

# **ANEXOS**

**ANEXO No 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MÓDULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

<b>Problema General</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología      Técnicas      e</b>
<p><b>Principal</b></p> <p>¿De qué manera se puede proponer una nueva alternativa de elementos de construcción de totora y de esta forma reducir la contaminación que genera la quema de totorales en la ciudad de Puno?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a. ¿En qué medida el panel termoacustico de totora tiene las propiedades óptimas de densidad absorción, Durabilidad a los hongos y contenido de humedad para su empleo como material de construcción?</p> <p>b. ¿Cuál es el comportamiento del panel termoacustico de totora ante agentes externos como aislamiento térmico, aislamiento acústico, conductividad térmica y resistencia al fuego, para su empleo en módulos de cielo falso?</p> <p>c. ¿En qué medida el panel termoacustico de totora frente a otros revestimientos en los cielos falsos convencionales en la ciudad de Puno es económico?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Proponer una nueva alternativa de PANEL TERMOACUSTICO SOSTENIBLE DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar las propiedades de densidad, absorción, Durabilidad a los hongos y contenido de humedad, del panel termoacustico sostenible de totora para su empleo como material de construcción.</p> <p>Evaluar el comportamiento del panel termoacustico sostenible de totora ante agentes externos como aislamiento térmico, aislamiento acústico, conductividad térmica y resistencia al fuego, como módulos en cielo falso.</p> <p>Comparar los costos del panel termoacústico sostenible de totora con otros materiales existentes en los revestimientos de cielos falsos de viviendas rurales de la Ciudad de Puno.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El panel Termoacustico Sostenible a base de totora tendrá una buena capacidad como aislante acústico y térmico para módulos de cielo falso para viviendas rurales en la ciudad de Puno.</p> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>Las propiedades Físicas de la totora son óptimas para usarlo como componente principal del panel termoacustico sostenible.</p> <p>El panel termoacustico a base de totora presenta comportamientos óptimos ante agentes externos tales como resistencia al fuego conductividad térmica, aislamiento acústico y aislamiento térmico.</p> <p>El panel termoacústico sostenible de totora comparado con otros materiales existentes en viviendas rurales de la ciudad de Puno es económico en los revestimientos de cielo falsos.</p>	<p>Variable X = Variable Independiente: Panel Termoacustico Sostenible de totora.</p> <p>Variable Y = Variable Dependiente: Módulo de Cielo Falso</p>	<p><b>Instrumentos</b></p> <p><b>Método de la Investigación:</b> Experimental Explicativo</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Descriptivo Explicativo</p> <p>Cc</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> Descriptivo Experimental</p> <p><b>Población:</b> Cielo raso en viviendas rurales de la periferia de la ciudad de Puno</p> <p><b>Muestreo:</b> cielo falso de yeso, mezcla de mortero y Paneles termoacustico de totora</p> <p>Técnicas.- Observación y Medición</p> <p>Instrumentos.- Fichas Registro de datos</p>

**ANEXO No 02: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**



**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

VARIABLE INDEPENDIENTE:	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICA E INSTRUMENTO METODOLOGICO	INSTRUMENTO Y/O EQUIPO DE INGENIERIA	ESCALA
PANEL TERMOACUSTICO SOSTENIBLE DE TOTORA	La totora es una planta acuática perenne, fasciculada que crece de manera silvestre en el Lago Titicaca, (GOYZUETA, ALFARO Y APARICIO, 2010), su estructura esponjosa y liviana hace que esta se pueda utilizar en sistemas constructivos como aislantes térmicos y aislantes acústicos (Hidalgo 2007).	<p>Determinación de las propiedades físicas de la totora</p> <p>Determinación de la conductividad térmica del panel de totora.</p> <p>Determinación del coeficiente de reducción de sonido NRC del panel de totora.</p>	<p>Propiedades físicas de la totora</p> <p>Aislamiento térmico del panel de totora</p> <p>Aislamiento acústico del panel de totora</p>	<p>Densidad , Absorción Durabilidad a los hongos y Contenido de humedad</p> <p><b>Q=AxK(-dT/dX)</b> Donde: Q: Flujo de calor a lo largo del espesor. A: Área de la sección del material, perpendicular al flujo de calor dT//dX: Gradiente de temperatura entre la placa fría y caliente K: Coeficiente de conductividad térmica del material</p> <p><b>NRC= Promedio (SAC de cada frecuencia)</b> <b>SAC: STL/Sonido Base</b> <b>STL: 10*Log10(wi/wt)</b> Donde: NRC: Calculo de reducción de ruido SAC: Coeficiente de absorción del sonido STL: Índice de reducción del sonido wi: potencia de sonido incidente en la muestra wt: potencia de sonido transmitida por la pared</p>	<p>TÉCNICA: Observación y Medición</p> <p>Manual de procedimientos analíticos para suelos y agregados de construcción de la Universidad de Piura</p> <p>INSTRUMENTO METODOLÓGICO: Guía de Laboratorio de Fluidos y Calor, Conducción de calor, Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería.</p> <p>Artículo de investigación "CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRC), DE MATERIALES, UTILIZANDO UNA CÁMARA DE INSONORIZACIÓN" de la Universidad Tecnológica de Pereira</p>	<p>Balanza de precisión(0.01g), Horno de temperatura,Hongo,Taras</p> <p>Generador de vapor Higrómetro – Termómetro Cronometro</p> <p>Cámara de insonorización Decibelímetro en rango de 30-90 dB, amplificador, computadora portátil</p>	RAZON

VARIABLE DEPENDIENTE:	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICA E INSTRUMENTO METODOLOGICO	INSTRUMENTO Y/O EQUIPO DE INGENIERIA	ESCALA
MÓDULOS DE CIELO FALSO	Cielo Falso es un sistema de revestimiento superior de un recinto, generalmente horizontal, pudiendo ser inclinado o curvo, que cuenta con una estructura de soporte propia y se posiciona bajo una estructura resistente, compuesto por placas y entramado de perfiles metálicos o madera, especialmente diseñados para cumplir con uno o más de los siguientes requerimientos: estéticos, acondicionamiento acústico y/o térmico, resistencia a fuego e higiene	<p>Determinación de la conductividad térmica del módulo de cielo falso.</p> <p>Determinación del coeficiente de reducción de sonido NRC del módulo de cielo falso.</p> <p>Determinación de la capacidad de un elemento al resistir sin perder su capacidad funcional, las condiciones de incendio estandarizado por un tiempo determinado.</p>	<p>Acondicionamiento térmico del módulo de cielo falso</p> <p>Acondicionamiento acústico del módulo de cielo falso</p> <p>Comportamiento al fuego del módulo del cielo falso</p>	<p><math>Q=AxK(-dT/dX)</math> Donde: Q: Flujo de calor a lo largo del espesor. A: Área de la sección del material, perpendicular al flujo de calor dT//dX: Gradiente de temperatura entre la placa fría y caliente K: Coeficiente de conductividad térmica del material</p> <p><b>NRC= Promedio (SAC de cada frecuencia)</b> <b>SAC: STL/Sonido Base</b> <b>STL: <math>10*\text{Log}_{10}(w_i/w_t)</math></b> Donde: NRC: Calculo de reducción de ruido SAC: Coeficiente de absorción del sonido STL: Índice de reducción del sonido w<sub>i</sub>: potencia de sonido incidente en la muestra w<sub>t</sub>: potencia de sonido transmitida por la pared</p> <p>Tiempo Estabilidad mecánica Aislamiento térmico Estanquidad</p>	<p>TECNICA: Observación y Medición</p> <p>INSTRUMENTO METODOLÓGICO: Guía de Laboratorio de Fluidos y Calor, Conducción de calor, Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería.</p> <p>CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRC), DE MATERIALES, UTILIZANDO UNA CÁMARA DE INSONORIZACIÓN” de la Universidad Tecnológica de Pereira</p> <p>Norma DIN 4102 Estándares alemanes Pruebas a resistencia al fuego</p>	<p>Generador de vapor Higrómetro – Termómetro Cronómetro</p> <p>Cámara de insonorización Decibelímetro en rango de 30-90 dB, amplificador, computadora portátil</p> <p>Soplete a gas Pirómetro Un balón de gas Flexómetro Cronometro o temporizador</p>	INTERVALO

**ANEXO No 03: RESULTADOS DE ENSAYOS DE  
CARACTERIZACION FISICA**

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD**

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-01
MUESTRA	: M-A-1
MATERIAL	: TOTORA TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 45cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.352
ESPEJOR	: 1.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.491
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 323.454
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 12.416

**DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)**

DATOS		MUESTRA
		M-A-1
1	Masa de la muestra seca en el horno (g)	323.53
2	Masa de la muestra al aire SSD (g)	1370
3	Masa de la muestra sumergida (g)	451
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD) -	<b>0.352</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD) -	<b>1.491</b>

**ABSORCION**

DATOS		M-A-1
1	Masa de la muestra seca en el horno (g)	323.53
2	Masa de la muestra al aire SSD (g)	1370
3	Absorcion (%)	<b>323.454</b>

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

DATOS		M-A-1
1	Masa de la muestra seca en el horno (g)	323.53
2	Masa de la muestra al aire (g)	363.7
3	Contenido de humedad (%)	<b>12.416</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Areñi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-02
MUESTRA	: M-B-1
MATERIAL	: TOTORA TIPO HICALINA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.305
ESPEJOR	: 1.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.296
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 324.394
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 8.196

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)		
DATOS		MUESTRA
		M-B-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 243.17
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1032
3	Masa de la muestra sumergida	(g) 236
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	- 0.305
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	- 1.296

**ABSORCION**

DATOS		M-B-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 243.17
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1032
3	Absorcion	(%) 324.4

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

DATOS		M-B-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 243.17
2	Masa de la muestra al aire	(g) 263.1
3	Contenido de humedad	(%) 8.196


  
**E3MRAHI**
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
   
 Ing. Ricardo Arepi Acero
   
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
   
 CIP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD		
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	:	NATURAL
PANEL	:	P-03
MUESTRA	:	M-C-1
MATERIAL	:	TOTORA TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.412
ESPEJOR	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.909
MET,preparacion	:	ABSORCION(%)	: 363.331
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 12.692

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)		
DATOS		MUESTRA
		M-C-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 518.42
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 2402
3	Masa de la muestra sumergida	(g) 1144
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	- 0.412
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	- 1.909

ABSORCION		
-----------	--	--

DATOS		M-C-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 518.42
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 2402
3	Absorcion	(%) 363.331

CONTENIDO DE HUMEDAD		
----------------------	--	--

DATOS		M-C-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 518.42
2	Masa de la muestra al aire	(g) 584.22
3	Contenido de humedad	(%) 12.692




  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109636

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-04
MUESTRA	: M-D-1
MATERIAL	: TOTORA TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.510
ESPEJOR	: 2.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 2.309
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 352.742
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 8.057

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)		
DATOS		MUESTRA
		M-D-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 383
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1734
3	Masa de la muestra sumergida	(g) 983
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	- 0.510
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	- 2.309

**ABSORCION**

DATOS		M-D-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 383
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1734
3	Absorcion	(%) 352.74

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

DATOS		M-D-1
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 383
2	Masa de la muestra al aire	(g) 413.86
3	Contenido de humedad	(%) 8.06



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 .....  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.T.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD		
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	:	NATURAL
PANEL	:	P-05
MUESTRA	:	M-1-A
MATERIAL	:	TOTORA TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.451
ESPEJOR	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.957
MET,preparacion	:	ABSORCION(%)	: 333.645
	:	CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 6.853

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)		
DATOS		MUESTRA
		M-1-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 252.28
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1094
3	Masa de la muestra sumergida	(g) 535
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	- 0.451
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	- 1.957

ABSORCION		
-----------	--	--

DATOS		M-1-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 252.28
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1094
3	Absorcion	(%) 333.645

CONTENIDO DE HUMEDAD		
----------------------	--	--

DATOS		M-1-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 252.28
2	Masa de la muestra al aire	(g) 269.57
3	Contenido de humedad	(%) 6.853



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Areñi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836



DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-06
MUESTRA	: M-2-A
MATERIAL	: TOTORA TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.532
ESPEJOR	: 2.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 2.124
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 298.865
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 7.897

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)		
DATOS		MUESTRA
		M-2-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 563.85
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 2249
3	Masa de la muestra sumergida	(g) 1190
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	- 0.532
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	- 2.124

ABSORCION		
-----------	--	--

DATOS		M-2-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 563.85
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 2249
3	Absorcion	(%) 298.865

CONTENIDO DE HUMEDAD		
----------------------	--	--

DATOS		M-2-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 563.85
2	Masa de la muestra al aire	(g) 608.38
3	Contenido de humedad	(%) 7.897



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Areni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.T.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD		
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	:	NATURAL
PANEL	:	P-07
MUESTRA	:	M-3-A
MATERIAL	:	TOTORA TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.456
ESPEJOR	: 2.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.846
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 304.769
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 13.534

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)		
DATOS		MUESTRA
		M-3-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 458.78
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1857
3	Masa de la muestra sumergida	(g) 851
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	- 0.456
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	- 1.846

ABSORCION		
DATOS		M-3-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 458.78
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1857
3	Absorcion	(%) 304.769

CONTENIDO DE HUMEDAD		
DATOS		M-3-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 458.78
2	Masa de la muestra al aire	(g) 520.87
3	Contenido de humedad	(%) 13.534



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Areni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-08
MUESTRA	: M-4-A
MATERIAL	: TOTORA TIPO HICALINA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 45.5cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.273
ESPEJOR	: 1.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.349
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 393.249
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 9.712

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)		
DATOS		MUESTRA
		M-4-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 215.51
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1063
3	Masa de la muestra sumergida	(g) 275
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	- 0.273
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	- 1.349

ABSORCION		
DATOS		M-4-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 215.51
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g) 1063
3	Absorcion	(%) 393.249

CONTENIDO DE HUMEDAD		
DATOS		M-4-A
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g) 215.51
2	Masa de la muestra al aire	(g) 236.44
3	Contenido de humedad	(%) 9.712



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD**

UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-09
MUESTRA	: M-A-2
MATERIAL	: TOTORA TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 45cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.303
ESPEJOR	: 1.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.407
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 365.075
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 11.985

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-A-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	335
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1558
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	451
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.303</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.407</b>

ABSORCION			
DATOS			M-A-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	335
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1558
3	Absorcion	(%)	<b>365.075</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-A-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	335
2	Masa de la muestra al aire	(g)	375.15
3	Contenido de humedad	(%)	<b>11.985</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 .....  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-10
MUESTRA	: M-B-2
MATERIAL	: TOTORA TIPO HICALINA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.298
ESPEJOR	: 1.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.287
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 331.366
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 10.395

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-B-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	254.54
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1098
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	245
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.298</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.287</b>

ABSORCION			
DATOS			M-B-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	254.54
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1098
3	Absorcion	(%)	<b>331.4</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-B-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	254.54
2	Masa de la muestra al aire	(g)	281
3	Contenido de humedad	(%)	<b>10.395</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-11
MUESTRA	: M-C-2
MATERIAL	: TOTORA TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.418
ESPESOR	: 2.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.917
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 358.642
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 11.091

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-C-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	525.9
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2412
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	1154
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.418</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.917</b>

ABSORCION			
DATOS			M-C-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	525.9
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2412
3	Absorcion	(%)	<b>358.642</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-C-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	525.9
2	Masa de la muestra al aire	(g)	584.23
3	Contenido de humedad	(%)	<b>11.091</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	:	NATURAL	
PANEL	:	P-12	
MUESTRA	:	M-D-2	
MATERIAL	:	TOTORA	TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.420
ESPESOR	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.963
MET,preparacion	:	ABSORCION(%)	: 367.529
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 7.765

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-D-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	425
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1987
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	975
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.420</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.963</b>

ABSORCION			
-----------	--	--	--

DATOS			M-D-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	425
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1987
3	Absorcion	(%)	<b>367.53</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
----------------------	--	--	--

DATOS			M-D-2
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	425
2	Masa de la muestra al aire	(g)	458
3	Contenido de humedad	(%)	<b>7.76</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-13
MUESTRA	: M-1-B
MATERIAL	: TOTORA TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 31.5cmx31.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.411
ESPEJOR	: 2.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.873
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 356.140
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 7.404

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-1-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	237.23
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1082.12
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	504.30
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.411</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.873</b>

ABSORCION			
DATOS			M-1-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	237.23
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1082.12
3	Absorcion	(%)	<b>356.140</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-1-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	237.23
2	Masa de la muestra al aire	(g)	254.80
3	Contenido de humedad	(%)	<b>7.40</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Areni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836



DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-14
MUESTRA	: M-2-B
MATERIAL	: TOTORA TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.546
ESPESOR	: 2.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 2.194
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 302.198
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 7.753

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-2-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	536.8
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2159
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	1175
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.546</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>2.194</b>

ABSORCION			
DATOS			M-2-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	536.8
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2159
3	Absorcion	(%)	<b>302.198</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-2-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	536.8
2	Masa de la muestra al aire	(g)	578.42
3	Contenido de humedad	(%)	7.753



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acevo  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109636

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: NATURAL
PANEL	: P-15
MUESTRA	: M-3-B
MATERIAL	: TOTORA TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	: 46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.396
ESPESOR	: 2.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.871
MET,preparacion	: SECO AL HORNO	ABSORCION(%)	: 372.859
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 13.751

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-3-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	448.76
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2122
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	988
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.396</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.871</b>

ABSORCION			
DATOS			M-3-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	448.76
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2122
3	Absorcion	(%)	<b>372.859</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-3-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	448.76
2	Masa de la muestra al aire	(g)	510.47
3	Contenido de humedad	(%)	<b>13.751</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	:	NATURAL	
PANEL	:	P-16	
MUESTRA	:	M-4-B	
MATERIAL	:	TOTORA	TIPO HICALINA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD)	: 0.263
ESPESOR	:	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD)	: 1.352
MET,preparacion	:	ABSORCION(%)	: 413.659
		CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	: 10.463

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-4-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	205
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1053
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	274
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.263</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.352</b>

ABSORCION			
DATOS			M-4-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	205
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1053
3	Absorcion	(%)	<b>413.659</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-4-B
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	205
2	Masa de la muestra al aire	(g)	226.45
3	Contenido de humedad	(%)	<b>10.463</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.T.P. 109836

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD**

UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	:	NATURAL	
PANEL	:	P-17	
MUESTRA	:	M-A-3	
MATERIAL	:	TOTORA	TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	45cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.328
ESPEJOR	:	1.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 1.439
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 338.615
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 9.413

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-A-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	332.41
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1458
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	445
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.328</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.439</b>

ABSORCION			
DATOS			M-A-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	332.41
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1458
3	Absorcion	(%)	<b>338.615</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-A-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	332.41
2	Masa de la muestra al aire	(g)	363.7
3	Contenido de humedad	(%)	<b>9.413</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 .....  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CTP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	:	NATURAL	
PANEL	:	P-18	
MUESTRA	:	M-B-3	
MATERIAL	:	TOTORA	TIPO HICALINA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.303
ESPESOR	:	1.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 1.284
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 323.431
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 8.787

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-B-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	239
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1012
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	224
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.303</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.284</b>

ABSORCION			
-----------	--	--	--

DATOS			M-B-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	239
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1012
3	Absorcion	(%)	<b>323.4</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
----------------------	--	--	--

DATOS			M-B-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	239
2	Masa de la muestra al aire	(g)	260
3	Contenido de humedad	(%)	<b>8.787</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	:	NATURAL	
PANEL	:	P-19	
MUESTRA	:	M-C-3	
MATERIAL	:	TOTORA	TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.370
ESPESOR	:	2.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 1.715
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 363.640
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 12.393

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-C-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	519.8
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2410
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	1005
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.370</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.715</b>

ABSORCION			
DATOS			M-C-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	519.8
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2410
3	Absorcion	(%)	<b>363.640</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-C-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	519.8
2	Masa de la muestra al aire	(g)	584.22
3	Contenido de humedad	(%)	<b>12.393</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Areni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD		
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	:	NATURAL
PANEL	:	P-20
MUESTRA	:	M-D-3
MATERIAL	:	TOTORA TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.427
ESPESOR	:	2.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 1.966
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 360.000
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 8.506

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-D-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	435
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2001
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	983.2
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.427</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.966</b>

ABSORCION			
DATOS			M-D-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	435
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2001
3	Absorcion	(%)	<b>360.00</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-D-3
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	435
2	Masa de la muestra al aire	(g)	472
3	Contenido de humedad	(%)	<b>8.51</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD		
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	:	NATURAL
PANEL	:	P-21
MUESTRA	:	M-1-C
MATERIAL	:	TOTORA TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	31.5cmx31.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.424
ESPESOR	:	2.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 1.875
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 342.525
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 6.536

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-1-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	242.82
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1074.54
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	501.35
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.424</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.875</b>

ABSORCION			
-----------	--	--	--

DATOS			M-1-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	242.82
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1074.54
3	Absorcion	(%)	<b>342.525</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
----------------------	--	--	--

DATOS			M-1-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	242.82
2	Masa de la muestra al aire	(g)	258.69
3	Contenido de humedad	(%)	<b>6.536</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109636



DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	:	NATURAL	
PANEL	:	P-22	
MUESTRA	:	M-2-C	
MATERIAL	:	TOTORA	TIPO KESANA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.515
ESPESOR	:	2.5cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 2.047
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 297.593
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 7.037

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-2-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	540
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2147
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	1098
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.515</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>2.047</b>

ABSORCION			
DATOS			M-2-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	540
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2147
3	Absorcion	(%)	<b>297.593</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-2-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	540
2	Masa de la muestra al aire	(g)	578
3	Contenido de humedad	(%)	<b>7.037</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD		
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	:	NATURAL
PANEL	:	P-23
MUESTRA	:	M-3-C
MATERIAL	:	TOTORA TIPO HILADA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	46cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.383
ESPESOR	:	2.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 1.747
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 355.729
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 12.702

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-3-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	487.57
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2222
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	950
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.383</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.747</b>

ABSORCION			
DATOS			M-3-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	487.57
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	2222
3	Absorcion	(%)	<b>355.729</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS			M-3-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	487.57
2	Masa de la muestra al aire	(g)	549.5
3	Contenido de humedad	(%)	<b>12.702</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA GS ,ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD		
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNO -PROVINCIA DE PUNO -DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	:	NATURAL
PANEL	:	P-24
MUESTRA	:	M-4-C
MATERIAL	:	TOTORA TIPO HICALINA

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE RESULTADOS	
DIMENSIONES	:	45.5cmx46cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-OD) : 0.282
ESPESOR	:	1.0cm	DENSIDAD RELATIVA(GS-SSD) : 1.406
MET,preparacion	:	SECO AL HORNO	ABSORCION(%) : 397.960
			CONTENIDO DE HUMEDAD(%) : 10.657

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)			
DATOS			MUESTRA
			M-4-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	201
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1000.9
3	Masa de la muestra sumergida	(g)	289
4	Densidad Relativa (Gravedad Especifica OD)	-	<b>0.282</b>
5	Densidad Relativa (Gravedad Especifica SSD)	-	<b>1.406</b>

ABSORCION			
-----------	--	--	--

DATOS			M-4-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	201
2	Masa de la muestra al aire SSD	(g)	1000.9
3	Absorcion	(%)	<b>397.960</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD			
----------------------	--	--	--

DATOS			M-4-C
1	Masa de la muestra seca en el horno	(g)	201
2	Masa de la muestra al aire	(g)	222.42
3	Contenido de humedad	(%)	<b>10.657</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arepi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.T.P. 109836



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
**LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA**  
RESOLUCIÓN N° 2787-2017-R-UNA  
SUNEDU N°101-2017-SUNEDU/CD  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



## CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO.

### HACE CONSTAR:

Que el Bachiller, **RAFAEL ARNOLD CRUZ MARON** con código de matrícula 134283, DNI 74144104, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, ha realizado su trabajo de investigación en el Laboratorio de Ecología Acuática titulado "**PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MÓDULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO**", durante los meses de febrero a abril del año 2022.

Se emite la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que se estime por conveniente.

Puno, 22 de abril del 2022

*Atentamente,*

Alfredo Loza Del Carpio, D.Sc.  
Jefe, Laboratorio de Ecología Acuática

---



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA

RESOLUCIÓN N° 2787-2017-R-UNA  
SUNEDU N°101-2017-SUNEDU/CD  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



**RESULTADO DEL ENSAYO DE DURABILIDAD A LOS HONGOS**

<b>METODOLOGÍA</b>	: MÉTODO ACELERADO PARA EVALUAR LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA A LA PUDRICIÓN. NTC 1127 de 1994.
<b>NORMATIVA</b>	: NORMA TÉCNICA COLOMBIANA ICONTEC NTC 1127/94. ICONTEC NTC 1127/94.
<b>HONGO USADO</b>	: " <i>Rhizopus stolonifer</i> "

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA TOTORA *Schoenoplectus tatora* Kunt Palla A LOS HONGOS**

TIEMPO	MUESTRA TOTORA	PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
02 semana	M1	3.876 %
	M2	1.567 %
	M3	10.932 %
04 semana	M1	4.301 %
	M2	2.918 %
	M3	3.430 %
06 semana	M1	8.146 %
	M2	4.918 %
	M3	0.187 %
08 semana	M1	9.174 %
	M2	7.759 %
	M3	0.000 %
10 semana	M1	11.111 %
	M2	11.526 %
	M3	0.000 %
PROMEDIO	M1	4.090 %
	M2	3.876 %
	M3	0.029 %

Alfredo Loza Del Carpio  
Jefe, Laboratorio de Ecología Acuática



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA  
RESOLUCIÓN N° 2787-2017-R-UNA  
SUNEDU N°101-2017-SUNEDU/CD  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



TABLA DE DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD A LOS HONGOS, SEGÚN LA METODOLOGÍA UTILIZADA.

PERDIDA PROMEDIO DE MASA (%)	DURABILIDAD NATURAL
0 – 10	Altamente resistente
11 –24	Resistente
25 –44	Moderadamente resistente
45 ó más	Poco resistente

Fuente: Norma ICONTEC NTC 1127/94. (12)

RESULTADO DE LA DURABILIDAD DE LA TOTORA *Schoenoplectus tatora* Kunt Palla A LOS HONGOS

MATERIAL	INDICE DE DURABILIDAD NATURAL
M1= TOTORA SIN RESINA	Altamente resistente
M2= TOTORA CON RESINA DELGADA	Altamente resistente
M3= TOTORA CON RESINA GRUESA	Altamente resistente

Alfredo Loza Del Carpio  
Jefe, Laboratorio de Ecología Acuática





MUESTRAS DE TOTORA *Schoenoplectus tatora* Kunt Palla CON HONGOS

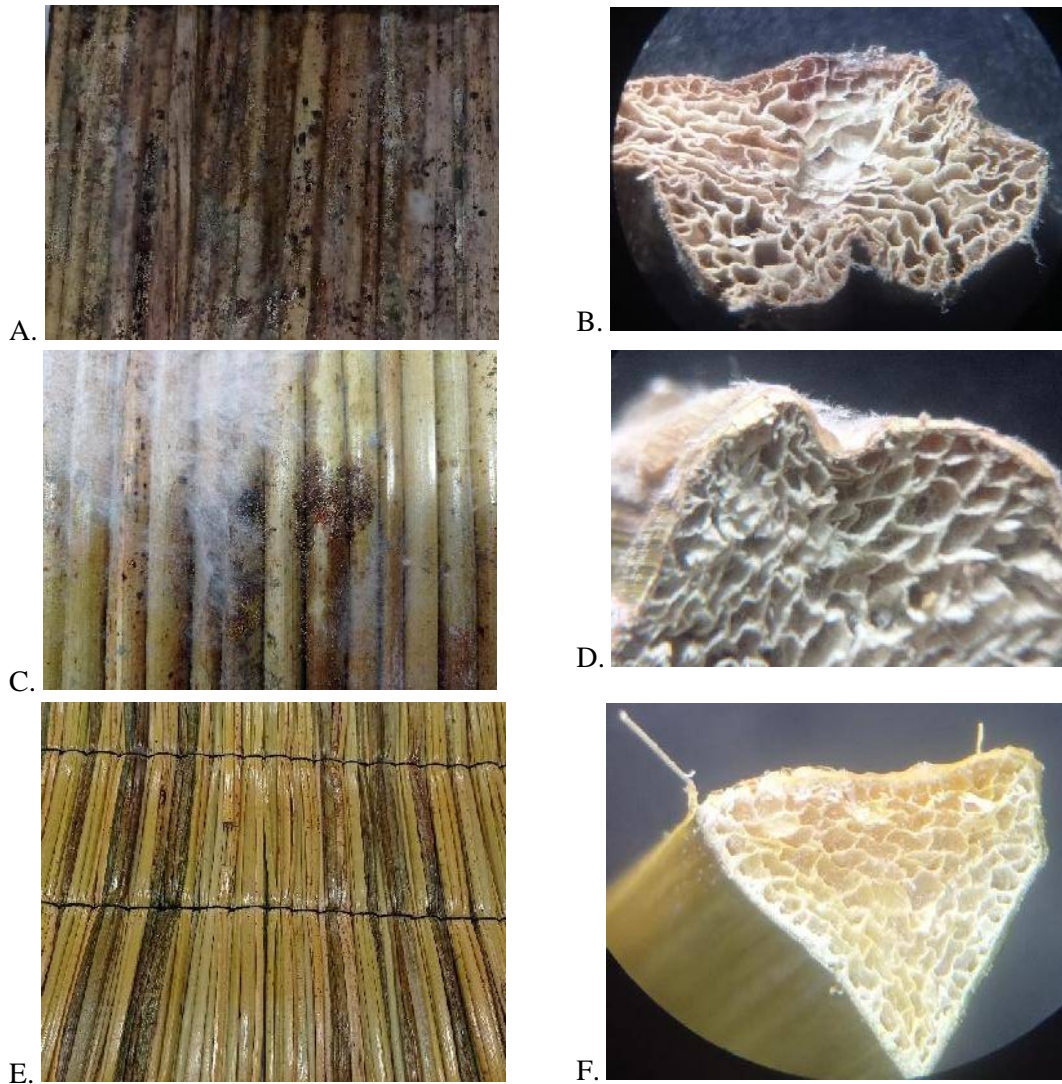


Fig. 01 Crecimiento de los hongos en la M1 (A). corte transversal de la totora (M1) con ataque de hongos 10X aumentos (B); Totora con resina delgada M2 con ataque de hongos (C), corte transversal de la totora M2 con ataque de hongos con 10x aumentos (D); totora con resina gruesa M3 sin ataque de hongos después de 10 semanas (E), corte transversal de la totora el cual no posee hongo 10X aumentos.

---

**ANEXO No 04: RESULTADOS DE ENSAYOS DE AISLAMIENTO  
ACUSTICO**



**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	-	FECHA :	14/07/2022
MATERIAL :	CAJA ACUSTICA SIN AISLANTE	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	-		

DETALLE: PARA PANELES DE TOTORA

N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	47.2	40.1	50.8	78	72.3	51.5
2	47.8	40.2	50.7	79.8	74.7	50
3	47.3	40.8	49.7	78.1	77.1	49
4	47.2	42.5	50.5	78.5	75.7	50.4
5	47.5	42.3	52.1	77.7	79	57.7
7	47	40.1	51.7	78.1	75.4	52.5
7	47	41.1	50.7	78.5	74.8	50.7
8	47.1	42.3	50.8	78.1	75.5	51.5
9	47.9	40.3	50.2	78.9	74	50.7
10	47	40.3	49.9	77.7	77.1	50.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>47.3</b>	<b>41</b>	<b>50.71</b>	<b>78.34</b>	<b>75.56</b>	<b>51.45</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	-	FECHA :	14/07/2022
MATERIAL :	CAJA ACUSTICA SIN AISLANTE	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	-		

DETALLE: PARA PANELES DE TOTORA CON REVESTIMIENTO

N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	75.2	61	70.5	84	75.1	79
2	75	60	70.7	85.9	74.8	79.5
3	75.3	61.5	70.7	84.9	74.2	78.5
4	72	65	70.5	84.9	75.4	73.7
5	75.7	61	69.8	84.7	73.2	78
7	77	59.57	69	88.2	74.8	78.7
7	75.3	60	69	82.9	75	78.2
8	72.5	58	71.2	85	74.3	78.5
9	75.7	60.2	70.5	85	72.5	78.6
10	74	58.8	70.5	85	71	78.9
<b>PROMEDIO</b>	<b>74.8</b>	<b>60.5</b>	<b>70.2</b>	<b>85.1</b>	<b>74.0</b>	<b>78.2</b>



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aropi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.I.P. 109836

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-A1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.5cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	3.0cm			TIPO :	Kesana	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	35.5	37.7	34	42.1	43.2	32.8
2	35.4	37.6	33.6	42	42.8	33.2
3	35.6	37.5	33.9	42.4	43	32.8
4	35.7	37.4	33.7	42.6	43.9	32.6
5	35.8	37.5	33.8	42.3	43.8	32.3
6	35.7	37.9	34.2	42.3	43.4	33
7	35.6	37.8	33.8	42.2	43	33.4
8	35.8	37.7	34.1	42.6	43.2	33
9	35.9	37.6	33.9	42.8	44.1	32.8
10	36	37.7	34	42.5	44	32.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>35.7</b>	<b>37.64</b>	<b>33.9</b>	<b>42.38</b>	<b>43.44</b>	<b>32.84</b>

MUESTRA :	M-A2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.5cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	3.0cm			TIPO :	Kesana	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.7	40.5	32.4	36.5	39.7	32.8
2	39.6	40.8	32.7	36.5	40.2	32.6
3	39.2	40.3	32.9	36.3	40.1	32.5
4	39.9	40.7	33	36.1	39.9	32.2
5	39.7	40.5	33.2	36.1	40	32.1
6	39.8	40.6	32.5	36.6	39.8	32.9
7	39.7	40.9	32.8	36.6	40.3	32.7
8	39.3	40.4	33	36.4	40.2	32.6
9	40	40.8	33.1	36.2	40	32.3
10	39.8	40.6	33.3	36.2	40.1	32.2
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.67</b>	<b>40.61</b>	<b>32.89</b>	<b>36.35</b>	<b>40.03</b>	<b>32.49</b>

MUESTRA :	M-A3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.5cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	3.0cm			TIPO :	Kesana	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.1	39.8	32.9	40	39.7	33.9
2	39.3	39.7	32.5	40.2	39.1	33.6
3	39.6	40.3	32.4	40.3	40.1	33.8
4	39.3	40.1	32.3	40.4	40	33.9
5	39.2	39.8	32.5	40.4	39.2	33.3
6	39	39.7	32.8	39.9	39.6	33.8
7	39.2	39.6	32.4	40.1	39	33.5
8	39.5	40.2	32.3	40.2	40	33.7
9	39.2	40	32.2	40.3	39.9	33.8
10	39.1	39.7	32.4	40.3	39.1	33.2
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.25</b>	<b>39.89</b>	<b>32.47</b>	<b>40.21</b>	<b>39.57</b>	<b>33.65</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-B1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	Kesana	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	37.9	40.8	34.7	43.6	45.1	35.5
2	38.1	41.1	34.6	43.8	45.4	35.3
3	38.2	41.1	34.7	42.9	45.6	35.6
4	38.3	40.8	34.3	43.1	44.8	35.8
5	38.2	40.9	34.7	43	44.3	35.5
6	37.8	40.7	34.6	43.5	45	35.4
7	38	41	34.5	43.7	45.3	35.2
8	38.1	41	34.6	42.8	45.5	35.5
9	38.2	40.7	34.2	43	44.7	35.7
10	38.1	40.8	34.6	42.9	44.2	35.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>38.09</b>	<b>40.89</b>	<b>34.55</b>	<b>43.23</b>	<b>44.99</b>	<b>35.49</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-B2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	Kesana	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	38.1	41	34.9	43.8	45.3	35.7
2	38.3	41.3	34.8	44	45.6	35.5
3	38.4	41.3	34.9	43.1	45.8	35.8
4	38.5	41	34.5	43.3	45	36
5	38.4	40.5	34.9	43.2	44.5	35.7
6	38	40.9	34.8	43.7	45.2	35.6
7	38.2	41.2	34.7	39.8	45.5	35.4
8	38.3	41.2	34.8	43	45.7	35.7
9	38.4	40.9	33.5	43.2	44.9	35.9
10	40.1	41	34.8	40.2	44.4	35.6
<b>PROMEDIO</b>	<b>38.47</b>	<b>41.03</b>	<b>34.66</b>	<b>42.73</b>	<b>45.19</b>	<b>35.69</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-B3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	Kesana	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	37.4	40.3	34.2	43.1	44.6	35
2	37.6	40.6	34.1	43.3	44.9	34.8
3	37.7	40.6	34.2	42.4	45.1	35.1
4	37.8	40.3	33.8	42.6	44.3	35.3
5	37.7	40.4	34.2	42.5	43.8	35
6	37.3	40.2	34.1	43	44.5	34.9
7	37.5	40.5	34	43.2	44.8	34.7
8	37.6	40.5	34.1	42.3	45	35
9	37.7	40.2	33.7	42.5	44.2	35.2
10	37.6	40.3	34.1	42.4	43.7	34.9
<b>PROMEDIO</b>	<b>37.59</b>	<b>40.39</b>	<b>34.05</b>	<b>42.73</b>	<b>44.49</b>	<b>34.99</b>



**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-C1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	HILADAS	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.1	39.8	32.9	40	39.7	33.9
2	39.3	39.7	32.5	40.2	39.1	33.6
3	39.6	40.3	32.4	40.3	40.1	33.8
4	39.3	40.1	32.3	40.4	40	33.9
5	39.2	39.8	32.5	40.4	39.2	33.3
6	39	39.7	32.8	39.9	39.6	33.8
7	39.2	39.6	32.4	40.1	39	33.5
8	39.5	40.2	32.3	40.2	40	33.7
9	39.2	40	32.2	40.3	39.9	33.8
10	39.1	39.7	32.4	40.3	39.1	33.2
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.25</b>	<b>39.89</b>	<b>32.47</b>	<b>40.21</b>	<b>39.57</b>	<b>33.65</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-C1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	HILADAS	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.3	40	33.1	40.2	39.9	34.1
2	39.5	39.9	32.7	40.4	39.3	33.8
3	39.8	40.5	32.6	40.5	40.3	34
4	39.5	40.3	32.5	40.6	40.2	34.1
5	39.4	40.5	32.7	40.6	39.4	33.5
6	38	39.9	33	40.1	39.8	34
7	39.4	39.8	32.6	39.8	39.2	33.7
8	39.7	40.4	32.5	40.4	40.2	33.9
9	39.4	40.2	33.5	40.5	40.1	34
10	40.1	39.9	32.6	40.2	39.3	33.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.41</b>	<b>40.14</b>	<b>32.78</b>	<b>40.33</b>	<b>39.77</b>	<b>33.85</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-C1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	HILADAS	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	38.6	39.3	32.4	39.5	39.2	33.4
2	38.8	39.2	32	39.7	38.6	33.1
3	39.1	39.8	31.9	39.8	39.6	33.3
4	38.8	39.6	31.8	39.9	39.5	33.4
5	38.7	39.3	32	39.9	38.7	32.8
6	38.5	39.2	32.3	39.4	39.1	33.3
7	38.7	39.1	31.9	39.6	38.5	33
8	39	39.7	31.8	39.7	39.5	33.2
9	38.7	39.5	31.7	39.8	39.4	33.3
10	38.6	39.2	31.9	39.8	38.6	32.7
<b>PROMEDIO</b>	<b>38.75</b>	<b>39.39</b>	<b>31.97</b>	<b>39.71</b>	<b>39.07</b>	<b>33.15</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-D1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.5cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	Hiladas	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.7	40.3	34.4	40.5	43.6	33.6
2	39.6	40.5	34.3	42.7	43.4	33.7
3	39.5	40.6	34.2	42.5	43.2	33.1
4	39.7	40.3	34.2	42.2	42.8	33.4
5	39.8	40.4	34.4	42.9	42.8	33.7
6	40	40.6	34.7	40.8	43.9	33.9
7	39.9	40.8	34.6	43	43.7	34
8	39.8	40.9	34.5	42.8	43.5	33.4
9	40	40.6	34.5	42.5	43.1	33.7
10	40.1	40.7	34.7	43.2	43.1	34
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.8</b>	<b>40.6</b>	<b>34.5</b>	<b>42.3</b>	<b>43.3</b>	<b>33.7</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-D2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.5cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	Hiladas	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.9	40.5	34.6	40.7	43.8	33.8
2	39.8	40.7	34.5	42.9	43.6	33.9
3	39.7	40.8	34.4	42.7	43.4	33.3
4	39.9	40.5	34.4	42.4	43	33.6
5	40	40.5	34.6	43.1	43	33.9
6	38.2	40.8	34.9	41	44.1	34.1
7	39.8	41	34.8	39.8	43.9	34.2
8	40	41.1	34.7	43	43.7	33.6
9	40.2	40.8	33.5	42.7	43.3	33.9
10	38.5	40.9	34.9	40.2	43.3	34.2
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.6</b>	<b>40.76</b>	<b>34.53</b>	<b>41.85</b>	<b>43.51</b>	<b>33.85</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-D3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.5cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	Hiladas	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.2	39.8	33.9	40	43.1	33.1
2	39.1	40	33.8	42.2	42.9	33.2
3	39	40.1	33.7	42	42.7	32.6
4	39.2	39.8	33.7	41.7	42.3	32.9
5	39.3	39.9	33.9	42.4	42.3	33.2
6	39.5	40.1	34.2	40.3	43.4	33.4
7	39.4	40.3	34.1	42.5	43.2	33.5
8	39.3	40.4	34	42.3	43	32.9
9	39.5	40.1	34	42	42.6	33.2
10	39.6	40.2	34.2	42.7	42.6	33.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.31</b>	<b>40.07</b>	<b>33.95</b>	<b>41.81</b>	<b>42.81</b>	<b>33.15</b>



**MEDICION ACUSTICA**

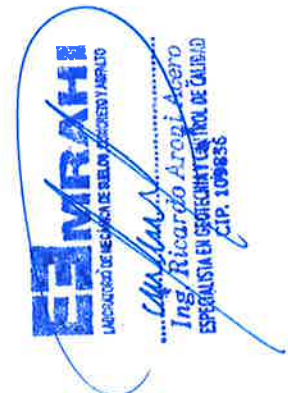
MUESTRA :	M-E1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	YESO(0.5cm)+TOTORA(1.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	Hiladas	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.1	39.8	32.4	44.7	30.6	32.2
2	39.3	39.7	32.7	44.3	38.3	32.5
3	39.6	40.3	32.1	44.4	39.1	32.7
4	39.3	40.1	32.7	43.7	37.7	32.4
5	39.2	39.8	32.5	43.9	37.9	32.5
6	39.4	40.1	32.7	45	30.9	32.5
7	39.6	40	33	44.6	38.6	32.8
8	39.9	40.6	32.4	44.7	39.4	33
9	39.6	40.4	33	44	38	32.7
10	39.5	40.1	32.8	44.2	38.2	32.8
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.5</b>	<b>40.1</b>	<b>32.6</b>	<b>44.4</b>	<b>36.9</b>	<b>32.6</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-E2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	YESO(0.5cm)+TOTORA(1.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	Hiladas	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	39.3	40	32.6	44.9	30.8	32.4
2	39.5	39.9	32.9	44.5	38.5	32.7
3	39.8	40.5	32.3	44.6	39.3	32.9
4	39.5	40.3	32.9	43.9	37.9	32.6
5	39.4	40.5	32.7	44.1	38.1	32.7
6	38.2	40.3	32.9	45.2	31.1	32.7
7	39.5	40.2	33.2	39.8	38.8	33
8	40.1	40.8	32.6	44.9	39.6	33.2
9	39.8	40.6	33.5	44.2	38.2	32.9
10	38.5	40.3	33	40.2	38.4	33
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.36</b>	<b>40.34</b>	<b>32.86</b>	<b>43.63</b>	<b>37.07</b>	<b>32.81</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	M-E3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	YESO(0.5cm)+TOTORA(1.0cm)+YESO(0.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	Hiladas	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	38.6	39.3	31.9	44.2	30.1	31.7
2	38.8	39.2	32.2	43.8	37.8	32
3	39.1	39.8	31.6	43.9	38.6	32.2
4	38.8	39.6	32.2	43.2	37.2	31.9
5	38.7	39.3	32	43.4	37.4	32
6	38.9	39.6	32.2	44.5	30.4	32
7	39.1	39.5	32.5	44.1	38.1	32.3
8	39.4	40.1	31.9	44.2	38.9	32.5
9	39.1	39.9	32.5	43.5	37.5	32.2
10	39	39.6	32.3	43.7	37.7	32.3
<b>PROMEDIO</b>	<b>38.95</b>	<b>39.59</b>	<b>32.13</b>	<b>43.85</b>	<b>36.37</b>	<b>32.11</b>





**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-A1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	KESANA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	38.4	38.4	35.5	42.2	40.9	33
2	37.1	37.8	35.2	41.4	40.3	32.6
3	37.8	37.3	35	41.7	40.5	32.3
4	36.2	37.4	35.4	41.9	40.7	32.9
5	36.1	37.9	35.4	41.5	40	32.2
6	36.7	37.3	34.7	40.6	39.3	33.9
7	36.9	37	34.8	41.8	40.7	32.7
8	36.5	37.2	35.3	40.1	40.8	32.5
9	36.9	37.2	34.8	40	41.1	32.5
10	38.4	37.5	34.7	40.8	40.3	32.8
<b>PROMEDIO</b>	<b>37.1</b>	<b>37.5</b>	<b>35.1</b>	<b>41.2</b>	<b>40.5</b>	<b>32.7</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-A2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	KESANA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	34.4	35	36.2	39.5	44.5	33.2
2	34.1	34	36.3	38.9	44.5	33.5
3	34.2	34	36.4	39.8	42.9	34.2
4	34.3	33.9	36.4	37.7	43.7	32.9
5	34.2	34.4	36.3	39.8	44	32.8
6	34.1	34.1	36.2	39.8	42.6	3.1
7	34.1	34.1	36.2	40	43.7	33
8	34	34.2	36.1	39.9	44.5	32.9
9	34	34.2	36.2	40.2	42.9	32.6
10	34.2	34.2	36.4	39.9	43.8	33
<b>PROMEDIO</b>	<b>34.16</b>	<b>34.21</b>	<b>36.27</b>	<b>39.55</b>	<b>43.71</b>	<b>30.12</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-A3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	KESANA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	35.7	30.9	37.2	45.4	38.7	33.1
2	35.2	30.3	37.5	45.8	38.6	32.6
3	34.2	30.2	37.3	46.1	39.2	32.1
4	31.6	30.9	37.3	46.8	39.9	31.9
5	30.7	30.6	37.6	45.6	40.9	32.2
6	31.6	31.3	37.4	45.4	40	32.7
7	31.1	30.6	37.5	46.9	39.4	32.9
8	31	30.4	37.5	45.6	40.6	32.4
9	30.7	30.3	37.7	45.6	39.9	33.1
10	31.7	30.5	37.5	46	38.7	33
<b>PROMEDIO</b>	<b>32.35</b>	<b>30.6</b>	<b>37.45</b>	<b>45.92</b>	<b>39.59</b>	<b>32.6</b>



**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-B1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	KESANA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	36.7	38.4	37.1	42.2	43.6	34.1
2	36.9	37.1	35.1	42.1	43.4	33.4
3	38.9	37.5	35.1	42.3	43.2	32.8
4	37.8	37.1	35.4	42.1	42.8	32.7
5	37.1	36.2	36.3	42.3	42.8	34.1
6	35.6	36.2	36.3	42	43.9	33.9
7	35	37	35.4	41.7	43.7	33.5
8	36	36.4	36.4	41.6	43.5	32.7
9	37.2	36	34.7	41.9	43.1	33
10	36.8	37.1	35.8	42.5	43.1	34.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>36.8</b>	<b>36.9</b>	<b>35.8</b>	<b>42.1</b>	<b>43.3</b>	<b>33.5</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-B2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	KESANA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	37.4	36.8	37.9	43.9	45.9	34.3
2	36.4	36.6	36.5	44.7	46.9	32.3
3	35.5	36.8	36	44.3	46.3	32
4	35.3	36.3	35.5	42.6	46.4	31.7
5	35.1	36.7	35.7	42.1	47.3	31.6
6	35.4	35.9	35.5	44	47.1	31.4
7	35.7	35.3	35.3	44.7	47.9	31.5
8	35.2	35.5	33.9	45	46.3	31.4
9	34.9	35.6	34.6	44.7	46.5	31.5
10	34.7	36.8	35.3	44.4	47.1	31.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>35.56</b>	<b>36.23</b>	<b>35.62</b>	<b>44.04</b>	<b>46.77</b>	<b>31.92</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-B3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm			TIPO :	KESANA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	36.7	38.1	37.6	44	43.1	32.7
2	36.6	38.1	37.8	43.1	44.7	32.1
3	36.3	38	37.5	43.1	43.5	31.8
4	37.1	38.2	37.9	43.5	42.5	33.9
5	37	38.4	37.8	43.1	43.8	33.4
6	36.7	38.3	37	43.3	44.5	32.1
7	36.8	38.2	37.2	43.6	42.3	31.6
8	36.8	38.1	37.2	43.5	41.9	31.2
9	36.9	38.1	37.7	43.2	44.5	32.2
10	37.1	37.9	37.8	43.5	43.7	35.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>36.8</b>	<b>38.14</b>	<b>37.55</b>	<b>43.39</b>	<b>43.45</b>	<b>32.64</b>





**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-C1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	HILADAS	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	33	39.1	36.3	46.3	42.4	30.3
2	33.9	38.9	36.4	46	41.1	30.1
3	33.6	38.9	36.8	46.5	41.1	36.5
4	34.2	38.5	36.9	46.3	41.4	30.5
5	34.4	38.7	36.9	46.4	40.6	30.5
6	34.3	38.7	36.8	46.3	40.7	30.7
7	33.9	38.6	36.7	46.3	42.3	31
8	33.8	38.3	36.5	45.8	40.5	30.6
9	33.6	38.5	36.9	46.2	40.7	30.7
10	33.7	38.6	36.7	46.2	42.3	31.2
<b>PROMEDIO</b>	<b>33.8</b>	<b>38.7</b>	<b>36.7</b>	<b>46.2</b>	<b>41.3</b>	<b>31.2</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-C2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	HILADAS	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	33.9	37.9	36.35	40.3	42.4	30.3
2	33.3	38.1	35.5	41.3	41.7	30
3	33.4	37.4	35.6	42.5	43.1	30
4	33.4	38.1	35.5	43	42.3	29.7
5	34.6	38	35.4	42	41.4	24.4
6	33.6	37.9	35.2	41.9	42.4	29.6
7	33.6	37.7	35.4	42.6	42.1	30
8	33.8	37.8	35.4	42.8	41.9	29.4
9	33.5	38.2	36.3	42.2	40.5	30
10	34.6	38.1	35.2	42.5	40.9	30.3
<b>PROMEDIO</b>	<b>33.77</b>	<b>37.92</b>	<b>35.585</b>	<b>42.11</b>	<b>41.87</b>	<b>56.64</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-C3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(2.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm			TIPO :	HILADAS	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	32.5	38.6	35.8	45.8	41.9	29.8
2	33.4	38.4	35.9	45.5	40.6	29.6
3	33.1	38.4	36.3	46	40.6	36
4	33.7	38	36.4	45.8	40.9	30
5	33.9	38.2	36.4	45.9	40.1	30
6	33.8	38.2	36.3	45.8	40.2	30.2
7	33.4	38.1	36.2	45.8	41.8	30.5
8	33.3	37.8	36	45.3	40	30.1
9	33.1	38	36.4	45.7	40.2	30.2
10	33.2	38.1	36.2	45.7	41.8	30.7
<b>PROMEDIO</b>	<b>33.34</b>	<b>38.18</b>	<b>36.19</b>	<b>45.73</b>	<b>40.81</b>	<b>30.71</b>



**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-D1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	1.5			TIPO :	HILADA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	35.4	37.2	41.1	51.5	47.5	30
2	34.6	37	39.3	51.2	47.3	30.3
3	34.7	36.8	39.2	51.5	47.2	30.6
4	35	36.9	39	51.3	45.7	31.4
5	34.8	36.1	39	51.4	46.2	30.7
6	36	36.2	38	51.5	47.2	31.4
7	35.2	36.3	39.2	51.4	46.9	30.5
8	34.9	36.3	39.4	51.3	46.2	30.9
9	34.7	36.9	39.2	51.5	46	30
10	34.8	36.3	39.4	51.3	46.5	30
<b>PROMEDIO</b>	<b>35.0</b>	<b>36.6</b>	<b>39.3</b>	<b>51.4</b>	<b>46.7</b>	<b>30.6</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-D2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	1.5			TIPO :	HILADA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	36.3	36.4	44.4	50.6	41.2	30
2	36.2	36	43.7	50.2	41.6	32
3	36.1	36.2	44	50.5	40.6	32.1
4	36.3	36.4	45.3	50.4	41.6	32.6
5	36.5	35.5	43.7	50.3	39.9	32.4
6	36.7	36.2	43.8	50.4	41.6	32.6
7	36.5	36.5	43.9	50.4	41.2	32.3
8	36.5	36.3	45.5	50.3	40.6	32.1
9	36.3	36.8	43.5	50.4	41.6	32.1
10	36.4	36	44.3	50.6	40.8	32.6
<b>PROMEDIO</b>	<b>36.38</b>	<b>36.23</b>	<b>44.21</b>	<b>50.41</b>	<b>41.07</b>	<b>32.08</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-D3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.5cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	1.5			TIPO :	HILADA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	34.4	36.4	39.5	50.6	44.4	29
2	34.5	35.7	39.8	50.2	44.7	30.8
3	34.3	36.4	39.8	50.5	44.3	30.9
4	34.1	35.5	40	50.4	44.1	31.2
5	34.3	35	39.9	50.3	44.5	30.3
6	34.9	34	40.2	50.4	45.3	30.6
7	34.7	36.2	40	50.4	45	30.1
8	34.4	35.9	39.9	50.3	44.2	31.8
9	34.9	35.5	39.8	50.4	46.5	30.5
10	34.5	35.9	39.5	50.6	45.2	30.6
<b>PROMEDIO</b>	<b>34.5</b>	<b>35.65</b>	<b>39.84</b>	<b>50.41</b>	<b>44.82</b>	<b>30.58</b>



**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-E1			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	1			TIPO :	HICALINA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	34.7	37.7	40.8	51.3	47.2	31.3
2	35.1	37.3	40.9	51.2	47.2	31.4
3	35.1	37.3	40.7	51.7	47.5	31.5
4	34.9	36.8	40.5	52	47.2	31.7
5	35.6	36.5	40.8	51.9	46.9	31.7
6	35.4	36.5	40.8	52	47.1	31.6
7	35.5	36.4	40.8	51.9	47	31.8
8	35.5	36.3	40.6	51.3	46.8	31.5
9	35	36.2	40.8	51.7	47.3	31.4
10	35.2	36.5	40.6	52	46.8	31.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>35.2</b>	<b>36.8</b>	<b>40.7</b>	<b>51.7</b>	<b>47.1</b>	<b>31.5</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-E2			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	1			TIPO :	HICALINA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	35.2	36.4	44.5	50.7	44.5	30.2
2	35.7	36.8	44.5	50.2	44	29.6
3	35.3	36.9	44.7	50.9	44	29.1
4	35.6	36.8	44.2	50.2	44.6	29.2
5	35.8	37	44.3	50.3	44.7	29.6
6	35.7	36.9	44.3	50	44.6	29.9
7	35.7	36.6	44	50.3	44.6	30.1
8	35.2	36.6	44.1	50.1	45.9	29.9
9	35.2	36.4	43	50.4	43.9	29.9
10	35.8	36.3	44.9	50.5	46.6	29.9
<b>PROMEDIO</b>	<b>35.52</b>	<b>36.9</b>	<b>44.25</b>	<b>50.36</b>	<b>44.74</b>	<b>29.74</b>

**MEDICION ACUSTICA**

MUESTRA :	T-E3			FECHA :	14/06/2022	
MATERIAL :	TOTORA(1.0cm)			LUGAR :	Laboratorio de suelos	
ESPESOR DE MUESTRA:	1			TIPO :	HICALINA	
N°	FRECUENCIA Hz					
	250	500	1000	2000	4000	8000
1	32.6	38.2	40.6	50.3	47.4	31.7
2	32.4	37.4	40.5	50.5	46.9	30.9
3	32.4	37.2	40.7	50.4	46.8	29.5
4	32.5	37.1	40.2	50.8	46.2	29.7
5	32.4	37.5	40.3	50.6	46.7	29.6
6	33.1	37.1	40.5	50.5	46.3	31.2
7	32.9	37.3	40.2	50.5	46.2	30.8
8	33.8	37.2	40.1	50.3	46.5	29.1
9	33.5	37	40.3	50.7	46	29.8
10	32.9	36.8	40.4	50.5	45.5	29.1
<b>PROMEDIO</b>	<b>32.85</b>	<b>37.28</b>	<b>40.38</b>	<b>50.51</b>	<b>46.45</b>	<b>30.14</b>



**ANEXO No 05: RESULTADOS DE ENSAYOS DE AISLAMIENTO  
TERMICO**



**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 1**
**Material:** Tatora -Kesana **E=** 0.025m  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 15/06/2022

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.025  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.018

0.75

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	29.81	10	3.0	4.97E-05	16.60	0.0160	0.265	0.0039	0.06514
2	30.00	10	3.0	5.00E-05	16.70	0.0160	0.267	0.0039	0.06555
3	29.25	10	2.9	4.88E-05	16.28	0.0160	0.260	0.0039	0.06391
4	30.38	10	3.0	5.06E-05	16.91	0.0160	0.270	0.0039	0.06637
5	28.69	10	2.9	4.78E-05	15.97	0.0160	0.255	0.0039	0.06268
<b>PROMEDIO</b>							0.263		0.065

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 2**
**Material:** Tatora -Kesana **E=** 0.025m  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 15/06/2022

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.025  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.018

0.75

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	31	10	3.1	5.17E-05	17.26	0.0156	0.269	0.0038	0.06618
2	26.27	10	2.6	4.38E-05	14.62	0.0156	0.228	0.0038	0.05608
3	30	10	3.0	5.00E-05	16.70	0.0156	0.261	0.0038	0.06405
4	31.5	10	3.2	5.25E-05	17.54	0.0156	0.274	0.0038	0.06725
5	34.5	10	3.5	5.75E-05	19.21	0.0156	0.300	0.0038	0.07365
<b>PROMEDIO</b>							0.266		0.065

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 3**
**Material:** Tatora -Kesana **E=** 0.025m  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 15/06/2022

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.025  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.018

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	25	10	2.5	4.17E-05	13.92	0.0156	0.217	0.0038	0.05335
2	30	10	3	5.00E-05	16.70	0.0156	0.261	0.0038	0.06405
3	28.9	10	2.89	4.82E-05	16.09	0.0156	0.251	0.0038	0.06170
4	35	10	3.5	5.83E-05	19.48	0.0156	0.304	0.0038	0.07472
5	38	10	3.8	6.33E-05	21.15	0.0156	0.330	0.0038	0.08113
<b>PROMEDIO</b>							0.272		0.067


**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 Ing. Ricardo Aroqui Aeero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.I.P. 109496

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 1**

Material: Totorá - Kesana E= 0.020m  
 Fecha de Realización del ensayo 15/06/2022

Coefficiente de fusión del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.02  
 Variación de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m²) A= 0.023

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	50.7	10	5.1	8.44E-05	28.20	0.0098	0.276	0.0024	0.06772
2	54.7	10	5.5	9.11E-05	30.43	0.0098	0.297	0.0024	0.07307
3	50.0	10	5.0	8.33E-05	27.83	0.0098	0.272	0.0024	0.06683
4	64.0	10	6.4	1.07E-04	35.63	0.0098	0.348	0.0024	0.08554
5	65.0	10	6.5	1.08E-04	36.18	0.0098	0.354	0.0024	0.08688
<b>PROMEDIO</b>							0.309		<b>0.076</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 2**

Material: Totorá - Kesana E= 0.020m  
 Fecha de Realización del ensayo 15/06/2022

Coefficiente de fusión del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.02  
 Variación de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m²) A= 0.024

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	35.00	10	3.5	5.83E-05	19.48	0.0093	0.181	0.0023	0.04437
2	43.00	10	4.3	7.17E-05	23.94	0.0093	0.222	0.0023	0.05451
3	56.00	10	5.6	9.33E-05	31.17	0.0093	0.289	0.0023	0.07099
4	64.00	10	6.4	1.07E-04	35.63	0.0093	0.330	0.0023	0.08113
5	69.00	10	6.9	1.15E-04	38.41	0.0093	0.356	0.0023	0.08747
<b>PROMEDIO</b>							0.275		<b>0.068</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 3**

Material: Totorá - Kesana E= 0.020m  
 Fecha de Realización del ensayo 15/06/2022

Coefficiente de fusión del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.02  
 Variación de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m²) A= 0.025

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	48.0	10	4.8	8.00E-05	26.72	0.0090	0.241	0.0022	0.05932
2	45.0	10	4.5	7.50E-05	25.05	0.0090	0.226	0.0023	0.05705
3	50.0	10	5	8.33E-05	27.83	0.0090	0.251	0.0023	0.06339
4	54.0	10	5.4	9.00E-05	30.06	0.0090	0.272	0.0023	0.06846
5	60.0	10	6	1.00E-04	33.40	0.0090	0.302	0.0023	0.07606
<b>PROMEDIO</b>							0.258		<b>0.065</b>



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Ing. Ricardo Arce Acero*

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 189835

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 1**
**Material:** Totorá -Hiladas **E=** 0.020m  
**Fecha de Realización del ensayo** 16/06/2022

 Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.02  
 Variación de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C **362.15 °K**  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) **A=** 0.031

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	54	10	5.4	9.00E-05	30.06	0.0073	0.220	0.0018	0.05412
2	58	10	5.8	9.67E-05	32.29	0.0073	0.237	0.0018	0.05813
3	64	10	6.4	1.07E-04	35.63	0.0073	0.261	0.0018	0.06414
4	65	10	6.5	1.08E-04	36.18	0.0073	0.265	0.0018	0.06514
5	70	10	7	1.17E-04	38.97	0.0073	0.285	0.0018	0.07015
<b>PROMEDIO</b>							0.254		<b>0.062</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 2**
**Material:** Totorá -Hiladas **E=** 0.020m  
**Fecha de Realización del ensayo** 16/06/2022

 Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.02  
 Variación de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C **362.15 °K**  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) **A=** 0.030

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	42.0	10	4.2	7.00E-05	23.38	0.0074	0.173	0.0018	0.04261
2	58.0	10	5.8	9.67E-05	32.29	0.0074	0.239	0.0018	0.05885
3	64.0	10	6.4	1.07E-04	35.63	0.0074	0.264	0.0018	0.06493
4	63.0	10	6.3	1.05E-04	35.07	0.0074	0.260	0.0018	0.06392
5	69.0	10	6.9	1.15E-04	38.41	0.0074	0.285	0.0018	0.07001
<b>PROMEDIO</b>							0.244		<b>0.060</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 3**
**Material:** Totorá -Hiladas **E=** 0.020m  
**Fecha de Realización del ensayo** 16/06/2022

 Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.02  
 Variación de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C **362.15 °K**  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) **A=** 0.027

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	45.0	10	4.5	7.50E-05	25.05	0.0083	0.208	0.0020	0.05124
2	52.0	10	5.2	8.67E-05	28.95	0.0083	0.241	0.0018	0.05276
3	58.0	10	5.8	9.67E-05	32.29	0.0083	0.269	0.0018	0.05885
4	65.0	10	6.5	1.08E-04	36.18	0.0083	0.301	0.0018	0.06595
5	74.0	10	7.4	1.23E-04	41.19	0.0083	0.343	0.0018	0.07508
<b>PROMEDIO</b>							0.272		<b>0.061</b>


**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Araní Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 1**
**Material:** Tatora -Hiladas **E=** 0.015m  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 16/06/2022

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.015  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C **362.15 °K**  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.026

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	46	10	4.6	7.67E-05	25.61	0.0065	0.166	0.0016	0.04079
2	69	10	6.9	1.15E-04	38.41	0.0065	0.249	0.0016	0.06119
3	85	10	8.5	1.42E-04	47.32	0.0065	0.307	0.0016	0.07538
4	79	10	7.9	1.32E-04	43.98	0.0065	0.285	0.0016	0.07006
5	91	10	9.1	1.52E-04	50.66	0.0065	0.328	0.0016	0.08070
<b>PROMEDIO</b>							0.267		<b>0.066</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 2**
**Material:** Tatora -Hiladas **E=** 0.015m  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 16/06/2022

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.015  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C **362.15 °K**  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.026

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	49	10	4.9	8.17E-05	27.28	0.0065	0.177	0.0016	0.04345
2	54	10	5.4	9.00E-05	30.06	0.0065	0.195	0.0016	0.04789
3	79.35	10	7.935	1.32E-04	44.17	0.0065	0.286	0.0016	0.07037
4	75.3	10	7.53	1.26E-04	41.92	0.0065	0.272	0.0016	0.06678
5	91	10	9.1	1.52E-04	50.66	0.0065	0.328	0.0016	0.08070
<b>PROMEDIO</b>							0.252		<b>0.062</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 3**
**Material:** Tatora -Hiladas **E=** 0.015m  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 16/06/2022

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.015  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C **362.15 °K**  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.026

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	49.0	10	4.9	8.17E-05	27.28	0.0065	0.177	0.0016	0.04345
2	70.0	10	7	1.17E-04	38.97	0.0065	0.253	0.0016	0.06208
3	81.0	10	8.1	1.35E-04	45.09	0.0065	0.292	0.0016	0.07183
4	81.0	10	8.1	1.35E-04	45.09	0.0065	0.292	0.0016	0.07183
5	95.0	10	9.5	1.58E-04	52.88	0.0065	0.343	0.0016	0.08425
<b>PROMEDIO</b>							0.271		<b>0.067</b>


**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroji Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836



**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 1**
**Material:** Tatora -Hiladas **E=** 0.010m

**Fecha de Realizacion del ensayo** 17/06/2022

Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.01  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.022

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	95.00	10	9.50	1.58E-04	52.88	0.0051	0.269	0.0012	0.06608
2	180.00	10	18.00	3.00E-04	100.20	0.0051	0.509	0.0012	0.12519
3	98.00	10	9.80	1.63E-04	54.55	0.0051	0.277	0.0012	0.06816
4	78.00	10	7.80	1.30E-04	43.42	0.0051	0.221	0.0012	0.05425
5	80.00	10	8.00	1.33E-04	44.53	0.0051	0.226	0.0012	0.05564
<b>PROMEDIO</b>							0.301		<b>0.074</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 2**
**Material:** Tatora -Hiladas **E=** 0.010m

**Fecha de Realizacion del ensayo** 17/06/2022

Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.01  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.022

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	99.75	10	9.975	1.66E-04	55.53	0.0051	0.284	0.0013	0.06969
2	90.5	10	9.05	1.51E-04	50.38	0.0051	0.257	0.0013	0.06323
3	98	10	9.8	1.63E-04	54.55	0.0051	0.279	0.0013	0.06847
4	102.3	10	10.23	1.71E-04	56.95	0.0051	0.291	0.0013	0.07148
5	94.7	10	9.47	1.58E-04	52.72	0.0051	0.269	0.0013	0.06617
<b>PROMEDIO</b>							0.276		<b>0.068</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 3**
**Material:** Tatora -Hiladas **E=** 0.010m

**Fecha de Realizacion del ensayo** 17/06/2022

Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.01  
 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) **A=** 0.023

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	103.00	10	10.3	1.72E-04	57.34	0.0049	0.280	0.0012	0.06884
2	129.10	10	12.91	2.15E-04	71.87	0.0049	0.351	0.0013	0.09020
3	120.54	10	12.054	2.01E-04	67.10	0.0049	0.328	0.0013	0.08422
4	115.12	10	11.512	1.92E-04	64.08	0.0049	0.313	0.0013	0.08043
5	145.54	10	14.554	2.43E-04	81.02	0.0049	0.396	0.0013	0.10169
<b>PROMEDIO</b>							0.334		<b>0.085</b>



**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 1**

**Material:** Totorá - Kesana **E=** 0.025  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realización del ensayo** 11/07/2022

Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.03  
 Variación de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) **A=** 0.013

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	17.00	10	1.7	2.83E-05	9.46	0.0262	0.248	0.0064	0.06092
2	18.00	10	1.8	3.00E-05	10.02	0.0262	0.262	0.0064	0.06450
3	19.00	10	1.9	3.17E-05	10.58	0.0262	0.277	0.0064	0.06809
4	15.00	10	1.5	2.50E-05	8.35	0.0262	0.219	0.0064	0.05375
5	18.00	10	1.8	3.00E-05	10.02	0.0262	0.262	0.0064	0.06450
<b>PROMEDIO</b>							0.254		<b>0.062</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 2**

**Material:** Totorá - Kesana **E=** 0.025  
**Fecha de Realización del ensayo** 11/07/2022  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara

Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.03  
 Variación de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) **A=** 0.013

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	16.66	10	1.666	2.78E-05	9.27	0.0262	0.243	0.0064	0.05970
2	17.64	10	1.764	2.94E-05	9.82	0.0262	0.257	0.0064	0.06321
3	18.62	10	1.862	3.10E-05	10.37	0.0262	0.272	0.0064	0.06673
4	14.7	10	1.47	2.45E-05	8.18	0.0262	0.214	0.0064	0.05268
5	17.64	10	1.764	2.94E-05	9.82	0.0262	0.257	0.0064	0.06321
<b>PROMEDIO</b>							0.249		<b>0.061</b>

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA N° 3**

**Material:** Totorá - Kesana **E=** 0.025  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realización del ensayo** 11/07/2022

Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.03  
 Variación de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) **A=** 0.013

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	18.33	10	1.8326	3.05E-05	10.20	0.0262	0.267	0.0064	0.06567
2	19.40	10	1.9404	3.23E-05	10.80	0.0262	0.283	0.0064	0.06954
3	17.50	10	1.75	2.92E-05	9.74	0.0262	0.255	0.0064	0.06271
4	16.17	10	1.617	2.70E-05	9.00	0.0262	0.236	0.0064	0.05795
5	14.24	10	1.424	2.37E-05	7.93	0.0262	0.208	0.0064	0.05103
<b>PROMEDIO</b>							0.250		<b>0.061</b>



**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.P. 109836

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA 1**

**Material:** Totora -Kesana E= 0.02  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 12/07/2022

Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.025  
 Variacion de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) A= 0.015

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	22	10	2.2	3.67E-05	12.25	0.0193	0.237	0.0048	0.05820
2	21.00	10	2.10	3.50E-05	11.69	0.0193	0.226	0.0048	0.05555
3	22.00	10	2.20	3.67E-05	12.25	0.0193	0.237	0.0048	0.05820
4	23.00	10	2.30	3.83E-05	12.80	0.0193	0.248	0.0048	0.06084
5	21.00	10	2.10	3.50E-05	11.69	0.0193	0.226	0.0048	0.05555
<b>PROMEDIO</b>							0.235		0.058

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA 2**

**Material:** Totora -Kesana E= 0.02  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 12/07/2022

Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.025  
 Variacion de la temperatura (°C) ΔT= 89.000 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) A= 0.014526724

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	27.28	10	2.728	4.55E-05	15.19	0.0193	0.294	0.0048	0.07216
2	26.04	10	2.604	4.34E-05	14.50	0.0193	0.226	0.0048	0.04444
3	27.28	10	2.728	4.55E-05	15.19	0.0193	0.237	0.0048	0.04656
4	28.52	10	2.852	4.75E-05	15.88	0.0193	0.248	0.0048	0.04867
5	26.04	10	2.604	4.34E-05	14.50	0.0193	0.226	0.0048	0.04444
<b>PROMEDIO</b>							0.246		0.051

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA 3**

**Material:** Totora -Kesana E= 0.02  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realizacion del ensayo** 12/07/2022

Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.025  
 Variacion de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Area de contacto (m2) A= 0.015

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	26.73	10	2.67344	4.46E-05	14.88	0.0193	0.288	0.0048	0.07072
2	25.52	10	2.55192	4.25E-05	14.21	0.0193	0.275	0.0048	0.06751
3	26.73	10	2.67344	4.46E-05	14.88	0.0193	0.288	0.0048	0.07072
4	27.95	10	2.79496	4.66E-05	15.56	0.0193	0.301	0.0048	0.07394
5	25.52	10	2.55192	4.25E-05	14.21	0.0193	0.275	0.0048	0.06751
<b>PROMEDIO</b>							0.285		0.070



**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 1**
**Material:** Totorá -Hiladas **E=** 0.02  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realización del ensayo** 13/07/2022

**Coeficiente de fusión del hielo (J/kg)** **Lf=** 3.34E+05  
**Espesor de la muestra (m)** **Δx=** 0.025  
**Variación de la temperatura (°C)** **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
**Área de contacto (m<sup>2</sup>)** **A=** 0.014

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	19.84	10	1.98	3.31E-05	11.04	0.0196	0.217	0.0048	0.05326
2	20.00	10	2.00	3.33E-05	11.13	0.0196	0.218	0.0048	0.05369
3	14.32	10	1.43	2.39E-05	7.97	0.0196	0.156	0.0048	0.03844
4	25.00	10	2.50	4.17E-05	13.92	0.0196	0.273	0.0048	0.06712
5	18.00	10	1.80	3.00E-05	10.02	0.0196	0.197	0.0048	0.04832
<b>PROMEDIO</b>							0.212		0.052

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 2**
**Material:** Totorá -Hiladas **E=** 0.02  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realización del ensayo** 13/07/2022

**Coeficiente de fusión del hielo (J/kg)** **Lf=** 3.34E+05  
**Espesor de la muestra (m)** **Δx=** 0.025  
**Variación de la temperatura (°C)** **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
**Área de contacto (m<sup>2</sup>)** **A=** 0.014

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	20.33	10	2.03	3.39E-05	11.32	0.0196	0.222	0.0048	0.05458
2	18.40	10	1.84	3.07E-05	10.24	0.0196	0.201	0.0048	0.04940
3	20.00	10	2.00	3.33E-05	11.13	0.0196	0.218	0.0048	0.05369
4	17.51	10	1.75	2.92E-05	9.75	0.0196	0.191	0.0048	0.04701
5	18.00	10	1.80	3.00E-05	10.02	0.0196	0.197	0.0048	0.04832
<b>PROMEDIO</b>							0.206		0.051

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 3**
**Material:** Totorá -Hiladas **E=** 0.02  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realización del ensayo** 13/07/2022

**Coeficiente de fusión del hielo (J/kg)** **Lf=** 3.34E+05  
**Espesor de la muestra (m)** **Δx=** 0.025  
**Variación de la temperatura (°C)** **ΔT=** 89 °C 362.15 °K  
**Área de contacto (m<sup>2</sup>)** **A=** 0.014

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	18.62	10	1.86	3.10E-05	10.37	0.0196	0.203	0.0048	0.04999
2	19.24	10	1.92	3.21E-05	10.71	0.0196	0.210	0.0048	0.05165
3	26.46	10	2.65	4.41E-05	14.73	0.0196	0.289	0.0048	0.07104
4	24.00	10	2.40	4.00E-05	13.36	0.0196	0.262	0.0048	0.06443
5	18.00	10	1.80	3.00E-05	10.02	0.0196	0.197	0.0048	0.04832
<b>PROMEDIO</b>							0.232		0.057

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 1**
**Material:** Totora -Hicalina **E=** 0.01

**Fecha de Realizacion del ensayo** 13/07/2022

**Revestimiento yeso:** 0.5cm dos caras

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05

 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.02

 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K

 Area de contacto (m2) **A=** 0.015

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	20.25	10	2.025	3.38E-05	11.27	0.0155	0.174	0.0038	0.04285
2	29.25	10	2.925	4.88E-05	16.28	0.0155	0.252	0.0038	0.06190
3	36.75	10	3.675	6.13E-05	20.46	0.0155	0.316	0.0038	0.07777
4	36	10	3.6	6.00E-05	20.04	0.0155	0.310	0.0038	0.07619
5	39.75	10	3.975	6.63E-05	22.13	0.0155	0.342	0.0038	0.08412
<b>PROMEDIO</b>							0.279		0.069

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 2**
**Material:** Totora -Hicalina **E=** 0.01

**Fecha de Realizacion del ensayo** 13/07/2022

**Revestimiento yeso:** 0.5cm dos caras

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05

 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.02

 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K

 Area de contacto (m2) **A=** 0.015

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	23.49	10	2.349	3.92E-05	13.08	0.0155	0.202	0.0038	0.04971
2	33.93	10	3.393	5.66E-05	18.89	0.0155	0.292	0.0038	0.07180
3	28	10	2.8	4.67E-05	15.59	0.0155	0.241	0.0038	0.05926
4	31.5	10	3.15	5.25E-05	17.54	0.0155	0.271	0.0038	0.06666
5	38.5	10	3.85	6.42E-05	21.43	0.0155	0.332	0.0038	0.08148
<b>PROMEDIO</b>							0.268		0.066

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA No: 3**
**Material:** Totora -Hicalina **E=** 0.01

**Fecha de Realizacion del ensayo** 13/07/2022

**Revestimiento yeso:** 0.5cm dos caras

 Coeficiente de fusion del hielo (J/kg) **Lf=** 3.34E+05

 Espesor de la muestra (m) **Δx=** 0.02

 Variacion de la temperatura (°C) **ΔT=** 89 °C 362.15 °K

 Area de contacto (m2) **A=** 0.015

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	21.6	10	2.16	3.60E-05	12.02	0.0155	0.186	0.0038	0.04571
2	31.2	10	3.12	5.20E-05	17.37	0.0155	0.269	0.0038	0.06603
3	39.2	10	3.92	6.53E-05	21.82	0.0155	0.338	0.0038	0.08296
4	38.4	10	3.84	6.40E-05	21.38	0.0155	0.331	0.0038	0.08126
5	42.4	10	4.24	7.07E-05	23.60	0.0155	0.365	0.0038	0.08973
<b>PROMEDIO</b>							0.298		0.073

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA I 1**

**Material:** Totorá -Hiladas E= 0.01  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realización del ensayo** 14/07/2022

Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.015  
 Variación de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) A= 0.012

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	27.5	10	2.75	4.58E-05	15.31	0.0137	0.210	0.0034	0.05167
2	32.0	10	3.20	5.33E-05	17.81	0.0137	0.245	0.0034	0.06012
3	32.0	10	3.20	5.33E-05	17.81	0.0137	0.245	0.0034	0.06012
4	32.0	10	3.20	5.33E-05	17.81	0.0137	0.245	0.0034	0.06012
5	32.0	10	3.20	5.33E-05	17.81	0.0137	0.245	0.0034	0.06012
PROMEDIO							0.238		0.058

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA I 2**

**Material:** Totorá -Hicalina E= 0.01  
**Fecha de Realización del ensayo** 14/07/2022  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm dos caras

Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.015  
 Variación de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) A= 0.012

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	28.9	10	2.8875	4.81E-05	16.07	0.0137	0.221	0.0034	0.05425
2	34.0	10	3.4	5.67E-05	18.93	0.0137	0.260	0.0034	0.06388
3	32.8	10	3.28	5.47E-05	18.26	0.0137	0.251	0.0034	0.06163
4	33.8	10	3.378	5.63E-05	18.80	0.0137	0.258	0.0034	0.06347
5	32.3	10	3.225	5.38E-05	17.95	0.0137	0.247	0.0034	0.06059
PROMEDIO							0.247		0.061

**ENSAYO DE AISLAMIENTO TERMICO**
**MUESTRA I 3**

**Material:** Totorá -Kesana E= 0.01  
**Revestimiento yeso:** 0.5cm una cara  
**Fecha de Realización del ensayo** 14/07/2022

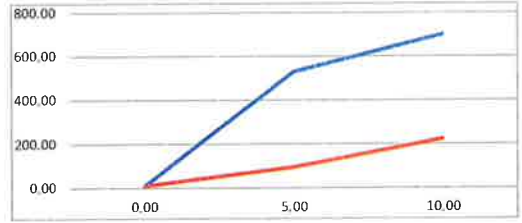
Coeficiente de fusión del hielo (J/kg) Lf= 3.34E+05  
 Espesor de la muestra (m) Δx= 0.015  
 Variación de la temperatura (°C) ΔT= 89 °C 362.15 °K  
 Área de contacto (m<sup>2</sup>) A= 0.012

MEDIDA	Δm(gr)	Δtiempo (min)	Δm/Δtiempo (gr/min)	Δm/Δtiempo (Kg/s)	ΔQ/Δtiempo (watt)	Δx/A*ΔT (m-1°C-1)	K (W/m°C)	Δx/A*ΔT (m-1°K-1)	K (W/m°K)
1	31.8	10	3.17625	5.29E-05	17.68	0.0137	0.243	0.0034	0.05968
2	33.2	10	3.32	5.53E-05	18.48	0.0137	0.254	0.0034	0.06238
3	32.9	10	3.29	5.48E-05	18.31	0.0137	0.252	0.0034	0.06181
4	31.5	10	3.154	5.26E-05	17.56	0.0137	0.241	0.0034	0.05926
5	30.0	10	3	5.00E-05	16.70	0.0137	0.229	0.0034	0.05636
PROMEDIO							0.244		0.060

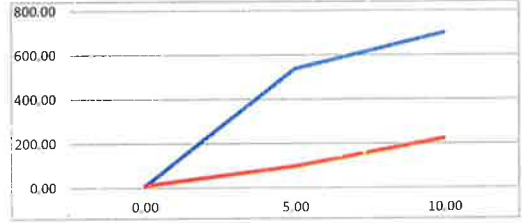
**ANEXO No 06: RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA AL FUEGO**

**RESISTENCIA AL FUEGO**

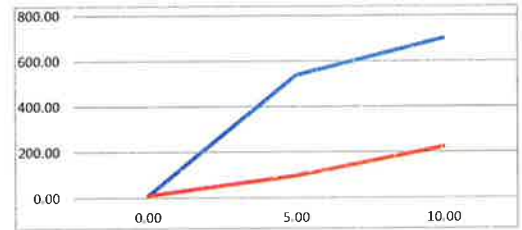
MUESTRA :	T-A1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	Kesana
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0.00	12.70	12.90
	5.00	534.00	98.00
	10.00	704.00	226.00
RADIO DE QUEMADURA		6.5	



MUESTRA :	T-A1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	Kesana
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0.00	12.00	12.50
	5.00	542.00	100.00
	10.00	704.00	226.00
RADIO DE QUEMADURA		6.3	



MUESTRA :	T-A1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	Kesana
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0	12.45	12.9
	5	534	91
	10	711	234
RADIO DE QUEMADURA		6.25	

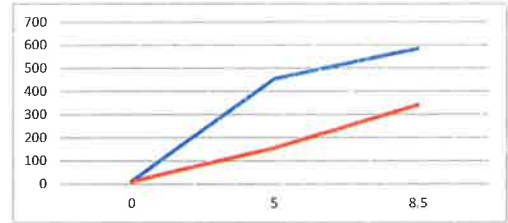


  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
*cuatrecasas*  
**Ing. Ricardo Aropi Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.I.P. 109836

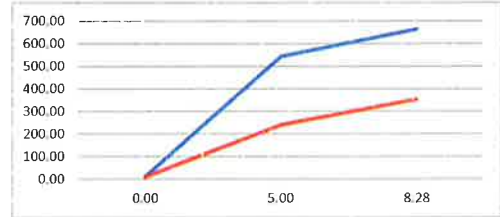


**RESISTENCIA AL FUEGO**

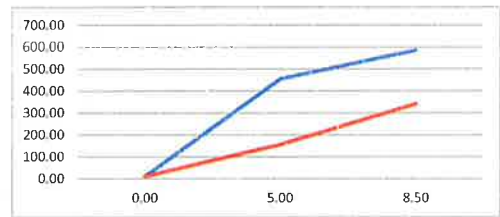
MUESTRA :	T-B1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	Kesana
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
0	13	12.7	
5	458	158	
8.5	589	345	
RADIO DE QUEMADURA		6.35	



MUESTRA :	T-B2	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	Kesana
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
0.00	12.00	11.60	
5.00	545.00	242.00	
8.28	666.00	357.00	
RADIO DE QUEMADURA		6.55	



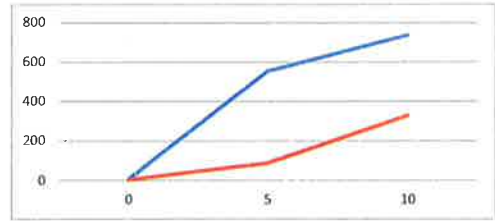
MUESTRA :	T-B3	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	Kesana
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
0.00	13.00	12.70	
5.00	458.00	158.00	
8.50	589.00	345.00	
RADIO DE QUEMADURA		6.47	



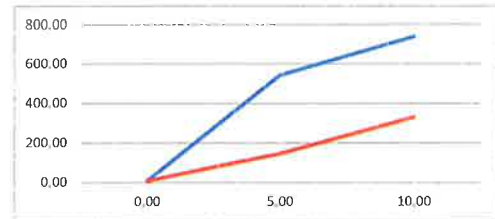
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
*Ricardo Aroni Acero*  
**Ing. Ricardo Aroni Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

**RESISTENCIA AL FUEGO**

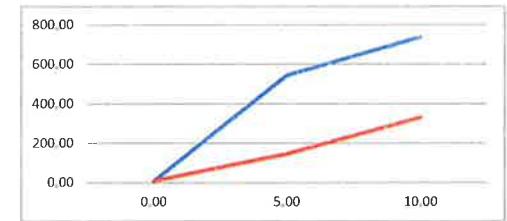
MUESTRA :	T-C1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS
<b>TEMPERATURA</b>			
<b>TIEMPO (Min,Seg)</b>	<b>CARA EXPUESTA (°C)</b>	<b>CARA NO EXPUESTA (°C)</b>	
0	9.5	9.3	
5	558	92	
10	741	334	
<b>RADIO DE QUEMADURA (CM)</b>		8.5	



MUESTRA :	T-C2	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS
<b>TEMPERATURA</b>			
<b>TIEMPO (Min,Seg)</b>	<b>CARA EXPUESTA (°C)</b>	<b>CARA NO EXPUESTA (°C)</b>	
0.00	11.00	12.10	
5.00	547.00	150.00	
10.00	741.00	334.00	
<b>RADIO DE QUEMADURA (CM)</b>		8.45	



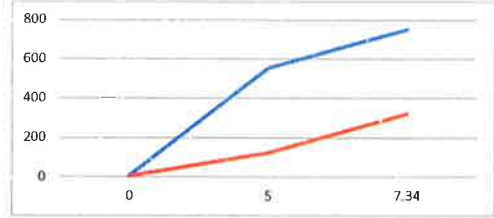
MUESTRA :	T-A1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS
<b>TEMPERATURA</b>			
<b>TIEMPO (Min,Seg)</b>	<b>CARA EXPUESTA (°C)</b>	<b>CARA NO EXPUESTA (°C)</b>	
0.00	11.00	12.10	
5.00	578.00	225.00	
10.00	754.00	389.00	
<b>RADIO DE QUEMADURA (CM)</b>		8.78	



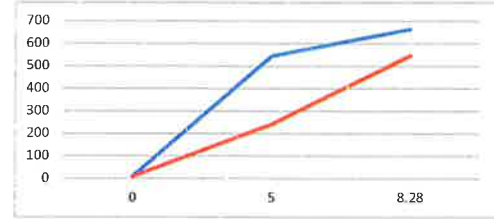
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
 Ing. Ricardo Aroqui Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 139836

**RESISTENCIA AL FUEGO**

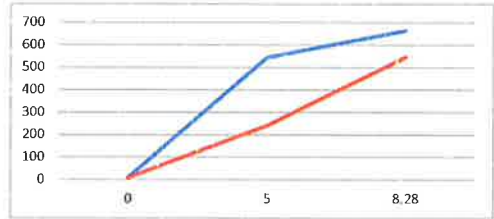
MUESTRA :	T-D1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	1.5cm	TIPO :	HILADAS
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0	10.5	9
	5	557	125
	7.34	753	324
RADIO DE QUEMADURA			8.5



MUESTRA :	T-D2	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	1.5cm	TIPO :	HILADAS
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0	12	11.6
	5	545	242
	8.28	666	548
RADIO DE QUEMADURA			8.5



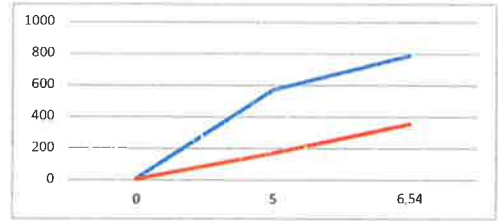
MUESTRA :	T-D3	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	1.5cm	TIPO :	HILADAS
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0	12	11.6
	5	545	242
	7.56	666	548
RADIO DE QUEMADURA			8.5



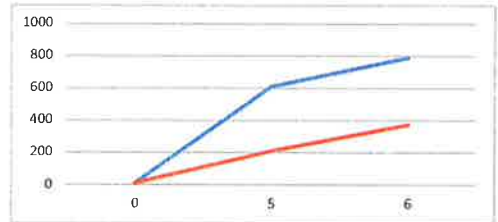
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
**Ing. Ricardo Arozi Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP 109836

**RESISTENCIA AL FUEGO**

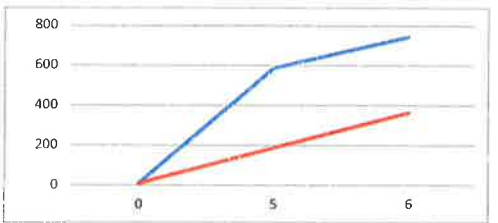
MUESTRA :	T-D1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	1.0cm	TIPO :	HICALINA
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0	10.5	9
	5	574	172
	6.54	790.8	358
RADIO DE QUEMADURA		7.5	



MUESTRA :	T-D1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	1.0cm	TIPO :	HICALINA
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0	10.5	11.1
	5	612	210
	6	790.8	374
RADIO DE QUEMADURA		7.8	



MUESTRA :	T-D1	FECHA :	20/06/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.0CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	1.0cm	TIPO :	HICALINA
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
	0	11	12
	5	589	189
	6	745	365
RADIO DE QUEMADURA		8	

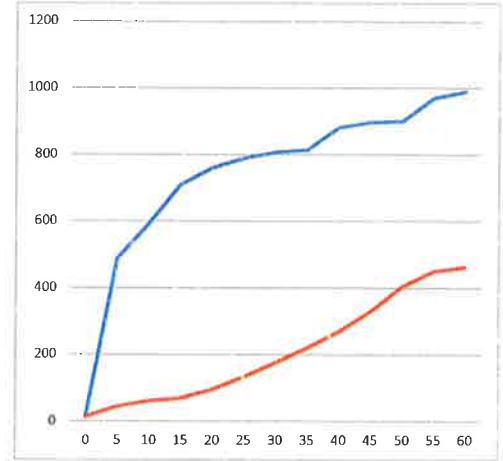


  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
**Ing. Ricardo Aroni Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109856

**RESISTENCIA AL FUEGO**

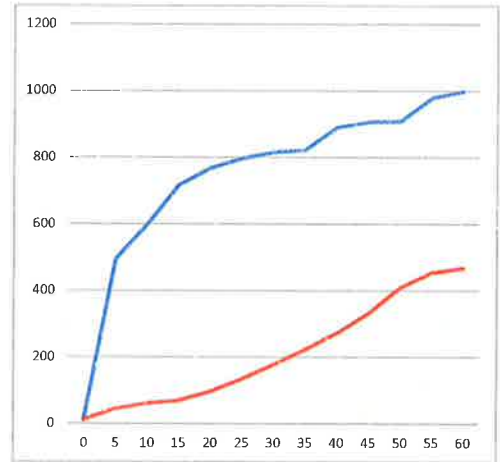
MUESTRA :	M-B1	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.5CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	3.0cm	TIPO :	KESANA

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	14.04	13.5
5	489.24	45
10	592.92	61.02
15	709.56	69.12
20	760.32	95.04
25	789.48	132.84
30	807.84	174.96
35	814.32	220.32
40	882.36	268.92
45	897.48	328.32
50	900	403.92
55	969.84	449.28
60	989.28	462.24
RADIO DE QUEMADURA	7.5	



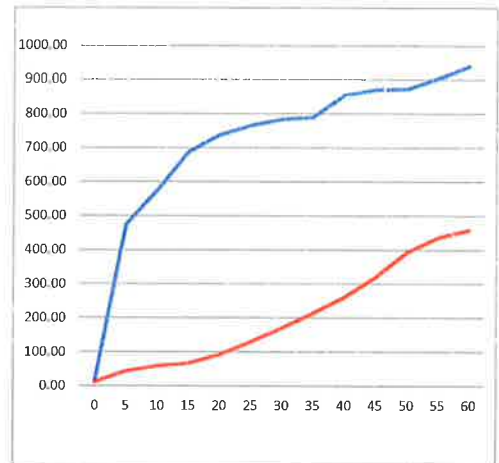
MUESTRA :	M-B2	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.5CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	3.0cm	TIPO :	KESANA

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	11	12
5	494.13	45.45
10	598.85	61.63
15	716.66	69.81
20	767.92	95.99
25	797.37	134.17
30	815.92	176.71
35	822.46	222.52
40	891.18	271.61
45	906.45	331.60
50	909.00	407.96
55	979.54	453.77
60	999.17	466.86
RADIO DE QUEMADURA	7.8	



MUESTRA :	M-B3	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.5CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	3.0cm	TIPO :	KESANA

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	13.00	12.50
5	474.56	43.65
10	575.13	59.19
15	688.27	67.05
20	737.51	92.19
25	765.80	128.85
30	783.60	169.71
35	789.89	213.71
40	855.89	260.85
45	870.56	318.47
50	873.00	391.80
55	904.00	435.80
60	940	458
RADIO DE QUEMADURA	7.5	



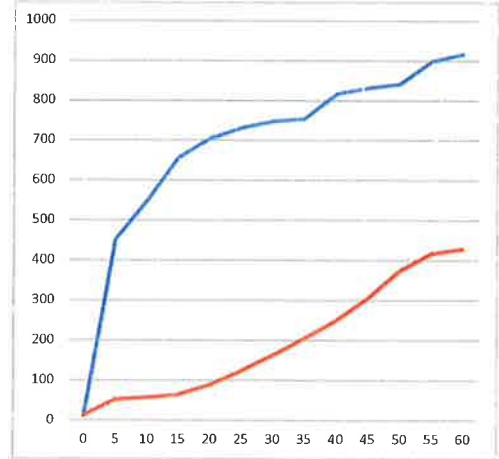
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
**Ing. Ricardo Aroyo Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 C/P. 109856



**RESISTENCIA AL FUEGO**

MUESTRA :	M-A1	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	KESANA

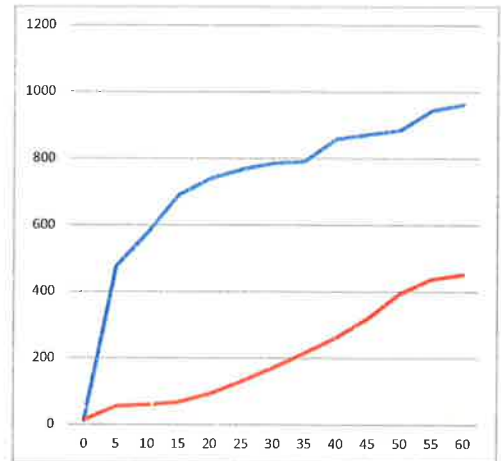
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	11.5	13.5
5	453	52
10	549	56.5
15	657	64
20	704	88
25	731	123
30	748	162
35	754	204
40	817	249
45	831	304
50	842	374
55	898	416
60	916	428
RADIO DE QUEMADURA	8.5	



Z

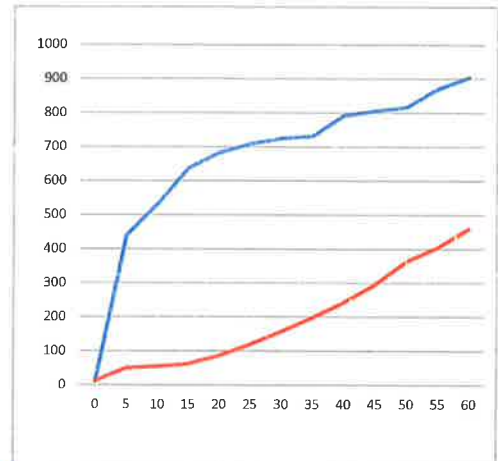
MUESTRA :	M-A2	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	KESANA

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	12.075	14.175
5	475.65	54.6
10	576.45	59.325
15	689.85	67.2
20	739.2	92.4
25	767.55	129.15
30	785.4	170.1
35	791.7	214.2
40	857.85	261.45
45	872.55	319.2
50	884.1	392.7
55	942.9	436.8
60	961.8	449.4
RADIO DE QUEMADURA	7.25	



MUESTRA :	M-A3	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	KESANA

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	11.155	13.095
5	439.41	50.44
10	532.53	54.805
15	637.29	62.08
20	682.88	85.36
25	709.07	119.31
30	725.56	157.14
35	731.38	197.88
40	792.49	241.53
45	806.07	294.88
50	816.74	362.78
55	871.06	403.52
60	904	458
RADIO DE QUEMADURA	8.5	

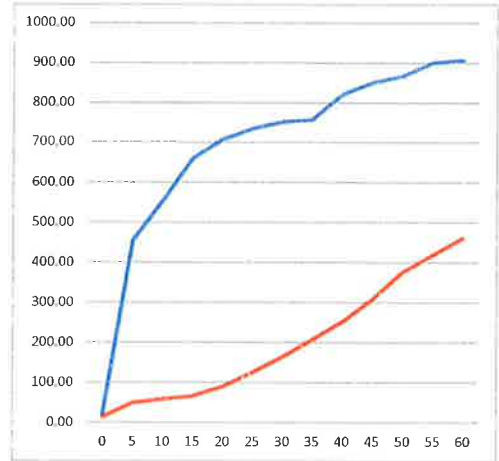


  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
**Ing. Ricardo Aropi Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP: 109836

**RESISTENCIA AL FUEGO**

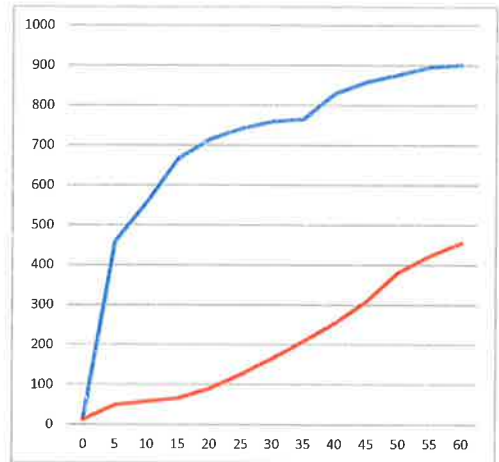
MUESTRA :	M-C1	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	HILADAS

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	13.06	12.56
5	454.99	48.00
10	551.42	56.75
15	659.89	64.28
20	707.10	88.39
25	734.22	123.54
30	751.29	162.71
35	757.32	204.90
40	820.59	250.10
45	850.00	305.34
50	867.00	375.65
55	900.00	417.83
60	905.00	460.00
RADIO DE QUEMADURA		6.5



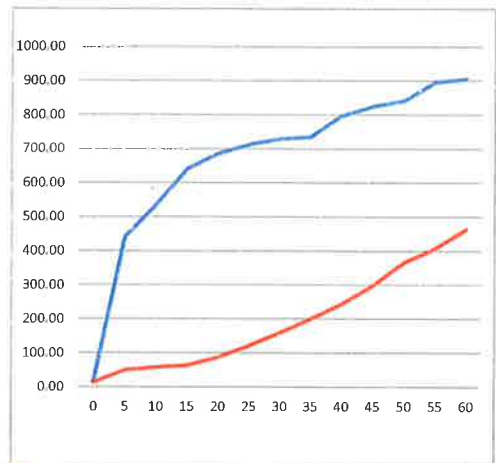
MUESTRA :	M-C2	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	HILADAS

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	11	12
5	459.54	48.00
10	556.93	57.32
15	666.49	64.92
20	714.17	89.27
25	741.56	124.78
30	758.80	164.34
35	764.89	206.95
40	828.80	252.60
45	858.50	308.39
50	875.67	379.40
55	895.00	422.01
60	900.00	454.00
RADIO DE QUEMADURA		6.5



MUESTRA :	M-C3	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(2.0CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.5cm	TIPO :	HILADAS

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	13.00	12.50
5	441.34	48.00
10	534.87	57.00
15	640.09	62.35
20	685.88	85.74
25	712.19	119.83
30	728.75	157.83
35	734.60	198.75
40	795.98	242.59
45	824.50	296.18
50	840.99	364.38
55	895.00	405.30
60	905	462
RADIO DE QUEMADURA		6.3

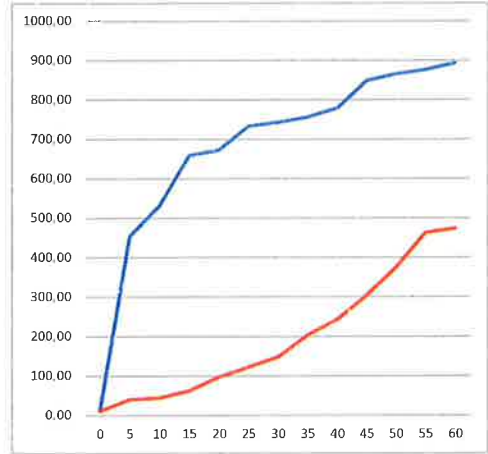


  
**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
**Ing. Ricardo Aroni Acero**  
 ESPECIALISTA EN SECTECIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 (C): 109836

**RESISTENCIA AL FUEGO**

MUESTRA :	M-C1	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.5CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPEJOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS

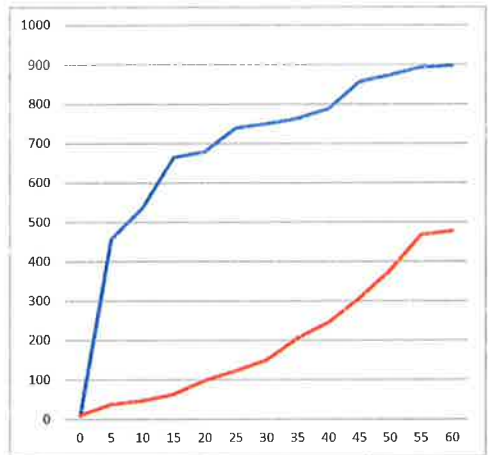
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	13.06	12.56
5	454.99	41.50
10	532.00	45.70
15	659.89	64.28
20	674.00	99.20
25	734.22	123.54
30	745.00	150.00
35	757.32	204.90
40	781.00	245.00
45	850.00	305.34
50	867.00	375.65
55	878.00	465.00
60	895.00	475.00
RADIO DE QUEMADURA		6.5



Z

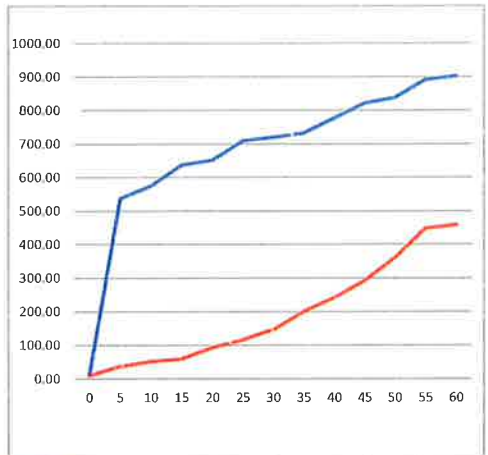
MUESTRA :	M-C2	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.5CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPEJOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	11	12
5	459.54	40.00
10	537.32	49.00
15	666.49	64.92
20	680.74	100.19
25	741.56	124.78
30	752.45	151.50
35	764.89	206.95
40	790.00	247.45
45	858.50	308.39
50	875.67	379.40
55	895.00	469.65
60	900.00	479.50
RADIO DE QUEMADURA		6.5



MUESTRA :	M-C3	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.5CM)+YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPEJOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	13.00	12.50
5	540.00	40.26
10	578.00	55.00
15	640.09	62.35
20	653.78	96.22
25	712.19	119.83
30	722.65	150.00
35	734.60	204.00
40	780.00	245.00
45	824.50	296.18
50	840.99	364.38
55	895.00	451.05
60	905	462
RADIO DE QUEMADURA		6.3



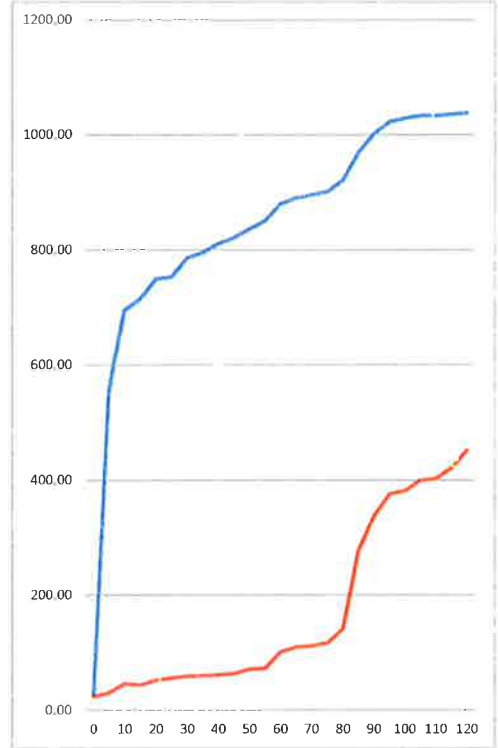
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
**Ing. Ricardo Arogi Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836



**RESISTENCIA AL FUEGO**

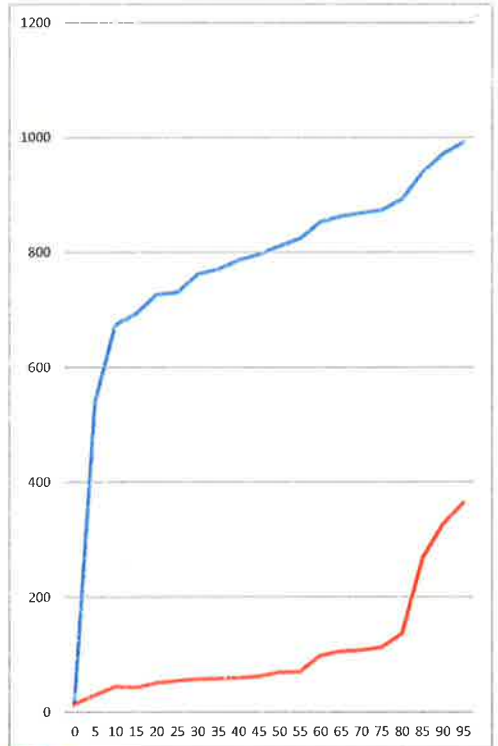
MUESTRA :	M-C1	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.0CM)+2YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	21.70	21.30
5	554.00	28.00
10	694.00	44.00
15	714.00	42.00
20	748.00	50.00
25	752.00	54.00
30	785.00	57.00
35	794.00	58.00
40	810.00	59.20
45	820.00	62.10
50	835.00	69.00
55	849.00	70.70
60	879.00	99.70
65	889.00	107.50
70	895.00	110.00
75	900.00	115.00
80	920.00	140.00
85	968.00	275.00
90	1001.00	336.00
95	1022.00	374.00
100	1028.00	380.00
105	1033.00	398.00
110	1033.00	401.00
115	1035.00	420.00
120	1038.00	450.00
RADIO DE QUEMADURA	7.5	



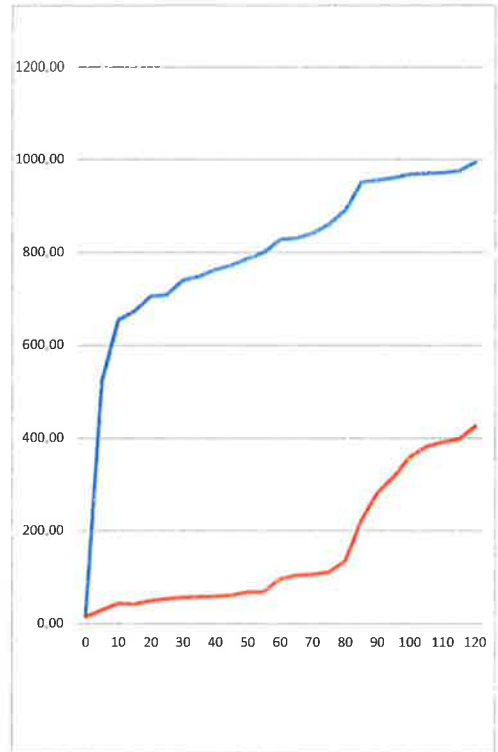
MUESTRA :	M-C2	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.0CM)+2YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS

TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA	
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)
0	11	12
5	537.38	27.16
10	673.18	42.68
15	692.58	40.74
20	725.56	48.5
25	729.44	52.38
30	761.45	55.29
35	770.18	56.26
40	785.7	57.424
45	795.4	60.237
50	809.95	66.93
55	823.53	68.579
60	852.63	96.709
65	862.33	104.275
70	868.15	106.7
75	873	111.55
80	892.4	135.8
85	938.96	266.75
90	970.97	325.92
95	991.34	362.78
100	997.16	368.6
105	1000	386.06
110	1001	388.97
115	1005	407.4
120	1025	436.5
RADIO DE QUEMADURA	7.6	



**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
*Ricardo Aroqui Acero*  
 Ing. Ricardo Aroqui Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109856

MUESTRA :	M-C3	FECHA :	5/07/2022
MATERIAL :	TOTORA(1.0CM)+2YESO(0.5CM)	LUGAR :	Laboratorio de suelos
ESPESOR DE MUESTRA:	2.0cm	TIPO :	HILADAS
TIEMPO (Min,Seg)	TEMPERATURA		
	CARA EXPUESTA (°C)	CARA NO EXPUESTA (°C)	
0	13.00	12.50	
5	521.26	26.35	
10	652.98	41.40	
15	671.80	39.52	
20	703.79	47.05	
25	707.56	50.81	
30	738.61	53.63	
35	747.07	54.57	
40	762.13	55.70	
45	771.54	58.43	
50	785.65	64.92	
55	798.82	66.52	
60	827.05	93.81	
65	830.00	101.15	
70	840.00	103.50	
75	860.00	108.20	
80	890.00	131.73	
85	950.00	220.00	
90	955.00	280.00	
95	960.00	315.00	
100	967.25	357.54	
105	970.00	380.00	
110	970.97	390.00	
115	974.85	395.18	
120	994.25	423.41	
RADIO DE QUEMADURA	7.5		



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
 Ing. Ricardo Aropi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

**ANEXO No 07: NORMATIVAS Y DOCUMENTACION UTILIZADA**

## Fire behaviour of building materials and elements

Part 1: Classification of building materials  
Requirements and testing**DIN**  
4102-1

ICS 13.220.50; 91.100.01

Supersedes  
May 1981 edition.Descriptors: Fire behaviour, building materials, components,  
elements, classification.Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe –  
Begriffe, Anforderungen und Prüfungen*In keeping with current practice in standards published by the International Organization for Standardization (ISO), a comma has been used throughout as the decimal marker.***Contents**

	Page		Page
<b>Foreword</b> .....	2	<b>6 Class B building materials</b> .....	10
<b>1 Scope</b> .....	2	6.1 Class B1 materials .....	10
<b>2 Normative references</b> .....	2	6.1.1 General requirements .....	10
<b>3 Building material classes</b> .....	3	6.1.2 Criteria for classification .....	11
<b>4 Classifying building materials</b> .....	3	6.1.3 Testing .....	11
4.1 Materials requiring testing .....	3	6.1.4 Test certificate .....	11
4.2 Materials not requiring testing .....	3	6.2 Class B2 materials .....	12
<b>5 Class A building materials</b> .....	3	6.2.1 General requirements .....	12
5.1 Class A1 materials .....	3	6.2.2 Criteria for classification .....	12
5.1.1 General requirements .....	3	6.2.3 Ignitibility test: Specimens .....	12
5.1.2 Criteria for classification .....	3	6.2.4 Ignitibility test: Apparatus .....	13
5.1.3 Furnace test .....	4	6.2.5 Ignitibility test: Procedure .....	13
5.1.4 Evaluation of furnace test results .....	6	6.2.6 Test for molten dripping .....	13
5.1.5 Test certificate .....	7	6.2.7 Test certificate .....	13
5.2 Class A2 materials .....	7	6.3 Class B3 materials .....	16
5.2.1 General requirements .....	7	<b>7 Marking</b> .....	17
5.2.2 Criteria for classification .....	7	<b>Appendix A:</b> Smoke generation test – Decomposition method .....	17
5.2.3 Testing .....	8	<b>Appendix B:</b> Smoke generation test – Flame impingement method ...	23
5.2.4 Additional requirements for specific materials .....	8	<b>Appendix C:</b> Smoke toxicity testing of class A materials .....	30
5.2.5 Test certificate .....	10	<b>Explanatory notes</b> .....	33

Continued on pages 2 to 33.

Translation by DIN-Sprachendienst.

In case of doubt, the German-language original should be consulted as the authoritative text.

## Foreword

This standard has been prepared by Technical Committee *Brandverhalten von Baustoffen* of the *Normenausschuß Bauwesen* (Building and Civil Engineering Standards Committee).

## Amendments

The following amendments have been made to the May 1981 edition.

- a) Additional requirements are specified for material classes A2 and B1.
- b) Smoke generation tests and toxicity tests are now included.
- c) The fire test using the 'Brandschacht' apparatus is no longer included as it is now specified in DIN 4102-16.

## Previous editions

DIN 4102-1: 1977-09, 1981-05.

Dimensions in mm

## 1 Scope

**1.1** This standard defines fire behaviour classes for building materials and specifies requirements and test methods for each class. It applies to sheet materials (including plates and slabs), composite materials, material assemblies, coverings, insulation, coatings, pipes and fittings, decorative materials, curtains and other materials suspended from ceilings, fire retardants, and intumescent coatings, whether or not these materials are designated as construction products ('*Bauprodukte*') in the German *Länder* building regulations (cf. Explanatory notes).

**1.2** The classification specified in this standard serves to assess the fire behaviour of materials alone or in combination. Fire behaviour not only depends on the nature of the material, but also on its shape, surface characteristics, density, processing, and its combination with other materials, including any bonding agents or fasteners used. These factors are to be taken into account when preparing tests, selecting specimens, evaluating test results and marking the materials.

## 2 Normative references

This standard incorporates, by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate place in the text and the titles of the publications are listed below. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this standard only when incorporated into it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

- |             |  |
|-------------|--|
| DIN 4102-2  | Fire behaviour of building materials and elements – Building components – Concepts, requirements and tests   |
| DIN 4102-4  | Fire behaviour of building materials and elements – Overview and design of classified building materials, elements and components                                    |
| DIN 4102-8  | Fire behaviour of building materials and elements – Small-scale test furnace   |
| DIN 4102-14 | Fire behaviour of building materials and elements – Determination of the burning behaviour of floor covering systems using a radiant heat source                     |
| DIN 4102-15 | Fire behaviour of building materials and elements – 'Brandschacht' apparatus   |
| DIN 4102-16 | Fire behaviour of building materials and elements – 'Brandschacht' tests   |
| DIN 18180   | Gypsum plasterboard – Types, requirements and testing  |
| DIN 50014   | Artificial climates in technical applications – Standard atmospheres   |
| DIN 50050-1 | Small cabinets for testing the burning behaviour of materials  |
| DIN 50051   | Burners for testing the burning behaviour of materials   |
| DIN 50055   | Light measuring system for testing smoke development   |
| DIN 51622   | Propane, propene, butane, butene and their mixtures – Requirements   |
| DIN 51900-2 | Determination of gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of calorific value – Method using the isothermal jacket |
| DIN 51900-3 | Determination of gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of calorific value – Method using the adiabatic jacket  |
| DIN 53436-1 | Toxicity testing of fire effluents – Combustion apparatus and determination of test temperature  |
| DIN 53436-2 | Toxicity testing of fire effluents – Thermal decomposition method  |

DIN 53436-3	Toxicity testing of fire effluents – Method of testing inhalation toxicity
DIN 53438-1	Determining the response of combustible materials to ignition by a small flame – General
DIN 66081	Classification of the burning behaviour of textile products – Textile floor coverings
ISO 1716 : 1973	Building materials – Determination of calorific potential
ISO 4783-2 : 1989	Industrial wire screens and woven wire cloth – Guide to the choice of aperture size and wire diameter combinations – Part 2: Preferred combinations for woven wire cloth

### 3 Building material classes

Building materials shall be classed according to their fire behaviour as shown in table 1.

**Table 1: Building material classes**

Building material class	Designation*)
<b>A</b> A1 A2	Non-combustible materials ( <i>'nichtbrennbar'</i> )
<b>B</b> B1 B2 B3	Combustible materials ( <i>'brennbar'</i> ) Not easily flammable ( <i>'schwerentflammbar'</i> ) Flammable ( <i>'normalentflammbar'</i> ) Easily flammable ( <i>'leichtentflammbar'</i> )
*) Translator's note. The German terms given are those used in German building regulations.	

These symbols and designations may only be used if the material's fire behaviour has been determined in accordance with this standard (cf. clause 4).

## 4 Classifying building materials

### 4.1 Materials requiring testing

The class of most building materials shall be determined on the basis of the fire tests specified in this standard. Materials which are designated as building products in the German *Länder* building regulations and which meet the general requirements of this standard for the relevant class still require additional proof<sup>1)</sup> when

- the results of testing as in this standard are not alone sufficient for classification (cf. subclauses 5.1.2.1, 5.2.2.1 and 6.1.2.1), or
- additional testing using other methods is required for classification.

### 4.2 Materials not requiring testing

The building materials covered by DIN 4102-4 shall be classed as specified therein without further testing.

## 5 Class A building materials

### 5.1 Class A1 materials

#### 5.1.1 General requirements

The test specified in subclause 5.1.3 provides a fire model describing the growth and full development phases of a fire. During these phases, class A1 materials shall not release any ignitable gases or any considerable amount of heat.

#### 5.1.2 Criteria for classification

**5.1.2.1** Materials may be classed as A1 materials if they

- pass the test specified in subclause 5.1.3 and
- meet the requirements for class A2 materials (testing is not necessary here if it is evident beyond any doubt that these requirements are fulfilled).

<sup>1)</sup> According to German building regulations, such materials either require general approval by the building inspectorate in the form of an *agrément*, or their suitability is to be verified on a case-by-case basis.



The tests specified in this standard are not sufficient for assessing materials which are to meet additional requirements regarding the release of toxic gases; additional testing is required in this case.<sup>2)</sup>

**5.1.2.2** The test specified in subclause 5.1.3 shall be deemed passed if

- no flaming occurs (cf. subclause 5.1.4);
- none of the specimens releases enough heat to cause the temperature in the furnace to rise by more than 50 °C above the initial temperature.

### 5.1.3 Furnace test

#### 5.1.3.1 Number and size of specimens

Five 40 mm × 40 mm × 50 mm specimens shall be tested (see figure 2 for tolerances).

The specimens shall be representative of the material. Specimens of materials delivered with a thickness less than 40 mm shall consist of several layers; in this case, each layer shall be cut to a length of 40 mm and a height of 50 mm, and thinned down, if necessary, so that the total thickness is 40 mm.

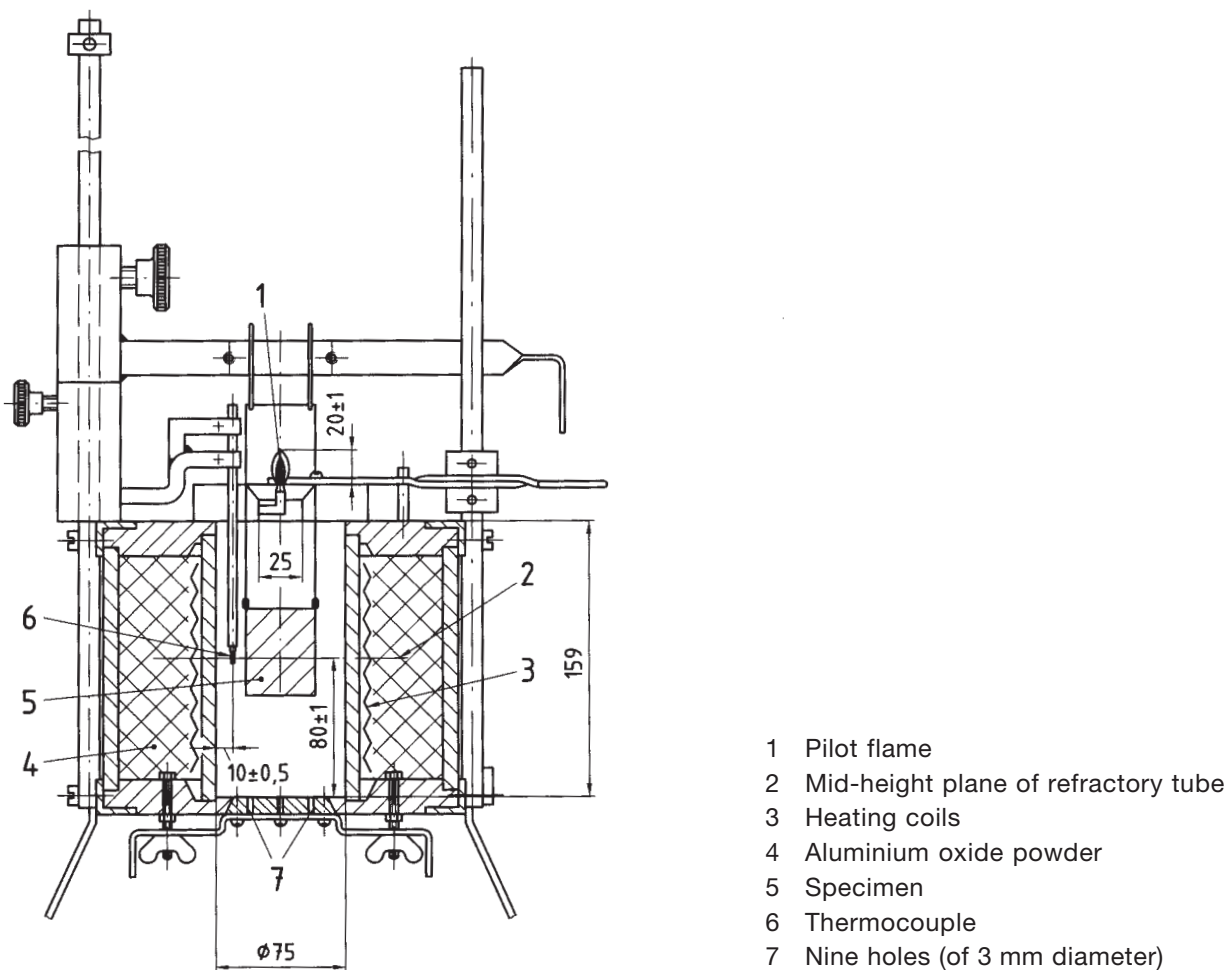
The thickness of compressible materials shall be that obtained under a load of 0,1 kN/m<sup>2</sup> per unit area.

For materials containing varying quantities of combustible components (e.g. binders), the component with the highest combustibility shall be tested. For components with a lower combustibility, it is sufficient to determine their quantity only (e.g. by checking ignition loss).

#### 5.1.3.2 Coated materials

Coatings applied at the works are to be tested along with the coated material.

If both the material and its coating are to meet the requirements for class A1, the coating thickness on test specimens shall be as in service.



**Figure 1: Electric furnace**

<sup>2)</sup> Appendix C specifies a toxicity test but not any requirements.

### 5.1.3.3 Specimen preparation

Dry specimens at 105 °C for six hours and store them in a desiccator above anhydrous calcium chloride or silica gel until they are required for testing.

For multi-layer specimens, place the least favourable surfaces in terms of fire behaviour facing outward, as shown in figure 2. Then, tie the specimen with a temperature-resistant wire (e.g. of NiCr) having a 0,2 mm diameter, binding the specimen in the middle so that the layers are held firmly together. Cut surfaces are not to face outwards (cf. figure 2).

Place tied specimens in a wire holder weighing  $(5 \pm 0,5)$  g; this will help keep the specimen in the same position.

Place specimens which may disintegrate during testing or which are of loose material in a basket of stainless steel wire mesh having an aperture size of 1 mm and wire diameter of 0,5 mm as in ISO 4783-2.

Specimens which could run out of the wire basket during testing are to be placed in a container of nickel sheet that is 0,2 mm thick.

### 5.1.3.4 Apparatus and procedure

#### Apparatus

Testing is to be carried out in an electrically heated furnace<sup>3)</sup> with heating coils arranged along the circumference of the refractory tube.

To minimize temperature fluctuations in the furnace, the supply voltage is to be kept constant to within  $\pm 0,5\%$  by means of a voltage stabilizer.

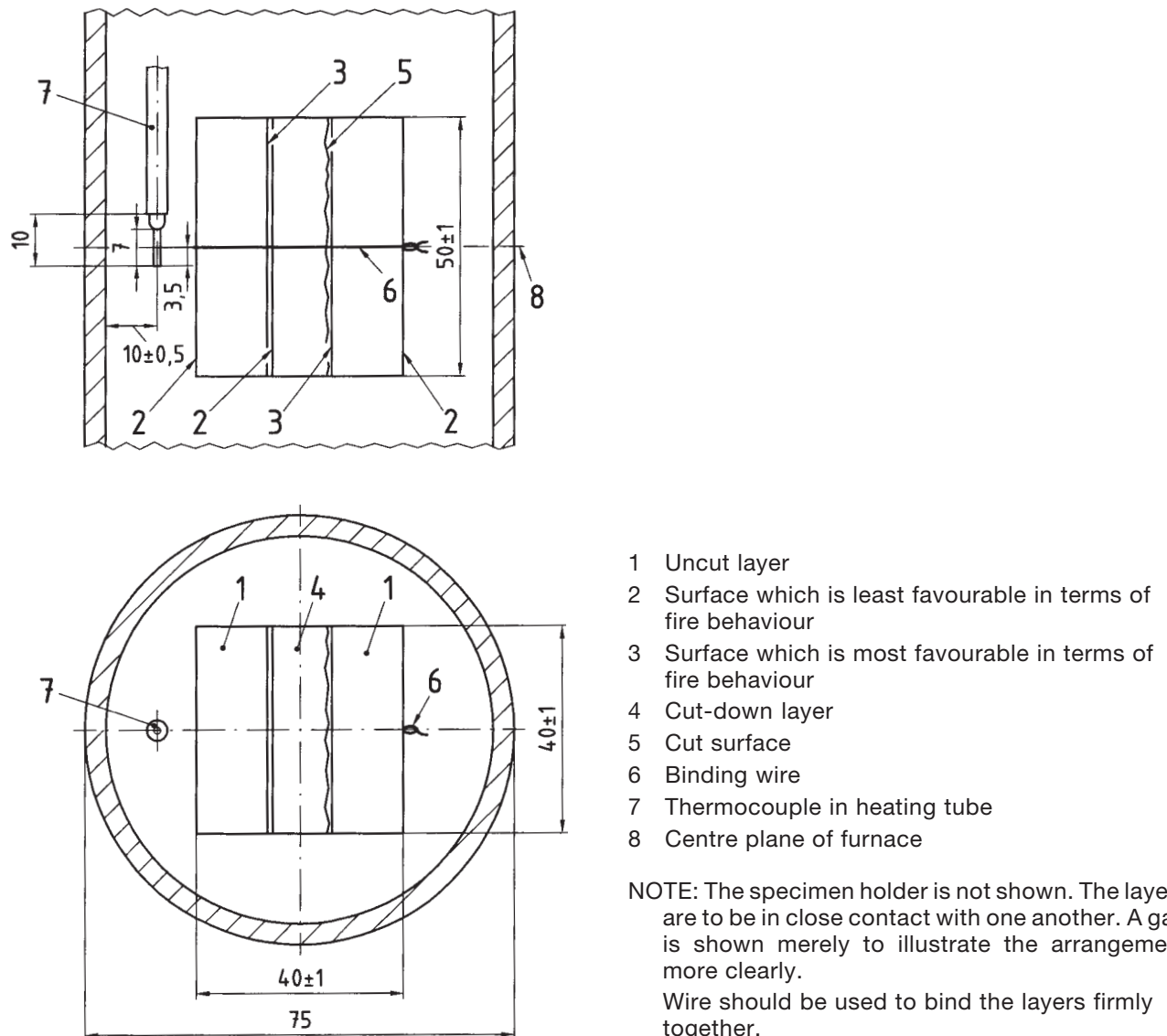


Figure 2: Placing multi-layer specimens in heating tube

<sup>3)</sup> Information on sources of supply is available from the *Normenausschuß Bauwesen* of DIN, D-10772 Berlin.

To measure the temperature inside the furnace, insert a thermocouple reaching down to the centre of the heating tube (cf. figure 1) at a distance of  $(10 \pm 0,5)$  mm from the tube wall. The thermocouple shall be made of a 0,5 mm thick wire with an open junction; sheathed thermocouples with an appropriate response characteristic may also be used.

The temperature indicator shall have a limit of error no greater than 5 °C.

A pilot flame of propane gas as in DIN 51622 is to be located  $(20 \pm 1)$  mm above the centre of the heating tube's top opening.

To observe the specimen during testing, place a slanted mirror above the furnace.

### Procedure

Pre-heat the furnace to  $(750 \pm 10)$  °C; this temperature is to remain constant to within  $\pm 1$  °C without needing readjustment for at least ten minutes before testing. The energy input to the heating element is to remain constant throughout the test.

Suspend the specimen in the heating tube so that its centre is level with the junction of the thermocouple. The original specimen surface, or – in the case of asymmetrical specimens – the least favourable surface in terms of fire behaviour is to face the thermocouple, which shall be located midway across this surface's width (cf. figure 2).

Multi-layered specimens are to be suspended as shown in figure 2.

When suspending the specimen, do not open the furnace cover for more than five seconds.

The test period begins when the bottom edge of the specimen passes the top edge of the heating tube.

Leave the specimen in the furnace until the maximum furnace temperature has been reached, and for at least 15 minutes.

If the initial furnace temperature has still not risen after 30 minutes, only one specimen needs to be tested to the point where the maximum temperature is reached (but for no longer than 90 minutes), provided the other specimens behave in a similar manner during the first 30 minutes.

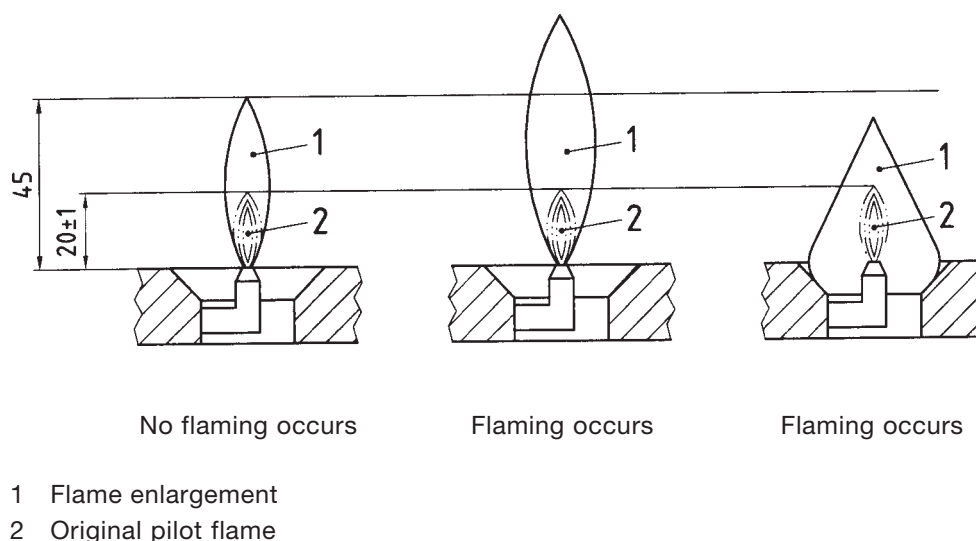
If the pilot flame is extinguished by gases released by the specimen, an immediate attempt shall be made to relight it with a burner that produces a gas flame about 20 mm long. If the first attempt fails, further attempts shall be made every 15 seconds.

The furnace cover shall not be opened during the test. The holes in the bottom plate are to be cleared before each test.

### 5.1.4 Evaluation of furnace test results

Flaming has occurred if

- flames can be observed in the furnace, or
- there is glowing combustion (incandescence does not necessarily indicate combustion), or
- the pilot flame enlarges to a height greater than 45 mm, or expands horizontally to fill the furnace cover opening (see figure 3).



**Figure 3: Examples for assessing pilot flame enlargement to determine whether flaming has occurred**

### 5.1.5 Test certificate

If a building material can be classed as an A1 material on the basis of testing as in this standard, a test certificate<sup>4)</sup> stating this shall be prepared which shall contain the following information:

- a) a full description of the building material, including its type (e.g. main constituents), appearance, design, dimensions, density or mass per unit area, and sampling method used;
- b) preparation and mounting of specimens, test procedure, number of tests;
- c) for each specimen, the duration of flaming;
- d) for each specimen, the results of furnace testing (expressed as the maximum increase in temperature);
- e) any observations made during testing (e.g. enlargement or extinction of pilot flame, appearance of specimen after the test);
- f) classification as a class A1 material;
- g) period of validity (no more than five years; extensions may be granted upon request).

For materials which cannot be classified solely on the basis of this standard (cf. subclause 4.1), a test report shall be prepared that does not include any information regarding classification.

## 5.2 Class A2 materials

### 5.2.1 General requirements

The fire tests specified in subclause 5.2.3 provide a fire model describing the growth and full development phases of a fire. During these phases, the heat release and spread of fire shall be minimal, the release of any ignitable gases limited, and any generation of smoke shall not be hazardous to health.

### 5.2.2 Criteria for classification

**5.2.2.1** Materials may be classed as A2 materials if they withstand

- the test specified in subclause 5.1.3 or the tests specified in subclauses 5.2.3.2 and 5.2.3.3, and
- the test specified DIN 4102-16, and
- the test specified in subclause 5.2.3.5.

For composite materials with combustible layers making up more than 20 % either of the total mass or total volume (whichever is greater), the results of testing as in this standard are not sufficient for classification. For instance, a composite material containing a layer of combustible insulation cannot be classified as an A2 material if the requirements for the net calorific value are met only when a non-combustible cover layer is provided.

The test methods specified in this standard are not inadequate for assessing materials which are to meet additional requirements regarding the release of toxic gases; additional testing is required in this case.<sup>2)</sup>

**5.2.2.2** The furnace test shall be deemed passed if, after 15 minutes of testing as in subclause 5.1.3, the requirements specified in subclause 5.1.2.2 are met, except that sustained flaming for a total period of 20 seconds is permitted as long as the flames on the specimen do not extend beyond the heating tube and the pilot flame is not enlarged to a height greater than 100 mm.

The sum of all periods of observed flaming of one second or longer shall be taken as the total period of sustained flaming. Where flaming occurs simultaneously at different places, any overlapping of periods shall be disregarded so that the total period is counted as one continuous length of time (cf. subclause 5.1.4).

**5.2.2.3** The requirement for the net calorific value,  $H_u$ , shall be deemed to have been met if this value is no greater than  $4\,200 \text{ kW} \cdot \text{s/kg}$  when testing as in subclause 5.2.3.2. If the gross calorific value,  $H_o$ , is less than  $4\,200 \text{ kW} \cdot \text{s/kg}$ , then  $H_u$  need not be determined.

**5.2.2.4** The test specified in subclause 5.2.3.3 shall be deemed passed if the heat release calculated on the basis of  $H_u$  and the specimen's mass per unit area before and after the test is not greater than  $16\,800 \text{ kW} \cdot \text{s/m}^2$ . If the value calculated before testing for the material in its as-delivered condition is less than  $16\,800 \text{ kW} \cdot \text{s/m}^2$ , then testing as in 5.2.3.3 is not necessary.

**5.2.2.5** The test using the 'Brandschacht' apparatus (cf. subclause 6.1.3) shall be deemed passed if

- the mean value for the residual length (portion of specimen that has not burned or charred; cf. subclause 9.1 of DIN 4102-16) of each specimen is at least 35 cm and no individual values are lower than 20 cm,

For <sup>2)</sup>, see page 4.

<sup>4)</sup> According to the German building regulations, this test certificate serves as a basis for the verification of conformity, 'Übereinstimmungsnachweis' (for regulated products) or as proof of suitability, 'Verwendbarkeitsnachweis' (for non-regulated products). See Explanatory notes.

- the mean effluent temperature does not exceed 125 °C in any test,
- there is no flaming on the back of any specimen,
- the requirement for the residual length of each specimen is met even where there is afterflame, afterglow, or smouldering,
- flames do not reach above the top surface of the specimen, and
- there is no molten dripping.

**5.2.2.6** The test specified in subclause 5.2.3.5 shall be deemed passed if the effluents produced by decomposition (when testing as in Appendix A) and those produced by flame impingement (when testing as in Appendix B) are deemed to be harmless. This is the case if

- when testing as in Appendix A, the mean light absorptance does not exceed 30 % at any smoulder temperature, and
- when testing as in Appendix B, the maximum mean absorptance without a supply of air is not greater than 15 % (cf. table B.3). If this value is exceeded, additional testing may be required (cf. subclause 4.1).

### **5.2.3 Testing**

#### **5.2.3.1 Furnace test**

The furnace test shall be carried out as specified in subclause 5.1.3.

#### **5.2.3.2 Net calorific value determination**

The net calorific value,  $H_u$ , shall be determined as in DIN 51900-2 or DIN 51900-3, although specimens shall be prepared as in ISO 1716.

#### **5.2.3.3 Heat release test**

At least two 500 mm × 500 mm specimens having a thickness as used in service shall be tested. Prior to testing, they shall be conditioned in a DIN 50014-23/50-2 standard atmosphere until they reach constant mass.

Testing shall be carried out using a small-scale test furnace as in DIN 4102-8. The specimens, which are to be backed with a 20 mm thick calcium silicate slab having an apparent density of  $(850 \pm 50)$  kg/m<sup>3</sup>, shall be fixed in the side openings of the furnace so that one surface is facing the fire chamber. In the case of asymmetrical specimens, one test shall be performed on each side. The points at which the specimen is fixed to the furnace are to be carefully sealed.

The fire chamber is to be exposed to flame (i.e. heated) as specified in subclause 6.2.4 of DIN 4102-2 for a period of 30 minutes. At the end of this period, cut a piece (having an area of about 100 cm<sup>2</sup> and the same thickness as the rest of the specimen) from the centre of the specimen, and determine its mass per unit area and net calorific value as specified in DIN 51900-2 or DIN 51900-3.

#### **5.2.3.4 'Brandschacht' testing**

Testing shall be as in DIN 4102-16 using the 'Brandschacht' apparatus specified in DIN 4102-15 (except for floor coverings, which shall be tested as in subclause 6.1.3.2).

#### **5.2.3.5 Smoke generation test**

Testing shall be as specified in Appendices A and B, taking the following into consideration:

- a) Coatings shall be applied to a plate having a thickness of 0,88 mm when testing as in Appendix A.
- b) When performing the test described in Appendix A on multi-layered materials, the mean shall be taken for all values measured on the broad and narrow sides of the cover layer. This mean light absorptance shall not be greater than 30 %.
- c) When testing film, coated fabrics and other materials used for tent-like or diaphragm constructions, specimens shall have a single layer with a thickness as found in service, not several layers as specified in subclause A.6.3.6.
- d) Most materials break out in flames at temperatures above 550 °C. This case is covered by testing as in Appendix B, while testing as in Appendix A is normally carried out at temperatures up to 550 °C. Materials which only decompose at elevated temperatures and which will be exposed to such temperatures in service are also to be tested at 600 °C.

### **5.2.4 Additional requirements for specific materials**

#### **5.2.4.1 Effect of neighbouring materials in composite structures**

The interaction of neighbouring materials in composite structures is to be tested as follows:

- a) Materials are to be tested in the condition in which they left the works, any protective sheeting being removed.

b) If a material will be used together with other materials, and if this combination can have an effect on fire behaviour, this shall be accounted for in the test. For instance, sheet materials that are in direct contact with each other or are separated by a distance less than 40 mm can have an effect on fire behaviour. For the purposes of this standard, materials are not considered to form a composite structure if there is only localized contact at a few places.

#### **5.2.4.2 Coatings, film and adhesives**

a) If a material is coated at the works, it shall be tested together with the coating.

In the case of coatings applied on site, if both the material and its coating are to meet the requirements for class A2, the coating thickness on test specimens shall be as in service.

b) Testing as in subclauses 5.1.3 and 5.2.3.2 is not required for A2 classification in the case of coatings and film with a thickness up to 1 mm and all paints when they are applied to a substrate of class A1 material as in DIN 4102-4.

c) For coatings and film with a thickness greater than 1 mm, any thin neighbouring materials may be included in the calculation of the net calorific value if classification is not determined by furnace testing as in subclause 5.1.3. In this case, the heat release (cf. subclause 5.2.2.4) is to be calculated without taking the substrate material into consideration.

d) For testing as in subclauses 5.2.3.4 and 5.2.3.5, the coating or film is to be applied to the substrate material for which it is intended, if this material is of class A1 or class A2. If steel plate is used as the substrate, test results for smoke testing also apply to all solid mineral backgrounds.

e) When testing adhesives as in subclauses 5.1.3 and 5.2.3.4, specimens shall be assemblies consisting of two plates joined by the adhesive under test. The adhesive joint is to have the maximum thickness specified by the client. The cover plates are to have the smallest commercially available thickness. In the furnace test (cf. subclause 5.1.3), adhesives intended for solid mineral, fibre cement or calcium silicate substrates shall be tested either using a specimen assembly of three 40 mm × 50 mm × 12 mm calcium silicate plates with two 2 mm thick adhesive joints, or taking a square block specimen of the adhesive alone. Assembled specimens are to be suspended in the furnace with the adhesive joints facing the thermocouple. Determinations of the net calorific value (cf. subclause 5.2.3.2) and heat release (cf. subclause 5.2.3.3) are to be carried out as specified for coatings and film.

f) If the suitability of wood intended as veneer for a class A2 material is to be determined, the following representative wood types – impregnated, if necessary – shall be used for testing:

for softwood veneer, use spruce, fir or pine (Oregon or European) specimens;

for hardwood veneer, use teak, oak or sipo specimens.

Classification applies only to veneers having a thickness equal to or less than the thickness tested. The thickness of veneer specimens is to be the same for each type of wood (softwood or hardwood).

The impregnation, application and glueing of veneer are to be as specified by the client.

g) Gypsum plasterboard shall be coated as specified in subclause 5.2.4.5.

#### **5.2.4.3 Wall and ceiling coverings**

The following tests are required for the classification of wall and ceiling coverings on solid mineral backgrounds:

a) Furnace testing as in subclause 5.1.3, using fibre reinforced concrete slabs;

b) 'Brandschacht' testing as in subclause 5.2.3.4, using fibre cement or fibre reinforced concrete slabs;

c) Smoke generation testing (by decomposition) as in Appendix A, using steel plate;

d) Smoke generation testing (by flame impingement) as in Appendix B, using fibre cement or fibre reinforced concrete slabs.

If wall and ceiling coverings are also to be classified for use on gypsum plasterboard backgrounds, then the tests listed under items b) and d) are to be performed using gypsum plasterboard, and the test listed under item c) is to be performed using steel plate.

#### **5.2.4.4 Flexible ventilation ducts**

Flexible ventilation ducts are to be tested as in subclause 7.17.1 of DIN 4102-16, May 1998 edition. Alternatively, the ducts can be cut up into sheet specimens. Any helical wires are to be removed, if possible. The edges of specimens are to be folded up by 20 mm.

When testing as in Appendix B, a piece of stainless steel woven wire cloth shall be laid on the specimen (but not on the folded edges) to prevent it from folding back up.

#### **5.2.4.5 Gypsum plasterboard**

The net calorific value of gypsum plasterboard as in DIN 18180 need not be determined. Where coatings on gypsum plasterboard are to be tested, a mass per unit area of 300 g/m<sup>2</sup> is to be assumed to account for the facing. To determine heat release, half of the mass per unit area of a gypsum plasterboard having a thickness of 12,5 mm is to be used for calculations, disregarding the negative calorific value of the gypsum core.



#### 5.2.4.6 Composite panels of gypsum plasterboard or gypsum fibreboard and mineral fibreboard

For classification as A1 or A2 materials, composite panels of gypsum plasterboard or gypsum fibreboard and mineral fibreboard are to be tested as follows:

- a) Testing as in subclauses 5.1.3 (furnace test) and 5.2.3.4 ('Brandschacht' test) is not required if the individual boards are classified as A1 or A2 materials.
- b) For classification as regards smoke generation, testing as in Appendix B with the gypsum side facing the flame is sufficient. The thickness of gypsum specimens is to be reduced to 5 to 6 mm, and that of mineral fibreboard specimens is to be reduced to 9 to 10 mm, so that the total specimen thickness is 15 mm.

#### 5.2.4.7 Aluminium

The net calorific value of aluminium (including foil) may be disregarded in calculations.

### 5.2.5 Test certificate

If a building material can be classed as an A2 material on the basis of this standard, a test certificate<sup>4)</sup> stating this shall be prepared, which is to contain the following information:

- a) a full description of the building material, including its type (e.g. main constituents), appearance, design, dimensions, density or mass per unit area, and sampling method used;
- b) preparation and mounting of specimens, test procedure, number of tests.

When testing as in subclause 5.1.3 (furnace test), include:

- c) for each specimen, the duration of flaming and the time at which it occurs;
- d) for each specimen, the results of furnace testing (given as the maximum increase in temperature);
- e) any other observations made during testing (e.g. enlargement or extinction of pilot flame, appearance of specimen after the test).

When testing as in subclauses 5.2.3.2 and 5.2.3.3, include:

- f) the net calorific value,  $H_u$ , in kW · s/kg, and the heat released, in kW · s/m<sup>2</sup>.

When testing as in subclause 6.1.3 ('Brandschacht' test), include:

- g) for each specimen, the single residual lengths and the mean of all residual lengths, in cm;
- h) for each specimen, the effluent temperature as a function of time (mean of five measurements), the maximum mean effluent temperature, and the time it takes for each specimen to reach this temperature;
- i) for each specimen, the greatest flame height (given to the nearest 10 cm), time to flaming, duration of flaming and description of any afterflame or afterglow;
- j) any other special observations, such as the time and duration of any combustion, nature of any flame spread, any flaming on the back of the specimen, appearance of specimen after testing (including the back);
- k) a statement as to whether or not there was molten dripping;
- l) any observations regarding smoke generation.

When testing as in Appendices A and B, include:

- m) the information specified in subclauses A.6.5 and B.7.

Also include:

- n) classification as class A2 material;
- o) period of validity (no more than five years; extensions may be granted upon request).

## 6 Class B building materials

### 6.1 Class B1 materials

#### 6.1.1 General requirements

- a) For all materials except cladding and flooring:

The test using the 'Brandschacht' apparatus (cf. DIN 4102-15 and DIN 4102-16) provides a fire model describing an object on fire in a room (e.g. a wastebasket in a corner of the room). Under such circumstances, the extent of the combustion of class B1 materials shall not reach beyond the primary fire area, and the heat released shall be minimal.

- b) For cladding:

The test using the 'Brandschacht' apparatus provides a fire model describing flames penetrating a window opening. Under such circumstances, the extent of the combustion of class B1 materials shall not reach beyond the primary fire area.

---

For <sup>4)</sup>, see page 7.

c) For flooring:

The test specified in DIN 4102-14 provides a fire model describing flames reaching into the next room through a door opening. Under such circumstances, there shall not be considerable flame spread or generation of smoke.

### 6.1.2 Criteria for classification

6.1.2.1 All materials, except flooring, may be classed as B1 materials if they

- withstand the test specified in DIN 4102-16 using the 'Brandschacht' apparatus specified in DIN 4102-15, and
- meet the requirements for class B2 materials.

Results of testing as in this standard are not sufficient for the classification of

- materials listed in clause 7 of DIN 4102-16, which require special test conditions, and
- materials which are to meet additional requirements regarding smoke generation.

6.1.2.2 The test using the 'Brandschacht' apparatus described in DIN 4102-15 (cf. subclause 6.1.3.1) shall be deemed passed if

- the mean value for the residual length (portion of specimen that has not burned or charred; cf. subclause 9.1 of DIN 4102-16) of each specimen is at least 15 cm and no individual values are lower than 0 cm,
- the mean effluent temperature does not exceed 200 °C in any test,
- the requirement for the residual length of each specimen is met even where there is afterflame, afterglow, or smouldering.

6.1.2.3 Materials used as flooring may be classified as B1 materials if they pass the fire test specified in DIN 4102-14 and meet the requirements for B2 materials.

The fire test in DIN 4102-14 shall be deemed passed if the mean critical irradiance,  $I$ , for three specimens is at least 0,45 W/cm<sup>2</sup>, and the mean light absorptance obtained by integrating over 30 minutes for three specimens is no greater than 750 % · min.

### 6.1.3 Testing

6.1.3.1 All materials, except flooring, shall be subjected to testing as in DIN 4102-16 using the 'Brandschacht' apparatus specified in DIN 4102-15.

6.1.3.2 Flooring (including any finishes) shall be tested in accordance with DIN 4102-14, with the following exceptions:

a) Number of specimens

If the critical irradiance is greater than 1 W/cm<sup>2</sup> and the light absorptance obtained by integrating over 30 minutes is less than 300 % · min, then only two tests are required in each direction and thus only four specimens are required (cf. subclauses 6.2 and 7.2 of DIN 4102-14).

b) Preparation of textile specimens

If textile flooring is to be provided with a fire retardant after it has been laid, the specimens shall be taken from the treated flooring and then cleaned before testing as follows:

1. Vacuum clean the specimen 50 times, rolling it together after every fifth cleaning (this simulates mechanical loading).
2. Spray clean the specimen once.
3. Once the specimen has reached constant mass, repeat step 1.

### 6.1.4 Test certificate

If a building material can be classed as a B1 material on the basis of testing as in this standard, a test certificate<sup>4)</sup> stating this shall be prepared which is to contain the following information:

- a) a full description of the building material, including its type (e.g. main constituents), appearance, design, dimensions, density or mass per unit area, and sampling method used;
- b) where fire retardants are used, the following information, determined after conditioning:
  1. For wood products:
    - the quantity of retardant applied (e.g. coating weight) or used for treatment, in g/m<sup>2</sup>;
    - the solids content of the retardant, as a percentage by mass;

<sup>4)</sup> For <sup>4)</sup>, see page 7.

2. For textiles:

- quantity of retardant absorbed in the fabric, in g/kg;

c) preparation and mounting of specimens, number of tests.

When testing as in subclause 6.1.3 ('Brandschacht' test), include:

- d) for each specimen, the single residual lengths and the mean of all residual lengths, in cm;
- e) for each specimen, the effluent temperature as a function of time (mean of five measurements), the maximum mean effluent temperature, and the time it takes for each specimen to reach this temperature;
- f) for each specimen, the greatest flame height (given to the nearest 10 cm), time to flaming, duration of flaming and description of any afterflame, afterglow or smouldering;
- g) any other special observations, such as the nature of any flame spread on the front or back of the specimen, any flaming on its back, the time at which flaming ceases, appearance of specimens after testing (including any colouring on the back), and (in the case of intumescent coatings on wood products) the uncharred length of the coating;
- h) any observations made regarding molten dripping, including how long any drops continue to burn on the screen;
- i) a diagram describing the generation of smoke over time. The smoke density value (in terms of the integral of light absorptance over the test period) shall be given if it is greater than  $400\% \cdot \text{min}$  at any time during flaming.

When testing flooring as in DIN 4102-14, include:

- j) the maximum distance burned to flame-out, critical irradiance, and integral of light absorptance over the test period (individual values and mean value for each specimen tested), any observations made during the test (e.g. afterflame, afterglow, whether flame was extinguished), and a description of the specimen after the test (e.g. a photograph) (cf. items c) and d) of clause 10 in DIN 4102-14).

Also include:

- k) a statement that the requirements for material class B2 have been met;
- l) classification as a class B1 material (taking into account any special conditions);
- m) period of validity (no more than five years; extensions may be granted upon request).

## 6.2 Class B2 materials

### 6.2.1 General requirements

The test specified in subclause 6.2.5 serves to determine the ignitibility of materials when subjected to direct impingement of a small, defined flame (about the size of a match flame). When tested as in subclause 6.2.5, the ignitibility of class B2 materials and the flame spread shall be limited over a defined time period.

### 6.2.2 Criteria for classification

Materials may be classed as B2 materials if they pass the ignitibility test specified in subclause 6.2.5. This test shall be deemed passed if, for any of the five specimens tested, flaming does not reach the gauge mark within 20 seconds after flame application, either with bottom edge ignition as in subclause 6.2.5.2 or surface ignition as in subclause 6.2.5.3.

Edge ignition tests are normally to be carried out on specimens without protected edges. Testing with protected edges shall only be performed if edges will not be exposed after installation. If there is a chance that edges may nevertheless become exposed in service, then a surface ignition test shall also be carried out, although this test may be dispensed with if no failure is expected.

Flooring materials may be assigned to material class B2 if they meet at least the requirements for class T-b as in DIN 66081.

### 6.2.3 Ignitibility test: Specimens

#### 6.2.3.1 Number and size of specimens

Five specimens having the following dimensions are required for each test:

- for the edge ignition test: 90 mm × 190 mm;
- for the surface ignition test: 90 mm × 230 mm.

The specimen thickness shall be selected on the basis of the thickness used in service. For materials which come in varying thicknesses, fire behaviour shall be determined as a function of the material thickness. 60 mm thick specimens are representative of materials which come in greater thicknesses.

If a building material is only produced in widths smaller than 90 mm, its fire behaviour shall be determined for the maximum width available.

#### 6.2.3.2 Conditioning of specimens

Specimens shall be conditioned in DIN 50014-23/50-2 standard atmosphere for at least two weeks before testing.

On specimens for the edge ignition test, a gauge mark shall be drawn across the width 150 mm above the bottom edge, and on specimens for the surface ignition test, two marks shall be drawn, one 40 mm and one 190 mm above the bottom edge. If necessary, a mark shall also be drawn on the back of specimens for the edge ignition test.

#### **6.2.4 Ignitibility test: Apparatus**

The following apparatus shall be used:

- a) A small cabinet as in DIN 50050-1, which shall be set up so that it is draught-free. A mirror is to be attached to the back wall inside the cabinet so that the back of the specimen can be observed during testing. As a departure from DIN 50050-1, the air speed – which shall be between 0,6 m/s and 0,8 m/s – is to be measured in the flue, 25 mm above the flange.
- b) A burner as in DIN 50051, operated with propane as in DIN 51622. A device shall also be provided that allows the burner to be adjusted both vertically (for setting the flame height) and horizontally (for bringing the burner into position) (see figure 4).
- c) Specimen holder and frame for vertically suspending specimens. For materials up to 60 mm thick and 90 mm wide, the frame shall be as in subclause 4.1.3, the specimen holder as in subclause 4.1.4, of DIN 53438-1, June 1984 edition. Specimens less than 90 mm wide shall be suspended accordingly.
- d) Gauge as in subclauses 4.4 and 4.5 of DIN 53438-1, June 1984 edition, for setting the distance of the burner to the specimen.

#### **6.2.5 Ignitibility test: Procedure**

**6.2.5.1** The ambient temperature of the test room is to be about 20 °C.

Mount the specimen in the holder/frame and suspend the entire frame vertically in the cabinet. Position the burner vertically to set the flame height to 20 mm, then tilt the burner to a 45° angle (cf. figure 4) and place it in the cabinet.

**6.2.5.2** For bottom edge ignition testing (cf. figure 6), position the burner so that flame is applied to the bottom edge of the specimen at the centre of its width and thickness (for specimens up to 3 mm thick only). For specimens with a thickness greater than 3 mm, apply the flame to the lower surface of the specimen at the least favourable point in terms of fire behaviour. The front edge of the burner's stabilizer is to be 16 mm away from the specimen's bottom edge, measured along the nozzle axis.

**6.2.5.3** Where surface ignition testing is necessary, burner placement and flame impingement shall be as shown in figure 7. The flame shall be applied to the centre of the specimen's width.

**6.2.5.4** Apply the flame for 15 seconds and then pull the burner back, taking care not to create any draught. Measure the time it takes for the flame tip to reach the gauge mark (unless the flame extinguishes beforehand).

**6.2.5.5** Multi-layered materials are to be tested as shown in figure 5 and as specified in subclause 6.2.5.2, except that the flame is to be applied to the least favourable point on the specimen's front edge.

**6.2.5.6** If materials are to be used in composite structures together with other materials, these shall be tested together.

#### **6.2.6 Test for molten dripping**

**6.2.6.1** While testing as in subclause 6.2.5, class B2 materials are also to be tested for molten dripping. If within 20 seconds after flaming the filter paper as in subclause 6.2.6.2 ignites, or if drops that have fallen on the paper burn for more than two seconds, then molten dripping has occurred.

**6.2.6.2** Before testing, condition two layers of filter paper in DIN 50014-23/50-2 standard atmosphere, and then place them in a 100 mm × 60 mm wire basket. Place the basket under the specimen on the floor of the cabinet.

---

For <sup>4)</sup>, see page 7.

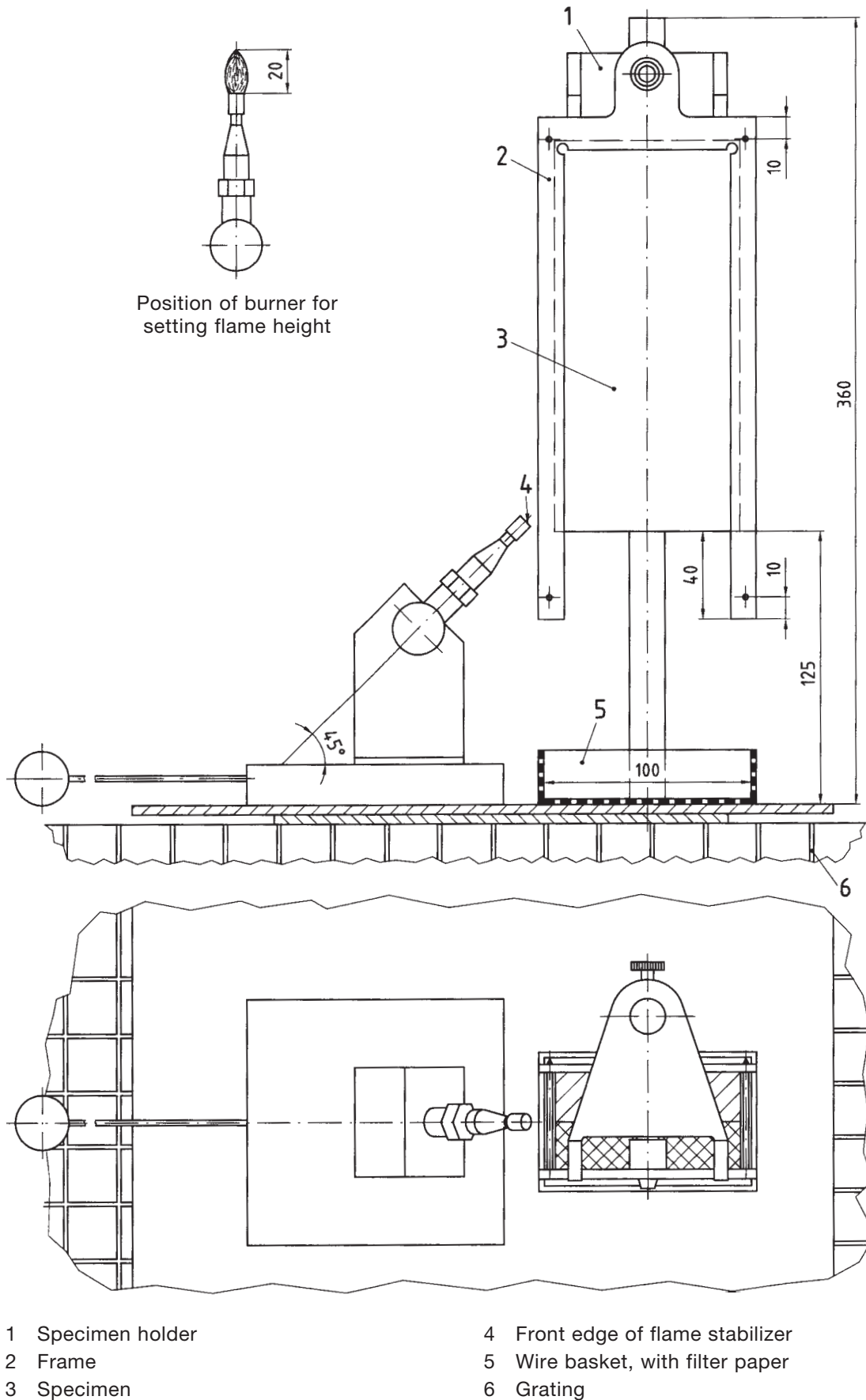
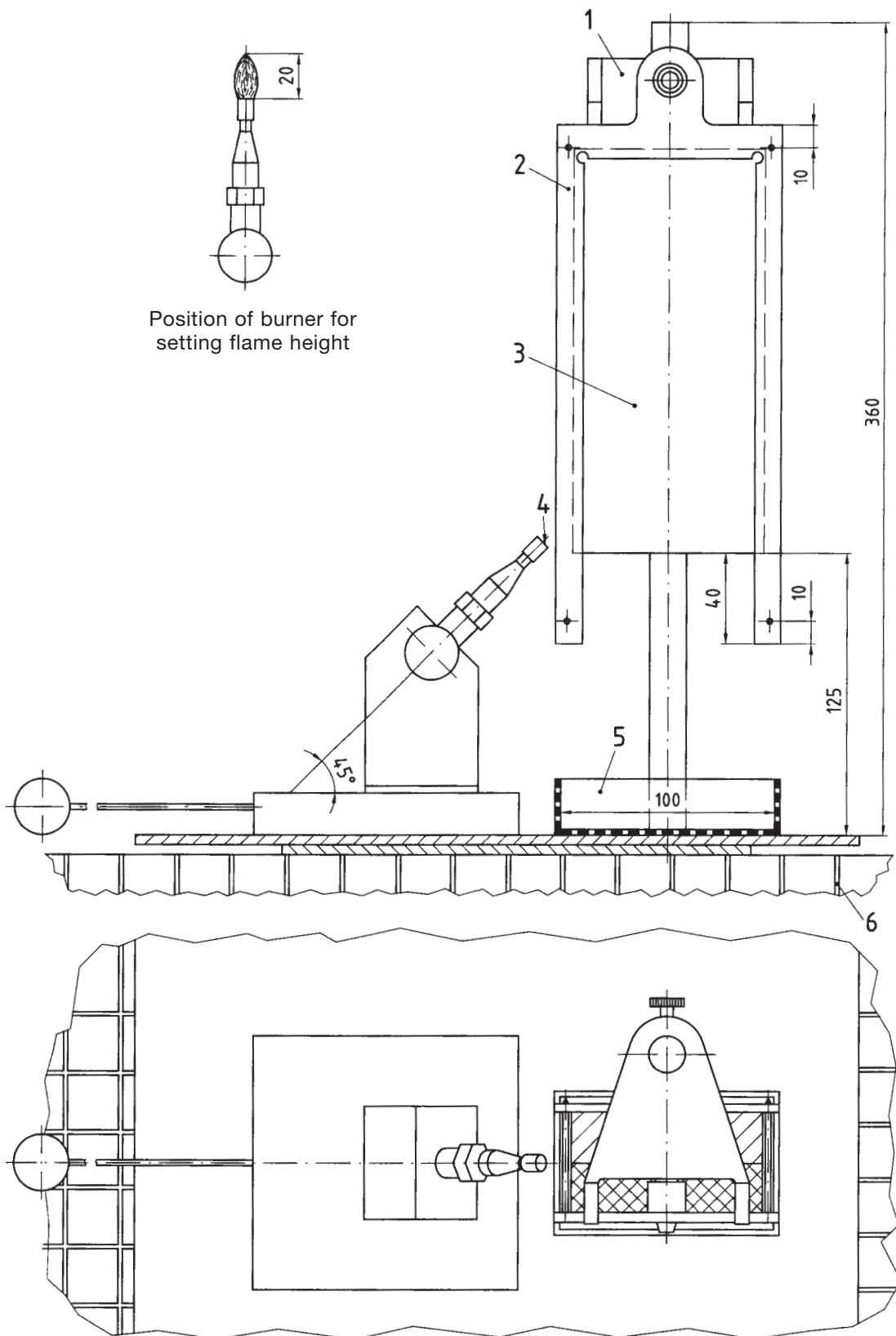


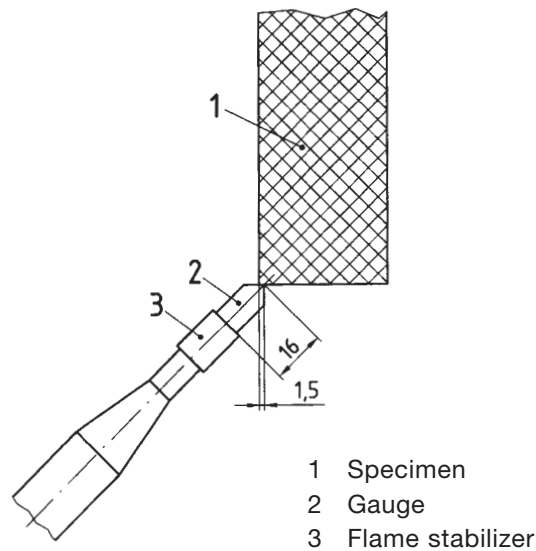
Figure 4: Apparatus for ignitibility testing as in subclauses 6.2.5.1 to 6.2.5.3 (schematic)



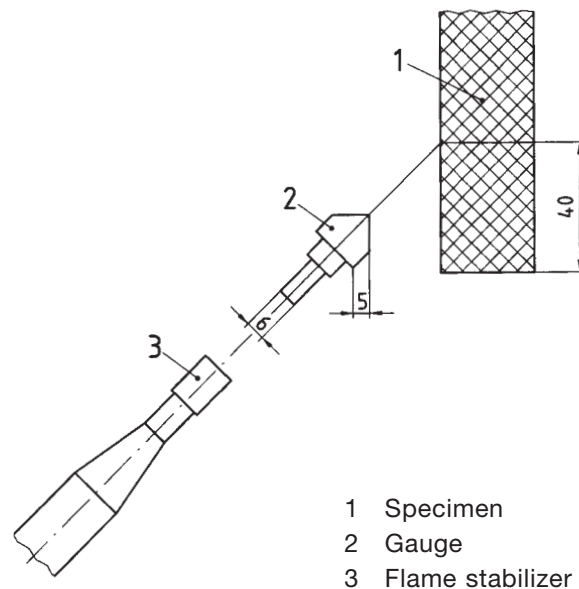
- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| 1 Specimen holder | 4 Front edge of flame stabilizer |
| 2 Frame           | 5 Wire basket, with filter paper |
| 3 Specimen        | 6 Grating                        |

**Figure 5: Apparatus for ignitability testing multi-layered materials as in subclause 6.2.5.5 (schematic)**





**Figure 6: Burner position for edge ignition testing**



**Figure 7: Burner position for surface ignition testing**

### 6.2.7 Test certificate

If a building material can be classed as a B2 material on the basis of testing as in this standard, a test certificate<sup>4)</sup> stating this shall be prepared, which is to contain the following information:

- a full description of the building material, including its type (e.g. main constituents), appearance, design, dimensions, density or mass per unit area, and sampling method used;
- details of specimen preparation;
- specimen thickness;
- details of test procedure, number of tests;
- any observations made during testing (e.g. time and duration of flaming, extinction of flame before the gauge mark is reached, generation of smoke, appearance of specimen after the test);
- classification as class B2 material (as a function of specimen thickness);
- statement as to whether molten dripping has occurred or not;
- period of validity (no more than five years; extensions may be granted upon request).

### 6.3 Class B3 materials

Combustible materials which cannot be classed as B1 or B2 materials shall be classed as B3 materials.



# Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C127; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.*

## 1. Scope

1.1 This test method covers the determination of relative density (specific gravity) and the absorption of coarse aggregates. The relative density (specific gravity), a dimensionless quantity, is expressed as oven-dry (OD), saturated-surface-dry (SSD), or as apparent relative density (apparent specific gravity). The OD relative density is determined after drying the aggregate. The SSD relative density and absorption are determined after soaking the aggregate in water for a prescribed duration.

1.2 This test method is not intended to be used with lightweight aggregates that comply with Specification C332 Group I aggregates.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.4 The text of this test method references notes and footnotes that provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of this test method.

1.5 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

## 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*<sup>2</sup>

C29/C29M Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.20 on Normal Weight Aggregates.

Current edition approved Jan. 1, 2015. Published March 2015. Originally approved in 1936. Last previous edition approved in 2012 as C127–12. DOI: 10.1520/C0127-15.

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard’s Document Summary page on the ASTM website.

C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C128 Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate

C136 Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

C330 Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

C332 Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete

C566 Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

C702 Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

D75 Practice for Sampling Aggregates

D448 Classification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2.2 *AASHTO Standard:*

AASHTO T 85 Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate<sup>3</sup>

## 3. Terminology

3.1 For definition of terms used in this standard, refer to Terminology C125.

## 4. Summary of Test Method

4.1 A sample of aggregate is immersed in water for  $24 \pm 4$  h to essentially fill the pores. It is then removed from the water, the water dried from the surface of the particles, and the mass determined. Subsequently, the volume of the sample is determined by the displacement of water method. Finally, the sample is oven-dried and the mass determined. Using the mass

<sup>3</sup> Available from American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 444 N. Capitol St., NW, Suite 249, Washington, DC 20001, <http://www.transportation.org>.

values thus obtained and formulas in this test method, it is possible to calculate relative density (specific gravity) and absorption.

## 5. Significance and Use

5.1 Relative density (specific gravity) is the ratio of mass of an aggregate to the mass of a volume of water equal to the volume of the aggregate particles – also referred to as the absolute volume of the aggregate. It is also expressed as the ratio of the density of the aggregate particles to the density of water. Distinction is made between the density of aggregate particles and the bulk density of aggregates as determined by Test Method **C29/C29M**, which includes the volume of voids between the particles of aggregates.

5.2 Relative density is used to calculate the volume occupied by the aggregate in various mixtures containing aggregate, including hydraulic cement concrete, bituminous concrete, and other mixtures that are proportioned or analyzed on an absolute volume basis. Relative density (specific gravity) is also used in the computation of voids in aggregate in Test Method **C29/C29M**. Relative density (specific gravity) (SSD) is used if the aggregate is in a saturated-surface-dry condition, that is, if its absorption has been satisfied. Alternatively, the relative density (specific gravity) (OD) is used for computations when the aggregate is dry or assumed to be dry.

5.3 Apparent relative density (specific gravity) pertain to the solid material making up the constituent particles not including the pore space within the particles that is accessible to water.

5.4 Absorption values are used to calculate the change in the mass of an aggregate due to water absorbed in the pore spaces within the constituent particles, compared to the dry condition, when it is deemed that the aggregate has been in contact with water long enough to satisfy most of the absorption potential. The laboratory standard for absorption is that obtained after submerging dry aggregate for a prescribed period of time. Aggregates mined from below the water table commonly have a moisture content greater than the absorption determined by this test method, if used without opportunity to dry prior to use. Conversely, some aggregates that have not been continuously maintained in a moist condition until used are likely to contain an amount of absorbed moisture less than the 24-h soaked condition. For an aggregate that has been in contact with water and that has free moisture on the particle surfaces, the percentage of free moisture is determined by deducting the absorption from the total moisture content determined by Test Method **C566**.

5.5 The general procedures described in this test method are suitable for determining the absorption of aggregates that have had conditioning other than the 24-h soak, such as boiling water or vacuum saturation. The values obtained for absorption by other test methods will be different than the values obtained by the prescribed soaking, as will the relative density (specific gravity) (SSD).

## 6. Apparatus

6.1 *Balance*—A device for determining mass that is sensitive, readable, and accurate to 0.05 % of the sample mass

at any point within the range used for this test, or 0.5 g, whichever is greater. The balance shall be equipped with suitable apparatus for suspending the sample container in water from the center of the platform or pan of the balance.

6.2 *Sample Container*—A wire basket of 3.35 mm (No. 6) or finer mesh, or a bucket of approximately equal breadth and height, with a capacity of 4 to 7 L for 37.5-mm (1½-in.) nominal maximum size aggregate or smaller, and a larger container as needed for testing larger maximum size aggregate. The container shall be constructed so as to prevent trapping air when the container is submerged.

6.3 *Water Tank*—A watertight tank into which the sample container is placed while suspended below the balance.

6.4 *Sieves*—A 4.75-mm (No. 4) sieve or other sizes as needed (see 7.2 – 7.4), conforming to Specification **E11**.

6.5 *Oven*—An oven of sufficient size, capable of maintaining a uniform temperature of  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).

## 7. Sampling

7.1 Sample the aggregate in accordance with Practice **D75**.

7.2 Thoroughly mix the sample of aggregate and reduce it to the approximate quantity needed using the applicable procedures in Practice **C702**. Reject all material passing a 4.75-mm (No. 4) sieve by dry sieving and thoroughly washing to remove dust or other coatings from the surface. If the coarse aggregate contains a substantial quantity of material finer than the 4.75-mm sieve (such as for Size No. 8 and 9 aggregates in Classification **D448**), use the 2.36-mm (No. 8) sieve in place of the 4.75-mm sieve. Alternatively, separate the material finer than the 4.75-mm sieve and test the finer material according to Test Method **C128**.

NOTE 1—If aggregates smaller than 4.75 mm (No. 4) are used in the sample, check to ensure that the size of the openings in the sample container is smaller than the minimum size aggregate.

7.3 The minimum mass of test sample to be used is given as follows. Testing the coarse aggregate in several size fractions is permitted. If the sample contains more than 15 % retained on the 37.5-mm (1½-in.) sieve, test the material larger than 37.5 mm in one or more size fractions separately from the smaller size fractions. When an aggregate is tested in separate size fractions, the minimum mass of test sample for each fraction shall be the difference between the masses prescribed for the maximum and minimum sizes of the fraction.

Nominal Maximum Size, mm (in.)	Minimum Mass of Test Sample, kg (lb)
12.5 (½) or less	2 (4.4)
19.0 (¾)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

7.4 If the sample is tested in two or more size fractions, determine the grading of the sample in accordance with Test Method **C136**, including the sieves used for separating the size fractions for the determinations in this method. In calculating

the percentage of material in each size fraction, ignore the quantity of material finer than the 4.75-mm (No. 4) sieve (or 2.36-mm (No. 8) sieve when that sieve is used in accordance with 7.2).

NOTE 2—When testing coarse aggregate of large nominal maximum size requiring large test samples, it may be more convenient to perform the test on two or more subsamples, and the values obtained combined for the computations described in Section 9.

## 8. Procedure

8.1 Dry the test sample in the oven to constant mass at a temperature of  $110 \pm 5$  °C, cool in air at room temperature for 1 to 3 h for test samples of 37.5-mm (1½-in.) nominal maximum size, or longer for larger sizes until the aggregate has cooled to a temperature that is comfortable to handle (approximately 50 °C). Subsequently immerse the aggregate in water at room temperature for a period of  $24 \pm 4$  h. When Specification C330 or Specification C332 Group II lightweight aggregates are used, immerse the aggregate in water at room temperature for a period of  $72 \pm 4$  h, stirring for at least one minute every 24 h.

8.2 When the absorption and relative density (specific gravity) values are to be used in proportioning concrete mixtures in which the aggregates will be in their naturally moist condition, the requirement in 8.1 for initial drying is optional, and, if the surfaces of the particles in the sample have been kept continuously wet until tested, the requirement in 8.1 for  $24 \pm 4$  h or  $72 \pm 4$  h soaking is also optional.

NOTE 3—Values for absorption and relative density (specific gravity) (SSD) may be significantly higher for aggregate not oven dried before soaking than for the same aggregate treated in accordance with 8.1. This is especially true of particles larger than 75 mm since the water may not be able to penetrate the pores to the center of the particle in the prescribed soaking period.

8.3 Remove the test sample from the water and roll it in a large absorbent cloth until all visible films of water are removed. Wipe the larger particles individually. A moving stream of air is permitted to assist in the drying operation. Take care to avoid evaporation of water from aggregate pores during the surface-drying operation. Determine the mass of the test sample in the saturated surface-dry condition. Record this and all subsequent masses to the nearest 0.5 g or 0.05 % of the sample mass, whichever is greater.

8.4 After determining the mass in air, immediately place the saturated-surface-dry test sample in the sample container and determine its apparent mass in water at  $23 \pm 2.0$  °C. Take care to remove all entrapped air before determining its mass by shaking the container while immersed.

NOTE 4—The difference between the mass in air and the mass when the sample is submerged in water equals the mass of water displaced by the sample.

NOTE 5—The container should be immersed to a depth sufficient to cover it and the test sample while determining the apparent mass in water. Wire suspending the container should be of the smallest practical size to minimize any possible effects of a variable immersed length.

8.5 Dry the test sample in the oven to constant mass at a temperature of  $110 \pm 5$  °C, cool in air at room temperature 1

to 3 h, or until the aggregate has cooled to a temperature that is comfortable to handle (approximately 50 °C), and determine the mass.

## 9. Calculations

### 9.1 Relative Density (Specific Gravity):

9.1.1 Relative Density (Specific Gravity) (OD)—Calculate the relative density (specific gravity) on the basis of oven-dry aggregate as follows:

$$\text{Relative density (specific gravity) (OD)} = A/(B - C) \quad (1)$$

where:

- A = mass of oven-dry test sample in air, g,
- B = mass of saturated-surface-dry test sample in air, g, and
- C = apparent mass of saturated test sample in water, g.

9.1.2 Relative Density (Specific Gravity) (SSD)—Calculate the relative density (specific gravity) on the basis of saturated-surface-dry aggregate as follows:

$$\text{Relative density (specific gravity) (SSD)} = B/(B - C) \quad (2)$$

9.1.3 Apparent Relative Density (Specific Gravity)—Calculate the apparent relative density (specific gravity) as follows:

$$\text{Apparent relative density (specific gravity)} = A/(A - C) \quad (3)$$

9.2 Average Relative Density (Specific Gravity) Values—If the sample is tested in separate size fractions, compute the average values for relative density (specific gravity) of the size fraction computed in accordance with 9.1 using the following equation:

$$G = \frac{1}{\frac{P_1}{100 G_1} + \frac{P_2}{100 G_2} + \dots + \frac{P_n}{100 G_n}} \quad (\text{see Appendix X1}) \quad (4)$$

where:

- G = average relative density (specific gravity). All forms of expression of relative density (specific gravity) can be averaged in this manner,
- $G_1, G_2, \dots, G_n$  = appropriate average relative density (specific gravity) values for each size fraction depending on the type of relative density (specific gravity) being averaged, and
- $P_1, P_2, \dots, P_n$  = mass percentages of each size fraction present in the original sample (not including finer material—see 7.4).

9.3 Absorption—Calculate the percentage of absorption, as follows:

$$\text{Absorption, \%} = [(B - A)/A] \times 100 \quad (5)$$

9.4 Average Absorption Value—If the sample is tested in separate size fractions, the average absorption value is the average of the values as computed in 9.3, weighted in proportion to the mass percentages of each size fraction present in the original sample (not including finer material—see 7.4) as follows:

$$A = (P_1 A_1 / 100) + (P_2 A_2 / 100) + \dots + (P_n A_n / 100) \quad (6)$$

where:

- $A$  = average absorption, %,  
 $A_1, A_2 \dots A_n$  = absorption percentages for each size fraction, and  
 $P_1, P_2, \dots P_n$  = mass percentages of each size fraction present in the original sample.

## 10. Report

10.1 Report relative density (specific gravity) results to the nearest 0.01 and indicate the basis for relative density (specific gravity) as either (OD), (SSD), or apparent.

10.2 Report the absorption result to the nearest 0.1 %.

10.3 If the relative density (specific gravity) and absorption values were determined without first drying the aggregate, as permitted in 8.2, note that fact in the report.

## 11. Precision and Bias

11.1 The estimates of precision of this test method listed in Table 1 are based on results from the AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample Program, with testing conducted by this test method and AASHTO Method T 85. The significant difference between the methods is that Test Method C127 requires a saturation period of  $24 \pm 4$  h, while AASHTO Method T 85 requires a saturation period of 15 h minimum. This difference has been found to have an insignificant effect on the precision indices. The data are based on the analyses of more than 100 paired test results from 40 to 100 laboratories.

**TABLE 1 Precision**

	Standard Deviation	Acceptable Range of Two Results (d2s) <sup>4</sup>
<i>Single-Operator Precision:</i>		
Relative density (specific gravity) (OD)	0.009	0.025
Relative density (specific gravity) (SSD)	0.007	0.020
Apparent relative density (specific gravity)	0.007	0.020
<i>Multilaboratory Precision:</i>		
Relative density (specific gravity) (OD)	0.013	0.038
Relative density (specific gravity) (SSD)	0.011	0.032
Apparent relative density (specific gravity)	0.011	0.032

<sup>4</sup> These numbers represent the (d2s) limits as described in Practice C670. The precision estimates were obtained from the analysis of combined AASHTO Materials Reference Laboratory proficiency sample data from laboratories using 15 h minimum saturation times and other laboratories using  $24 \pm 4$  h saturation times. Testing was performed on normal-weight aggregates, and started with aggregates in the oven-dry condition.

11.2 *Bias*—Since there is no accepted reference material for determining the bias for the procedure in this test method, no statement on bias is being made.

## 12. Keywords

12.1 absorption; aggregate; apparent relative density; coarse aggregate; relative density; specific gravity

## APPENDIXES

### (Nonmandatory Information)

#### X1. DEVELOPMENT OF EQUATIONS

X1.1 The derivation of the equation is from the following simplified cases using two solids. Solid 1 has a mass  $M_1$  in grams and a volume  $V_1$  in millilitres; its relative density (specific gravity) ( $G_1$ ) is therefore  $M_1/V_1$ . Solid 2 has a mass  $M_2$  and volume  $V_2$ , and  $G_2 = M_2/V_2$ . If the two solids are considered together, the relative density (specific gravity) of the combination is the total mass in grams divided by the total volume in millilitres:

$$G = (M_1 + M_2) / (V_1 + V_2) \quad (X1.1)$$

Manipulation of this equation yields the following:

$$G = \frac{1}{\frac{V_1 + V_2}{M_1 + M_2}} = \frac{1}{\frac{V_1}{M_1 + M_2} + \frac{V_2}{M_1 + M_2}} \quad (X1.2)$$

$$G = \frac{1}{\frac{M_1}{M_1 + M_2} \left( \frac{V_1}{M_1} \right) + \frac{M_2}{M_1 + M_2} \left( \frac{V_2}{M_2} \right)} \quad (X1.3)$$

However, the mass fractions of the two solids are:

$$M_1 / (M_1 + M_2) = P_1 / 100 \text{ and } M_2 / (M_1 + M_2) = P_2 / 100 \quad (X1.4)$$

and,

$$1/G_1 = V_1/M_1 \text{ and } 1/G_2 = V_2/M_2 \quad (X1.5)$$

Therefore,

$$G = \frac{1}{\frac{P_1}{100} \frac{1}{G_1} + \frac{P_2}{100} \frac{1}{G_2}} \quad (X1.6)$$

An example of the computation is given in Table X1.1.



**TABLE X1.1 Example of Calculation of Weighted Values of Relative Density (Specific Gravity) and Absorption for a Coarse Aggregate Tested in Separate Sizes**

Size Fraction, mm (in.)	% in Original Sample	Sample Mass Used in Test, g	Relative Density (Specific Gravity) (SSD)	Absorption, %
4.75 to 12.5 (No. 4 to ½)	44	2213.0	2.72	0.4
12.5 to 37.5 (½ to 1½)	35	5462.5	2.56	2.5
37.5 to 63 (1½ to 2½)	21	12593.0	2.54	3.0

Average Relative Density (Specific Gravity) (SSD)

$$G_{SSD} = \frac{1}{\frac{0.44}{2.72} + \frac{0.35}{2.56} + \frac{0.21}{2.54}} = 2.62$$

Average Absorption

$$A = (0.44)(0.4) + (0.35)(2.5) + (0.21)(3.0) = 1.7\%$$

## X2. INTERRELATIONSHIPS BETWEEN RELATIVE DENSITIES (SPECIFIC GRAVITIES) AND ABSORPTION AS DEFINED IN TEST METHODS C127 AND C128

X2.1 Where:

- $S_d$  = relative density (specific gravity) (OD),  
 $S_s$  = relative density (specific gravity) (SSD),  
 $S_a$  = apparent relative density (apparent specific gravity),  
 and  
 A = absorption in %.

$$S_a = \frac{1}{\frac{1+A/100}{S_s} - \frac{A}{100}} = \frac{S_s}{1 - \left[ \frac{A}{100}(S_s - 1) \right]} \quad (X2.3)$$

$$A = \left( \frac{S_s}{S_a} - 1 \right) 100 \quad (X2.4)$$

$$A = \left( \frac{S_a - S_s}{S_a(S_s - 1)} \right) 100 \quad (X2.5)$$

X2.2 Calculate the values of each as follows:

$$S_s = (1 + A/100)S_d \quad (X2.1)$$

$$S_a = \frac{1}{\frac{1}{S_d} - \frac{A}{100}} = \frac{S_d}{1 - \frac{AS_d}{100}} \quad (X2.2)$$

*ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, Tel: (978) 646-2600; http://www.copyright.com/*



# Una manera simple de determinar la conductividad térmica de los materiales

Agustín Ostachuk, Leonardo Di Paolo y Ulises Orlando – Termodinámica, Física I – Universidad Nacional de General San Martín – Julio 2000 - e-mail: aostachuk@hotmail.com

## OBJETIVO:

Mediante el uso de un dispositivo experimental adecuado, medir la conductividad térmica de materiales utilizados para la construcción.

## INTRODUCCION:

El calor puede ser transferido de un punto a otro mediante tres procesos distintos: conducción, convección y radiación. De lo que aquí se trata es medir la cantidad de calor transferida por conducción.

En la conducción el calor se transmite a través de un medio material (en este caso a través del material en estudio) y no hay transporte de materia. La velocidad a la que se transfiere el calor a través del material ( $dQ/dt$ ) se representa por la letra  $H$ , y se denomina **flujo de calor**. Empíricamente se halló que el flujo de calor es proporcional al área transversal a la dirección del flujo ( $A$ ), a la diferencia de temperatura a ambos lados del material ( $\Delta T$ ), e inversamente proporcional a la distancia recorrida desde el lugar a mayor temperatura ( $\Delta x$ ). Es decir que:

$$H \propto \frac{A \Delta T}{\Delta x}$$

Para lograr la igualdad de la expresión anterior se agregó una constante  $k$ , que es la llamada **conductividad térmica**:

$$H = \frac{dQ}{dt} = \frac{k A \Delta T}{\Delta x}$$

La conductividad térmica expresa la capacidad de un material dado en conducir el calor, y es propia e inherente de cada material.

Para obtener el valor de la conductividad térmica lo único que nos falta es hallar una expresión que nos permita determinar el calor transferido. Como la experiencia se basa en fundir un bloque de hielo dispuesto sobre el material a estudiar (ver “Desarrollo Experimental”), entonces vamos a medir  $\Delta Q$  sabiendo que se necesitan 80 calorías para fundir 1 gramo de hielo. Esto se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta Q = m L_f$$

donde  $m$  es la masa de hielo fundido y  $L_f$  es el calor de fusión, que es el calor necesario para fundir 1 gramo del material (en este caso 80 cal/g).

Entonces ya tenemos la fórmula para calcular la conductividad térmica de cualquier material:

$$K = \frac{m L_f \Delta x}{\Delta t A \Delta T} = \frac{R L_f h}{A \Delta T} \quad (R = m/\Delta t; h = \Delta x)$$

donde  $\Delta t$  es el tiempo que tarda en fundirse la masa  $m$  de hielo,  $h$  es el ancho del material,  $A$  es el área efectiva a través de la cual se da la transferencia de calor, y  $\Delta T$  es la diferencia de temperatura a ambos lados del material.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL:

El equipo utilizado (“*Thermal Conductivity Apparatus*” de la firma *Pasco*, [www.pasco.com](http://www.pasco.com)) consta de los siguientes elementos: una base, una cámara de vapor, un generador de vapor, un molde de hielo y una serie de placas de distinto material para estudiar su conductividad térmica.

La cámara de vapor se coloca sobre la base y se conecta al generador de vapor. Sobre ella se sujeta con unas agarraderas dispuestas por encima de la cámara. La cámara tiene una abertura en la parte superior donde se coloca el material, para que la diferencia de temperatura se dé directamente a través del material. Por último, se coloca el molde de hielo destapado con la boca hacia abajo sobre el material.

Al encender el generador de vapor, el vapor circulará a través de la cámara. Se generará entonces una diferencia de temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a través del material. El calor fluirá desde la región de temperatura mayor (la cámara de vapor) a la región de temperatura menor (el bloque de hielo) atravesando el material. El calor (energía térmica) transferido al hielo será utilizado para fundirlo. Entonces una buena forma de determinar el calor transferido es recolectar la masa de hielo fundido.

Una vez armado todo el dispositivo experimental, se puede comenzar la experiencia. Para ello se debe primero medir el diámetro del bloque de hielo (con el cual se determinará el área efectiva de intercambio de calor  $A$ ) y el ancho del material en estudio ( $h$ ). El experimento consiste simplemente en hallar el tiempo  $\Delta t$  en el cual se funde la masa  $m$  de hielo. Es importante no comenzar la adquisición de datos antes de que el hielo comience a fundirse. Al final de la experiencia se obtienen entonces los valores de  $m$  y  $\Delta t$ , y por tanto  $R$ .

La única transferencia de calor no es desde la cámara al bloque de hielo, sino que el entorno, al estar a una temperatura mayor que la del hielo, también cede calor y por tanto contribuye a la fundición del hielo. Se debe entonces descartar cualquier contribución a la fundición del hielo que no sea por transferencia de calor a través del material. Si esto no se hiciera se estaría sobreestimando la capacidad conductora de los materiales, al estar midiendo una masa de agua mayor que proviene de la cesión de calor de varios puntos del sistema. Para contrarrestar este efecto se resolvió reproducir la experiencia con cada material dos veces. Una de ellas se hizo con el generador de vapor encendido y la otra con el generador apagado. El valor de  $R$  obtenido con la experiencia realizada con el generador de vapor apagado representa la masa de hielo fundido en el tiempo  $\Delta t$  debido a la transferencia de calor de cualquier fuente que no sea una diferencia de temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a través del material.  $\Delta R$  (la diferencia entre el  $R$  con el generador prendido y el  $R$  con el generador apagado) considera sólo esta última contribución y se utiliza entonces para determinar el valor de la conductividad térmica.

Se procedió entonces a medir la conductividad térmica de tres importantes materiales: vidrio, madera y yeso.

## RESULTADOS:

Material	Temperatura superior	Hielo fundido (g) (+/- 0,1)	Tiempo (minutos) (+/- 0,1)	Área ( $\text{cm}^2$ ) (+/- 3)	Espesor (cm) (+/- 0,01)	R (g/min)
----------	----------------------	--------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	-----------

Vidrio	Ambiente	18,5	34	51	0,58	0,543 +/- 0,005
	100°C	80,8	10	51		7,58 +/- 0,09
Madera	Ambiente	25,1	36	48	0,69	0,698 +/- 0,005
	100°C	31	26	49		1,157 +/- 0,008
Yeso	Ambiente	21,8	35	51	0,96	0,623 +/- 0,005
	100°C	39,7	21	51		1,89 +/- 0,01

La masa de hielo fundido se recolectó en un recipiente previamente pesado, y al final de la experiencia se volvió a pesar para determinar  $m$ .

El tiempo tomado se extendió lo suficiente como para recolectar una masa apreciable de agua, y así tratar de minimizar posibles fluctuaciones en la tasa de fundición.

El área se determinó midiendo el diámetro del bloque de hielo. Se midió al comienzo y al final de la experiencia para considerar cambios en el área efectiva por la cual se produce la transferencia de calor. Se tomó como valor el promedio de las dos. A su vez para  $k$  se usa el promedio de las áreas obtenidas (a temperatura ambiente y a 100°C).

### Vidrio

$$\Delta R = (7,03 \pm 0,09) \text{g/min}$$

$$k = \frac{\Delta R \cdot L_f \cdot h}{A \cdot \Delta T} = (11 \pm 1) \cdot 10^{-4} \text{ cal/seg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{cm}$$

### Madera

$$\Delta R = (0,46 \pm 0,01) \text{g/min}$$

$$k = (0,88 \pm 0,08) \cdot 10^{-4} \text{ cal/seg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{cm}$$

### Yeso

$$\Delta R = (1,27 \pm 0,02) \text{g/min}$$

$$k = (3,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-4} \text{ cal/seg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{cm}$$

### Tabla comparativa

Material	Valor hallado	Valores aceptados*
Vidrio	$(11 \pm 1) \cdot 10^{-4}$	$17,2 - 20,6 \cdot 10^{-4}$
Madera	$(0,88 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$	$1,13 \cdot 10^{-4}$
Yeso	$(3,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$	$10,3 \cdot 10^{-4}$

\* Handbook of Chemistry and Physics, 46ª Edición, The Chemical Rubber Company. (Los valores para madera y yeso varían considerablemente)

## **CONCLUSIONES:**

Los valores de conductividad térmica obtenidos se encuentran en el orden de los valores de tabla, aunque son relativamente inferiores. Esta diferencia se adjudica al hecho de haber empezado la adquisición de datos apenas el hielo comenzó a fundir, y no haber esperado el tiempo suficiente para que alcance una tasa constante y continua de fundición, con lo cual el hielo bien podría haberse encontrado a una temperatura menor de 0°C.



Scientia Et Technica

ISSN: 0122-1701

scientia@utp.edu.co

Universidad Tecnológica de Pereira

Colombia

GONZÁLEZ B., HÉCTOR ÁLVARO; SALAZAR NARVÁEZ, EDWIN GIOVANNY; CABRERA  
CASTAÑO, CHRISTIAN HEMERSON  
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRC), DE MATERIALES, UTILIZANDO  
UNA CÁMARA DE INSONORIZACIÓN

Scientia Et Technica, vol. XIV, núm. 38, junio, 2008, pp. 119-124

Universidad Tecnológica de Pereira

Pereira, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903821>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRC), DE MATERIALES, UTILIZANDO UNA CÁMARA DE INSONORIZACIÓN.

**Calculation of the coefficient of reduction of noise (NRC), of materials, using a chamber of soundproofing.**

### RESUMEN

En esta publicación se presenta la implementación de un Sistema de medición del índice de atenuación de sonido (SM) y el procedimiento para el cálculo del coeficiente de reducción de ruido NRC (Noise Reduction Coefficient), en ocho diferentes materiales, para finalmente diferenciarlos y encontrar el material de mayor atenuación de sonido en una aplicación específica. La metodología que se utilizó, incluye, la construcción de una cámara de insonorización, tomando como base los modelos implementados por la empresa COLOMBIT S.A., el modelo expuesto en el texto de Chapman y el procedimiento sugerido en Cyril. Los resultados muestran la frecuencia de mejor atenuación para cada material.

**PALABRAS CLAVES:** Sistema de medición, procedimiento de medición, sonido, atenuación, NRC.

### ABSTRACT

*This publication presents the implementation of the system for measuring the rate of decay of sound (SM) and the procedure for calculating the ratio of noise reduction NRC (Noise Reduction Coefficient), in eight different materials, to distinguish among them, and finally, find material more sound attenuation in an application specifies. The methodology that was used, includes the construction of a soundproof chamber, based on models developed by the company Colombit S.A., the model described in the text of Chapman and the procedure suggested by Cyril. The results show the better frequency of attenuation for each material.*

**KEYWORDS:** System of measurement, procedure of measurement, sound, attenuation, NRC.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las emanaciones excesivas de ruido, causan interferencia en las actividades cotidianas como: el estudio, el trabajo, el sueño y la recreación, también son causantes de esfuerzo, fatiga y estrés. El ruido de alta intensidad tiene un efecto acumulativo adverso sobre el mecanismo de audición humano; psicológicamente afecta negativamente la productividad en los trabajadores y causa desgastes y daños irreversibles. Por todo esto es importante eliminar o reducir gradualmente el ruido. El control de ruido se ha transformado en las últimas décadas en algo esencial para todo nuevo emprendimiento en cualquier área de la tecnología aplicada, desde proyectos relativamente pequeños, hasta instalaciones industriales de gran envergadura, como también proyectos arquitectónicos de todo tipo y alcance, es en otras palabras, un problema de salud pública. El control del ruido obedece también al afán de la toma de conciencia por parte de la sociedad acerca del problema de la contaminación del ambiente en general y sonora en lo específico. Además de la principal razón para controlar los niveles de ruido, que es la salud y el bienestar para el ser humano, también se deben tener en cuenta criterios tales como cumplimiento de las

normas, disposiciones y reglamentos de regulación de las emisiones de ruido, para así evitar acciones legales, que pueden conllevar al rechazo de un producto, el rediseño y modificaciones sobre las construcciones, lo que causa el desperdicio de recursos y el sobre costo producto de este tipo de situaciones.

Es por ello que la Universidad Tecnológica de Pereira a través de la Escuela de Tecnología Mecánica y específicamente en esta investigación de tipo exploratoria y descriptiva, aborda la problemática del control del ruido, desde un punto de vista académico, el cual inicia con el enfoque de los aspectos físicos del ruido, la determinación de los requerimientos necesarios para el diseño del sistema de medición y del dimensionamiento de la cámara de insonorización, adecuada para dar respuesta a la pregunta de investigación que es calcular el Coeficiente de Reducción de Ruido de los materiales (NRC) tales como Superlon, Sonoacoustic tipología de cubos [10], Sonoacoustic tipología de pirámides [10], Sonoacoustic tipología de ondas [10], Sonoacoustic tipología de domos [10], Superlon II [13][14], Poliuretano densidad 60 [7], Caucho Eva [8], todos ellos usados comúnmente en la insonorización de espacios y algunos de ellos donados por la empresa FIBERGLASS

**M.SC. HÉCTOR ÁLVARO GONZÁLEZ B.**

Profesor Asociado  
Escuela de Tecnología Mecánica.  
Universidad Tecnológica de Pereira  
hagonza@utp.edu.co

**EDWIN GIOVANNY SALAZAR NARVÁEZ.**

Tecnólogo Mecánico  
Escuela de Tecnología Mecánica.  
Universidad Tecnológica de Pereira  
salazar20062006@yahoo.es

**CHRISTIAN HEMERSON CABRERA CASTAÑO**

Tecnólogo Mecánico  
Escuela de Tecnología Mecánica.  
Universidad Tecnológica de Pereira  
chcc175@yahoo.es



DE COLOMBIA a través del Arquitecto Fernando Villada, a quien se le agradece por su gestión. Se dan agradecimientos también a la empresa COLOMBIT de Manizales quien muy gentilmente hizo la donación del panel de fibrocemento para la construcción de la cámara de insonorización. Además, se establece un protocolo para la medición y cálculo del NCR. En el caso de la cámara de insonorización, después de analizar las experimentaciones realizadas en este campo se toma como base los modelos implementados por la empresa COLOMBIT S.A. [2][3] y el modelo expuesto en el texto Chapman y Hall, *The Measurement and Suppression of Noise*, Publishers [1] y el procedimiento sugerido en Cyril [5], los cuales se adaptan a los requerimientos deseados para esta investigación de carácter académico. El diseño y construcción de la cámara no se expone en esta publicación en razón a lo extenso y merece un tratamiento independiente [12].

Con este trabajo se pretende contribuir al mantenimiento del medio ambiente y del bienestar humano, también crear una herramienta que posibilite la determinación de las propiedades acústicas, de los materiales y que puede ser usada en posteriores investigaciones.

## 2. METODOLOGIA Y MATERIALES

### 2.1 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Para calcular el valor de la atenuación de ruido de los materiales se requiere medir los niveles de potencia sonora NPS antes y después de colocada la muestra, como ya se mencionó anteriormente. Para la obtención de estos valores se hace necesario el desarrollo de una metodología de análisis y medición acústica la cual conlleva al diseño y construcción respectiva de un "Sistema de medición del índice de atenuación de sonido" que para facilidad se lo nombra con las siglas SM. Este sistema funciona de acuerdo a las bases teóricas de la acústica, en donde se tiene en cuenta el comportamiento del sonido en espacios cerrados y como medio de propagación al aire. Los Elementos que conforman el SM son, Generador de ondas, Amplificador de señal, Alto parlante, Sonómetro y software. Se describe al sonómetro como un instrumento de medida que capta los cambios en la presión sonora. La unidad de medida es el decibel (A). El sonómetro usado fue un Extech 407764 [9], (ver figura 1) y está conformado por: *un micrófono*, que convierte la variación de presión sonora en variación equivalente de señal eléctrica; *el preamplificador*, que transforma la alta impedancia del micrófono en baja; *las redes de ponderación de frecuencia*, que hacen que la respuesta en frecuencia del sonómetro sea semejante a la del oído humano, *el indicador digital*, que es en donde se visualiza el resultado de las medidas [15].



Figura No. 1 Sonómetro

La figura 2 muestra el SM en donde el generador de señal emite señales eléctricas de acuerdo al tipo de onda y de frecuencia que se desee, estas señales pasan a través del amplificador el cual aumenta la amplitud de la onda, produciendo así un sonido de mejor calidad el cual es emitido a través del alto parlante, que se encuentra ubicado dentro del ducto de la cámara de insonorización. La señal ya transformada en sonido es captada por el sonómetro el cual realiza la función inversa es decir, toma las ondas de sonido (energía mecánica) y las transforma en pulsos eléctricos (energía eléctrica) los cuales son interpretados por el mismo sonómetro que muestra en la pantalla el equivalente de esta energía en dB. Por medio del software que incluye el sonómetro, estos datos pueden ser llevados directamente a un computador en donde se facilita su almacenamiento y posterior análisis, además de que garantiza que los intervalos de tiempo entre las medidas sean muy precisos

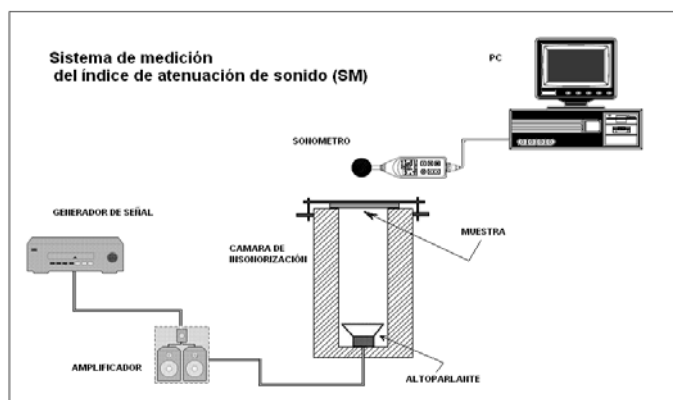


Figura No. 2 Sistema de medición del índice de atenuación de sonido SM

Para llevar a cabo las medidas y recolección de datos es necesario seguir el siguiente protocolo: La fijación de cada muestra a la cámara de insonorización, se realiza colocando la muestra en la parte interna del porta muestras, luego éste se coloca sobre la cámara de insonorización, justo sobre el marco de caucho (ver figura 2), tapando el ducto de la cámara de insonorización. Con el mecanismo de sujeción, se da el apriete o ajuste necesario a la muestra para que ésta quede firmemente apoyada sobre el marco de caucho y se garantiza el mayor aislamiento posible entre los elementos. Antes de

comenzar con las mediciones, verificar que la posición de la muestra no presente anomalías y que sea lo más perpendicular posible a la dirección del ducto, para garantizar una incidencia directa del sonido.

La preparación del generador consisten en fijar el generador de señales para producir 250 Hz. en onda sinusoidal, y la ubicación del sonómetro se realiza como se muestra en la figura 2, a 30 cm por encima de la muestra. Se coloca en ponderación “A” y en un rango de 40 – 90 dB, a excepción de la toma de datos para el ruido de fondo en el cual su rango es de 30 – 130 dB. Se comprueba que los datos del sonómetro coincidan con los datos del simulador del software (previa instalación y adecuación).

Con ayuda del software se hace la recolección y almacenamiento de los datos para su posterior análisis. El procedimiento se repite para cada uno de los materiales. Tomar por lo menos 20 mediciones en cada una de las frecuencias de 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz. Teniendo en cuenta que el recinto en donde se realizaron las pruebas no tiene recubrimiento contra ruido, es recomendable realizar las pruebas en las horas de la noche, para conseguir que el sonido de fondo sea el menor posible, además, no realizar pruebas cuando está lloviendo, ya que el ruido de fondo se incrementa demasiado.

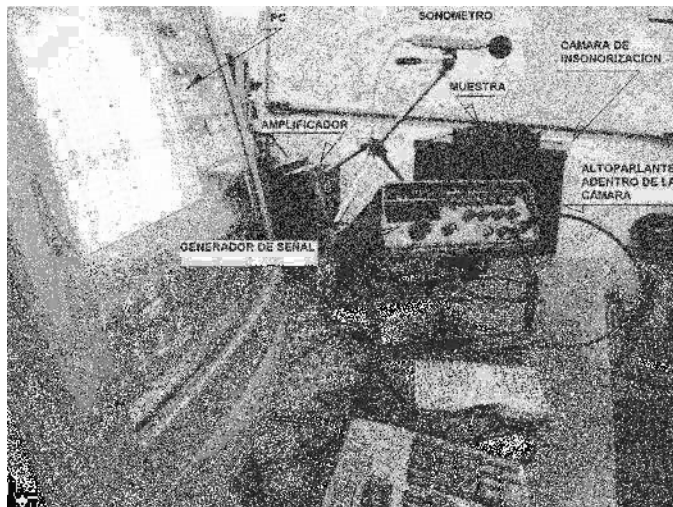


Figura No. 3 Vista del montaje real del SM.

### 3. RESULTADOS

Para identificar los diferentes materiales en las tablas de resultados se acordó darles un número según la siguiente codificación:

- 0 Sin aislante
- 1 Superlon I
- 2 Sonoacustic tipología de cubos
- 3 Sonoacustic tipología de pirámides
- 4 Sonoacustic tipología de ondas
- 5 Sonoacustic tipología de domos
- 6 Superlon II
- 7 Poliuretano densidad 60

### 8 Caucho Eva

POTENCIA SONORA EN dB POR BANDAS DE OCTAVA									
Hz	MATERIALES								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
250	58,22	54,98	53,31	52,75	50,77	51,84	51,43	42,95	39,73
500	62,26	58,16	60,05	58,67	53,54	53,42	42,77	40,64	39,75
1000	66,10	62,18	64,34	65,58	64,85	64,68	59,09	50,21	47,11
2000	81,32	79,52	79,29	74,65	68,72	69,31	65,15	59,19	50,28
4000	84,30	77,27	75,86	70,86	68,35	65,35	71,38	54,34	49,73
8000	85,86	74,47	73,15	72,21	68,88	64,41	70,61	47,35	47,01
<b>Promedio Por material</b>	<b>73,01</b>	<b>67,76</b>	<b>67,67</b>	<b>65,78</b>	<b>62,52</b>	<b>61,50</b>	<b>60,07</b>	<b>49,12</b>	<b>45,60</b>

Tabla No. 1 Medida del NPS con cada material.

La tabla 1 da la posibilidad de obtener el promedio por material, el cual da una idea general de la cantidad en dB (A), que cada material deja pasar en cada frecuencia determinada.

De acuerdo a la información obtenida se puede ver que en la frecuencia de 2000 Hz, ocurre un caso particular, antes de este valor casi todos los materiales presentan un incremento en su nivel de NPS, consiguiendo su mas alto valor en esta frecuencia (2000 Hz), después de este valor el NPS comienza a decrecer casi en la mayoría de los materiales.

La grafica de la figura 3 se construye, con base en los datos obtenidos de la tabla 1, la grafica, brinda la posibilidad de observar de una forma mas clara la comparación entre el sonido producido sin aislante y el mismo sonido al ser obstruido por cada uno de los materiales de la prueba. Las curvas de cada material en la gráfica muestran que cada uno de ellos se comporta de manera distinta a la variación de la frecuencia. Como una primera aproximación se puede decir que los materiales que mejor aíslan el ruido son el Caucho Eva (material 8), y Poliuretano densidad 60 (material 7), y que entre los materiales que menos aíslan el ruido están Superlon I (material 1), y el Sonoacustic de tipología cubos (material 2).

De acuerdo a esta información, curiosamente se observa un comportamiento muy distinto del material Sonoacustic, que a pesar de formarse del mismo compuesto presenta grandes diferencias con respecto a su tipología. Generando una muy amplia diferencia entre la tipología de cubos (material 2), y la de tipología de domos (material 5).

El resultado del cálculo de la pérdida de transmisión de sonido STL y del coeficiente de transmisión de sonido STC se muestra en la tabla 2. El STL (Sound Transmission Loss), es la Pérdida de Transmisión de Sonido, y se define como la diferencia entre la intensidad de la fuente sonora y el ruido transmitido después de la muestra, éste se representa por medio de valores numéricos determinados por los diferentes materiales en cada una de las frecuencias. El STC (Sound Transmission Class), es el Coeficiente de Transmisión de

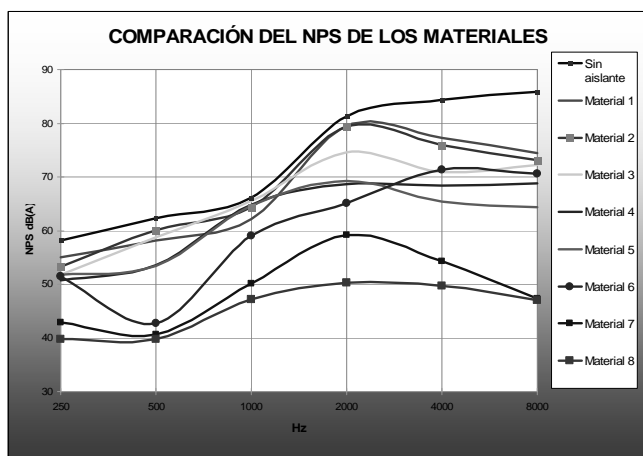


Figura No. 3 Comparación del NPS de los materiales.

Sonido, y se define como el promedio de los valores STL de cada material [10].

De acuerdo con su definición el STL se calcula como la diferencia entre la potencia del sonido de la fuente sonora sin la muestra en su camino (columna para material 0 en la tabla 1) y la potencia del sonido medida después de la muestra (columnas 1 a 8 de la tabla 1). Estas diferencias se muestran en la tabla 2.

COEFICIENTE DE TRANSMISION DE SONIDO (STC) EN dB (A)								
Hz	PERDIDA DE TRANSMISION DE SONIDO EN CADA MATERIAL (STL)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
250	3,24	4,90	5,46	7,45	6,38	6,78	15,26	18,49
500	4,10	2,21	3,59	8,72	8,84	19,49	21,62	22,55
1000	3,92	1,75	0,51	1,25	1,42	7,00	15,89	18,98
2000	1,79	2,03	6,66	12,6	12,01	16,17	22,13	31,03
4000	7,03	8,44	13,44	15,95	18,95	12,92	29,96	34,57
8000	11,38	12,7	13,65	16,97	21,45	15,24	38,51	38,84
<b>STC</b>	<b>5,243</b>	<b>5,338</b>	<b>7,218</b>	<b>10,490</b>	<b>11,508</b>	<b>12,933</b>	<b>23,895</b>	<b>27,410</b>

Tabla No. 2 STL y STC de cada material.

Con la elaboración de la tabla 2 se obtiene un valor real y claro de la atenuación de sonido que se experimenta con cada uno de los materiales. El promedio es un dato general de este valor de atenuación. Claro que hay que recordar que el comportamiento de atenuación no es un parámetro lineal comparado con el incremento de la frecuencia. De los datos obtenidos se comprueba que el Caucho Eva (material 8), presenta el mejor margen de atenuación de acuerdo a su promedio de 27,410 dB (A), y que el Superlon I (material 1), presenta el menor índice de atenuación de acuerdo a su promedio que es de 5,243 dB (A).

El resultado del cálculo del coeficiente de reducción de ruido NRC se muestra en la tabla 3. El SAC (Sound Absorption Coefficient), que es el Coeficiente de

Absorción de Sonido definido como el porcentaje de energía acústica absorbida por cada material en cada una de las frecuencias, se requiere para el cálculo del NRC. El NRC (Noise Reduction Coefficient), Coeficiente de Reducción de Sonido, es el promedio aritmético del coeficiente de absorción de sonido (SAC) de cada material en las diferentes frecuencias y expresado en porcentaje [5]. El SAC está definido por la ecuación 1 que representa una proporción en peso del STL comparado con el NPS cuando no se tiene aislante :

$$SAC = (NRC\ ideal) * (STL)/NPS \quad [\%] \quad (1)$$

En donde NRC ideal es igual a 1.

Se muestra a manera de ejemplo el cálculo del NRC para el material 1:

Cuando no hay aislante, a la frecuencia de 250 Hz. El NPS es de 58.22 dB (A), medida sin la muestra y se expresa en dB (A), valor que se toma de la tabla 1.

Para el material 1 a la frecuencia de 250 Hz su NPS es de 54,98 dB (A), que es la potencia del sonido transmitido por la pared en dB y cuyo valor es tomado de la tabla 1. Ahora, realizando la diferencia se tiene el STL del material 1,

$$STL\ del\ material\ 1 = 58.22 - 54,98 = 3,24\ dB\ (A)$$

De la ecuación 1 se calcula el SAC del material 1 para la frecuencia de interés, en este caso 250 Hz.

$$SAC = (1) * (3.24\ dB) / (58.22\ dB) = 0.055\ \%$$

Calculando todos los valores del SAC, uno por cada frecuencia, se procede a promediar estos valores y es así como se consigue el valor del NRC.

$$NRC\ del\ material\ 1 = 0,069 \quad (\text{Ver tabla 3}).$$

La tabla 4 muestra los resultados finales del cálculo del Coeficiente de Transmisión de Sonido (STC), y del Coeficiente de Reducción de Sonido (NRC), que son los valores a tener en cuenta para valorar las características de aislamiento acústico de los materiales.

De acuerdo con la información obtenida con el análisis de datos por medio de las tablas y de las gráficas, de manera general se puede concluir y decir, que la percepción del sonido al incremento de la frecuencia no se hace de manera lineal, se podría decir más bien, que sigue una inclinación exponencial. Debido a esto no es posible determinar sin una previa medición y análisis, cuál será el comportamiento de un material de acuerdo al incremento o decremento de las frecuencias de sonido al cual estará sometido.

COEFICIENTE DE REDUCCION DE SONIDO ( NRC )								
HZ	COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO POR MATERIAL (SAC) EN %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
250	0,055	0,084	0,093	0,127	0,109	0,116	0,262	0,317
500	0,065	0,035	0,057	0,140	0,141	0,313	0,347	0,362
1000	0,059	0,026	0,007	0,018	0,021	0,105	0,240	0,287
2000	0,022	0,024	0,081	0,154	0,147	0,198	0,272	0,381
4000	0,083	0,100	0,159	0,189	0,224	0,153	0,355	0,410
8000	0,132	0,147	0,158	0,197	0,249	0,177	0,448	0,452
<b>NRC</b>	0,069	0,069	0,093	0,138	0,149	0,177	0,320	0,368

Tabla No. 3 NRC de cada material.

Para la escogencia del material más adecuado a la hora de realizar un diseño y un montaje con aislantes acústicos es necesario determinar con anterioridad el rango de frecuencias a atenuar, para así obtener resultados óptimos.

RESUMEN DE ATENUACION			
No	MATERIALES	STC	NRC
1	Superlon I	5,243	0,069
2	Sonoacustic T. Cubos	5,338	0,069
3	Sonoacustic T. Pirámides	7,218	0,093
4	Sonoacustic T. Ondas	10,49	0,138
5	Sonoacustic T. Domos	11,508	0,149
6	Superlon II	12,933	0,177
7	Poliuretano densidad 60	23,895	0,320
8	caucho Eva	27,41	0,368

Tabla No. 4 Resumen atenuación para cada material en dB (A).

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### 4.1 CONCLUSIONES

La atenuación del ruido actualmente es uno de los principales factores a tener en cuenta, para la preservación del medio ambiente, ya que se considera como un factor contaminante. Para su control se han creado una gran variedad de normas y leyes, con las que se busca mejorar las condiciones laborales de los empleados y el bienestar y confort de todas las personas en general.

Con el desarrollo de este proyecto, se logró obtener una herramienta que posibilita la medición del Coeficiente de Reducción de Sonido NRC, de los materiales, el cual es un factor muy importante, principalmente en el diseño y construcción de recintos como: teatros, salas de grabación, salones de clase, oficinas, lugares de habitación, así como también para el aislamiento de motores y maquinaria a nivel industrial.

El mecanismo utilizado en este trabajo facilita la investigación de las propiedades acústicas, e implementación de nuevos materiales, en la construcción de barreras acústicas,

un ejemplo de ello es la utilización de fibras vegetales. Contribuyendo así a la conservación del medio ambiente al evitar el uso de materiales sintéticos y contaminantes, además este tipo de investigaciones posibilitan nuevos hallazgos y una considerable reducción en los costos, que actualmente representa la implementación de las barreras acústicas.

La evaluación de un material como un bueno o malo aislante de ruido, radica en la característica del ruido que se desea aislar, es decir cada material atenúa de manera distinta, de acuerdo a las frecuencias del ruido a las que se somete. Por lo cual un material que aparentemente es muy buen aislante puede presentar un déficit en la atenuación en cierto rango de frecuencia y un material catalogado como no muy buen aislante se puede comportar de mejor manera en la frecuencia especificada.

Por ejemplo: al analizar la gráfica de la figura 3 se observa que el material 6 Superlon II, en general se puede decir que presenta un buen índice de atenuación de ruido en el rango de 250 Hz hasta 1000 Hz, pero a partir de los 1000 Hz, la curva aumenta rápidamente indicando que el valor de atenuación baja considerablemente. Si se compara con el material 5 Sonoacustic tipología de domos, se observa que no es muy bueno atenuando el ruido en el rango de 250 Hz a 1000 Hz, pero si es mucho mejor atenuando el ruido en frecuencias superiores a los 2000 Hz.

En cuanto al comportamiento de los materiales analizados se puede decir que el nivel de atenuación de ruido de cada uno de ellos depende de factores como:

Densidad, en donde los materiales como el Poliuretano densidad 60 y el caucho Eva tuvieron mejor Coeficiente de Reducción de Sonido NRC.

Tipología o forma. Al analizar el material Sonoacustic que presentan diferentes formas o tipologías, se observa que los valores de Coeficiente de Reducción de Sonido NRC, difieren para cada una de ellas, a pesar que dimensionalmente son muy parecidas.

La Tipología de cubos apenas deja ver su nivel de atenuación a partir de la frecuencia de 2000 Hz (ver figura 3).

La Tipología de pirámide presenta un alto índice de atenuación en la frecuencia de 2000 Hz (ver figura 3).

La Tipología de ondas presenta un nivel de atenuación similar o se podría decir constante a partir de la frecuencia de 1000 Hz (ver figura 3).

La Tipología de domos presenta un comportamiento similar a la tipología de ondas, aunque se puede notar por los datos numéricos:

STC = 11,508 (Coeficiente de Transmisión de Sonido)  
 NRC = 0,149 (Coeficiente de Reducción de Sonido)

Que esta topología es la que mejor desempeño tiene en cuanto al nivel de atenuación del material Sonoacustic se refiere (ver tabla 4).

Espesor. La diferencia de atenuación de ruido de los materiales Superlon I de 8 mm y Superlon II de 10 mm, es bastante considerable teniendo en cuenta los siguientes valores obtenidos: (ver tabla 4)

NRC Superlon I = 0,069

NRC Superlon II = 0,177

De estos dos valores se deduce que la diferencia de espesores entre los materiales causa una diferencia de aproximadamente 2,5 en el valor del coeficiente de reducción de ruido (NRC).

Nota: a manera de conclusión se puede decir que: el material Superlon II, resulta ser una muy buena opción en cuanto al aislamiento medio se refiere, debido a su peso liviano, fácil manejo, disponibilidad en el comercio y bajo costo.

#### 4.2 RECOMENDACIONES

Continuar estimulando la vinculación de la universidad con el sector empresarial e industrial por medio de este tipo de investigaciones, pues se generan valiosos aportes y una mejora considerable en el aprovechamiento de los recursos de la región, además de proporcionar medios y mecanismos que faciliten la realización de nuevos proyectos.

Realizar de nuevo esta investigación con altoparlantes de potencia superior a 2 wattios, con el objeto de lograr mayores niveles de ruido y ampliar la escala de atenuación de los materiales.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] CHAPMAN Y HALL. The Measurement and Suppression of Noise. Publisher A.J. KING, 1985
- [2] COLOMBIT S.A. Aislamiento acústico construcción liviana en seco, Notas técnicas, No 30, agosto 2006.
- [3] COLOMBIT S.A. - WebSite Corporativo <<http://www.colombit.com.co/>>
- [4] Curso de Acústica creado por GA. © Copyright 2003. <http://www.ehu.es/acustica/espanol/basico/casoes/casoes.html>>
- [5] CYRIL M. Harris. Manual de medidas acústicas y control del ruido, 3ª edición McGraw-Hill/interamericana de España. 1995. p 9.1-9.23, ISBN 84-481-0304-1
- [6] Disponible en Internet:  
<file://localhost/C:/en%20tesis%2025%20JUNIO/TEORIA/TEORIA.htm>
- [7] ESPUMLATEX COLOMBIA. S.A. <http://www.espumlatex.com/web/>
- [8] EVACAUCHO COLOMBIA S.A. [http://evacauchoco.com/index.php?option=com\\_zoom&Itemid](http://evacauchoco.com/index.php?option=com_zoom&Itemid)
- [9] EXTECH, Registrador medidor de nivel de sonido, Modelo 407764, Manual del usuario.
- [10] FIBERGLASS COLOMBIA S.A. Notas técnicas desarrolladas por la unidad De servicios Técnicos de Fiberglass Colombia.
- [11] KUTTRUFF H. Room Acoustics, Applied Science publishers LTD, England. 1979. p. 3-7. <[http://www.labc.usb.ve/EC4514/AUDIO/Sonido/Caracteristicas\\_del\\_Sonido](http://www.labc.usb.ve/EC4514/AUDIO/Sonido/Caracteristicas_del_Sonido)>
- [12] LAWRENCE E. KINSLER. Fundamentos de Acústica. Editorial Limusa, México, 1988. ISBN 968-18-20-26-6.
- [13] POLYLON S.A. <http://www.polylon.com/construccion.htm>
- [14] PROMICOLDA DE COLOMBIA S.A. Productos Microcelulares. <<http://www.promicolda.com/web/paginas/documento.php?id=96&idmp=0>>
- [15] UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. El Sonómetro. <<http://www.uva.es/consultas/guia.htm>>

**ANEXO No 08 CONSTANCIA DE EJECUCION DE ENSAYOS**



**CONSTANCIA DE EJECUCION DE ENSAYO DE INVESTIGACION DE  
PROYECTO DE TESIS**

EL QUE SUSCRIBE: Gerente General de “EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L” con R.U.C 20605977198 y representado por HILDA SOTO AROPAZA, quien se desempeña como GERENTE GENERAL, da constancia que:

El Sr. RAFAEL ARNOLD CRUZ MARON ha ejecutado la siguiente investigación en el área de Tecnología de concreto titulado “**PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO**”, el cual realizo en las instalaciones del LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO de EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L ,a la que se hizo acompañamiento ,seguimiento y observaciones según normas vigentes ASTM las cuales fueron proporcionadas al tesista durante la etapa de pruebas piloto y en la ejecución de ensayos finales.

Así mismo cabe indicar que por tratarse de proyecto de investigación, se les hizo un descuento a los precios Regulares debido a que el tesista formo parte de la ejecución de cada ensayo, en el que invirtió su tiempo un aproximado de 3 meses.

El costo de los ensayos asciende a S/1,500 el cual contempla un descuento por ser un proyecto de investigación.

Durante el periodo que ha laborado ha demostrado capacidad, eficiencia, Puntualidad y Responsabilidad en las labores encomendadas para la ejecución de la investigación.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

  
EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.  
RUC: 20605977198  
*Hilda Soto Aroapaza*  
GERENTE

Juliaca 25 de Julio 2022

**CONSTANCIA DE EQUIPOS UTILIZADOS**

EL QUE SUSCRIBE: Gerente General de “EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L” con R.U.C 20605977198 y representado por HILDA SOTO AROAPAZA, quien se desempeña como GERENTE GENERAL, da constancia que:

El Sr. RAFAEL ARNOLD CRUZ MARON ha ejecutado la siguiente investigación en el área de Tecnología de concreto titulado “**PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO**”, el cual realizo en las instalaciones del LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO de EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L ,hicieron uso de los siguientes equipos, materiales y herramientas misceláneas de los que se adjunta los últimos certificados de calibración vigentes a la fecha.

**EQUIPOS UTILIZADOS**

<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>CAPACIDAD</b>
<b>BALANZA NO AUTOMATICA</b>	<b>OHAUS</b>	<b>R31P30ZH</b>	<b>30000 g</b>
<b>HORNO ELECTRICO</b>	<b>PyS EQUIPOS</b>	<b>STHX-1A</b>	<b>250/L225°C</b>
<b>PIROMETRO</b>	<b>EXTEC</b>	<b>42515</b>	<b>Rango de medición -50 - 1370°C</b>
<b>SONOMETRO</b>	<b>TENMARS</b>	<b>TM-103</b>	<b>30-130dB</b>

Durante el periodo que ha laborado demostró capacidad, eficiencia, puntualidad y responsabilidad en las labores encomendadas para la ejecución de dicha investigación.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

  
**EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L**  
RUC: 20605977198  
**Hilda Soto Aroapaza**  
**GERENTE**

Juliaca 25 de Julio 2022

**ANEXO No 09: CERTIFICADOS DE CALIBRACION Y FICHAS  
TECNICAS**



FECHA DE EMISIÓN: 2021-03-22

PÁGINA : 1 de 3

- 1. SOLICITANTE** : **EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.**  
**DIRECCIÓN** : **JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA**
- 2. EQUIPO** : HORNO ELECTRICO  
**MARCA** : PyS EQUIPOS  
**MODELO** : STHX-1A  
**N° SERIE** : 190706  
**PROCEDENCIA** : CHINA  
**IDENTIFICACIÓN** : NO INDICA  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS  
**TEMPERATURA DE TRABAJO** : 100 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	225 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCION	25 °C	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)

### 3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 22 de Marzo del 2021, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS

### 4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración T – 0040- 2021 trazable a METROIL/INACAL

### 5. RESULTADOS :

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental : 23.0 °C Humedad Relativa : 70 % Presión Ambiental : 1 bar

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.


La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura  $k = 2$ , para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

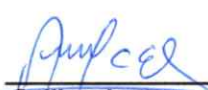
### 6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (\*) El equipo solo cuenta con un control analogico de temperatura.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.

  
Revisado por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. de Metrología

  
Calibrado por:  
Amed Castillo Espinoza  
Técnico

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe





TEMPERATURA DE TRABAJO : 100 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	100	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.9	0.4
02	100	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.6	0.8
04	100	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.3	0.3
06	100	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.2	0.4
08	100	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.9	0.5
10	100	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.9	0.4
12	100	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.3	0.3
14	100	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	100.0	0.3
16	100	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.9	0.5
18	100	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.9	0.5
20	100	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.9	0.4
22	100	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.6	0.8
24	100	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.3	0.3
26	100	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.2	0.4
28	100	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.9	0.5
30	100	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.9	0.4
32	100	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.3	0.3
34	100	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	100.0	0.3
36	100	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.9	0.5
38	100	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.9	0.5
40	100	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.9	0.5
T. PROM.	100	99.9	100.0	100.2	100.1	100.1	99.9	100.0	100.2	100.1	100.1	100.1	
T. MAX.	100	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4		
T. MIN.	100	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3		
DTT	0.0	1.9	1.8	1.8	1.8	2.1	1.9	1.8	1.8	1.8	2.1		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio : 23.0 °C  
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos  
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 20 min

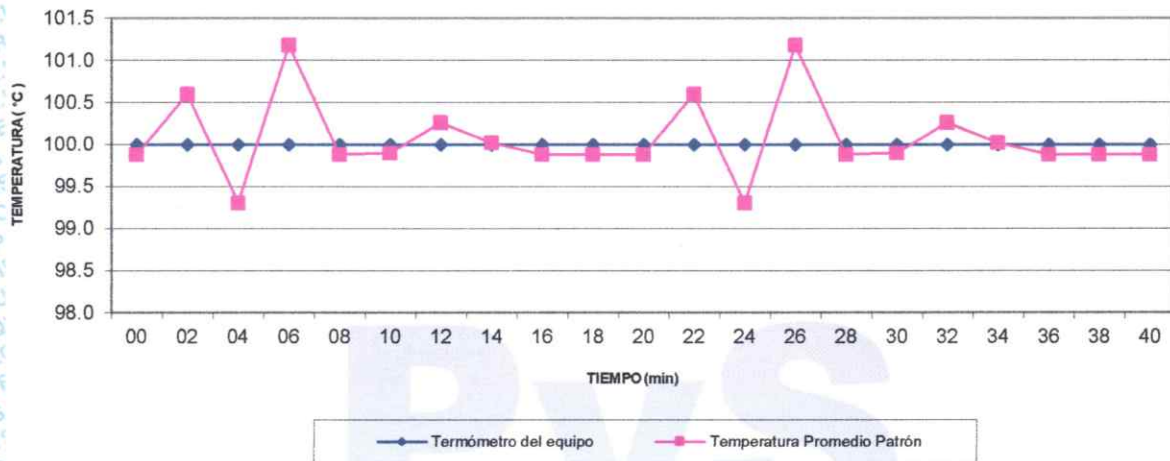
**INCERTIDUMBRE**  
 (± °C)  
**2.0**



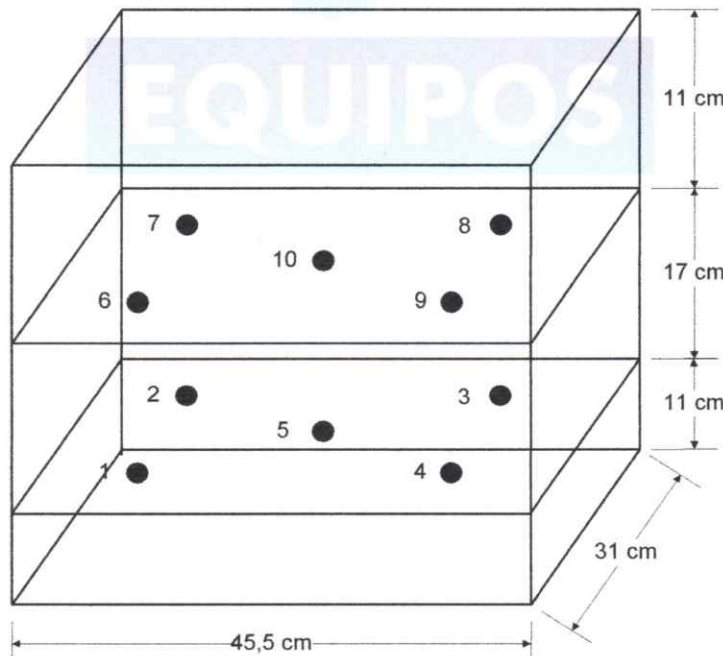
Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe



### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 120 °C



### UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.  
 Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

Calle 4, Mz F-1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 ☎ Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)  
 Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)





# LABORATORIO DE METROLOGÍA



**AG4**  
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-014-2022

**Expediente** S-0023-2022  
**Solicitante** EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.  
**Dirección** JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Equipo de Medición** BALANZA NO AUTOMÁTICA  
**Marca** OHAUS  
**Modelo** R21PE30ZH  
**Serie** B847537496  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** CHINA  
**Capacidad Máxima** 30000 g  
**División de escala ( d )** 1 g  
**División de verificación ( e )** 10 g  
**Tipo** ELECTRONICA  
**Ubicación** JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA  
**Fecha de Calibración** 2022-02-03

### Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	53 %	54 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2022-02-07



Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 4  
FM001-01



01 622 5224



997 045 343

961 739 849

955 851 191



ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com



www.ag4ingenieria.com





# CERTIFICADO DE CALIBRACION

## CM-014-2022

### Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

### Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de referencia	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrón de referencia	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrón de referencia	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrón de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-02-03
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.





**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**CM-014-2022**

**Resultados de la Medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.5	0.0
$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		0.0	$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		0.0
emp (g)		20	emp (g)		30

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp $\pm$ (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	
10	10	0.5	0.0						
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	99	0.5	-1.0	-1.0	99	0.5	-1.0	-1.0	10
500	499	0.5	-1.0	-1.0	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.5	0.0	0.0	10
5,000	4,999	0.5	-1.0	-1.0	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	9,999	0.5	-1.0	-1.0	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.5	0.0	0.0	20
20,000	19,999	0.5	-1.0	-1.0	20,000	0.5	0.0	0.0	20
25,000	24,999	0.5	-1.0	-1.0	25,000	0.5	0.0	0.0	30
30,000	29,999	0.5	-1.0	-1.0	29,999	0.5	-1.0	-1.0	30



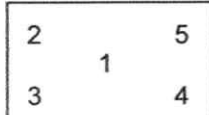
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.





**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**CM-014-2022**

**ENSAYO DE EXCENRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.4	0.1	0.1	20
2		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
3		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación ( e ): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	5000 g	10 g
5000 g	a	20000 g	20 g
20000 g	a	30000 g	30 g

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

**Lectura corregida** =  $R + 0.00002315663 \times R$

**Incetidumbre Expandida** =  $2 \times \sqrt{0.25000 \text{ g}^2 + 0.000000000063622 \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

**TM-102 TM-103**



TM-103

TM-102

Datalogging  

**Features**

- Test range:30~130dB
- USB interface 14,000 records datalogger (TM-103)
- IEC 651 Type2 、ANSIS1.4 Type 2

**Functions**

- Data hold
- Auto power off
- Backlit display
- Max/Min
- Auto ranging
- Time weighting: fast / slow
- Frequency weighting: A, C
- Dimension : 200x56x32mm (LxWxH)
- Weight: 290g (including battery)

**Specifications**

Models	TM-102 /TM-103 (DATALOGGING)
Microphone	1/2 inch electret condenser microphone
Resolution	0.1dB
Accuracy	±1.5dB (ref 94dB@1KHz)
Level range	Lo: 30~80dB ; Med: 50~100dB ; Hi:80~130dB
Dynamic range	50dB
Frequency range	31.5Hz~8KHz

**TM-100 Sound Level Calibrator**

**Features**

- According to: ANSI S1.4 - 1984 and IEC 942 1988 class 2
- Setting standard sound level at 94 dB and 114 dB
- 1/2 microphone adapter provided
- Low battery indicator
- Size :  $\varnothing$  48x125mm
- Weight: about 285g (including battery)



CLASS 2

Output frequency	Test condition	Accuracy
1KHz±4%	(a)Environment temperature:20°C (b)Relative humidity:65% (c)Atmospheric pressure:1013m bar	±0.5dB

**ST-120 Sound Level Calibrator**

**Features**

- IEC 60942: 2003 class 1 / ANSI S1.40-1984
- Sound pressure levels: at 94dB and 114dB
- For 1/2 condenser microphone calibration
- Low battery indication
- Harmonic waves distortion  $\pm$  3%
- Output feedback detection

**Specifications**

- Output sound level: at 94dB and 114dB
- Frequency : 1KHz  $\pm$  1% (class 1)
- Accuracy: 94  $\pm$  0.3dB 114  $\pm$  0.5dB
- Power: 9V battery 006P or IEC 6F 22 or NEDA 1604
- Operation environment: 23.0°C  $\pm$  3°C  
<85%RH, 850mbar~1050mbar,  $\leq$  2000M



CLASS 1

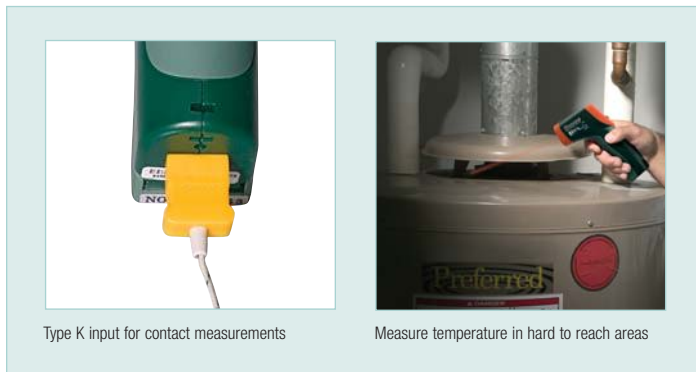


# Wide Range IR Thermometer with Type K input

✓ **Measures both non-contact and contact temperature**  
Plus memory stores up to 20 readings

## Features:

- ✓ Wide temperature range for IR temperature and type K thermocouple measurements
- ✓ Automatic emissivity adjustment (for temperatures 212°F or higher)
- ✓ Memory stores up to 20 readings
- ✓ Adjustable high/low visual and audible alarm
- ✓ MAX/MIN/AVG/DIF features display highest, lowest, average, and MAX minus MIN values
- Large LCD display with bright backlight
- Built-in laser pointer improves aim
- Data Hold, Auto power off, and Low battery indication
- Complete with 9V battery, type K thermocouple sensor (-22 to 572°F/-30 to 300°C), and carrying case



Type K input for contact measurements

Measure temperature in hard to reach areas

Specifications:	
Display counts	4000 count backlit display
Range	IR: -58 to 1472°F (-50 to 800°C) Type K: -58 to 2498°F (-50 to 1370°C)
Basic Accuracy	IR: ±2% rdg or ±4°F/2°C Type K: ±(1.5% rdg +2°F/1°C)
Max. Resolution	0.1°F/°C
Emissivity	Adjustable 0.1 to 1.00
Field of View	13:1 distance to target ratio
Dimensions	3.2 x 1.6 x 6.3" (82 x 42 x 160mm)
Weight	6.4oz (180g)

## Ordering Information:

- 42515 .....IR Thermometer with Type K Input
- 42515-NIST .....42515 with NIST Certificate





**ANEXO No 10: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>Partida:</b> PANEL TERMOACUSTICO DE TOTORA						
Rendimiento		4.465 m2/dia m2				
Costo unitario po M2					<b>19.295</b>	
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	RECIO UNITARI	PARCIAL	
<b>Mano de obra</b>						
Operario	hh	0.500	0.896	14.808	13.266	
<b>Materiales</b>						
Totora(Kesana, hilada,Hicalina)	glb		1.000	1.200	1.200	
Cordel	m		2.145	0.140	0.300	
Barras de acero Inoxidable D=4mm	m		1.360	3.135	4.264	
<b>Equipos y herramientas</b>						
Herramientas manuales	%MO		2.000	13.266	0.265	

<b>Partida:</b> REVESTIMIENTO DE YESO 0.5CM						
Rendimiento		20.000 m2/dia m2				
Costo unitario po M2					<b>8.252</b>	
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	RECIO UNITARI	PARCIAL	
<b>Mano de obra</b>						
Operario		1.000	0.400	14.808	5.923	
Peon	hh	0.500	0.200	10.620	2.124	
<b>Materiales</b>						
Yeso Bolsa (30KG)	kg		0.542	0.300	0.163	
<b>Equipos y herramientas</b>						
Herramientas manuales	%MO		2.000	2.124	0.042	

## PRECIO UNITARIO

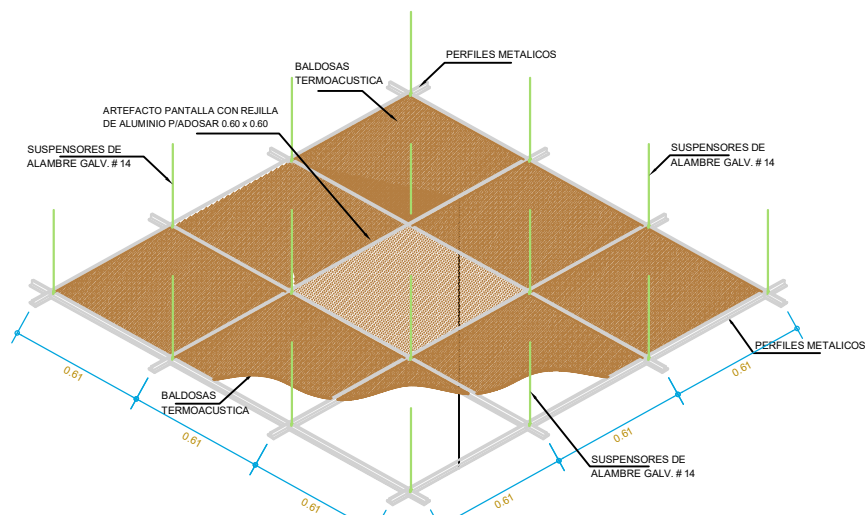
PANELES	COSTO /M2 (S/)	COSTO/UNID AD (S/)
PANEL DE TOTORA	19.30	7.18
PANEL DE TOTORA REVESTIDA EN UNA CARA CON YESO 0.5CM	27.55	10.25
PANEL DE TOTORA REVESTIDA EN AMBAS CARAS CON YESO 0.5CM	35.80	13.32

## PRECIOS DEL MERCADO

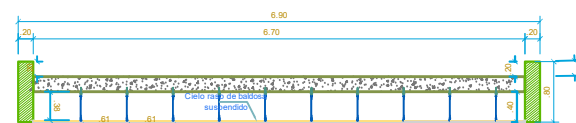
Cuadro Comparativo de Paneles en el mercado		
Descripcion	Espesor(mm)	P.U /M2(S/)
Panel de Fibra mineral moldeado al humedo	20	46.8
Panel de Fibra mineral	15	43
Panel de vinil de yeso	12.7	34.25
Panel de fibrocemento	4	16.79
Paneles de totora	10-30	19.30
Paneles de Totora revestida 01 cara con yeso	10-25	27.55
Paneles de Totora revestida 02 caras con yeso	20-30	35.80

**ANEXO No 11: PLANOS DE INSTALACION Y COLOCACION DE  
PANELES**

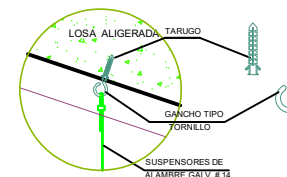
# DETALLE DE INSTALACION CIELO RASO



Vista Superior Cielorraso Suspended

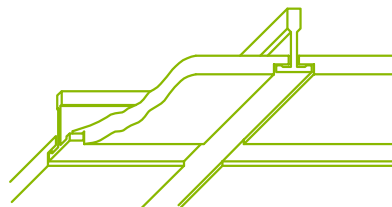


**CORTE SECCION TRANSVERSAL** ESC: 5/E



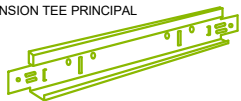
**FIJACION EN TECHO**

Vista Poste de instalacion de poste de compresion



ESPECIFICACIONES DE PERFILES		
CODIGO	MODELO	LARGO
90725	SUSPENSION TEE PRINCIPAL HECHT BLANCO	3.66
90726	SUSPENSION TEE SECUNDARIO HECHT BLANCO	1.22
90728	SUSPENSION TEE TERCARIO HECHT BLANCO	0.61
90729	SUSPENSION ANGULO PERIMETRAL HECHT BLANCO	3.66

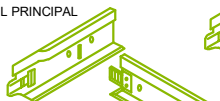
SUSPENSION TEE PRINCIPAL



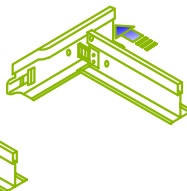
SUSPENSION TEE SECUNDARIO



PERFIL PRINCIPAL

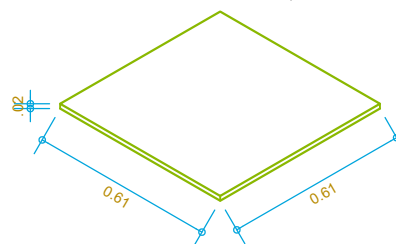


PERFIL SECUNDARIO



POSTE DE COMPRESION

BALDOSA TERMOACUSTICA PARA CIELO RASO - Dimensiones 0.61 m. X 0.61 m ,10 - 25 mm.



BALDOSA ACUSTICA

UNION ENTRE PERFILES DE AUTO-ENSAMBLE

## ESPECIFICACIONES DE PERFILES

### SISTEMA DE SUSPENSION

PARA LA COLOCACION DE PANELES DE TOTORA EN CIELORRASOS SUSPENDIDOS, SE UTILIZAN PERFILES DE SUSPENSION, CUYO SISTEMA DE AUTOENSAMBLAJE GARANTIZA UNA BUENA ESTABILIDAD Y EXCELENTE APARIENCIA DEL CIELORRASO INSTAALACION DE CIELO RASOS

1. NIVELACION Y TRAZADO.
2. COLOCACION DE PERFILES PERIMETRALES.
3. MODULACION DE LA ESTRUCTURA.
4. COLOCACION DE ELEMENTOS DE SUSPENSION.
5. COLOCACION DE PERFILES PRINCIPALES
6. COLOCACION DE PERFILES SECUNDARIOS.
7. COLOCACION DE PANELES DE TOTORA
8. REVESTIMIENTO DE YESO 0.5CM A LOS MODULOS DE PANELES COLOCADOS

## DETALLE DE CIELORRASO

ESC: 5/E



**ANEXO N° 12: PANEL FOTOGRAFICO**

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

**"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".**



**Fotografía 01. QUEMA DE TOTORALES A ORILLAS DEL LAGO**



**Fotografía 02. QUEMA DE TOTORALES A ORILLAS DEL LAGO SECTOR CHULLUNI**

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

**"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".**



**Fotografía 03. ESPARCIDO DE TOTORA PARA SU TEJIDO**



**Fotografía 04. PROCESO DE TEJIDO DE LOS PANELES DE TOTORA**



**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

**"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".**



**Fotografía 05. PANELES DE TOTORA KESANA**

*Fecha: 05/04/2021*



**Fotografía 06. PANELES DE TOTORA DE TEJIDO HICALINA E HILADAS**



## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 07. REGISTRO DE PESO DE LOS PANLES



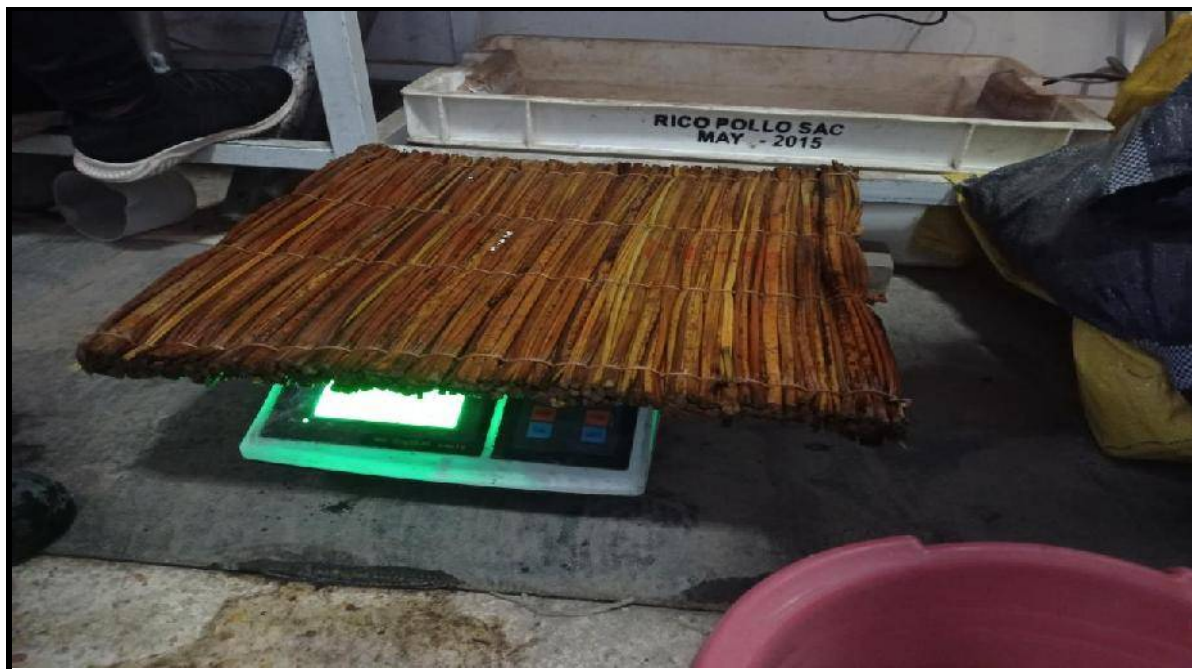
Fotografía 08. INSTALACION DE EQUIPOS PARA REALIZAR EL ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA



## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 09. PESAJE DE LOS PANELES SATURADOS POR 7 DIAS



Fotografía 10. EXTRACCION DE TIERRA DONDE CRECE LA TOTORA PARA CREAR HAGAR



## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 11. CULTIVO DE HONGO Y COLOCACION AL PANEL DE TOTORA



Fotografía 12. REVESTIMIENTO A LOS PANELES DE TOTORA CON YESO

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

**"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".**



**Fotografía 13. ENSAYO DE AISLAMIENTO ACUSTICO**



**Fotografía 14. ENSAYO DE AISLAMIENTO ACUSTICO AL PANEL REVESTIDO CON YESO 05CM**



## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 15. LECTURA CON EL SONOMETROS DE LA CAJA ACUSTICA SIN AISLANTE



Fotografía 16. ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TERMICA AL PANEL DE TOTORA

## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 17. ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TERMICA AL PANEL DE TOTORA REVESTIDA CON YESO



Fotografía 18. ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO A LOS DIFERENTES PANELES DE TOTORA



## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 19. ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO A LOS PANELES REVESTIDOS CON YESO



Fotografía 20. RADIO DE QUEMADAURA DE LA CARA NO EXPUESTA EN LOS PANELES REVESTIDOS POR 0.5CM AMBAS CARAS

## PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 21. MEDIDA DE LA ALTURA DE IMPACTO DE LA BILLA



Fotografía 22. RESULTADOS DEL IMPACTO DE LA BILLA AL PANEL

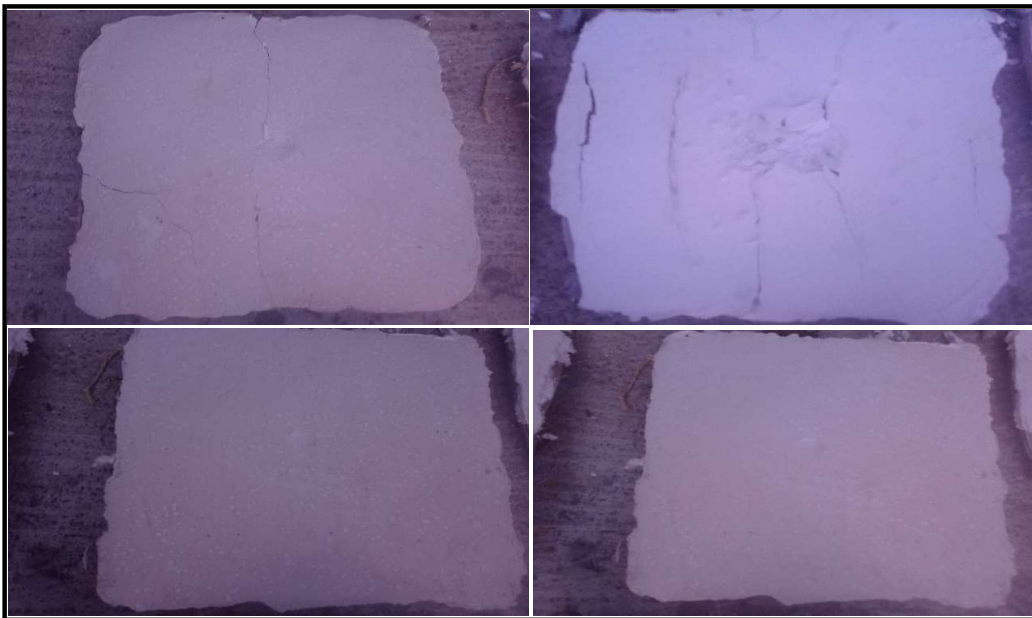
## PANEL FOTOGRÁFICO

### TESIS

"PANELES TERMOACUSTICO SOSTENIBLES DE TOTORA COMO MODULOS DE CIELO FALSO PARA VIVIENDAS RURALES EN LA CIUDAD DE PUNO".



Fotografía 23. PANEL CON EL IMPACTO DE ENERGIA 1KG



Fotografía 24. PANELES DE TOTORA SOMETIDAS A IMPACTO DURO CON ENERGIA DE IMPACTO 5N Y 10N