



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas
y Mitigación de Desastres
Laboratorio de Estructuras



INFORME DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MORTERO ENSAYO DE COMPRESION EN PRISMAS Y ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES



SOLICITANTE: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Informe N° 38-LE-CISMID/2017





INFORME DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MORTERO ENSAYO DE COMPRESION EN PRISMAS Y ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

ANTECEDENTES

La Universidad Privada de Tacna solicitó al Laboratorio de Estructuras del CISMID la realización de ensayos de unidades de albañilería, ensayos de compresión en pilas y ensayos de compresión diagonal. Las unidades utilizadas son, según lo indica el solicitante, ladrillos HERCULES I.

El presente informe presenta la descripción de los materiales utilizados y caracterización siguiendo las normas de ensayo ASTM.

OBJETIVO

El objetivo del presente informe es la determinación de la resistencia de los materiales utilizados y caracterización de los mismos siguiendo las normas de ensayo ASTM y Normas Técnicas Peruanas NTP para albañilería. Las unidades de albañilería para los ensayos fueron entregadas por el solicitante y las pilas y muretes fueron elaboradas por el solicitante.

ENSAYOS DE LOS MATERIALES

ENSAYO DE LA MEDIDAS DEL TAMAÑO Y VARIACIÓN DE DIMENSIONES

Para conocer las características geométricas de los especímenes y sus variaciones se realizaron los ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos indicados en la norma NTP 399.613 2005 Unidades de Albañilería, "Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería" y la norma ASTM C 67 2003 "Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile". Se reportará el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen. Ver Figura 1



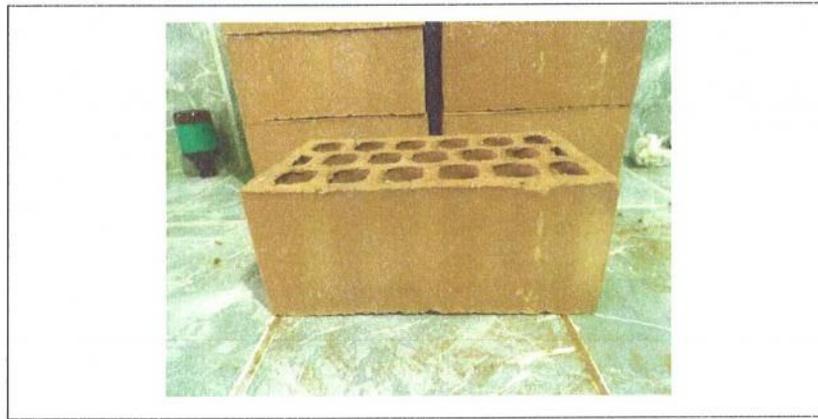


Figura 1 Ladrillos para ensayo de variación dimensional

Tabla 1 Resultados de ensayo de variación dimensional

Especímen	Ancho (mm)			Largo (mm)					Altura (mm)				
	A1	A2	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3	H4	Hprom
VDL3 - 1	139.00	141.00	140.00	238.00	238.00	238.00	239.00	238.25	100.00	98.00	101.00	101.00	100.00
VDL3 - 2	143.00	141.00	142.00	239.00	237.00	239.00	239.00	238.50	101.00	102.00	101.00	103.00	101.75
VDL3 - 3	138.00	139.00	138.50	237.00	236.00	234.00	236.00	235.75	102.00	101.00	100.00	100.00	100.75
VDL3 - 4	138.00	138.00	138.00	238.00	238.00	237.00	237.00	237.50	100.00	100.00	99.00	100.00	99.75
VDL3 - 5	139.00	137.00	138.00	239.00	237.00	238.00	238.00	238.00	101.00	100.00	101.00	100.00	100.50
VDL3 - 6	139.00	139.00	139.00	238.00	238.00	239.00	240.00	238.75	101.00	102.00	102.00	101.00	101.50
VDL3 - 7	139.00	139.00	139.00	235.00	236.00	235.00	236.00	235.50	100.00	100.00	101.00	99.00	100.00
VDL3 - 8	138.00	140.00	139.00	239.00	239.00	239.00	240.00	239.25	101.00	100.00	100.00	101.00	100.50
VDL3 - 9	139.00	139.00	139.00	237.00	237.00	236.00	236.00	236.50	101.00	101.00	100.00	100.00	100.50
VDL3 - 10	140.00	139.00	139.50	238.00	239.00	237.00	239.00	238.25	102.00	99.00	100.00	101.00	100.50
	A =	139.20					L =	237.63				H =	100.58
	$\sigma =$	1.16					$\sigma =$	1.29				$\sigma =$	0.64
	Anominal	140.00					Lnominal	240.00				Hnominal	100.00
	%Var	0.57					%Var	0.99				%Var	0.57

Para la realización del ensayo se tomó una muestra de 10 especímenes como se muestra en la Tabla 1. Asimismo, de los ensayos realizados a la muestra de ladrillos, según la norma E070, este tipo de ladrillo clasifica como Ladrillo V.



Según el fabricante las dimensiones nominales son Ancho=140 mm Largo=240 mm y Altura= 100 mm

ENSAYO DE ALABEO

El alabeo de los ladrillos puede afectar el asentado dejando espacios vacíos entre el mortero y el ladrillo disminuyendo la adherencia entre los mismos. Mediante este ensayo se medirá la concavidad o convexidad de la unidad de ladrillo. Este ensayo se realizó siguiendo los procedimientos indicados en la norma NTP 399.613 2005 “Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería” y la norma ASTM C 67 2003 Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile. Ver Figura 2

De los ensayos realizados a la muestra de ladrillos, según la norma E070, este tipo de ladrillo clasifica como Ladrillo III. Ver Tabla 2

Tabla 2 Resultados de ensayo de variación dimensional

Espécimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
	Valor	Característica	Valor	Característica	Valor	Característica	Valor	Característica
ALL3 - 1	5.80	cóncavo	1.93	cóncavo	3.87	cóncavo	0.48	convexo
ALL3 - 2	5.80	cóncavo	3.87	cóncavo	0.97	cóncavo	0.48	convexo
ALL3 - 3	1.93	cóncavo	1.93	cóncavo	4.84	cóncavo	0.97	convexo
ALL3 - 4	4.84	cóncavo	0.97	cóncavo	2.90	cóncavo	0.48	cóncavo
ALL3 - 5	6.77	cóncavo	2.90	cóncavo	3.87	cóncavo	0.48	convexo
ALL3 - 6	0.48	convexo	5.80	cóncavo	0.48	convexo	5.80	cóncavo
ALL3 - 7	2.90	cóncavo	3.87	cóncavo	0.48	cóncavo	2.90	cóncavo
ALL3 - 8	1.93	cóncavo	5.80	cóncavo	0.48	cóncavo	2.90	cóncavo
ALL3 - 9	1.93	cóncavo	7.74	cóncavo	0.48	cóncavo	5.80	cóncavo
ALL3 - 10	0.97	cóncavo	18.37	cóncavo	0.97	convexo	3.87	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	3.65 mm	cóncavo	5.32 mm	cóncavo	2.24 mm	cóncavo	3.63 mm
	convexo	0.48 mm	convexo	-	convexo	0.73 mm	convexo	0.60 m





Figura 2 Ensayo de alabeo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES

Este ensayo se realizó siguiendo los procedimientos indicados en la norma NTP 399.613 2005 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería y la norma ASTM C 67 2003 Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile. La resistencia a la compresión se calculará como el cociente entre la carga máxima indicada por la máquina de compresión y dividido entre el promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ($f'b$) se obtiene restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. La prueba de compresión proporciona una medida cualitativa de las unidades. Ver Figura 3.

Según los ensayos realizados el ladrillo alcanza una resistencia a la compresión característica de 126.5 kg/cm^2 por lo tanto se puede considerar como un ladrillo Tipo III según la norma E070. Los ensayos fueron realizados en cinco especímenes como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión

Identificación	Dimensiones (cm)			Área cm ²	Carga máxima Kgf	Resistencia a la compresión Kgf/cm ²
	Largo	Ancho	Altura			
Unidad-01	23.7	14.1	10	334.2	42330	126.7
Unidad-02	23.7	14.0	10	331.8	43930	132.4
Unidad-03	23.7	14.0	10	331.8	42620	128.5
Unidad-04	23.8	14.0	10	333.2	44640	134.0
Unidad-05	23.8	14.1	10	335.6	42680	127.2
Resistencia a la compresión						129.7
Desviación estándar						3.3
Resistencia a la compresión característica						126.5



Figura 3 Ensayo de compresión, vista de grieta vertical

ENSAYO DE ABSORCIÓN

Es la cantidad de agua que es capaz de absorber el ladrillo expresado en % de su peso seco. Este ensayo se realizó siguiendo los procedimientos indicados en la norma NTP 399.613 2005 "Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo"

de ladrillos de arcilla usados en albañilería” y la norma ASTM C 67 2003 “Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile”.

La absorción es la medida de transferencia del agua desde un medio externo a una unidad de albañilería (ladrillo) como se observa en la Figura 4 . Una absorción elevada (más de 22%) indica que el ladrillo es poroso y de baja resistencia a la acción de la intemperie.

En el caso de la muestra de ladrillos la absorción promedio obtenida a los 5 horas y 24 horas resultó ser de 13.07% y 14.06%, menor que el límite máximo impuesto por la Norma E.070 para los ladrillos de arcilla que es de 22%. Ver Tabla 4

Tabla 4 Resultados de ensayo de absorción

Especímen	Peso (gr)				A (5h) %	A (24h) %
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)		
ABL3 - 1	3336	3307.6	3762.00	3777.40	13.7381	14.2037
ABL3 - 2	3250	3222.8	3608.30	3672.00	11.9616	13.9382
ABL3 - 3	3376	3344.4	3799.10	3813.20	13.5959	14.0175
ABL3 - 4	3276	3252.1	3674.90	3713.80	13.0008	14.1970
ABL3 - 5	3327	3299.0	3729.87	3759.70	13.0606	13.9648
				Promedio	13.0714	14.0642



Figura 4 Ensayo de absorción



ENSAYO DE SUCCIÓN

La succión es la rapidez con la cual el ladrillo absorbe el agua medida en gramos de agua absorbida por unidad de área de ladrillo en contacto con el agua durante un minuto.

La succión está relacionada con la adherencia de la unión del mortero-ladrillo, pues con una succión excesiva no se logra una unión adecuada, esto debido a que el ladrillo absorbe de manera rápida el agua del mortero, endureciendo y deformando a este mismo, obteniendo uniones de baja resistencia y permeables al agua.

Se realizó el ensayo de succión siguiendo el procedimiento indicado por la norma NTP 399.613 2005 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería y la norma ASTM C 67 2003 Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile.

Para la realización se tomó una muestra de cinco especímenes como se observa en la Tabla 5.

Se ha obtenido una succión promedio de 33.45 (gr/200cm²-min). La Norma E.070 indica que la succión de los ladrillos debe estar comprendida entre los 10 y 20 gr/(200 cm²-min). El valor encontrado nos sugiere que los ladrillos deberán ser regados durante 30 minutos unas 15 horas antes del asentado. Ver Figura 5.

Tabla 5 Resultados de ensayo de succión

Especímen	P sec	P suc	Longitud	Ancho	Área	Área Neta	S
	gr	gr	mm	mm	cm ²	cm ²	(gr/200cm ² -min)
SL3-1	3325.80	3399.80	23.83	14.00	333.55	200.38	44.37
SL3-2	3440.50	3507.90	23.85	14.20	338.67	206.87	39.80
SL3-3	3240.40	3278.70	23.58	13.85	326.51	198.34	23.46
SL3-4	3312.10	3363.10	23.75	13.80	327.75	195.51	31.12
SL3-5	3344.60	3391.40	23.80	13.80	328.44	199.57	28.50
						PROMEDIO	33.45





Figura 5 Ensayo de succión

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ALBAÑILERÍA

El espécimen para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería consiste en una pila formado por cinco unidades asentadas una sobre otra. Se elaboraron las pilas para ensayo de compresión axial, siguiendo las indicaciones de la norma NTP 399.605 2013 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería y la norma ASTM C 1314 2010 Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms. Ver Figura 6.

En el caso de pilas con unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm y dosificación de mortero cemento arena 1:4, se ha obtenido una resistencia a la compresión característico de 48.6 kgf/cm² el cual es menor que el indicado por la norma E070 para pilas con ladrillo King Kong industrial (65 kgf/cm²). Ver Tabla 6.



Figura 6 Ensayo de compresión axial



Tabla 6 Resultados de ensayo de compresión axial en unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm.

Identificación	Espesor mortero (cm.)	Esbeltez	Factor de Corrección	Resistencia Corregida (Kgf/cm ²)
PILA15-M01	1.5	3.96	0.948	66.9
PILA15-M02	1.5	3.93	0.947	54.8
PILA15-M03	1.5	3.93	0.947	57.5
PILA15-M04	1.5	3.95	0.948	56.7
PILA15-M05	1.5	3.96	0.949	45.4

Promedio 56.24
Desviación 7.67
f_m 48.6

En el caso de pilas con unidades asentadas con mortero de espesor 10 mm y dosificación de mortero cemento arena 1:4, se ha obtenido una resistencia a la compresión característico de 49.3 kgf/cm² el cual es menor que el indicado por la norma E070 para pilas con ladrillo King Kong industrial (65 kgf/cm²). Ver Tabla 7.

Tabla 7 Resultados de ensayo de compresión axial en unidades asentadas con mortero de espesor 10 mm.

Identificación	Espesor mortero (cm.)	Esbeltez	Factor de Corrección	Resistencia Corregida (Kgf/cm ²)
PILA10-M01	1.0	3.82	0.943	55.8
PILA10-M02	1.0	3.80	0.942	77.5
PILA10-M03	1.0	3.82	0.943	74.4
PILA10-M04	1.0	3.82	0.943	44.0
PILA10-M05	1.0	3.82	0.943	63.3

Promedio 63.02
Desviación 13.72
f_m 49.3



ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA

El ensayo de compresión diagonal se desarrolla para medir de una manera más precisa la tensión diagonal de la albañilería. El espécimen se carga en compresión a lo largo de una de sus diagonales provocando la falla por tensión diagonal en la dirección perpendicular de aplicación de la carga.

Para este ensayo de tracción diagonal, la construcción y curado de los especímenes se realizó siguiendo las indicaciones de la norma NTP 399.621 2004 (revisada el 2015) Unidades de Albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería y la norma ASTM E 519 2000 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages. Ver Figura 7.



Figura 7 Ensayo de compresión diagonal

En el caso de muretes con unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm y dosificación de mortero cemento arena 1:4, se ha obtenido una resistencia a la compresión diagonal característico de 5.9 kgf/cm^2 el cual es menor que el indicado por la norma E070 para muretes con ladrillo King Kong industrial (8.1 kgf/cm^2). Ver Tabla 8.



Tabla 8 Resultados de ensayo de compresión diagonal en unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm.

IDENTIFICACIÓN	Área cm ²	Dosificación Mortero	Espesor de mortero (cm.)	Carga máxima Tonf	Resistencia al corte kgf/cm ²
MRT-1	1328.09	1:4	1.5	9.63	7.25
MRT-2	1306.73	1:4	1.5	7.53	5.76
MRT-3	1314.08	1:4	1.5	8.22	6.25
MRT-4	1337.46	1:4	1.5	8.59	6.42
MRT-5	1237.64	1:4	1.5	8.22	6.65

Promedio 6.47
Desviación 0.55
V'm 5.9

En el caso de muretes con unidades asentadas con mortero de espesor 10 mm y dosificación de mortero cemento arena 1:4, se ha obtenido una resistencia a la compresión diagonal característico de 4.8 kgf/cm² el cual es menor que el indicado por la norma E070 para muretes con ladrillo King Kong industrial (8.1 kgf/cm²). Ver Tabla 9.

Tabla 9 Resultados de ensayo de compresión diagonal en unidades asentadas con mortero de espesor 10 mm.

IDENTIFICACIÓN	Área cm ²	Dosificación Mortero	Espesor de mortero (cm.)	Carga máxima Tonf	Resistencia al corte kgf/cm ²
MRT-6	1309.46	1:4	1.0	9.72	7.42
MRT-7	1335.98	1:4	1.0	9.48	7.10
MRT-8	1301.32	1:4	1.0	7.58	5.83
MRT-9	1295.13	1:4	1.0	5.10	3.94
MRT-10	1299.30	1:4	1.0	9.12	7.02

Promedio 6.26
Desviación 1.43
V'm 4.8





RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES

La clasificación se realiza tomando en consideración la Tabla 1 de la Norma E070, que a continuación se menciona.

Según la variación dimensional se clasifica como ladrillo Tipo V.

Según alabeo se clasifica como ladrillo Tipo III

Según la resistencia característica a compresión se clasifica como ladrillo Tipo III

Por tanto, la clasificación final para este ladrillo, sería ladrillo Tipo III.

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACIOS

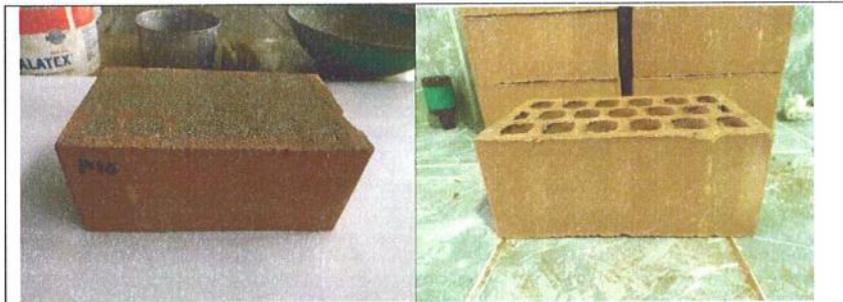


Figura 8 Ensayo de vacíos





Tabla 10 Resultados de ensayo de porcentaje de vacíos

Especímen	Dimensiones (cm)			Volumen (Vu) cm ³	Peso (g)	Peso de Arena	Vs (cm ³)	% Área de Vacíos
	Largo	Ancho	Altura					
VAL3-1	23.83	14.00	10.00	3335.50	3350	2116	1331.65513	39.92
VAL3-2	23.85	14.20	10.18	3445.97	3466	2131	1341.09503	38.92
VAL3-3	23.58	13.85	10.08	3289.63	3256	2052	1291.37823	39.26
VAL3-4	23.75	13.80	9.98	3269.31	3322	2096	1319.0686	40.35
VAL3-5	23.80	13.80	10.05	3300.82	3371	2058	1295.15419	39.24
VAL3-6	23.88	13.90	10.15	3368.40	3336	2117	1332.28446	39.55
VAL3-7	23.55	13.90	10.00	3273.45	3250	2030	1277.53304	39.03
VAL3-8	23.93	13.90	10.05	3342.20	3376	2058	1295.15419	38.75
VAL3-9	23.65	13.90	10.05	3303.79	3276	2038	1282.56765	38.82
VAL3-10	23.83	13.95	10.05	3340.21	3327	2078	1307.74072	39.15
							Promedio	39.30

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MORTERO

Durante la fabricación de los especímenes de albañilería, se tomaron muestras cúbicas de 50mm de lado para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.

Este ensayo se realizó siguiendo las indicaciones de la norma NTP 399.610. Ver Tabla 11.





Tabla 10 Resultados de ensayo de porcentaje de vacíos

Especímen	Dimensiones (cm)			Volumen (Vu) cm ³	Peso (g)	Peso de Arena	Vs (cm ³)	% Área de Vacíos
	Largo	Ancho	Altura					
VAL3-1	23.83	14.00	10.00	3335.50	3350	2116	1331.65513	39.92
VAL3-2	23.85	14.20	10.18	3445.97	3466	2131	1341.09503	38.92
VAL3-3	23.58	13.85	10.08	3289.63	3256	2052	1291.37823	39.26
VAL3-4	23.75	13.80	9.98	3269.31	3322	2096	1319.0686	40.35
VAL3-5	23.80	13.80	10.05	3300.82	3371	2058	1295.15419	39.24
VAL3-6	23.88	13.90	10.15	3368.40	3336	2117	1332.28446	39.55
VAL3-7	23.55	13.90	10.00	3273.45	3250	2030	1277.53304	39.03
VAL3-8	23.93	13.90	10.05	3342.20	3376	2058	1295.15419	38.75
VAL3-9	23.65	13.90	10.05	3303.79	3276	2038	1282.56765	38.82
VAL3-10	23.83	13.95	10.05	3340.21	3327	2078	1307.74072	39.15
							Promedio	39.30

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MORTERO

Durante la fabricación de los especímenes de albañilería, se tomaron muestras cúbicas de 50mm de lado para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.

Este ensayo se realizó siguiendo las indicaciones de la norma NTP 399.610. Ver Tabla 11.





Tabla 11 Resultados de ensayo de compresión en mortero

Espécimen	Carga (kgf)	Área (cm ²)	Resist. a la compresión (Kgf/cm ²)
MORTERO-01	1410	25.00	56.4
MORTERO-02	1390	25.00	55.6
MORTERO-03	1380	25.00	55.2
MORTERO-04	1560	25.00	62.4
MORTERO-05	1310	25.00	52.4
MORTERO-06	1315	25.00	52.6
MORTERO-07	1000	25.00	40.0
MORTERO-08	880	25.00	35.2
MORTERO-09	1010	25.00	40.4
MORTERO-10	1130	25.00	45.2
MORTERO-11	1140	25.00	45.6
MORTERO-12	1060	25.00	42.4
Promedio			48.6

CONCLUSIONES

- Se realizaron los ensayos correspondientes para obtener los parámetros de clasificación de la muestra traída por el solicitante al Laboratorio de Estructuras del CISMID. La clasificación final de la unidad de albañilería para fines estructurales sería ladrillo Tipo III.
- Resistencia a la compresión axial en pilas. En el caso de pilas con unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm, se ha obtenido una resistencia a la compresión característico de 48.6 kgf/cm² el cual es menor que el indicado por la norma E070 para pilas con ladrillo King Kong industrial (65 kgf/cm²). En el caso de pilas con unidades asentadas con mortero de espesor 10 mm, se ha obtenido una resistencia a la compresión característico de 49.3 kgf/cm² el cual es mayor que el indicado por la norma E070 para pilas con ladrillo King Kong industrial (65 kgf/cm²).





- Resistencia al corte. En el caso de muretes con unidades asentadas con mortero de espesor 15 mm, se ha obtenido una resistencia a la compresión diagonal característico de 5.9 kgf/cm^2 el cual es menor que el indicado por la norma E070 para muretes con ladrillo King Kong industrial (8.1 kgf/cm^2). En el caso de muretes con unidades asentadas con mortero de espesor 10 mm, se ha obtenido una resistencia a la compresión diagonal característico de 4.8 kgf/cm^2 el cual es menor que el indicado por la norma E070 para muretes con ladrillo King Kong industrial (8.1 kgf/cm^2).





**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL
 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 Tipo de probeta: Unidad de albañilería
 Material: Ladrillo artesanal sólido
 Fecha de emisión: 10/11/2017

Espécimen	Peso (gr)	Ancho (mm)			Largo (mm)					Altura (mm)						
		A1	A2	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3	H4	Hprom		
VDL3 - 1	3350	139.00	141.00	140.00	238.00	238.00	238.00	239.00	238.25	100.00	98.00	101.00	101.00	100.00		
VDL3 - 2	3466	143.00	141.00	142.00	239.00	237.00	239.00	239.00	238.50	101.00	102.00	101.00	103.00	101.75		
VDL3 - 3	3256	138.00	139.00	138.50	237.00	236.00	234.00	236.00	235.75	102.00	101.00	100.00	100.00	100.75		
VDL3 - 4	3322	138.00	138.00	138.00	238.00	238.00	237.00	237.00	237.50	100.00	100.00	99.00	100.00	99.75		
VDL3 - 5	3371	139.00	137.00	138.00	239.00	237.00	238.00	238.00	238.00	101.00	100.00	101.00	100.00	100.50		
VDL3 - 6	3336	139.00	139.00	139.00	238.00	238.00	239.00	240.00	238.75	101.00	102.00	102.00	101.00	101.50		
VDL3 - 7	3250	139.00	139.00	139.00	235.00	236.00	235.00	236.00	235.50	100.00	100.00	101.00	99.00	100.00		
VDL3 - 8	3376	138.00	140.00	139.00	239.00	239.00	239.00	240.00	239.25	101.00	100.00	100.00	101.00	100.50		
VDL3 - 9	3276	139.00	139.00	139.00	237.00	237.00	236.00	236.00	236.50	101.00	101.00	100.00	100.00	100.50		
VDL3 - 10	3327	140.00	139.00	139.50	238.00	239.00	237.00	239.00	238.25	102.00	99.00	100.00	101.00	100.50		
		A =	139.20					L =	237.63					H =	100.58	
		σ =	1.16					σ =	1.29					σ =	0.64	

Norma de referencia NTP 399.613

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
 Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)





**ENSAYO DE ALABEO
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Unidad de albañilería
Material: Ladrillo artesanal sólido
Fecha de emisión: 10/11/2017

Espécimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
ALL3 - 1	5.80	cóncavo	1.93	cóncavo	3.87	cóncavo	0.48	convexo
ALL3 - 2	5.80	cóncavo	3.87	cóncavo	0.97	cóncavo	0.48	convexo
ALL3 - 3	1.93	cóncavo	1.93	cóncavo	4.84	cóncavo	0.97	convexo
ALL3 - 4	4.84	cóncavo	0.97	cóncavo	2.90	cóncavo	0.48	cóncavo
ALL3 - 5	6.77	cóncavo	2.90	cóncavo	3.87	cóncavo	0.48	convexo
ALL3 - 6	0.48	convexo	5.80	cóncavo	0.48	convexo	5.80	cóncavo
ALL3 - 7	2.90	cóncavo	3.87	cóncavo	0.48	cóncavo	2.90	cóncavo
ALL3 - 8	1.93	cóncavo	5.80	cóncavo	0.48	cóncavo	2.90	cóncavo
ALL3 - 9	1.93	cóncavo	7.74	cóncavo	0.48	cóncavo	5.80	cóncavo
ALL3 - 10	0.97	cóncavo	18.37	cóncavo	0.97	convexo	3.87	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	3.65 mm	cóncavo	5.32 mm	cóncavo	2.24 mm	cóncavo	3.63 mm
	convexo	0.48 mm	convexo	-	convexo	0.73 mm	convexo	0.60 mm

Norma de referencia NTP 399.613 / ASTM C67

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)





ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Unidad de albañilería
Material: Ladrillo artesanal sólido
Fecha de emisión: 10/11/2017

Identificación	Dimensiones (cm)			Área cm ²	Carga máxima Kgf	Resistencia a la compresión Kgf/cm ²
	Largo	Ancho	Altura			
Unidad-01	23.7	14.1	10	334.2	42330	126.7
Unidad-02	23.7	14.0	10	331.8	43930	132.4
Unidad-03	23.7	14.0	10	331.8	42620	128.5
Unidad-04	23.8	14.0	10	333.2	44640	134.0
Unidad-05	23.8	14.1	10	335.6	42680	127.2

Resistencia a la
compresión 129.7
Desviación estándar 3.3
Resistencia a la compresión
característica 126.5

Norma de referencia NTP 399.613 / ASTM C67

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)





**ENSAYO DE ABSORCIÓN
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Unidad de albañilería
Material: Ladrillo artesanal sólido
Fecha de emisión: 10/11/2017

Espécimen	Peso (gr)				A (5h) %	A (24h) %
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)		
ABL3 - 1	3336	3307.6	3762.00	3777.40	13.7381	14.2037
ABL3 - 2	3250	3222.8	3608.30	3672.00	11.9616	13.9382
ABL3 - 3	3376	3344.4	3799.10	3813.20	13.5959	14.0175
ABL3 - 4	3276	3252.1	3674.90	3713.80	13.0008	14.1970
ABL3 - 5	3327	3299.0	3729.87	3759.70	13.0606	13.9648
				Promedio	13.0714	14.0642

Norma de referencia NTP 399.613 / ASTM C67

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras





**ENSAYO DE SUCCIÓN
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Unidad de albañilería
Material: Ladrillo artesanal sólido
Fecha de emisión: 10/11/2017

Espécimen	P sec	P suc	Longitud	Ancho	Área	Área Neta	S
	gr	gr	mm	mm	cm ²	cm ²	(gr/200cm ² -min)
SL3-1	3325.80	3399.80	23.83	14.00	333.55	200.38	44.37
SL3-2	3440.50	3507.90	23.85	14.20	338.67	206.87	39.80
SL3-3	3240.40	3278.70	23.58	13.85	326.51	198.34	23.46
SL3-4	3312.10	3363.10	23.75	13.80	327.75	195.51	31.12
SL3-5	3344.60	3391.40	23.80	13.80	328.44	199.57	28.50
					PROMEDIO		33.45

Norma de referencia NTP 399.613 / ASTM C67

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras





ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS DE MORTERO

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Cubos de 50 mm
Material: Mortero arena cemento
Fecha de emisión: 10/11/2017

Espécimen	Carga (kg)	Área (cm ²)	Resist. a la compresión (Kgf/cm ²)
MORTERO-01	1410	25.00	56.4
MORTERO-02	1390	25.00	55.6
MORTERO-03	1380	25.00	55.2
MORTERO-04	1560	25.00	62.4
MORTERO-05	1310	25.00	52.4
MORTERO-06	1315	25.00	52.6
MORTERO-07	1000	25.00	40.0
MORTERO-08	880	25.00	35.2
MORTERO-09	1010	25.00	40.4
MORTERO-10	1130	25.00	45.2
MORTERO-11	1140	25.00	45.6
MORTERO-12	1060	25.00	42.4
Promedio			48.6

Norma de referencia NTP 399.610 / ASTM C 942, ASTM C 109

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)





ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACIOS

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Unidades de albañilería
Material: Arcilla
Fecha de emisión: 10/11/2017

Especimen	Dimensiones (cm)			Volumen (Vu) cm ³	Peso (g)	Peso de Arena	Vs (cm ³)	% Área de Vacíos
	Largo	Ancho	Altura					
VAL3-1	23.83	14.00	10.00	3335.50	3350	2116	1331.65513	39.92
VAL3-2	23.85	14.20	10.18	3445.97	3466	2131	1341.09503	38.92
VAL3-3	23.58	13.85	10.08	3289.63	3256	2052	1291.37823	39.26
VAL3-4	23.75	13.80	9.98	3269.31	3322	2096	1319.0686	40.35
VAL3-5	23.80	13.80	10.05	3300.82	3371	2058	1295.15419	39.24
VAL3-6	23.88	13.90	10.15	3368.40	3336	2117	1332.28446	39.55
VAL3-7	23.55	13.90	10.00	3273.45	3250	2030	1277.53304	39.03
VAL3-8	23.93	13.90	10.05	3342.20	3376	2058	1295.15419	38.75
VAL3-9	23.65	13.90	10.05	3303.79	3276	2038	1282.56765	38.82
VAL3-10	23.83	13.95	10.05	3340.21	3327	2078	1307.74072	39.15
Promedio								39.30

Norma de referencia NTP 399.613 / ASTM C67

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras





ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Pilas de albañilería
Material: Albañilería dosificación mortero 1:4
Fecha de emisión: 10/11/2017

Identificación	Dimensiones (cm.)			Espesor mortero (cm.)	Área Transversal (cm ²)	Carga máxima Tonf	Esbeltez	Factor de Corrección	Resistencia Corregida (Kgf/cm ²)
	L	A	H						
PILA15-M01	23.7	14.0	55.4	1.5	331.8	23.4	3.96	0.948	66.9
PILA15-M02	23.7	14.0	55.0	1.5	331.8	19.2	3.93	0.947	54.8
PILA15-M03	23.7	14.0	55.0	1.5	331.8	20.1	3.93	0.947	57.5
PILA15-M04	23.7	14.0	55.3	1.5	331.8	19.9	3.95	0.948	56.7
PILA15-M05	23.7	14.0	55.5	1.5	331.8	15.9	3.96	0.949	45.4

- Los especímenes fueron elaborados por el solicitante.

Norma de referencia NTP 399.605 / ASTM C1314

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras





ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Pilas de albañilería
Material: Albañilería dosificación mortero 1:4
Fecha de emisión: 10/11/2017

Identificación	Dimensiones (cm.)			Espesor mortero (cm.)	Área Transversal (cm ²)	Carga máxima Tonf	Esbeltez	Factor de Corrección	Resistencia Corregida (Kg/cm ²)
	L	A	H						
PILA10-M01	23.7	14.0	53.5	1.0	331.8	19.7	3.82	0.943	55.8
PILA10-M02	23.7	14.0	53.2	1.0	331.8	27.3	3.80	0.942	77.5
PILA10-M03	23.7	14.0	53.5	1.0	331.8	26.2	3.82	0.943	74.4
PILA10-M04	23.7	14.0	53.5	1.0	331.8	15.5	3.82	0.943	44.0
PILA10-M05	23.7	14.0	53.5	1.0	331.8	22.3	3.82	0.943	63.3

- Los especímenes fueron elaborados por el solicitante.

Norma de referencia NTP 399.605 / ASTM C1314

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)





ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Muretes de albañilería
Material: Albañilería dosificación mortero 1:4
Fecha de emisión: 10/11/2017

IDENTIFICACIÓN	Dimensiones (cm.)			Área cm ²	Espesor de mortero (cm.)	Carga máxima Tonf	Resistencia al corte kgf/cm ²
	L	A	e				
MRT-1	66.0	67.2	14.1	1328.09	1.5	9.63	7.25
MRT-2	66.0	66.0	14.0	1306.73	1.5	7.53	5.76
MRT-3	66.1	65.7	14.1	1314.08	1.5	8.22	6.25
MRT-4	66.8	66.4	14.2	1337.46	1.5	8.59	6.42
MRT-5	66.0	65.6	13.3	1237.64	1.5	8.22	6.65

- Los especímenes fueron elaborados por el solicitante.

Norma de referencia NTP 399.621 / ASTM E519

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras (e)





ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

Solicitante: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
Tipo de probeta: Muretes de albañilería
Material: Albañilería dosificación mortero 1:4
Fecha de emisión: 10/11/2017

IDENTIFICACIÓN	Dimensiones (cm.)			Área cm ²	Espesor de mortero (cm.)	Carga máxima Tonf	Resistencia al corte kgf/cm ²
	L	A	e				
MRT-6	64.7	64.8	14.3	1309.46	1.0	9.72	7.42
MRT-7	64.9	65.4	14.5	1335.98	1.0	9.48	7.10
MRT-8	64.5	65.1	14.2	1301.32	1.0	7.58	5.83
MRT-9	64.9	65.0	14.1	1295.13	1.0	5.10	3.94
MRT-10	64.5	64.9	14.2	1299.30	1.0	9.12	7.02

- Los especímenes fueron elaborados por el solicitante.

Norma de referencia NTP 399.621 / ASTM E519

Ensayos: LMLD-GABM


Dr. Carlos Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de Estructuras



PANEL FOTOGRAFICO



FOTO N°01: VISITA A LA FABRICA DE LA REENCAUCHADORA "MEGA" EN DONDE OBTUVIMOS EL POLVO DE CAUCHO



FOTO N°02: SE REALIZÓ EL TAMIZADO POR LA MALLA N° 4 QUE ESTE LIMPIO DE ALGUNA IMPUREZA Y PROCEDER A ARMAR LAS PILAS DE ALBAÑILERIA



FOTO N°03: ASENTADO DE LAS PILAS DE ALBAÑILERIA A 3 HILADAS, RESPETANDO EL MORTERO DE 1.5CM.



FOTO N°04: ASENTADO DE PILAS CON MATERIAL ALTERNATIVO, PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.



FOTO N°05: SIN OLVIDAR PARTE DEL PROCESO CONSTRUCTIVO HUMEDECIMIENTO DE LAS UNIDADES HERCULES I.



FOTO N°06: ASENTADO CON USO DE MATERIAL ALTERNATIVO POLVO DE CAUCHO, AFECTANDO LA PROPORCION DE LA ARENA GRUESA 1:4.



FOTO N°07: PARTE DE LAS PILAS YA CONSTRUIDAS PARA SOMETERLAS A ENSAYOS Y CALCULAR LA COMPRESION AXIAL ($f'm$).



FOTO N°08: CUMPLIENDO LOS 28 DÍAS PARA HACER EL ENSAYO DE COMPRESION.



FOTO N°09: FALLA POR AGRIETAMIENTO VERTICAL, CORTANDO LA UNIDAD Y EL MORTERO, EN ESTE CASO EL MORTERO TRADICIONAL.



FOTO N°10: FALLA POR TRITURACION DE LA PILA CON EL 30% DE POLVO DE CAUCHO.



FOTO N°11: UN DETALLE MUY IMPORTANTE AL 30% DE POLVO DE CAUCHO, ES QUE SE REFLEJABA UNA PLASTICIDAD DEL MORTERO, MUY DIFERENTE AL MORTERO TRADICIONAL Y LAS PERLAS DE POLIESTIRENO.



FOTO N°12: ASENTADO DE LOS MURETES DE 1.00x1.00m, EN ESTE CASO SE HA USADO PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.



FOTO N°13: SE HA TRABAJADO TAMBIÉN EL TARRAJEO, EN ESTE CASO SUSTITUYENDO LA PROPORCION DE 1:5 PARA EL TARRAJEO.



FOTO N°14: PARTE DE LOS MURETES YA CONSTRUIDOS, PARA SOMETERLOS A ENSAYOS.



FOTO N°15: SIMULACION DE UN AMBIENTE EN UNA EDIFICACION, FORMANDO UN CUBO CON MAPRESA, POR LA DUREZA DEL MATERIAL.



FOTO N°16: PARTE DE NUESTRO PANEL CON FOCOS HALÓGENOS (CARACTERIZADOS POR TRANSMITIR MAS CALOR Y APUNTAR A UNA SOLA DIRECCION).



FOTO N°17: ANTES DE INICIAR EL ENSAYO, PONER EL PANEL DE FOTOS A 11CM DE LA CARA DEL MURETE, PUESTO QUE ES LA DISTANCIA QUE NOS DIO EL SOLARIMETRO EN DONDE SE SIMULA LA RADIACION DE 1000 W/M2.

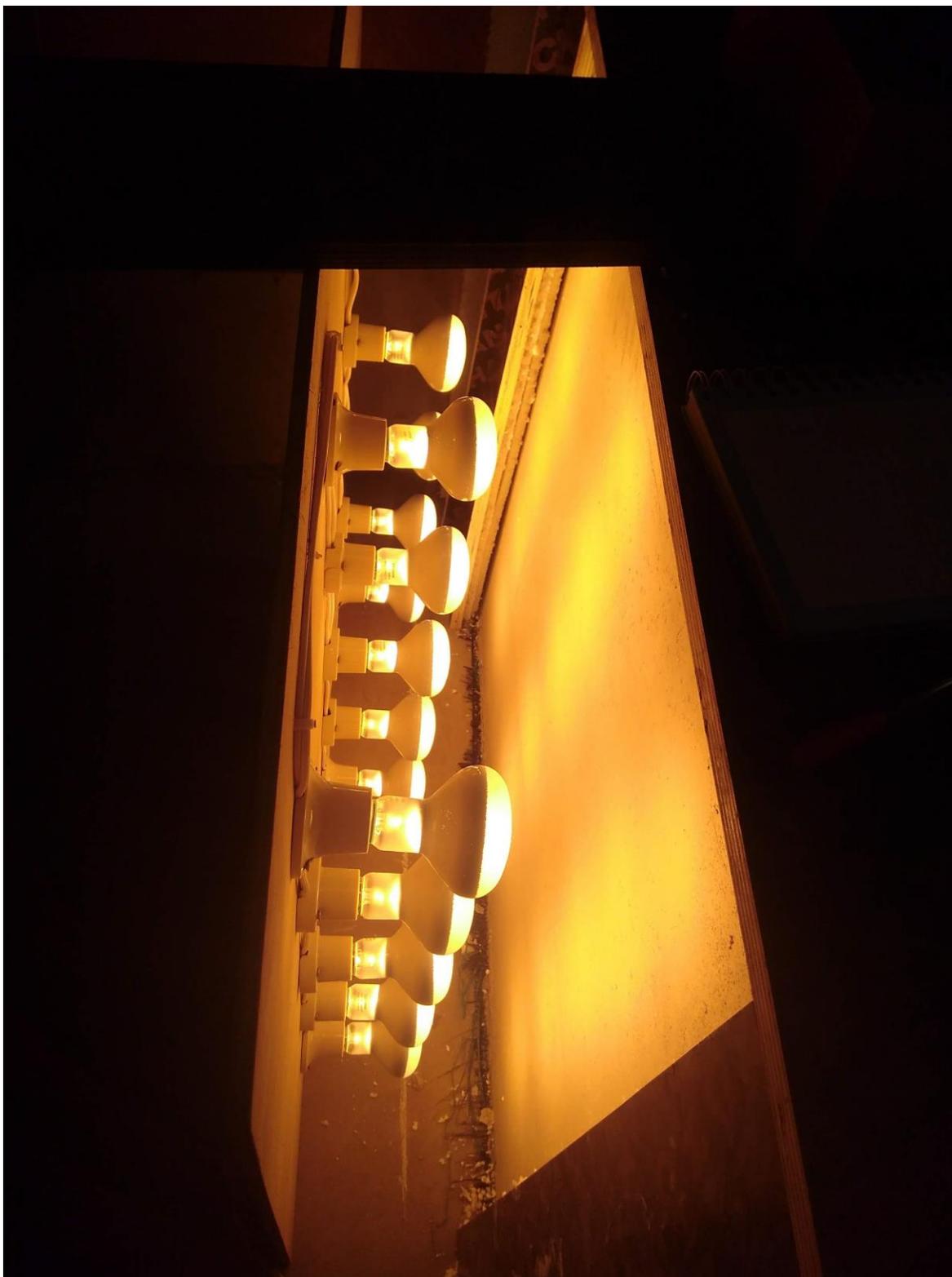


FOTO N°18: INICIO DE ENSAYO EN EL MURO CON TARRAJEO, ETAPA DE CALENTAMIENTO, SIMULANDO LAS HORAS PICO SOL DE 4HRS COMO MAXIMA TEMPERATURA.



FOTO N°19: SE APRECIA EL PROCEDIMIENTO DE CALENTAMIENTO DEL MURETE SIN TARRAJEO PARA LA POSTERIOR TOMA DE DATOS.



FOTO N°20: TOMA DE TEMPERATURA PARA EL MORTERO TRADICIONAL, DURANTE LA ETAPA DE CALENTAMIENTO TOMAR LA TEMPERATURA CADA 30MIN.



FOTO N°21: TOMA DE TEMPERATURA DURANTE LA ETAPA DE ENFRIAMIENTO CADA 30MIN, POR 4HRS, PARA FINALMENTE ARMAS LAS CURVAS DE CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO.

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS

Solicitante: Bach. Marco Quiroga Zúñiga / Bach. Anthony Maquera Jananoca
Tipo de Probeta: Pilas de albañilería
Material: Albañilería dosificación mortero 1:4
Fecha de emisión: 20/06/2019

Identificación	Dimensiones(cm.)			Espesor mortero (cm.)	Área Transversal (cm ²)	Carga máxima Tonf	Esbeltez	Factor de Corrección	Resistencia Corregida (kgf/cm ²)
	L	A	H						
PILA MT-01	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	36,5	2,500	0,800	87,64
PILA MT-02	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	32,2	2,500	0,800	77,31
PILA MT-03	23,8	14,0	35,1	1,5	333,2	34,5	2,507	0,802	83,04
PILA 10%PC-01	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	36,5	2,500	0,800	87,56
PILA 10%PC-02	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	32,1	2,500	0,800	77,07
PILA 10%PC-03	23,8	14,0	34,5	1,5	333,2	31,5	2,464	0,795	75,21
PILA 30%PC-01	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	13,9	2,500	0,800	33,28
PILA 30%PC-02	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	10,5	2,500	0,800	25,31
PILA 30%PC-03	23,8	14,0	34,9	1,5	333,2	11,1	2,493	0,799	26,62
PILA 10%PE-01	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	35,2	2,500	0,800	84,61
PILA 10%PE-02	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	29,2	2,500	0,800	70,16
PILA 10%PE-03	23,8	14,0	35,2	1,5	333,2	30,1	2,514	0,803	72,59
PILA 30%PE-01	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	29,3	2,500	0,800	70,35
PILA 30%PE-02	23,8	14,0	35,0	1,5	333,2	31,5	2,500	0,800	75,63
PILA 30%PE-03	23,8	14,0	35,1	1,5	333,2	27,1	2,507	0,802	65,23

Los especímenes fueron elaborados por el solicitante.

Rotura a 28 días

MT=Mortero Tradicional

PC=Polvo de Caucho

PE=Poliestireno Expandido

Norma de referencia NTP 399.605 / ASTM C1314