y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas con puente de adherencia: concreto 1 día de curado y resistencia a compresión a 28 días (A-1-28).

Tabla 56: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – 1 día de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 1 día de curado- resistencia a compresión a 28 días								
Nº	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c Prom. (kg/cm ²)
1	Patrón	AP-1-28-1	15.02	15.00	176.95	31890	180.22	172.32
2		AP-1-28-2	15.44	15.08	182.89	29520	161.41	
3		AP-1-28-3	15.19	15.15	180.74	29670	164.16	
4		AP-1-28-4	15.05	15.11	178.60	31942	178.84	
5		AP-1-28-5	15.33	15.10	181.82	29940	164.67	
6		AP-1-28-6	15.14	15.23	181.10	31750	175.32	
7		AP-1-28-7	14.98	15.02	176.71	30923	174.99	
8		AP-1-28-8	14.97	15.11	177.66	31800	179.00	
9	Con Puente De adherencia	A-1-28-1	15.14	15.19	180.62	23240	128.67	120.36
10		A-1-28-2	14.98	15.31	180.15	23090	128.17	
11		A-1-28-3	15.16	15.06	179.32	21530	120.07	
12		A-1-28-4	15.01	15.00	176.83	19750	111.69	
13		A-1-28-5	15.27	15.28	183.25	20970	114.43	
14		A-1-28-6	15.05	15.00	177.30	19690	111.05	
15		A-1-28-7	14.99	15.03	176.95	22100	124.89	
16		A-1-28-8	15.13	15.23	180.98	20360	112.50	
17		A-1-28-9	15.14	15.16	180.27	21520	119.38	
18		A-1-28-10	15.11	15.08	178.96	22160	123.83	
19		A-1-28-11	15.32	14.93	179.67	21050	117.16	
20		A-1-28-12	15.29	14.96	179.67	19900	110.76	
21		A-1-28-13	15.19	15.08	179.91	23768	132.11	
22		A-1-28-14	14.97	14.98	176.13	23032	130.77	
23		A-1-28-15	15.12	14.98	177.89	19265	108.29	
24		A-1-28-16	15.02	15.10	178.13	22346	125.45	
25		A-1-28-17	14.98	14.99	176.36	19990	113.35	
26		A-1-28-18	15.00	14.95	176.13	23590	133.94	
27		A-1-28-19	15.02	15.01	177.07	22187	125.30	
28		A-1-28-20	14.96	15.02	176.48	20356	115.35	

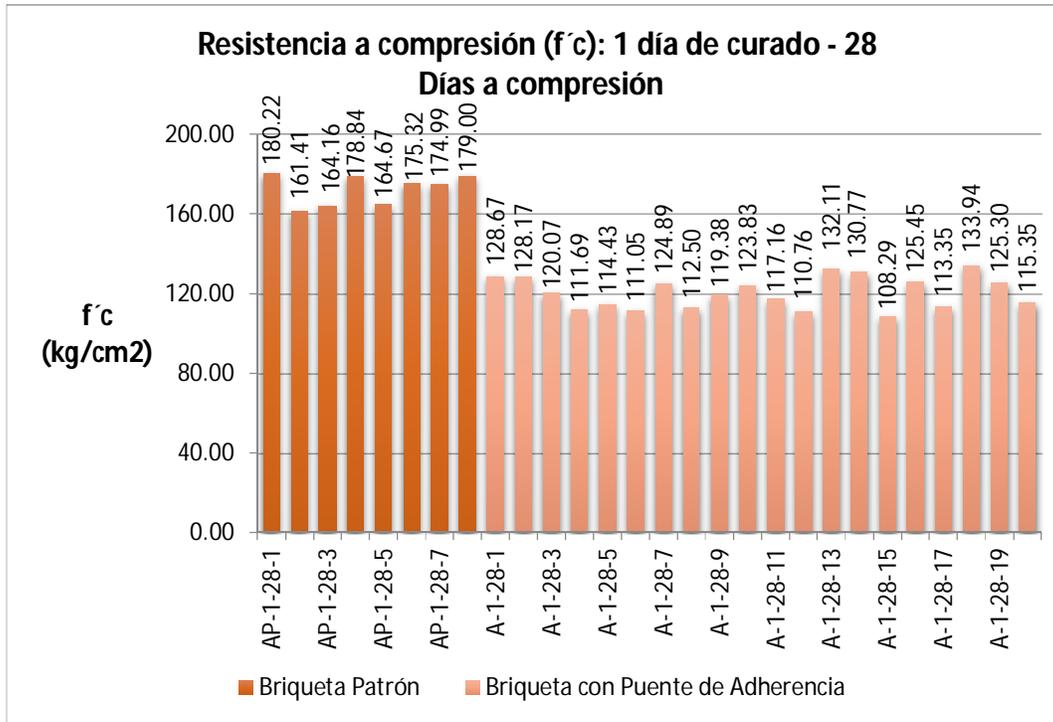


Figura 61. Histograma comparativo de los valores de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 1 día y resistencia a la compresión a 28 días

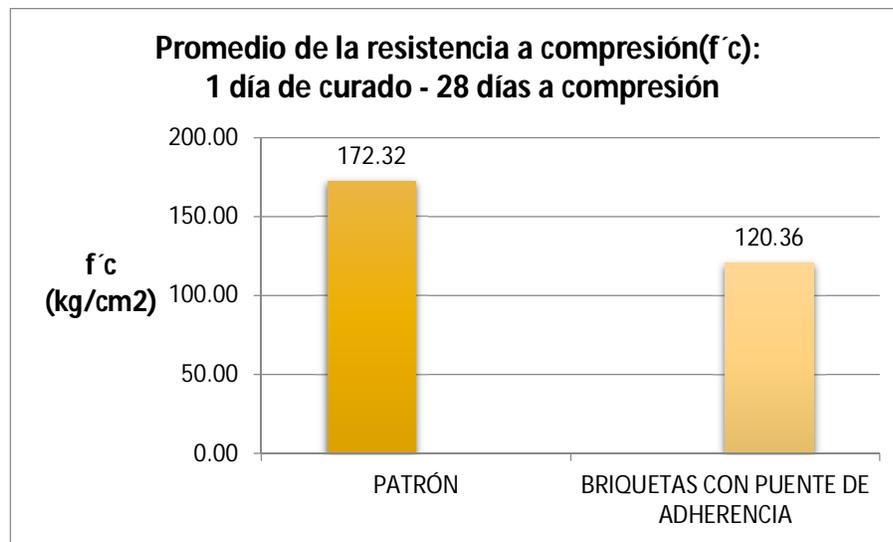


Figura 62. Histograma comparativo de los valores promedio de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 1 día y resistencia a la compresión a 28 días



Resultados de la resistencia a compresión: 1 día de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla observamos que el promedio de las resistencias a compresión de las briquetas patrón es 172.32 kg/cm² el cual es mayor al promedio de las resistencias a compresión de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 120.36 kg/cm².
- En el gráfico se observa que las probetas patrón tienen una resistencia a compresión entre 161.41 kg/ cm² a 180.22 kg/ cm², estos resultados son superiores al de las probetas con puente de adherencia cuyos valores de la resistencia a compresión oscila entre 108.29 kg/cm² a 133.94 kg/cm²

4.2.3. Resultados de la resistencia a compresión del concreto – 7 días de curado del concreto y resistencia a compresión a 7 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas con puente de adherencia: concreto 7 días de curado y resistencia a compresión a 7 días (B-7-7).

Tabla 57: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – 7 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 7 días

Briquetas: 7 días de curado- resistencia a compresión a 7 días								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c Prom. (kg/cm ²)
1	Patrón	BP-7-7-1	15.25	15.10	180.86	34160	188.87	186.63
2		BP-7-7-2	14.98	15.00	176.48	31980	181.21	
3		BP-7-7-3	15.32	15.00	180.50	35990	199.39	
4		BP-7-7-4	15.00	15.11	178.01	34212	192.19	
5		BP-7-7-5	14.90	15.10	176.71	32070	181.48	
6		BP-7-7-6	15.03	15.05	177.66	31624	178.00	
7		BP-7-7-7	14.92	15.35	179.91	33440	185.87	
8		BP-7-7-8	15.05	15.36	181.58	33782	186.05	
9	Con Puente De adherencia	B-7-7-1	15.51	15.39	187.48	36900	196.82	182.24
10		B-7-7-2	15.20	15.35	183.25	33040	180.30	
11		B-7-7-3	15.50	15.21	185.18	35370	191.01	
12		B-7-7-4	15.20	15.15	180.86	31590	174.66	
13		B-7-7-5	15.00	15.30	180.27	32680	181.29	
14		B-7-7-6	15.15	15.37	182.89	35800	195.74	
15		B-7-7-7	15.00	14.91	175.66	31790	180.98	
16		B-7-7-8	15.01	15.21	179.32	29840	166.41	
17		B-7-7-9	15.35	15.27	184.09	30930	168.01	
18		B-7-7-10	15.00	15.10	177.89	31040	174.49	
19		B-7-7-11	15.10	15.00	177.89	29770	167.35	
20		B-7-7-12	14.97	15.33	180.27	35732	198.22	
21		B-7-7-13	15.05	14.99	177.19	29689	167.56	
22		B-7-7-14	15.00	15.02	176.95	33050	186.78	
23		B-7-7-15	15.03	15.01	177.19	32641	184.22	
24		B-7-7-16	15.02	15.00	176.95	31954	180.58	
25		B-7-7-17	14.99	14.97	176.24	34698	196.88	
26		B-7-7-18	15.01	15.00	176.83	32310	182.72	
27		B-7-7-19	15.02	15.03	177.30	32670	184.26	
28		B-7-7-20	15.04	15.23	179.91	33576	186.63	

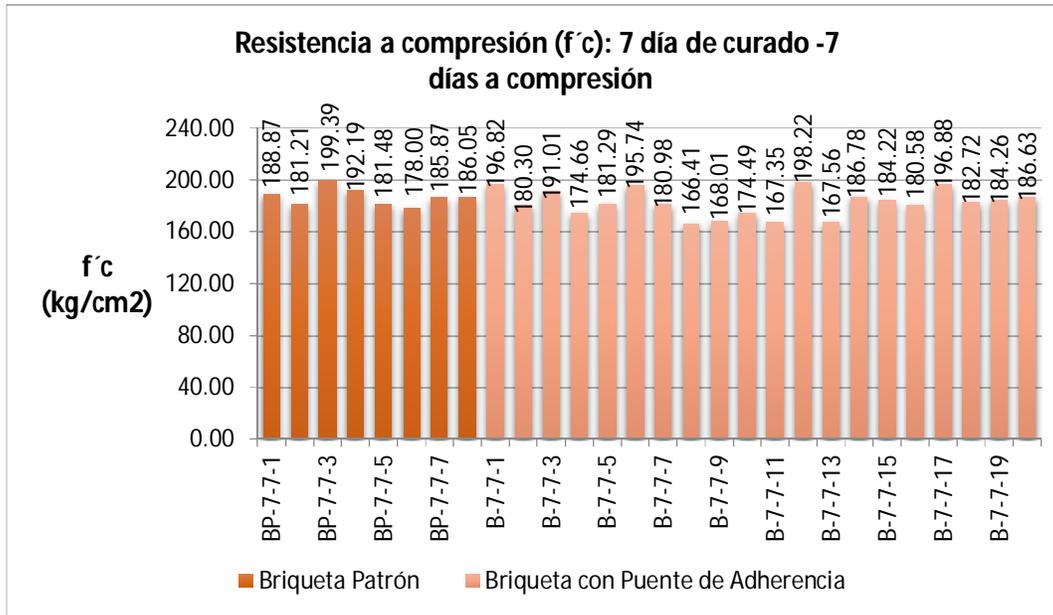


Figura 63. Histograma comparativo de los valores de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 7 días y resistencia a la compresión a 7 días

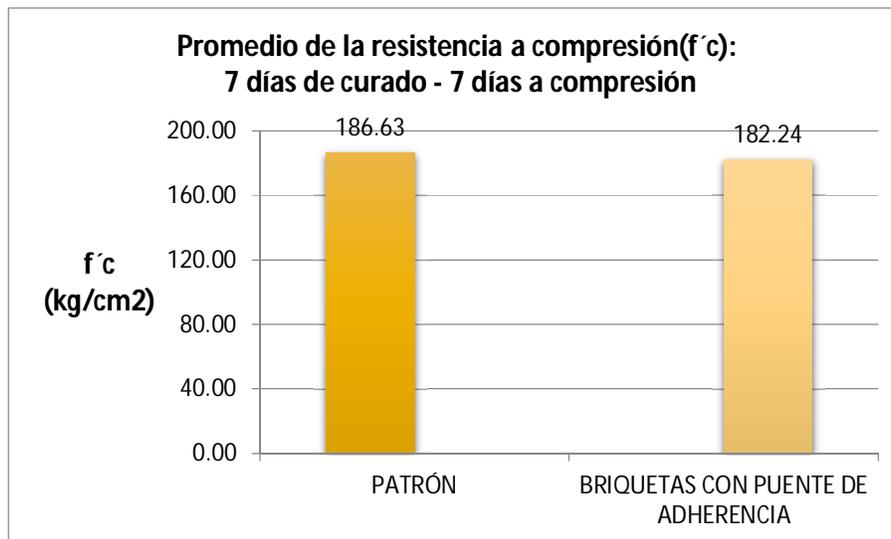


Figura 64. Histograma comparativo de los valores promedio de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 7 días y resistencia a la compresión a 7 días



Resultados de la resistencia a compresión: 7 días de curado y 7 días a compresión:

- En la Tabla 57 observamos que el promedio de las resistencias a compresión de las briquetas patrón es 186.63 kg/cm² el cual es mayor al promedio de las resistencias a compresión de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 182.24 kg/cm². En este caso se nota que los valores de resistencia a compresión son similares con poca variación.
- En el gráfico se observa que las probetas patrón tienen una resistencia a compresión entre 178.00 kg/cm² a 199.39 kg/cm², estos resultados son superiores al de las probetas con puente de adherencia cuyos valores de la resistencia a compresión oscila entre 167.35 kg/cm² a 198.22 kg/cm²

4.2.4. Resultados de la resistencia a compresión del concreto – 7 días de curado del concreto y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas con puente de adherencia: concreto 7 días de curado y resistencia a compresión a 28 días (B-7-28).

Tabla 58: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia – 7 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 7 días de curado- resistencia a compresión a 28 días								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c Prom. (kg/cm ²)
1	Patrón	BP-7-28-1	15.25	14.94	178.96	36090	201.67	203.78
2		BP-7-28-2	14.99	15.06	177.30	35897	202.46	
3		BP-7-28-3	14.96	15.23	178.96	37650	210.38	
4		BP-7-28-4	15.06	14.97	177.07	37328	210.81	
5		BP-7-28-5	15.22	15.17	181.34	36006	198.56	
6		BP-7-28-6	14.96	15.00	176.24	36800	208.80	
7		BP-7-28-7	15.37	15.21	183.61	36450	198.51	
8		BP-7-28-8	15.05	15.02	177.54	35342	199.06	
9	Con Puente De adherencia	B-7-28-1	14.74	15.37	178.01	37930	213.07	204.12
10		B-7-28-2	14.79	15.11	175.54	36020	205.20	
11		B-7-28-3	15.26	15.08	180.74	38150	211.07	
12		B-7-28-4	15.06	14.61	172.85	35440	205.04	
13		B-7-28-5	15.14	15.19	180.62	35620	197.21	
14		B-7-28-6	14.72	15.24	176.24	35980	204.15	
15		B-7-28-7	14.87	15.14	176.83	35020	198.04	
16		B-7-28-8	15.18	15.19	181.10	37050	204.58	
17		B-7-28-9	14.80	14.92	173.43	36980	213.23	
18		B-7-28-10	15.27	15.10	181.10	35800	197.68	
19		B-7-28-11	14.72	15.12	174.83	36690	209.86	
20		B-7-28-12	15.23	15.13	180.98	36160	199.80	
21		B-7-28-13	15.30	14.92	179.32	35340	197.08	
22		B-7-28-14	14.95	15.06	176.83	36768	207.93	
23		B-7-28-15	14.96	15.23	178.96	35990	201.11	
24		B-7-28-16	15.03	15.36	181.34	35669	196.70	
25		B-7-28-17	15.11	15.03	178.37	37970	212.87	
26		B-7-28-18	14.97	15.42	181.34	35700	196.87	
27		B-7-28-19	15.04	15.11	178.49	37923	212.47	
28		B-7-28-20	15.00	14.99	176.60	35054	198.50	

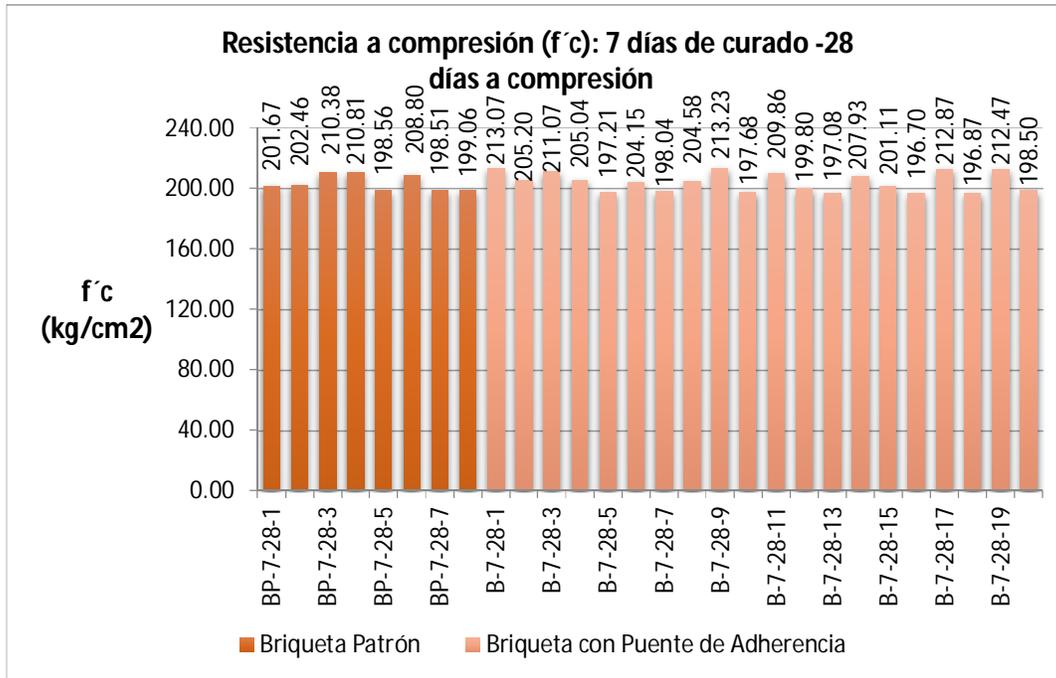


Figura 65. Histograma comparativo de los valores de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 7 días y resistencia a la compresión a 28 días

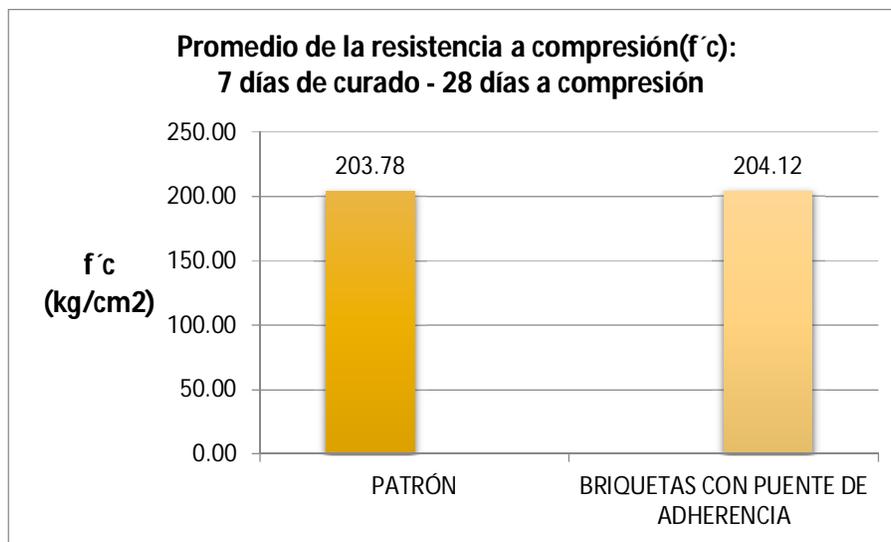


Figura 66. Histograma comparativo de los valores promedio de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 7 días y resistencia a la compresión a 28 días



Resultados de la resistencia a compresión: 7 días de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 58 observamos que el promedio de las resistencias a compresión de las briquetas patrón es 203.78 kg/cm² el cual es similar al promedio de las resistencias a compresión de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 204.12 kg/cm². En este caso se nota que los valores de resistencia a compresión son similares con una mínima variación.
- En el gráfico se observa que las probetas patrón tienen una resistencia a compresión entre 198.51 kg/cm² a 210.81 kg/cm², estos resultados son similares al promedio de las probetas con puente de adherencia cuyos valores de la resistencia a compresión oscila entre 196.70 kg/cm² a 213.23 kg/cm²

4.2.5. Resultados de la resistencia a compresión del concreto – 14 días de curado del concreto y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas con puente de adherencia: concreto 14 días de curado y resistencia a compresión a 28 días (C-14-28).



Tabla 59: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia –14 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 14 días de curado- resistencia a compresión a 28 días								
nº	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm2]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm2]	f'c Prom. (kg/cm2)
1	Patrón	CP-14-28-1	15.00	15.07	177.54	39070	220.06	218.01
2		CP-14-28-2	15.41	15.01	181.70	39069	215.02	
3		CP-14-28-3	15.14	15.05	178.96	38180	213.34	
4		CP-14-28-4	15.06	15.42	182.41	41200	225.86	
5		CP-14-28-5	15.13	15.19	180.50	38690	214.34	
6		CP-14-28-6	15.38	15.15	183.01	37880	206.98	
7		CP-14-28-7	15.10	15.12	179.32	41200	229.76	
8		CP-14-28-8	15.01	15.41	181.70	39740	218.72	
9	Con Puente De adherencia	C-14-28-1	15.08	15.25	180.62	41790	231.36	225.75
10		C-14-28-2	15.19	15.27	182.18	40709	223.46	
11		C-14-28-3	15.29	15.29	183.61	43650	237.73	
12		C-14-28-4	15.15	14.96	178.01	41438	232.78	
13		C-14-28-5	15.07	15.17	179.55	40200	223.89	
14		C-14-28-6	15.22	15.08	180.27	39750	220.51	
15		C-14-28-7	15.07	14.98	177.30	39330	221.82	
16		C-14-28-8	14.83	15.04	175.19	39660	226.39	
17		C-14-28-9	14.91	15.09	176.71	41200	233.14	
18		C-14-28-10	15.12	15.24	180.98	41110	227.15	
19		C-14-28-11	15.18	15.37	183.25	39650	216.37	
20		C-14-28-12	14.76	15.33	177.78	41360	232.65	
21		C-14-28-13	14.94	15.25	178.96	39060	218.26	
22		C-14-28-14	15.12	14.93	177.30	39320	221.77	
23		C-14-28-15	14.93	14.88	174.48	39320	225.35	
24		C-14-28-16	15.17	15.05	179.32	39110	218.11	
25		C-14-28-17	15.16	15.20	180.98	41880	231.41	
26		C-14-28-18	15.05	15.00	177.30	40970	231.07	
27		C-14-28-19	15.00	14.91	175.66	39370	224.13	
28		C-14-28-20	14.98	15.20	178.84	38931	217.68	

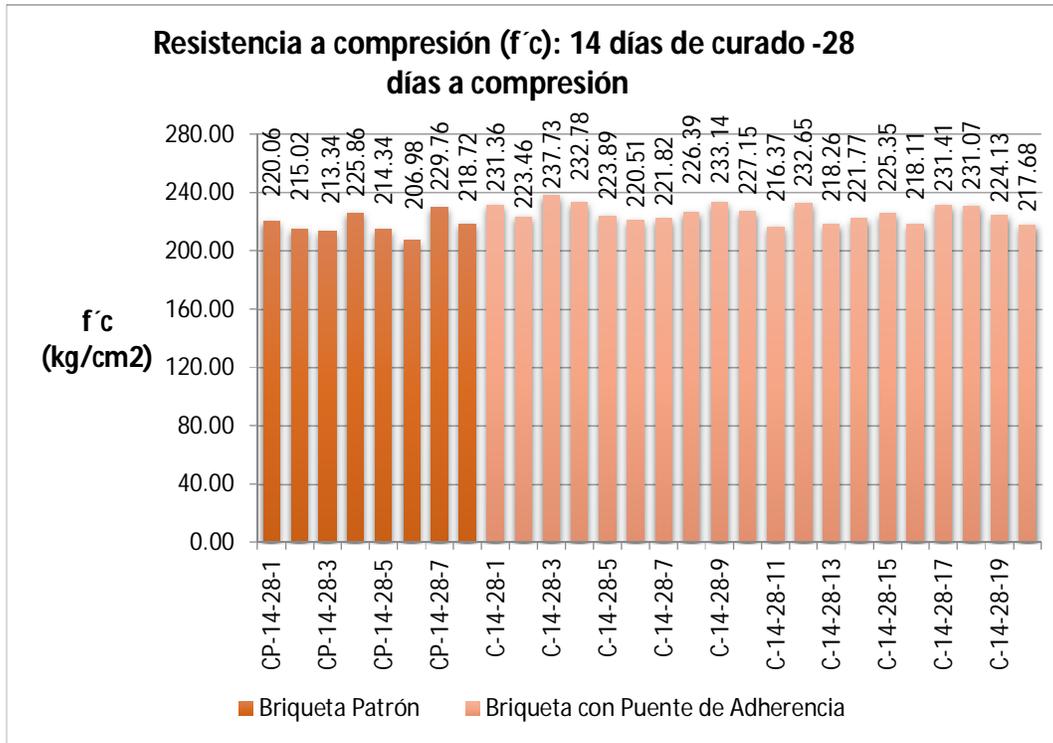


Figura 67. Histograma comparativo de los valores de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 14 días y resistencia a la compresión a 28 días

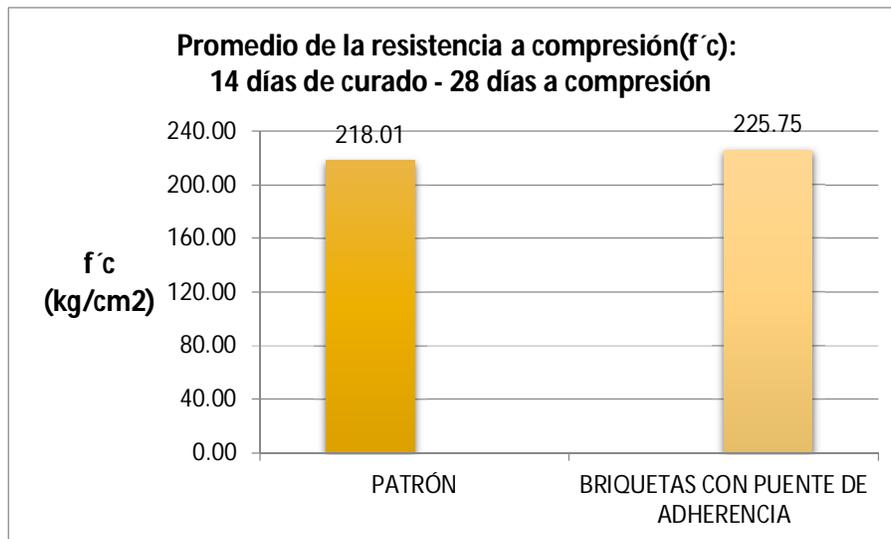


Figura 68. Histograma comparativo de los valores de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 14 días y resistencia a la compresión a 28 días



Resultados de la resistencia a compresión: 14 días de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 59 observamos que el promedio de las resistencias a compresión de las briquetas patrón es 218.01 kg/cm² el cual es menor al promedio de las resistencias a compresión de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 225.75 kg/cm².
- En el gráfico se observa que las probetas patrón tienen una resistencia a compresión entre 206.98 kg/cm² a 229.76 kg/cm²; las probetas con puente de adherencia cuyos valores de la resistencia a compresión oscila entre 217.68 kg/cm² a 237.73 kg/cm²

4.2.6. Resultados de la resistencia a compresión del concreto – 28 días de curado del concreto y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas con puente de adherencia: concreto 28 días de curado y resistencia a compresión a 28 días (D-28-28).

Tabla 60: Resultado de la resistencia a la compresión con y sin puente de adherencia –28 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 28 días de curado- resistencia a compresión a 28 días								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	φ1 [cm]	φ2 [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c Prom. (kg/cm ²)
1	Patrón	DP-28-28-1	15.11	15.21	180.50	42030	232.85	235.06
2		DP-28-28-2	15.30	15.21	182.77	44220	241.94	
3		DP-28-28-3	15.31	15.41	185.30	43700	235.84	
4		DP-28-28-4	15.21	15.22	181.82	42090	231.50	
5		DP-28-28-5	15.15	15.21	180.98	41560	229.64	
6		DP-28-28-6	15.10	15.00	177.89	41920	235.65	
7		DP-28-28-7	15.20	15.25	182.06	45040	247.40	
8		DP-28-28-8	15.30	15.25	183.25	41350	225.64	
9	Con Puente De adherencia	D-28-28-1	15.13	15.25	181.22	43170	238.22	233.95
10		D-28-28-2	15.10	14.84	176.01	41432	235.40	
11		D-28-28-3	15.23	15.01	179.55	40576	225.98	
12		D-28-28-4	15.22	15.34	183.37	41432	225.94	
13		D-28-28-5	14.94	15.04	176.48	40870	231.59	
14		D-28-28-6	14.86	15.00	175.07	40754	232.79	
15		D-28-28-7	14.90	14.69	171.92	46020	267.69	
16		D-28-28-8	15.20	14.97	178.72	42470	237.63	
17		D-28-28-9	15.10	15.13	179.43	42050	234.35	
18		D-28-28-10	15.19	15.10	180.15	42120	233.81	
19		D-28-28-11	15.18	15.16	180.74	44040	243.66	
20		D-28-28-12	15.30	15.18	182.41	40920	224.32	
21		D-28-28-13	15.04	15.17	179.20	42150	235.22	
22		D-28-28-14	15.21	15.10	180.39	40500	224.52	
23		D-28-28-15	14.78	15.20	176.48	40150	227.51	
24		D-28-28-16	15.30	15.06	180.98	41200	227.65	
25		D-28-28-17	15.05	14.92	176.36	40730	230.95	
26		D-28-28-18	15.24	15.12	180.98	42030	232.23	
27		D-28-28-19	15.24	15.24	182.41	41570	227.89	
28		D-28-28-20	14.80	15.27	177.54	43290	243.83	
29		D-28-28-21	14.96	14.98	176.01	41250	234.36	
30		D-28-28-22	15.08	15.46	183.13	42310	231.03	
31		D-28-28-23	14.88	14.16	165.59	38810	234.38	

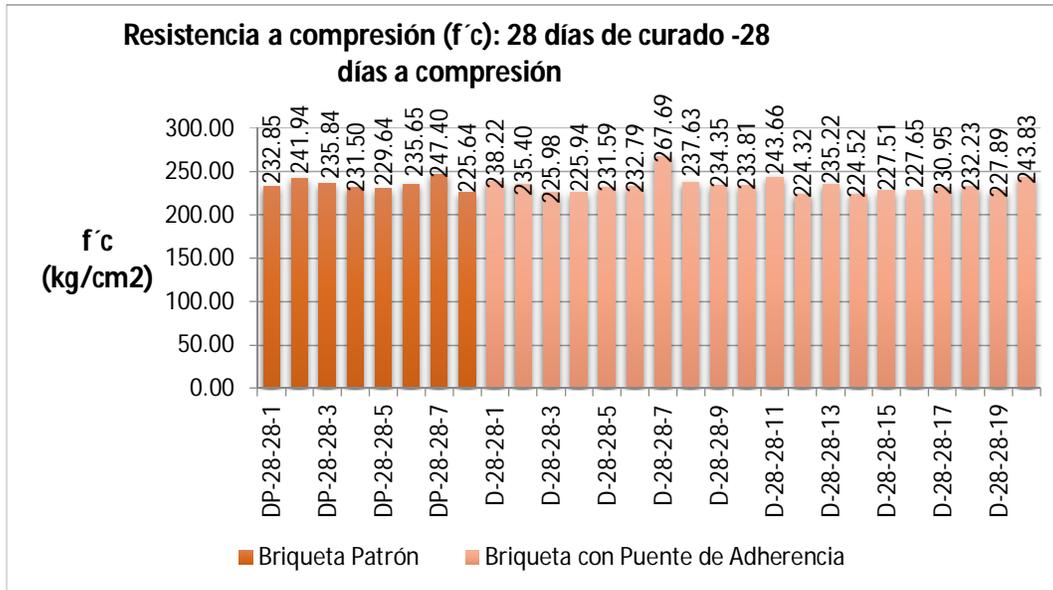


Figura 69. Histograma comparativo de los valores de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 28 días y resistencia a la compresión a 28 días

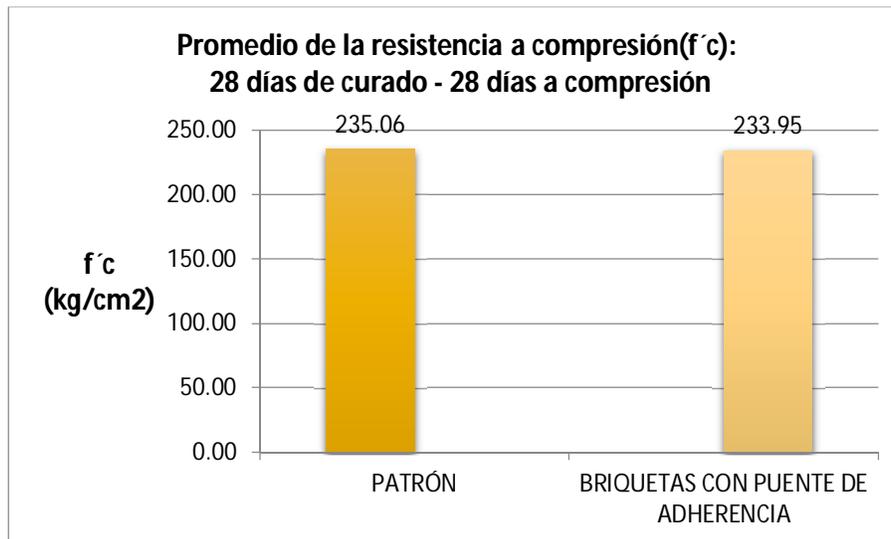


Figura 70. Histograma comparativo de los valores promedio de resistencia a compresión de las briquetas con y sin puente de adherencia: curado del concreto de 28 días y resistencia a la compresión a 28 días

Resultados de la resistencia a compresión: 28 días de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 60 observamos que el promedio de las resistencias a compresión de las briquetas patrón es 235.06 kg/cm² el cual es similar al promedio de las resistencias a compresión de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 233.95 kg/cm². En este caso se nota que los valores de resistencia a compresión son similares con una mínima variación.
- En el gráfico se observa que las probetas patrón tienen una resistencia a compresión entre 225.64 kg/cm² a 241.94 kg/cm²; las probetas con puente de adherencia cuyos valores de la resistencia a compresión oscila entre 225.94 kg/cm² a 267.69 kg/cm²

4.3.Desarrollo de la resistencia a compresión de las probetas

Los siguientes gráficos de línea nos muestran el desarrollo del crecimiento de la resistencia a compresión (f_c) a de distintas edades de las muestras de concreto, así tenemos los especímenes patrón y también los especímenes de concreto con puente de adherencia.

Tabla 61: Promedio de resistencias a compresión de las briquetas patrón y las briquetas con puente de adherencia

Tipo de biqueta	Prom. briquetas patrón (kg/cm ²)	Prom. briquetas con puente de adherencia(kg/cm ²)
A-1-7	110.65	87.32
A-1-28	172.32	120.36
B-7-7	186.63	182.24
B-7-28	203.78	204.12
C-14-28	218.01	225.75
C-28-28	235.06	233.95

Siendo:

- (A-1-7): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 7 días
- (A-1-28): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 28 días
- (B-7-7): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 7 días
- (B-7-28): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (C-14-28): Concreto 14 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (D-28-28): Concreto 28 días de curado evaluado a compresión a 28 días

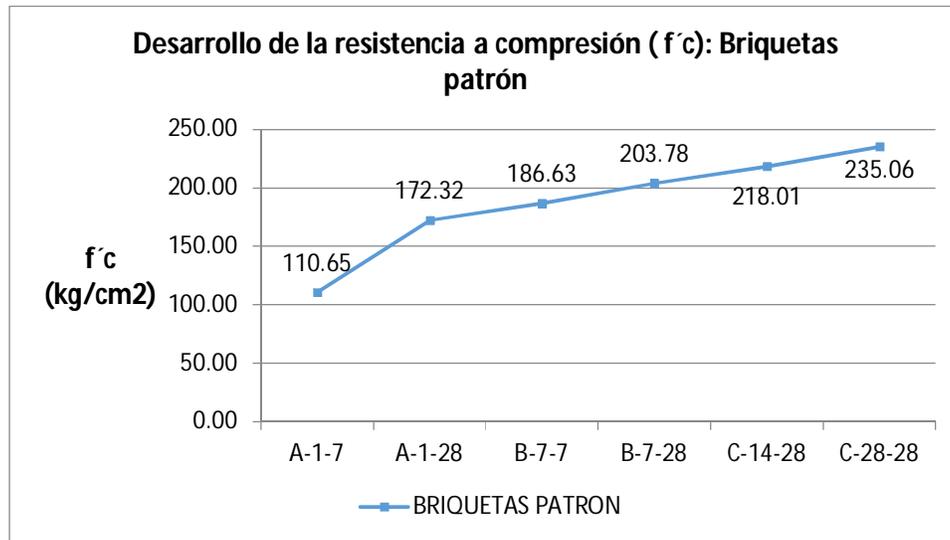


Figura 71. Desarrollo de la resistencia a compresión ($f'c$) de las briquetas patrón

Siendo:

- (A-1-7): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 7 días
- (A-1-28): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 28 días
- (B-7-7): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 7 días
- (B-7-28): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (C-14-28): Concreto 14 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (D-28-28): Concreto 28 días de curado evaluado a compresión a 28 días

Resultados de la resistencia a compresión: briquetas patrón

En la Figura 71 se observa que las probetas de concreto patrón tienen un crecimiento gradual, mostrando una curva de crecimiento típica, superando a los 7 días el 70% de su resistencia de diseño (147kg/cm²), a los 14 días el 85 % de su resistencia de diseño (178.5kg/cm²) y a los 28 días superando el 100% de su resistencia de diseño (210kg/cm²).

Por consiguiente observamos que supero significativamente las resistencias mínimas para cada edad evaluada.

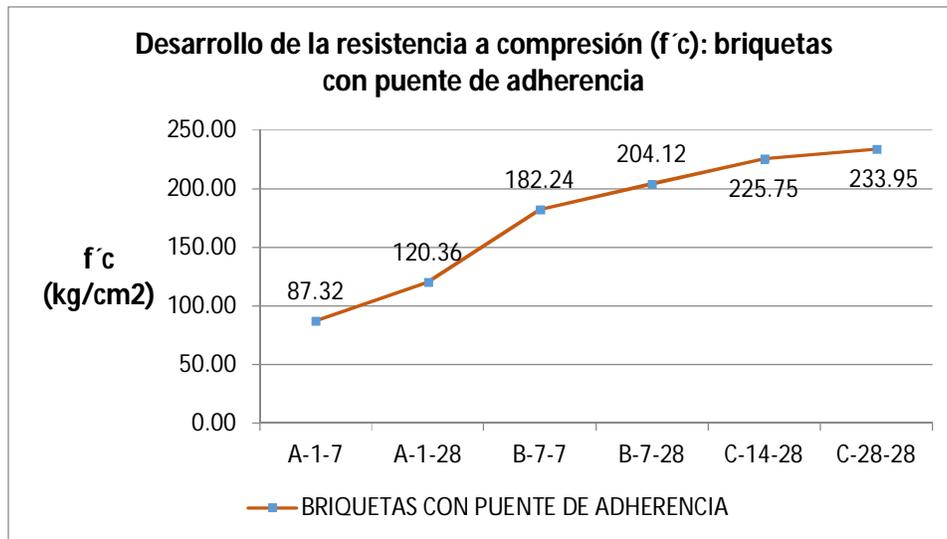


Figura 72. Desarrollo de la resistencia a compresión (f'_c) de las briquetas con puente de adherencia

Siendo:

- (A-1-7): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 7 días
- (A-1-28): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 28 días
- (B-7-7): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 7 días
- (B-7-28): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (C-14-28): Concreto 14 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (D-28-28): Concreto 28 días de curado evaluado a compresión a 28 días

Resultados de la resistencia a compresión: briquetas con puente de adherencia

En la Figura 68 se observa que las probetas de concreto con puente de adherencia tienen un crecimiento gradual, mostrando una curva de crecimiento típica, superando a los 7 días el 70% de su resistencia de diseño (147kg/cm²), a los 14 días el 85 % de su resistencia de diseño (178.5kg/cm²) y a los 28 días superando el 100% de su resistencia de diseño (210kg/cm²).

Por consiguiente observamos que supero significativamente las resistencias mínimas para cada edad evaluada.

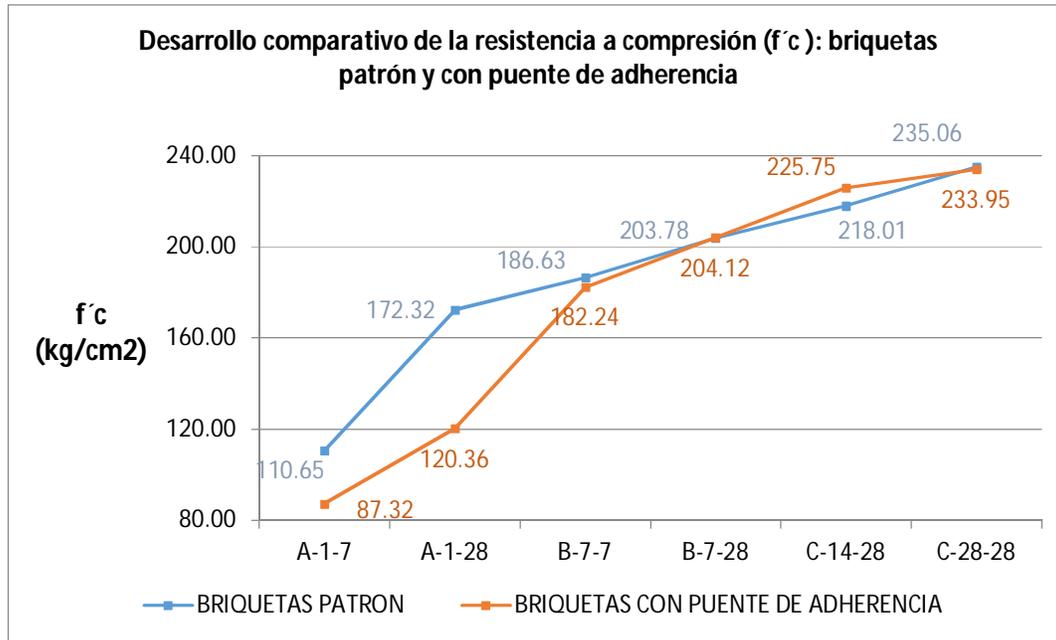


Figura 73. Desarrollo comparativo de la resistencia a compresión (f_c): briquetas patrón y briquetas con puente de adherencia

Siendo:

- (A-1-7): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 7 días
- (A-1-28): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 28 días
- (B-7-7): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 7 días
- (B-7-28): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (C-14-28): Concreto 14 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (D-28-28): Concreto 28 días de curado evaluado a compresión a 28 días

Resultados comparativos de la resistencia a compresión: briquetas patrón y briquetas con puente de adherencia

- En la Figura 73 se observa que las probetas de concreto con puente de adherencia y las probetas patrón tienen un crecimiento gradual, mostrando una curva de crecimiento típica.
- Se observa que inicialmente la resistencia a compresión de las probetas de concreto con puente de adherencia tienen un crecimiento mucho menor al crecimiento de la resistencia de las probetas patrón, esto ocurre en las probetas tipo A-1-7(1 día de curado evaluado a compresión a 7 días) y en las probetas tipo A-1-28(1 día de curado evaluado a compresión a 28 días).



- En las briquetas tipo B-7-7(7 días de curado evaluado a compresión a 7 días) la resistencia a compresión de las briquetas patrón son ligeramente mayores a la resistencia de las briquetas con puente de adherencia.
- En las briquetas tipo B-7-28(7 días de curado evaluado a compresión a 28 días) la resistencia a compresión de las probetas con puente de adherencia son similares a la resistencia a compresión de las briquetas patrón, siendo ligeramente mayor la resistencia a compresión de las briquetas con puente de adherencia.
- En las briquetas tipo C-14-28(14 días de curado evaluado a compresión a 28 días) las probetas con puente de adherencia han alcanzado mayor resistencia a compresión que las briquetas patrón.
- En las briquetas tipo D-28-28(28 días de curado evaluado a compresión a 28 días) la resistencia a compresión son similares, cabe resaltar que la resistencia a compresión de las briquetas patrón es ligeramente mayor al de las briquetas con puente de adherencia.

4.4. Resultados de la resistencia a compresión (f'_c) en el plano de corte de las muestras de concreto

En este caso el plano de corte de las muestras de concreto es una elipse, según los cálculos se obtuvo como diámetros para la elipse $a = 30.02\text{cm}$ y $b = 15\text{ cm}$.

El análisis se realizó solo en las briquetas con puente de adherencia ya que estas tienen un plano de corte elíptico, en el cual se podrá obtener la resistencia a compresión para la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo. Dicho análisis no se realizó en las probetas patrón ya que estas no tienen unión adhesiva.

4.4.1. Resultados de la resistencia a compresión del concreto en el plano de corte – 1 día de curado y resistencia a compresión a 7 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia: concreto 1 día de curado y resistencia a compresión a 7 días (A-1-7).

Tabla 62: Resultado de la resistencia a la compresión en el plano de corte de las muestras de concreto con puente de adherencia – 1 día de curado del concreto y resistencia a la compresión a 7 días

Briquetas: 1 día de curado- resistencia a compresión a 7 días (plano de corte)								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	a [cm]	b [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c prom. (kg/cm ²)
1	Con Puente De adherencia	A-1-7-1	15.01	7.5	353.66	16920	47.84	44.17
2		A-1-7-2	15.01	7.5	353.66	15710	44.42	
3		A-1-7-3	15.01	7.5	353.66	16020	45.30	
4		A-1-7-4	15.01	7.5	353.66	15240	43.09	
5		A-1-7-5	15.01	7.5	353.66	16970	47.98	
6		A-1-7-6	15.01	7.5	353.66	16368	46.28	
7		A-1-7-7	15.01	7.5	353.66	15050	42.55	
8		A-1-7-8	15.01	7.5	353.66	14256	40.31	
9		A-1-7-9	15.01	7.5	353.66	14400	40.72	
10		A-1-7-10	15.01	7.5	353.66	14120	39.92	
11		A-1-7-11	15.01	7.5	353.66	16510	46.68	
12		A-1-7-12	15.01	7.5	353.66	16270	46	
13		A-1-7-13	15.01	7.5	353.66	14340	40.55	
14		A-1-7-14	15.01	7.5	353.66	15987	45.20	
15		A-1-7-15	15.01	7.5	353.66	17890	50.58	
16		A-1-7-16	15.01	7.5	353.66	14220	40.21	
17		A-1-7-17	15.01	7.5	353.66	16998	48.06	
18		A-1-7-18	15.01	7.5	353.66	15030	42.50	
19		A-1-7-19	15.01	7.5	353.66	15689	44.36	
20		A-1-7-20	15.01	7.5	353.66	14460	40.89	

Resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte: 1 día de curado y 7 días a compresión:

- En la Tabla 62 observamos que el promedio de las resistencias a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 44.17 kg/cm².

4.4.2. Resultados de la resistencia a compresión del concreto en el plano de corte – 1 día de curado y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia: concreto 1 día de curado y resistencia a compresión a 28 días (A-1-28).

Tabla 63: Resultado de la resistencia a la compresión en el plano de corte de las muestras de concreto con puente de adherencia – 1 día de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 1 día de curado- resistencia a compresión a 28 días (plano de corte)								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	a [cm]	b [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c prom. (kg/cm ²)
1	Con Puente De adherencia	A-1-28-1	15.01	7.5	353.66	23240	65.71	60.78
2		A-1-28-2	15.01	7.5	353.66	23090	65.29	
3		A-1-28-3	15.01	7.5	353.66	21530	60.88	
4		A-1-28-4	15.01	7.5	353.66	19750	55.84	
5		A-1-28-5	15.01	7.5	353.66	20970	59.29	
6		A-1-28-6	15.01	7.5	353.66	19690	55.67	
7		A-1-28-7	15.01	7.5	353.66	22100	62.49	
8		A-1-28-8	15.01	7.5	353.66	20360	57.57	
9		A-1-28-9	15.01	7.5	353.66	21520	60.85	
10		A-1-28-10	15.01	7.5	353.66	22160	62.66	
11		A-1-28-11	15.01	7.5	353.66	21050	59.52	
12		A-1-28-12	15.01	7.5	353.66	19900	56.27	
13		A-1-28-13	15.01	7.5	353.66	23768	67.20	
14		A-1-28-14	15.01	7.5	353.66	23032	65.12	
15		A-1-28-15	15.01	7.5	353.66	19265	54.47	
16		A-1-28-16	15.01	7.5	353.66	22346	63.18	
17		A-1-28-17	15.01	7.5	353.66	19990	56.52	
18		A-1-28-18	15.01	7.5	353.66	23590	66.70	
19		A-1-28-19	15.01	7.5	353.66	22187	62.73	
20		A-1-28-20	15.01	7.5	353.66	20356	57.56	

Resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte: 1 día de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 63 observamos que el promedio de las resistencias a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 60.78 kg/cm².

4.4.3. Resultados de la resistencia a compresión del concreto en el plano de corte – 7 días de curado y resistencia a compresión a 7 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia: concreto 7 días de curado y resistencia a compresión a 7 días (B-7-7).

Tabla 64: Resultado de la resistencia a la compresión en el plano de corte de las muestras de concreto con puente de adherencia –7 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 7 días

Briquetas: 7 días de curado- resistencia a compresión a 7 días (plano de corte)								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	a [cm]	b [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c prom. (kg/cm ²)
1	Con Puente De adherencia	B-7-7-1	15.01	7.5	353.66	36900	104.34	92.61
2		B-7-7-2	15.01	7.5	353.66	33040	93.42	
3		B-7-7-3	15.01	7.5	353.66	35370	100.01	
4		B-7-7-4	15.01	7.5	353.66	31590	89.32	
5		B-7-7-5	15.01	7.5	353.66	32680	92.40	
6		B-7-7-6	15.01	7.5	353.66	35800	101.23	
7		B-7-7-7	15.01	7.5	353.66	31790	89.89	
8		B-7-7-8	15.01	7.5	353.66	29840	84.37	
9		B-7-7-9	15.01	7.5	353.66	30930	87.46	
10		B-7-7-10	15.01	7.5	353.66	31040	87.77	
11		B-7-7-11	15.01	7.5	353.66	29770	84.18	
12		B-7-7-12	15.01	7.5	353.66	35732	101.03	
13		B-7-7-13	15.01	7.5	353.66	29689	83.95	
14		B-7-7-14	15.01	7.5	353.66	33050	93.45	
15		B-7-7-15	15.01	7.5	353.66	32641	92.29	
16		B-7-7-16	15.01	7.5	353.66	31954	90.35	
17		B-7-7-17	15.01	7.5	353.66	34698	98.11	
18		B-7-7-18	15.01	7.5	353.66	32310	91.36	
19		B-7-7-19	15.01	7.5	353.66	32670	92.38	
20		B-7-7-20	15.01	7.5	353.66	33576	94.94	

Resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte: 1 día de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 64 observamos que el promedio de las resistencias a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 92.61 kg/cm².

4.4.4. Resultados de la resistencia a compresión del concreto en el plano de corte – 7 días de curado y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia: concreto 7 días de curado y resistencia a compresión a 28 días (B-7-28).

Tabla 65: Resultado de la resistencia a la compresión en el plano de corte de las muestras de concreto con puente de adherencia –7 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 7 días de curado- resistencia a compresión a 28 días (plano de corte)								
n°	Tipo de briqueeta	Cod.	a [cm]	b [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c prom. (kg/cm ²)
1	Con Puente De adherencia	B-7-28-1	15.01	7.5	353.66	37930	107.25	102.82
2		B-7-28-2	15.01	7.5	353.66	36020	101.85	
3		B-7-28-3	15.01	7.5	353.66	38150	107.87	
4		B-7-28-4	15.01	7.5	353.66	35440	100.21	
5		B-7-28-5	15.01	7.5	353.66	35620	100.72	
6		B-7-28-6	15.01	7.5	353.66	35980	101.73	
7		B-7-28-7	15.01	7.5	353.66	35020	99.02	
8		B-7-28-8	15.01	7.5	353.66	37050	104.76	
9		B-7-28-9	15.01	7.5	353.66	36980	104.56	
10		B-7-28-10	15.01	7.5	353.66	35800	101.23	
11		B-7-28-11	15.01	7.5	353.66	36690	103.74	
12		B-7-28-12	15.01	7.5	353.66	36160	102.24	
13		B-7-28-13	15.01	7.5	353.66	35340	99.93	
14		B-7-28-14	15.01	7.5	353.66	36768	103.96	
15		B-7-28-15	15.01	7.5	353.66	35990	101.76	
16		B-7-28-16	15.01	7.5	353.66	35669	100.86	
17		B-7-28-17	15.01	7.5	353.66	37970	107.36	
18		B-7-28-18	15.01	7.5	353.66	35700	100.94	
19		B-7-28-19	15.01	7.5	353.66	37923	107.23	
20		B-7-28-20	15.01	7.5	353.66	35054	99.12	

Resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte: 7 días de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 65 observamos que el promedio de las resistencias a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 102.82 kg/cm².

4.4.5. Resultados de la resistencia a compresión del concreto en el plano de corte – 14 días de curado y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia: concreto 7 días de curado y resistencia a compresión a 28 días (C-14-28).

Tabla 66: Resultado de la resistencia a la compresión en el plano de corte de las muestras de concreto con puente de adherencia –14 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 14 días de curado- resistencia a compresión a 28 días (plano de corte)								
n°	Tipo de briqueta	Cod.	a [cm]	b [cm]	Área [cm ²]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm ²]	f'c prom. (kg/cm ²)
1	Con Puente De adherencia	C-14-28-1	15.01	7.5	353.66	41790	118.16	114.21
2		C-14-28-2	15.01	7.5	353.66	40709	115.11	
3		C-14-28-3	15.01	7.5	353.66	43650	123.42	
4		C-14-28-4	15.01	7.5	353.66	41438	117.17	
5		C-14-28-5	15.01	7.5	353.66	40200	113.67	
6		C-14-28-6	15.01	7.5	353.66	39750	112.39	
7		C-14-28-7	15.01	7.5	353.66	39330	111.21	
8		C-14-28-8	15.01	7.5	353.66	39660	112.14	
9		C-14-28-9	15.01	7.5	353.66	41200	116.49	
10		C-14-28-10	15.01	7.5	353.66	41110	116.24	
11		C-14-28-11	15.01	7.5	353.66	39650	112.11	
12		C-14-28-12	15.01	7.5	353.66	41360	116.95	
13		C-14-28-13	15.01	7.5	353.66	39060	110.44	
14		C-14-28-14	15.01	7.5	353.66	39320	111.18	
15		C-14-28-15	15.01	7.5	353.66	39320	111.18	
16		C-14-28-16	15.01	7.5	353.66	39110	110.58	
17		C-14-28-17	15.01	7.5	353.66	41880	118.42	
18		C-14-28-18	15.01	7.5	353.66	40970	115.84	
19		C-14-28-19	15.01	7.5	353.66	39370	111.32	
20		C-14-28-20	15.01	7.5	353.66	38931	110.08	

Resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte: 14 días de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 66 observamos que el promedio de las resistencias a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 114.21 kg/cm².

4.4.6. Resultados de la resistencia a compresión del concreto en el plano de corte – 28 días de curado y resistencia a compresión a 28 días

A continuación se describen los resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia: concreto 28 días de curado y resistencia a compresión a 28 días (D-28-28).

Tabla 67: Resultado de la resistencia a la compresión en el plano de corte de las muestras de concreto con puente de adherencia –28 días de curado del concreto y resistencia a la compresión a 28 días

Briquetas: 28 días de curado- resistencia a compresión a 28 días (plano de corte)								
n°	Tipo de briqueeta	Cod.	a [cm]	b [cm]	Área [cm2]	Fuerza [kg]	f'c [kg/cm2]	f'c prom. (kg/cm2)
1	Con Puente De adherencia	D-28-28-1	15.01	7.5	353.66	43170	122.06	118.00
2		D-28-28-2	15.01	7.5	353.66	41432	117.15	
3		D-28-28-3	15.01	7.5	353.66	40576	114.73	
4		D-28-28-4	15.01	7.5	353.66	41432	117.15	
5		D-28-28-5	15.01	7.5	353.66	40870	115.56	
6		D-28-28-6	15.01	7.5	353.66	40754	115.23	
7		D-28-28-7	15.01	7.5	353.66	46020	130.12	
8		D-28-28-8	15.01	7.5	353.66	42470	120.09	
9		D-28-28-9	15.01	7.5	353.66	42050	118.90	
10		D-28-28-10	15.01	7.5	353.66	42120	119.10	
11		D-28-28-11	15.01	7.5	353.66	44040	124.52	
12		D-28-28-12	15.01	7.5	353.66	40920	115.70	
13		D-28-28-13	15.01	7.5	353.66	42150	119.18	
14		D-28-28-14	15.01	7.5	353.66	40500	114.52	
15		D-28-28-15	15.01	7.5	353.66	40150	113.53	
16		D-28-28-16	15.01	7.5	353.66	41200	116.49	
17		D-28-28-17	15.01	7.5	353.66	40730	115.17	
18		D-28-28-18	15.01	7.5	353.66	42030	118.84	
19		D-28-28-19	15.01	7.5	353.66	41570	117.54	
20		D-28-28-20	15.01	7.5	353.66	43290	122.40	
21		D-28-28-21	15.01	7.5	353.66	41250	116.64	
22		D-28-28-22	15.01	7.5	353.66	42310	119.63	
23		D-28-28-23	15.01	7.5	353.66	38810	109.74	

Resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte: 28 días de curado y 28 días a compresión:

- En la Tabla 67 observamos que el promedio de las resistencias a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia cuyo valor es 118.00 kg/cm2.



4.5. Desarrollo de la resistencia a compresión en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia

El siguiente gráfico de línea nos muestra el desarrollo del crecimiento de la resistencia a compresión ($f'c$) en el plano de corte de las probetas con puente de adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Tabla 68: Promedio de resistencias a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia

Tipo de biqueta	Prom. briquetas con puente de adherencia(kg/cm ²)
A-1-7	44.17
A-1-28	60.78
B-7-7	92.61
B-7-28	102.82
C-14-28	114.21
C-28-28	118.00

Siendo:

- (A-1-7): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 7 días
- (A-1-28): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 28 días
- (B-7-7): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 7 días
- (B-7-28): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (C-14-28): Concreto 14 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (D-28-28): Concreto 28 días de curado evaluado a compresión a 28 días

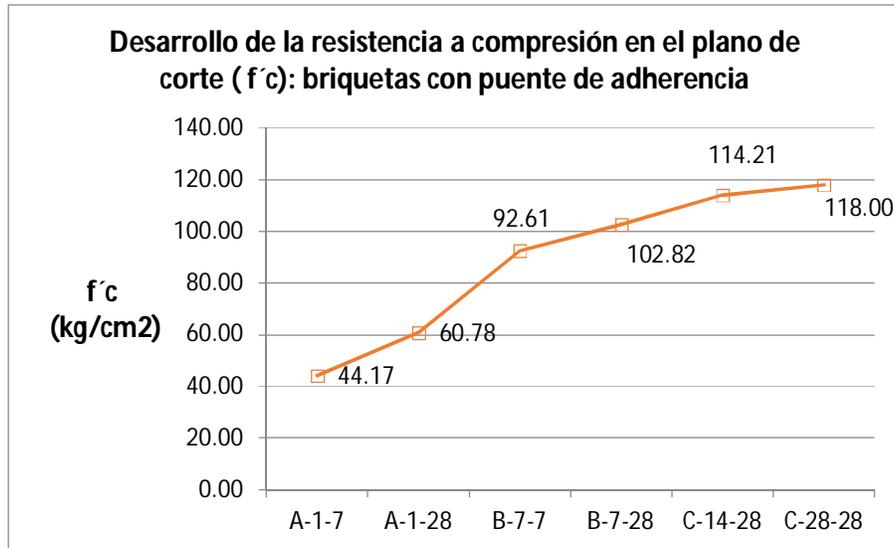


Figura 74. Desarrollo de la resistencia a compresión en el plano de corte (f'_c) de las briquetas con puente de adherencia

Siendo:

- (A-1-7): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 7 días
- (A-1-28): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 28 días
- (B-7-7): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 7 días
- (B-7-28): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (C-14-28): Concreto 14 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (D-28-28): Concreto 28 días de curado evaluado a compresión a 28 días

Resultados de la resistencia a compresión en el plano de corte: briquetas con puente de adherencia

En la Figura 74 se observa que las probetas de concreto con puente de adherencia tienen un crecimiento gradual, mostrando una curva de crecimiento típica, alcanzando a los 7 días el 48% de su resistencia de diseño (102.82kg/cm²), a los 14 días el 54 % de su resistencia de diseño (114.21kg/cm²) y a los 28 días alcanzando el 56% de su resistencia de diseño (118kg/cm²).



4.6. Evaluación estadística de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Pasquel en su libro Tópicos de tecnología del concreto nos dice:

La resistencia en compresión del concreto es el parámetro de referencia para evidenciar las características resistentes y la calidad del concreto. Si bien la calidad del concreto abarca un concepto más amplio e integral que la resistencia en compresión, es innegable que este parámetro reviste importancia primordial ya que sobre él descansan las filosofías de diseño actuales (Pasquel ,p. 145).

Está demostrado científicamente que los resultados de la resistencia a compresión de un determinado concreto tienen una distribución de frecuencias que se ajusta a la denominada distribución normal, distribución de Gauss o también llamada campana de Gauss, cuya expresión matemática es: (Pasquel, p.149)

$$Y = \frac{1}{Ds \sqrt{2}} e^{-1/2 \left(\frac{x-u}{Ds}\right)^2}$$

Donde:

u= Promedio

Ds= Desviación estándar

E = 2.71828

Estando definida la desviación estándar con la siguiente expresión:

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum_i^2 x - (\sum xi)^2/n}{n - 1}}$$

Donde:

xi= Resultados de ensayos

n= Numero de ensayos

Otro parámetro estadístico es el coeficiente de variancion el cual se calcula con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Ds}{u} * 100$$

La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de determinado fenómeno en función de los parámetros indicados, y en el caso del concreto se

aplica a los resultados de resistencia basándose en la premisa de que aquellos se agrupan siguiendo aproximadamente dicha distribución.(Pasquel ,p.149)

Para evaluar la dispersión entre los resultados de probetas obtenidas de una misma tanda de concreto, dispersión motivada por las técnicas de obtención, preparación, curado y ensayo se emplea la desviación estándar, dichos valores se pueden comparar con los valores permisibles de la siguiente tabla.(Pasquel ,p. 151)

Tabla 69: Valores de dispersión en el control del concreto

Dispersión Total					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
Dispersión entre testigos					
Clase de operación	Coeficiente de variación para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	>a 5.0

Fuente: Tópicos de tecnología del concreto en el Perú - Enrique Pasquel Carbajal

Entonces haciendo el análisis estadístico tenemos:

a) Para el caso A-1-28

Se obtuvo $D_s = 8.03$ kg/cm² con un factor de incremento tendríamos $D_s = 8.67$ kg/cm² en el caso de la desviación estándar se obtiene un valor **excelente**.

$V = 5.67\%$ se observa un resultado **suficiente** según la tabla de valores de dispersión en el control del concreto.



b) Para el caso B-7-28

Se obtuvo $D_s = 6.28 \text{ kg/cm}^2$ con un factor de incremento tendríamos $D_s = 6.79 \text{ kg/cm}^2$

$V = 3.08\%$ en el caso de la desviación estándar se obtiene un valor **excelente** y para el coeficiente de variación obtenemos un valor **bueno** según la tabla de valores de dispersión en el control del concreto.

c) Para el caso C-14-28

Se obtuvo $D_s = 6.19 \text{ kg/cm}^2$ con un factor de incremento tendríamos $D_s = 6.68 \text{ kg/cm}^2$

$V = 2.74\%$ en el caso de la desviación estándar se obtiene un valor **excelente** y para el coeficiente de variación obtenemos un valor **muy bueno** según la tabla de valores de dispersión en el control del concreto.

d) Para el caso D-28-28

Se obtuvo $D_s = 9.10 \text{ kg/cm}^2$ con un factor de incremento tendríamos $D_s = 9.82 \text{ kg/cm}^2$

$V = 3.89\%$ en el caso de la desviación estándar se obtiene un valor **excelente** y para el coeficiente de variación obtenemos un valor **bueno** según la tabla de valores de dispersión en el control del concreto.

Ya que el control de calidad del concreto se hace para concretos ensayados con resistencia a compresión a 28 días, solo se tomó cuatro casos para el análisis estadísticos de los resultados.

Comentario:

Para la desviación estándar, en todos los casos se tuvo resultados de excelente, en el caso del coeficiente de variación observamos que los resultados son bueno y muy bueno.

Por consiguiente los resultados son aceptables para el concreto.



Capítulo 5: Discusión

❖ **¿Cómo influyo los antecedentes ya mencionados en la investigación?**

De los antecedentes se obtuvo información sobre la normativa:

Norma ASTM C-881(Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete) Menciona las especificaciones para sistemas de adherencia para concreto a base de resinas epóxicas, ya que debe de tenerse especial cuidado con las indicaciones de uso , manipulación y aplicación del producto.

Norma ASTM C-882-99 (Standard Test Method for Bond Strength of Epoxy-Resin Systems Used With Concrete) Para la elaboración de la probeta se procederá de acuerdo con las especificaciones de la norma (Método estándar de la prueba para la fuerza de adherencia en los sistemas epóxicos a base de resina usados con concreto), donde se hace referencia a las dimensiones que debe tener la probeta y el método de ensayo a utilizar.

❖ **¿El agregado grueso cumple con los estándares que exige la Norma ACI?**

Como se mostró en las figuras de granulometría del agregado grueso del apartado de granulometría la gradación del agregado grueso usado (Piedra de Vicho 1”), cumple con los limites superiores e inferiores del método ACI, por lo que no se tuvo que realizar ninguna modificación.

❖ **¿El agregado fino cumple con los estándares que exige la Norma ACI?**

Las muestras de agregado fino no cumplían con los límites granulométricos ofrecidos por el ACI, por lo que se tuvo que realizar el mejoramiento del agregado, realizando la combinación en la proporción Arena de Cunyac 70% y Arena de Mina Roja (Huambutio) 30%, lo que permitió que la combinación de ambos cumpla con los requisitos establecidos por el ACI como se muestra en las figuras de granulometría del agregado fino.

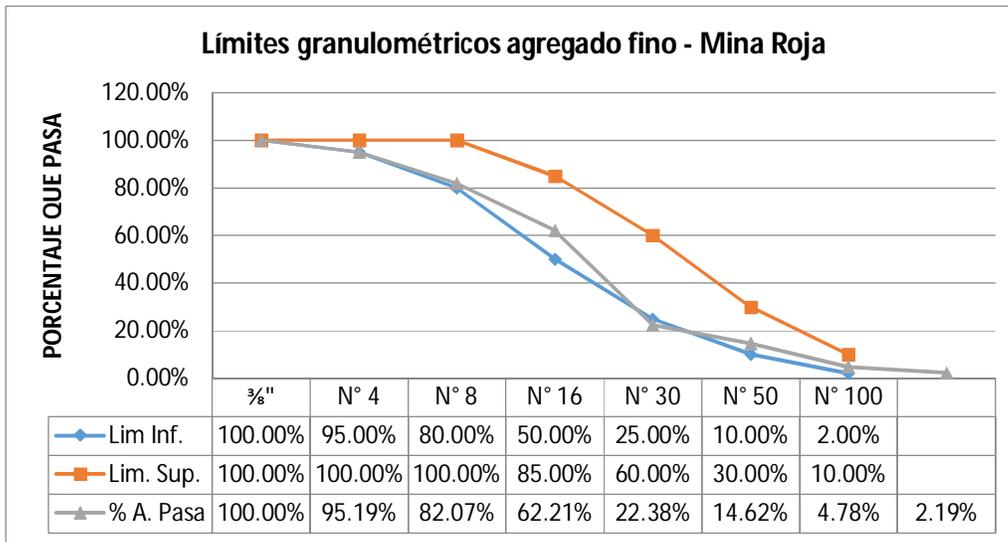


Figura 75.: Granulometría de la arena de Mina Roja

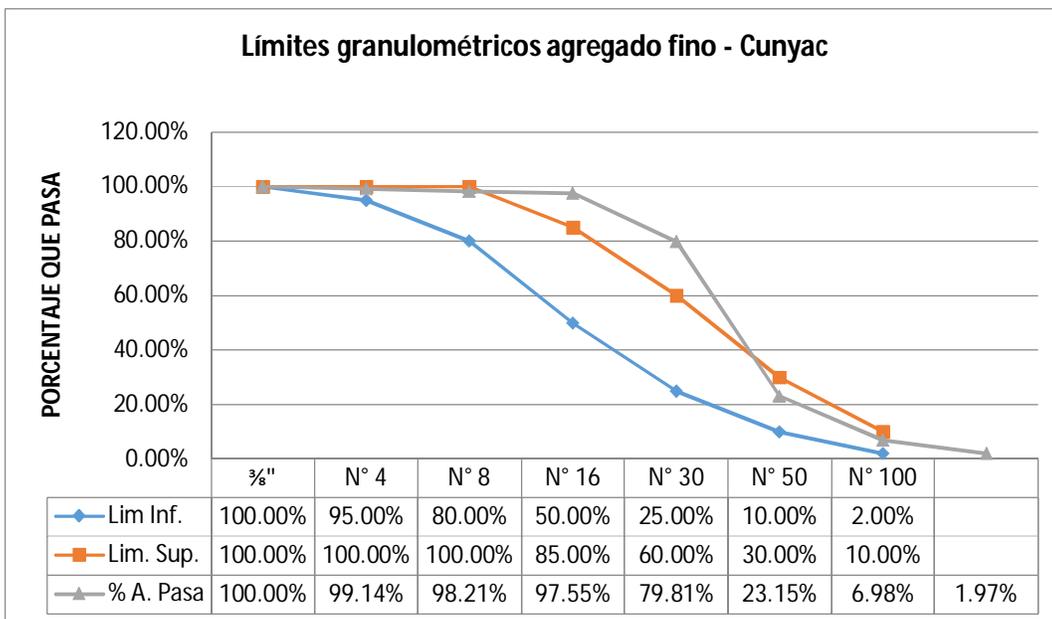


Figura 76. Granulometría de la arena de Cunyac

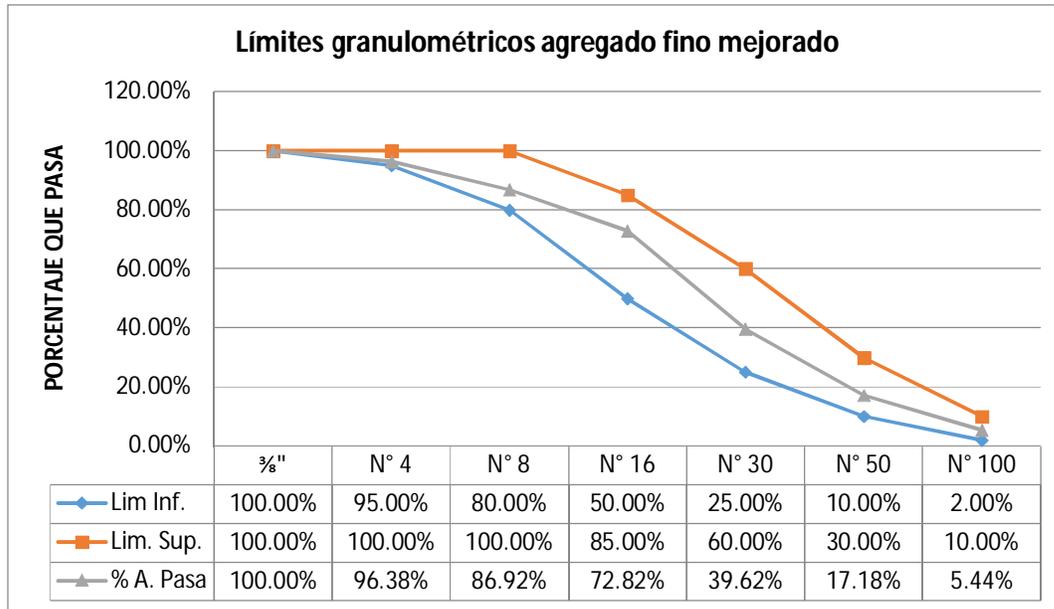


Figura 77. Granulometría del agregado fino mejorado.

❖ **¿El módulo de fineza se encuentra dentro de los rangos recomendados?**

El módulo de fineza que es de 2.82 está dentro del rango recomendado por Silva Rojas que es de 2.3 a 3.1.

❖ **¿El peso específico de los agregados se encuentra dentro de los rangos recomendados?**

El peso específico de los agregados Vicho, Cunyac y Mina roja corresponde a los usados a nivel local y en las investigaciones (Agregado Fino 2.55 y Agregado Grueso 2.68 g/cm³), están dentro del rango que indica el ACI en la cual se encuentran la mayoría de los agregados para construcción (2.4 – 2.9 g/cm³).

❖ **¿El peso unitario de los agregados se encuentra dentro de los rangos recomendados?**

El peso unitario se encuentra dentro del rango comúnmente usado (1200 – 1750 kg/m³) indicado por el ACI, con el valor de 1492.99 kg/m³, lo que indica que tiene buena gradación y buena densidad.

❖ **¿Los porcentajes de absorción de los agregados se encuentran dentro de los rangos establecidos?**

El porcentaje absorción del agregado fino (2.9 %) está en los rangos que se indican es del 0.2% al 3%.

El porcentaje de absorción del agregado grueso (1.02%) está dentro de los rangos que indican la cual es del 0.2% al 4%.

❖ **¿Los contenidos de humedad de los agregados se encuentran dentro de los rangos establecidos?**

El contenido de humedad del agregado grueso (4.71 %) y el contenido de humedad del agregado fino (4.57%) están dentro del rango que indica el ACI el cual indica que el contenido de humedad debe ser menor al 8%

❖ **¿Qué método de diseño de mezcla se usó y por qué?**

Se usó el método ACI por ser el método más usado a nivel local, tomando parte del diseño el asentamiento plástico por su economía y fácil compactación.

❖ **¿Cuál es la diferencia de la resistencia a compresión en el plano transversal con el plano de corte de las muestras de concreto?**

En todos los casos la resistencia a compresión en el plano transversal de las briquetas es mayor respecto a la resistencia a compresión en el plano de corte de las briquetas con puente de adherencia.

❖ **¿Cómo se presentan las fallas en los especímenes cilíndricos de concreto en el ensayo de compresión?**

En la Figura 77 apreciamos los posibles patrones de falla que se presentan en los especímenes cilíndricos ensayados a compresión.

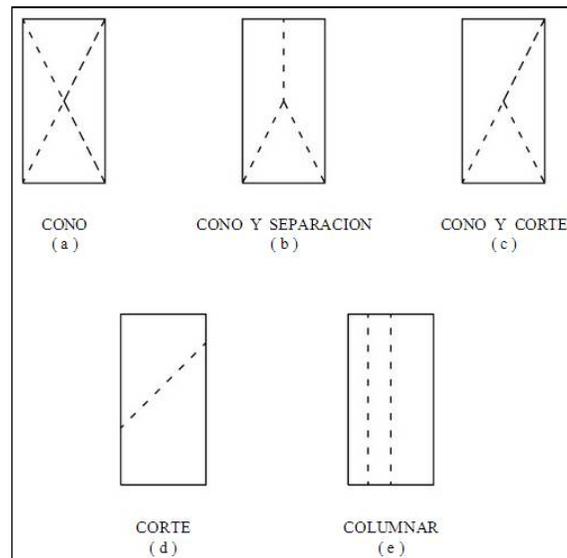


Figura 78. Patrones de falla de especímenes cilíndricos ensayados a compresión.

Fuente: NTP 339.039 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas



Los patrones de falla mencionados se utilizaron para analizar el tipo de falla de las briquetas de concreto con y sin puente de adherencia, se enumeró los patrones de falla de la siguiente manera:

- Tipo A: Cono
- Tipo B: Cono y Separación(División)
- Tipo C: Cono Y Corte (Cizallamiento)
- Tipo D: Corte (Cizallamiento)
- Tipo E: Columnar

A continuación apreciamos la comparación de tipo de falla en los especímenes cilíndricos de concreto.

Tabla 70: Comparación de los patrones de falla de las briquetas con y sin puente de adherencia: 1 día de curado - compresión a 7 días.

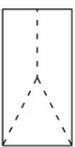
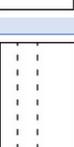
Briquetas: 1 día de curado – compresión a 7 días							
Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla	Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla
Patrón	0	A		Con puente de adherencia	0	A	
	6	B			15	B	
	0	C			0	C	
	2	D			5	D	
	0	E			0	E	
Total	8				20		

Resultados de la comparación del tipo de falla de los especímenes de concreto: 1 día de curado - compresión a 7 días.

En la Tabla 70 se observa que el tipo de falla predominante para los especímenes patrón es el tipo B, la falla Cono y Separación (División), de los 8 especímenes ensayados 6 presentan este tipo de falla.

En los especímenes con puente de adherencia la falla predominante es el tipo de falla B: Cono y Separación (División), de los 20 especímenes ensayados 15 presentan este tipo de falla. En este caso la falla se produjo por compresión y no por adherencia

Tabla 71: Comparación de los patrones de falla de las briquetas con y sin puente de adherencia: 1 día de curado - compresión a 28 días.

Briquetas: 1 día de curado – compresión a 28 días							
Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla	Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla
Patrón	0	A		Con puente de adherencia	0	A	
	7	B			12	B	
	0	C			1	C	
	1	D			7	D	
	0	E			0	E	
Total	8				20		

Resultados de la comparación del tipo de falla de los especímenes de concreto: 1 día de curado - compresión a 28 días.

En la Tabla 71 se observa que el tipo de falla predominante para los especímenes patrón es el tipo B, la falla Cono y Separación (División), de los 8 especímenes ensayados 7 presentan este tipo de falla.

En los especímenes con puente de adherencia la falla predominante es el tipo de falla B: Cono y Separación (División), de los 20 especímenes ensayados 12 presentan este tipo de falla. En este caso la falla se produjo por compresión y no por adherencia

Tabla 72: Comparación de los patrones de falla de las briquetas con y sin puente de adherencia: 7 días de curado – compresión a 7 días.

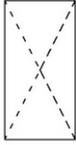
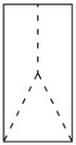
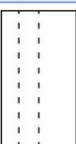
Briquetas: 7 días de curado – compresión a 7 días							
Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla	Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla
Patrón	0	A		Con puente de adherencia	0	A	
	6	B			5	B	
	0	C			12	C	
	2	D			3	D	
	0	E			0	E	
Total	8				20		

Resultados de la comparación del tipo de falla de los especímenes de concreto: 7 días de curado - compresión a 7 días.

En la Tabla 72 se observa que el tipo de falla predominante para los especímenes patrón es el tipo B, la falla Cono y Separación (División), de los 8 especímenes ensayados 6 presentan este tipo de falla.

En los especímenes con puente de adherencia la falla predominante es el tipo de falla C: Cono Y Corte (Cizallamiento), de los 20 especímenes ensayados 12 presentan este tipo de falla. En este caso la falla se produjo por compresión y no por adherencia

Tabla 73: Comparación de los patrones de falla de las briquetas con y sin puente de adherencia: 7 días de curado - compresión a 28 días.

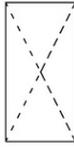
Briquetas: 7 días de curado – compresión a 28 días							
Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla	Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla
Patrón	0	A		Con puente de adherencia	0	A	
	5	B			2	B	
	1	C			13	C	
	2	D			5	D	
	0	E			0	E	
Total	8				20		

Resultados de la comparación del tipo de falla de los especímenes de concreto: 7 días de curado - compresión a 28 días.

En la Tabla 73 se observa que el tipo de falla predominante para los especímenes patrón es el tipo B, la falla Cono y Separación (División), de los 8 especímenes ensayados 5 presentan este tipo de falla.

En los especímenes con puente de adherencia la falla predominante es el tipo de falla C: Cono Y Corte (Cizallamiento), de los 20 especímenes ensayados 13 presentan este tipo de falla. En este caso la falla se produjo por compresión y no por adherencia

Tabla 74: Comparación de los patrones de falla de las briquetas con y sin puente de adherencia: 14 días de curado - compresión a 28 días.

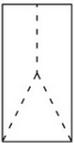
Briquetas: 14 días de curado – compresión a 28 días							
Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla	Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla
Patrón	2	A		Con puente de adherencia	0	A	
	6	B			0	B	
	0	C			15	C	
	0	D			5	D	
	0	E			0	E	
Total	8				20		

Resultados de la comparación del tipo de falla de los especímenes de concreto: 14 días de curado - compresión a 28 días.

En la Tabla 74 se observa que el tipo de falla predominante para los especímenes patrón es el tipo B, la falla Cono y Separación (División), de los 8 especímenes ensayados 6 presentan este tipo de falla.

En los especímenes con puente de adherencia la falla predominante es el tipo de falla C: Cono Y Corte (Cizallamiento), de los 20 especímenes ensayados 15 presentan este tipo de falla. En este caso 1 falla se produjo por compresión y no por adherencia

Tabla 75: Comparación de los patrones de falla de las briquetas con y sin puente de adherencia: 28 días de curado - compresión a 28 días.

Briquetas: 28 días de curado – compresión a 28 días							
Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla	Tipo de briketa	Nro. de briquetas	Tipo de falla	Forma de falla
Patrón	2	A		Con puente de adherencia	0	A	
	5	B			3	B	
	0	C			20	C	
	0	D			0	D	
	1	E			0	E	
Total	8				23		

Resultados de la comparación del tipo de falla de los especímenes de concreto: 28 días de curado - compresión a 28 días.

En la Tabla 75 se observa que el tipo de falla predominante para los especímenes patrón es el tipo B, la falla Cono y Separación (División), de los 8 especímenes ensayados 5 presentan este tipo de falla.

En los especímenes con puente de adherencia la falla predominante es el tipo de falla C: Cono Y Corte (Cizallamiento), de los 23 especímenes ensayados 20 presentan este tipo de falla. En este caso 1 falla se produjo por compresión y no por adherencia.

❖ ¿Cuál es el porcentaje de resistencia a compresión que alcanzan los especímenes de concreto con puente de adherencia con respecto al concreto tradicional patrón?

La diferencia de porcentajes lo podemos observar en la siguiente gráfica

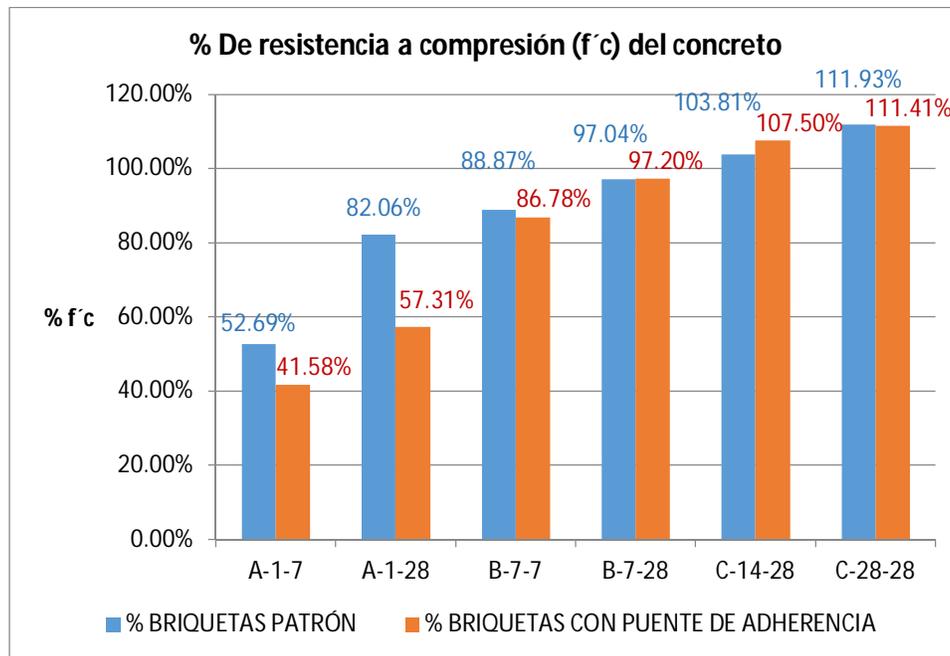


Figura 79. Comparación en porcentajes de la resistencia a compresión del concreto

Siendo:

- (A-1-7): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 7 días
- (A-1-28): Concreto 1 día de curado evaluado a compresión a 28 días
- (B-7-7): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 7 días
- (B-7-28): Concreto 7 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (C-14-28): Concreto 14 días de curado evaluado a compresión a 28 días
- (D-28-28): Concreto 28 días de curado evaluado a compresión a 28 días

Como se observa las briquetas con puente de adherencia inicialmente muestran un desarrollo menor al del concreto patrón, a partir de las briquetas tipo B-7-7(7 días de curado evaluado a compresión a 7 días) muestran un desarrollo similar al desarrollo de las briquetas patrón; se observa incluso que en las briquetas tipo C-14-28(14 días de curado evaluado a compresión a 28 días) las briquetas con puente de adherencia sobrepasa ligeramente el desarrollo de las briquetas patrón.



Glosario

Abrasión: Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto.

Absorción: Fluido que es retenido en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición (suelo, rocas, maderas, etc.).

Acarreo: Transporte de materiales a diferentes distancias en el área de la obra.

Adherencia química: Adherencia entre materiales, resultante de la cohesión y de la adhesión desarrollada por la reacción química.

Agregado: Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

Agregado bien graduado: Agregado cuya gradación va desde el tamaño máximo hasta el de un relleno mineral y que se encuentra centrado a una curva granulométrica especificada.

Agregado fino: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.

Agregado grueso: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

Arena: Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm.) y son retenidas por la malla N° 200.

Asentamiento: Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

Cantera: Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

Canto rodado: Fragmento de roca que al ser transportado a lo largo del tiempo por el flujo de agua ha adquirido formas no angulares y superficie lisa.

Cemento portland: Es un producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de yeso natural.

Compactación: Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Pórtland.



Cohesión: Atracción mutua a través de la cual los elementos de una sustancia se mantienen unidos.

Concreto: Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso. En algunos casos se agrega aditivos para proporcionarle cualidades que no poseen y en otros para mejorar los que poseen.

Cono de Abrams: Molde con forma de cono trunco constituido de un metal no atacable por la pasta de cemento, que se usa para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. Se conoce también como cono de asentamiento o SLUMP.

Consistencia: Movilidad relativa o capacidad para fluir del concreto, mortero

Construcción: Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

Contracción: Esfuerzo volumétrico asociado con un decrecimiento en sus dimensiones.

Curado: Proceso a través del cual se mantiene el concreto en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo de tiempo de sus primeras etapas a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material. El curado garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorio de los materiales cementantes.

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Dosificación del concreto: Proceso de medición por peso o por volumen de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto y mortero.

Durabilidad: Propiedad de un material o mezcla para resistir desintegración por efectos mecánicos, ambientales o de tráfico.

Dureza: Resistencia superficial que presentan los materiales a ser rayados.

Elasticidad: Propiedad de un material que hace que retorne a su forma original después que la fuerza aplicada se mueve o cesa.

Encofrado: Apoyos temporales para mantener el concreto fresco en el lugar hasta que se endurezca en tal grado que se pueda auto soportar (cuando la estructura es capaz de soportar sus cargas muertas).

Ensayo de compresión: Ensayo para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión.



Fisura: Fractura fina, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros.

Fraguado: Proceso en el cual el concreto fresco pierde su plasticidad y se endurece, para alcanzar progresivamente la resistencia de diseño.

Granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas

Gravedad específica del suelo: Determina el Peso Específico de un suelo con el Picnómetro, siendo la relación entre el peso en el aire de un cierto volumen de sólidos a una temperatura dada.

Hidratación: Formación de un compuesto por combinación de agua en otras sustancias.

Junta de contracción: es un plano de debilidad para controlar la fisuración resultante de los cambios de volumen en la estructura de concreto.

Junta de expansión: Una separación entre las partes adyacentes de una estructura para permitir el movimiento.

Junta de aislamiento: Separación que permite el movimiento libre de partes adyacentes de la estructura, tanto horizontal como vertical.

Juntas de construcción: Lugares de interrupción del proceso constructivo. Una verdadera junta de construcción debe unir el concreto nuevo al concreto existente y no debe permitir el movimiento estructural. En aplicaciones estructurales su localización se debe determinar por el ingeniero estructural

Malla: Abertura cuadrada de un tamiz.

Módulo de finura: Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie específica y dividido por 100.

Muestreo: Investigación de suelos, materiales, asfalto, agua etc., con la finalidad de definir sus características y/o establecer su mejor empleo y utilización.

Permeabilidad: Capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna.

Porosidad: Propiedad de un cuerpo que se caracteriza por la presencia de vacíos en su estructura.



Relación agua cemento: relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto.

Resina epoxi: Tipo de sistema de adherencia química orgánica que se usa en la preparación de revestimiento especiales o adhesivos para concreto y mampostería o como aglomerantes en morteros y concretos a base de resina epoxi.

Resistencia a compresión: Ensayo de resistencia a la compresión que se realiza colocando una muestra cilíndrica en una prensa al que se le aplica una fuerza hasta la rotura de la muestra o testigo.

Revenimiento (asentamiento de Cono de Abrams): medida de consistencia del concreto fresco, igual al asentamiento inmediato de una probeta moldeada con un cono normalizado.

Tamiz: Aparato, en un laboratorio, usado para separar tamaños de material, y donde las aberturas son cuadradas.

Trabajabilidad: La facilidad con que las mezclas de pavimentación y de otras obras de infraestructura vial pueden ser colocadas y compactadas.



Conclusiones

Conclusión 1 (General):

Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto respecto a la resistencia a compresión y a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Según la figura 73 se demuestra parcialmente la Hipótesis General, ya que el porcentaje de resistencia a la compresión de las briquetas con puente de adherencia no es mayor en todos los casos con respecto al porcentaje de resistencia a compresión de las briquetas patrón.

Conclusión 2 (específica):

Sub Hipótesis 1: Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de un día respecto a la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Según la figura 60 observamos que no se demuestra la primera sub-hipótesis, ya que el porcentaje de resistencia a compresión de la briquetas patrón es 52.69% el cual es mayor al porcentaje de resistencia a compresión de las briquetas con puente de adherencia 41.58%

Conclusión 3 (Específica):

Sub Hipótesis 2: Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de un día respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Según la figura 62 observamos que no se demuestra la segunda sub-hipótesis, ya que el porcentaje de resistencia a compresión de la briquetas patrón es 82.06% el cual es mayor al porcentaje de resistencia a compresión de las briquetas con puente de adherencia 57.31%

Conclusión 4 (Específica):

Sub Hipótesis 3: Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de siete días respecto a la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Según la figura 64 se demuestra parcialmente la tercera sub-hipótesis ya que el porcentaje de resistencia a compresión de la briquetas patrón es 88.87% el cual es similar al porcentaje de resistencia a compresión de las briquetas con puente de adherencia 86.78%



Conclusión 5 (Específica):

Sub Hipótesis 4: Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de siete respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Según la figura 66 se demuestra la cuarta sub-hipótesis ya que el porcentaje de resistencia a compresión de la briquetas patrón es 97.04% el cual es ligeramente menor al porcentaje de resistencia a compresión de las briquetas con puente de adherencia 97.20%

Conclusión 6 (Específica):

Sub Hipótesis 5: Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de catorce días respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Según la figura 68 se demuestra la quinta sub-hipótesis ya que el porcentaje de resistencia a compresión de la briquetas patrón es 103.81% el cual es menor al porcentaje de resistencia a compresión de las briquetas con puente de adherencia 107.50%

Conclusión 7 (Específica):

Sub Hipótesis 6: Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de veintiocho días respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.

Según la figura 70 se demuestra parcialmente la tercera sub-hipótesis ya que el porcentaje de resistencia a compresión de la briquetas patrón es 111.93% el cual es similar al porcentaje de resistencia a compresión de las briquetas con puente de adherencia 111.41%



Recomendaciones

Recomendación 1

Se recomienda el uso de la presente tesis como referencias de futuros estudios sobre la utilización de puentes de adherencia a base de resinas epóxicas, sobre todo en elementos estructurales que requieran comportamiento monolítico y se desee mantener las condiciones de diseño de trabajo

Recomendación 2

Tener muy en cuenta las indicaciones técnicas del uso y manipulación del producto, ya que estos productos pueden ser perjudiciales para la persona que lo esté aplicando

Recomendación 3

En la utilización de puentes de adherencia, la superficie de la junta entre concreto antiguo y concreto nuevo debe ser rugosa ya que esto ayudara a conseguir una mayor adhesión.

Recomendación 4

En la utilización de puentes de adherencia se debe tener especial cuidado que la superficie entre concreto antiguo y concreto nuevo este limpia libre de polvo y partículas deleznable, tal como lo indica las especificaciones técnicas del producto.

Recomendación 5

Se recomienda el uso de las tablas y gráficos del contenido de aire del concreto para determinar la relación de a/c adecuadas para el diseño de mezcla.

Recomendación 6

Realizar un estudio de la resistencia a compresión a un tiempo mayor de curado y un tiempo mayor de resistencia a compresión para ver el desarrollo de la resistencia a compresión con mayor detalle.



Índice de referencias

Referencias bibliográficas

- Abanto Castillo, Flavio. (1996). Tecnología del Concreto. Perú: Editorial San Marcos.
- Adaptado de Hernández Sampieri, Carlos Callado, Pilar Baptista (2010). Metodología de la Investigación. México.
- American society for testing and materials (2003). Práctica Normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón.
- Callister, William. (1997). Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Primera Edición. Barcelona, España.
- Enrique Rivva López (2007). Diseño de Mezclas. Perú.
- Flavio Abanto Castillo (2000). Tecnología del Concreto. Perú.
- Hernández Sampieri, Roberto. Fernández Collado, Carlos. Baptista Lucio, Pilar (2014). Metodología de la Investigación. Sexta Edición. México.
- Laura Huanca, Samuel (2006). Diseño de Mezcla de Concreto.
- Pasquel Carbajal, Enrique (1993). Tópicos de Tecnología del Concreto. Colección del Ingeniero Civil. Lima, Perú.
- Quiroz Crespo, Mariela & Salamanca Osuna, Lucas (2006). Apoyo Didáctico Para La Enseñanza Y Aprendizaje En La Asignatura De “Tecnología Del Hormigón”. Bolivia.
- Sánchez de Guzmán, Diego (2001). Tecnología del Concreto y el Mortero. Colombia.

Referencias internet

- Anónimo. (2009) Slump Test. Recuperado de <http://ingesite.com/2009/06/slump-test>.
- Gerard Lopez. (2009). Adherencia en la construcción. de construmática Recuperado de: <http://blog.construmatica.com/adherencia-en-la-construcción/>
- Instrom. Yahya Gharagozlou Recuperado de <https://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength>



ANEXOS

Matriz de consistencia

TITULO: “Análisis de la incidencia del tiempo de curado del concreto respecto a la resistencia a compresión y a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo, Cusco - 2018.”

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE V1: Tiempo de curado del concreto.	➤ Antigüedad del concreto.
¿Cómo incide el tiempo de curado del concreto respecto a la resistencia a compresión y a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo?	Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto respecto a la resistencia a compresión y a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	Analizar la incidencia del tiempo de curado del concreto respecto a la resistencia a compresión y a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	SUB HIPÓTESIS ESPECIFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
¿Cómo incide el tiempo de curado del concreto de un día en la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo?	Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de un día respecto a la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	Analizar la incidencia del tiempo de curado de un día en la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.		
¿Cómo incide el tiempo de curado del concreto de un día en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo?	Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de un día respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	Analizar la incidencia del tiempo de curado de un día en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	VARIABLE DEPENDIENTE V2: Adherencia	➤ Resistencia a Compresión en el plano de corte de los especímenes cilíndricos
¿Cómo incide el tiempo de curado del concreto de siete días en la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo?	Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de siete días respecto a la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	Analizar la incidencia del tiempo de curado de siete días en la resistencia a compresión evaluado a siete días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.		
¿Cómo incide el tiempo de curado del concreto de siete días en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo?	Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de siete respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	Analizar la incidencia del tiempo de curado de siete días en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	VARIABLE DEPENDIENTE V3: Resistencia a la compresión del concreto.	➤ Fuerza aplicada ➤ Área
¿Cómo incide el tiempo de curado del concreto de catorce días en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo?	Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de catorce días respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	Analizar la incidencia del tiempo de curado de catorce días en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.		
¿Cómo incide el tiempo de curado del concreto de veintiocho días en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo?	Es alta la incidencia del tiempo de curado del concreto de veintiocho días respecto a la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.	Analizar la incidencia del tiempo de curado de veintiocho días en la resistencia a compresión evaluado a veintiocho días respecto a la adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo.		