

Tabla 88: *Análisis de ensayo de Caja en L*

DESCRIPCIÓN		1	2	3	PROMEDIO	
ALTURA DEL CONCRETO DEJADA EN SECCIÓN VERTICAL	H1	14.1	13.8	14	13.97	cm
ALTURA DE CONCRETO AL FINAL DE SECCIÓN HORIZONTAL	H2	11.3	11.7	11.4	11.47	cm
RADIO DE BLOQUEO	H2/H1	0.80	0.85	0.81	0.82	cm
TIEMPO A MARCA DE 200 mm.	T20	3.14	3.2	3.19	3.18	seg
TIEMPO A MARCA DE 400 mm.	T40	5.7	5.8	5.65	5.72	seg

Fuente: Elaboración propia

c) Análisis de la prueba

El resultado de la capacidad de paso promedio es de 0.82, el resultado clasifica al Concreto Autocompactante de acuerdo a las Directrices Europeas como PA2 (≥ 0.80 con tres obstáculos de barras).

El tiempo de T20 es de 3.18 segundos y el T40 es de 5.72 segundos siendo ambos referenciales.

3.6.4.3 Análisis de la Estabilidad

3.6.4.3.1 Análisis del Índice de Estabilidad Visual (VSI)

a) Procesamiento de la prueba

La determinación del Índice de Estabilidad Visual (VSI) es de acuerdo a la observación y según tablas descritas en el marco teórico.

b) Diagramas y/o tablas



Tabla 89: *Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla 7*

		1	2	3	PROMEDIO	
DIAMETRO MAS LARGO DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d1	66.2	65.5	67.1	66.27	cm
DIAMETRO PERPENDICULAR A d1 DEL CIRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d2	64.8	65	65.2	65.00	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	(d1+d2)/2	65.5	65.25	66.15	65.63	cm
T50	T50	3.03	3.01	3.06	3.03	seg
INDICE ES ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	0	0	0	0	
VSI						
OBSERVACIONES	El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2" Dosificación de aditivo al 0.5% del peso de cemento. Cantidad de Agregado Grueso al 48% del total del volumen de concreto Disminución del agua de amasado al 70% Cantidad de Cemento: 465 Kg/m ³ No hay evidencia de segregación o sangrado					

Fuente: *Elaboración propia*

c) Análisis de la prueba

El valor de índice de estabilidad visual (VSI) es de 0, sin evidencia de segregación o sangrado, la mezcla es estable y puede ser utilizada para el uso previsto.



3.6.4.3.2 Análisis del Ensayo de Estabilidad de Tamiz GTM

a) Procesamiento de la prueba

Para determinar la resistencia a la segregación se utiliza la siguiente formula:

$$SR = \frac{(W_{ps} - W_p) \times 100\%}{W_c}$$

Donde:

SR: Proporción de segregación

W_{ps}: Peso del recipiente y del concreto que ha pasado

W_p: Recipiente del tamiz

W_c: Peso del concreto en el tamiz

b) Diagramas y/o tablas

Tabla 90: Análisis del Ensayo de Estabilidad de Tamiz GTM

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
						
TESIS:	“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”					
TESISTA:	BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO					
LUGAR:	BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO					
FECHA:	LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 10/03/2020					
ESTABILIDAD DE TAMIZ GTM						
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07						
$SR = (W_{PS} - W_p) 100 / W_c \%$						
		1	2	3	PROMEDIO	
TAMIZ VACIO	A	0.765	0.765	0.765	0.765	gr
TAMIZ VERTIDO	B	3.87	3.305	4.07	3.748	gr
PESO DEL HORMIGON EN EL TAMIZ (B-A)	W _c	3.105	2.54	3.305	2.983	gr
RECIPIENTE DEL TAMIZ	W _p	0.365	0.365	0.365	0.365	gr
PESO DEL RECIPIENTE Y DEL HORMIGON QUE HA PASADO	W _{ps}	0.69	0.605	0.705	0.667	gr
PROPORCION DE SEGREGACION	SR	10.47%	9.45%	10.29%	10.07%	%

Fuente: Elaboración propia

c) Análisis de la prueba

El valor de proporción de segregación promedio es de 10.07%, el resultado clasifica al Concreto Autocompactante de acuerdo a las Directrices Europeas como SR2 (≤15%).

3.6.4.4 Análisis del Peso Unitario en estado Fresco

a) Procesamiento de la prueba

Para determinar el volumen del molde se utilizó la siguiente formula:

$$Volumen\ del\ Molde = \pi \times \frac{diametro^2}{4} \times Altura$$



Para determinar el peso unitario suelto y compactado se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Peso Unitario} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

Para determinar el Peso unitario promedio se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Promedio de Peso Unitario} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\Sigma (\text{Peso Unitario})}{\# \text{ Muestras}}$$

b) Diagramas y/o tablas

Tabla 91: *Análisis del Ensayo de Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”						
TESIS:						
TESISTAS:	BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁ CERES, LUIS FERNANDO					
LUGAR:	LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FECHA:	10/03/2020					
PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO ASTM C 138						
ENVASE			PROMEDIO			
DIAMETRO (m.)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
ALTURA (m.)	0.165	0.165	0.165	0.165	0.165	
VOLUMEN m ³			0.00295			
DESCRIPCION	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (Kg.)	7.51	7.51	7.51	7.51	7.51	7.51
PESO DEL MOLDE + CONCRETO (Kg.)	14.25	14.2	14.27	14.53	14.58	14.45
PESO DEL CONCRETO (Kg.)	6.74	6.69	6.76	7.02	7.07	6.94
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.00295	0.00295	0.00295	0.00295	0.00295	0.00295
PESO UNITARIO (Kg/m3)	2281.04	2264.11	2287.80	2375.80	2392.72	2348.72
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	2277.65			2372.41		

Fuente: Elaboración propia

c) Análisis de la prueba

El Peso Unitario Suelto Promedio obtenido es de 2277.65 kg/m³, mientras que el peso unitario suelto compactado Promedio es de 2372.41 kg/m³

3.6.5 Análisis de las Características del Concreto Autocompactante en Estado Endurecido

3.6.5.1 Análisis del Peso Unitario del Concreto Autocompactante en Estado Endurecido

a) Procesamiento de la prueba



Para determinar el peso unitario de las briquetas se comenzó determinando el volumen de las muestras cilíndricas de concreto, paso seguido se determinó el peso unitario mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso Unitario } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

Para determinar el Peso unitario promedio se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Promedio de Peso Unitario } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\Sigma (\text{Peso Unitario})}{\# \text{ Muestras}}$$



b) Diagramas o tablas

Tabla 92: *Análisis del Ensayo de Peso unitario del Concreto Autocompactante Patrón*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL														
	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019"													
	TESISTA: BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO													
	LUGAR: CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES													
	FECHA: 20/07/2020													
PESO UNITARIO DEL CONCRETO NTP 339.046														
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante Patrón												
DIMENSIONES														
BRIQUETA	REGISTRO	Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø SUP PROM (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø INF prom (cm)	AREA (cm ²)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	VOLUME N (m ³)	PESO (Kg)	P. U. (Kg/m ³)
1	MI-1	10.3	10.3	10.3	10	10	10	80.93	20.2	20.2	20.2	0.002	3.794	2320.8
2	MI-2	10.2	10.2	10.2	10	10	10	80.13	20.2	20.2	20.2	0.002	3.749	2316.3
3	MI-3	10.2	10.2	10.2	10	10	10	80.13	19.9	19.9	19.9	0.002	3.731	2339.9
4	MI-4	10.3	10.3	10.3	10	10	10	80.93	20.2	20.2	20.2	0.002	3.902	2386.8
5	MI-5	10.3	10.3	10.3	10	10	10	80.93	20.2	20.2	20.2	0.002	3.875	2370.3
6	MI-6	10.3	10.3	10.3	10	10	10	80.93	20.2	20.2	20.2	0.002	3.676	2248.6
7	MI-7	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20.1	20.1	20.1	0.002	3.718	2263.7
8	MI-8	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20	20	20	0.002	3.532	2161.2
9	MI-9	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20.1	20.1	20.1	0.002	3.623	2205.9
10	MI-10	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20	20	20	0.002	3.744	2291.0
11	MI-11	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20.2	20.2	20.2	0.002	3.766	2281.6
12	MI-12	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20.2	20.2	20.2	0.002	3.718	2252.5
13	MI-13	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20.1	20.1	20.1	0.002	3.766	2292.9
14	MI-14	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20.3	20.3	20.3	0.002	3.782	2280.0
15	MI-15	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	81.71	20	20	20	0.002	3.772	2308.1
													PROMEDIO:	2288.0

Fuente: Elaboración propia



Tabla 93: *Análisis del Ensayo de Peso unitario del Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento.*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												
		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”												
TESIS:														
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO												
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES												
FECHA:		20/07/2020												
		PESO UNITARIO DEL CONCRETO NTP 339.046												
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 100 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento												
		DIMENSIONES												
BRIQUETA	REGISTRO	Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø SUP PROM (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø INF prom (cm)	AREA (cm ²)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	VOLUME N (m ³)	PESO (Kg)	P. U. (Kg/m ³)
1	M2-1	10.0	10.0	10.0	10.4	10.4	10.4	81.7	20.1	20.1	20.1	0.002	3.886	2365.1
2	M2-2	10.0	10.0	10.0	10.5	10.5	10.5	82.6	20.1	20.1	20.1	0.002	3.913	2357.9
3	M2-3	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.5	20.1	20.1	20.1	0.002	3.893	2346.7
4	M2-4	10.0	10.0	10.0	10.4	10.4	10.4	81.7	20.1	20.1	20.1	0.002	3.775	2297.5
5	M2-5	10.0	10.0	10.0	10.3	10.3	10.3	80.9	20.1	20.1	20.1	0.002	3.781	2324.3
6	M2-6	9.8	9.8	9.8	10.4	10.4	10.4	80.2	20.0	20	20.0	0.002	3.850	2400.6
7	M2-7	10.2	10.2	10.2	10.4	10.4	10.4	84.0	20.1	20.1	20.1	0.002	3.796	2248.8
8	M2-8	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.0	20.0	20.0	20.0	0.002	3.645	2223.4
9	M2-9	10.3	10.3	10.3	9.9	9.9	9.9	80.2	20.1	20.1	20.1	0.002	3.670	2275.5
10	M2-10	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.1	20.2	20.2	20.2	0.002	3.801	2293.2
11	M2-11	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.1	20.2	20.2	20.2	0.002	3.763	2268.2
12	M2-12	10.3	10.3	10.3	10.7	10.7	10.7	86.1	20.2	20.2	20.2	0.002	3.880	2230.0
13	M2-13	10.3	10.3	10.3	10.0	10.0	10.0	81.6	20.2	20.2	20.2	0.002	3.718	2256.4
14	M2-14	10.0	10.0	10.0	10.3	10.3	10.3	80.9	20.2	20.2	20.2	0.002	3.819	2336.0
15	M2-15	10.5	10.5	10.5	10.1	10.1	10.1	82.9	20.1	20.1	20.1	0.002	3.840	2305.4
												PROMEDIO:	2301.9	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 94: *Análisis del Ensayo de Peso unitario del Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM-1 FIBER por bolsa de cemento.*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												
		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”												
TESIS:														
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO												
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES												
FECHA:		20/07/2020												
PESO UNITARIO DEL CONCRETO NTP 339,046														
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante adicionando 200 gr. de fibras sintéticas SIKACEM®-1 FIBER por bolsa de cemento												
DIMENSIONES														
BRIQUETA	REGISTRO	Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø SUP PROM (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø INF prom (cm)	AREA (cm ²)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	VOLUMEN (m ³)	PESO (Kg)	P. U. (Kg/m ³)
1	M3-1	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.5	20.3	20.3	20.3	0.002	3.972	2370.7
2	M3-2	10.0	10.0	10.0	10.4	10.4	10.4	81.7	19.9	19.9	19.9	0.002	4.012	2466.3
3	M3-3	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.5	20	20	20.0	0.002	3.962	2400.2
4	M3-4	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.5	20.1	20.1	20.1	0.002	4.062	2448.6
5	M3-5	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.5	19.9	19.9	19.9	0.002	3.972	2418.4
6	M3-6	10.0	10.0	10.0	10.4	10.4	10.4	81.7	20.1	20.1	20.1	0.002	3.945	2401.0
7	M3-7	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.5	20.2	20.2	20.2	0.002	3.986	2390.9
8	M3-8	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.1	20.3	20.3	20.3	0.002	3.948	2367.9
9	M3-9	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.4	20.2	20.2	20.2	0.002	3.973	2387.5
10	M3-10	10.2	10.2	10.2	10.5	10.5	10.5	83.9	20.1	20.1	20.1	0.002	3.953	2343.9
11	M3-11	10.1	10.1	10.1	10.5	10.5	10.5	83.5	19.9	19.9	19.9	0.002	3.945	2373.8
12	M3-12	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	82.7	20.0	20.0	20.0	0.002	4.001	2419.5
13	M3-13	9.9	9.9	9.9	10.5	10.5	10.5	81.6	20.2	20.2	20.2	0.002	3.863	2343.2
14	M3-14	10.1	10.1	10.1	10.3	10.3	10.3	82.0	20.3	20.3	20.3	0.002	3.927	2357.8
15	M3-15	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	82.1	20.2	20.2	20.2	0.002	3.960	2389.2
													PROMEDIO:	2391.9

Fuente: Propia



c) Análisis de la prueba

El peso unitario del concreto autocompactante patrón en estado endurecido es de 2288.0 kg/m³, con 100 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 2301.9 kg/m³ y finalmente con 200 gr. de fibra sintética por bolsa de cemento es de 2391.9 kg/m³, Notándose una ligera diferencia.

3.6.6 Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto Autocompactante

3.6.6.1 Evaluación de la Resistencia a la Compresión

a) Procesamiento de la prueba

Se determinó el área promedio de la parte superior e inferior de las muestras cilíndricas, la fórmula para determinar la resistencia a la compresión es la siguiente:

$$\text{Resistencia a la compresión } F'c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{\text{Fuerza (kgf)}}{\frac{\pi \times \text{diámetro}^2}{4}}$$

b) Diagramas y/o tablas



Tabla 95: *Análisis del Ensayo de Resistencia a Compresión de Concreto Autocompactante Patrón a los 7 días de curado*

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 													
TESIS:		“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE ADICIONANDO FIBRAS SINTÉTICAS SIKACEM®-1 FIBER – CUSCO 2019”											
TESISTA:		BACH. BACA USCAMAYTA, CARLOS EDUARDO BACH. VELA CÁCERES, LUIS FERNANDO											
LUGAR:		CORPORACIÓN AYAR SAC - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES											
FECHA:		20/07/2020											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 </div>													
TIPO DE CONCRETO:		Concreto Autocompactante Patrón											
BRIQUETA	TIPO DE FALLA	REGISTRO	FECHA DE FABRICACIÓN	EDAD (Días)	DIMENSIONES					AREA (cm ²)	CARGA (kg-f)	F'C = CARGA/AREA (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
					Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	Ø prom (cm)				
1	V	M1-1	15/06/2019	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	17021.9	210.4	214.4
2	V	M1-2	15/06/2019	7	10.2	10.2	10.0	10.0	10.1	80.1	17515.8	218.6	
3	V	M1-3	15/06/2019	7	10.2	10.2	10.0	10.0	10.1	80.1	17765.6	221.7	
4	II	M1-4	15/06/2019	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	17070.3	211.0	
5	II	M1-5	15/06/2019	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	17767.1	219.6	
6	II	M1-6	15/06/2019	7	10.3	10.3	10.0	10.0	10.2	80.9	16585.8	205.0	

Fuente: Elaboración propia