



# **CANTUBO PANEL**<sup>MR</sup>

## **FICHAS TÉCNICAS**

Capacidad estructural

Aislamiento térmico

Flamabilidad

Aislamiento acústico

## Tabla de Contenido

1. Paneles cantubo 2": estructura básica de Concrepanel y tubo de cartón en relleno.....	3
1.1. Geometría.....	3
1.2. Área de acero.....	4
1.3. Método de cálculo.....	4
1.4. Memorias de cálculo.....	5
2. Aislamiento térmico.....	8
2.1 Geometría.....	9
2.2 Conductividad térmica.....	9
2.3 Método de cálculo estructural.....	9
2.4 Memorias de cálculo.....	10
3. Propagación de flama.....	11
3.1 Geometría.....	11
3.2 Propagación de flama .....	12
3.3 Calculo de energía.....	13
3.4 Memorias de cálculo.....	14
4. Aislamiento acústico.....	15
4.1 Geometría.....	15
4.2 Aislamiento acústico.....	16
4.3 Cálculo de aislamiento acústico.....	16
4.5 Memorias de cálculo .....	16
5. Datos básicos en fichas técnicas.....	18

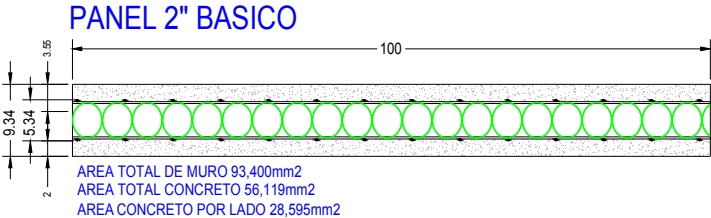
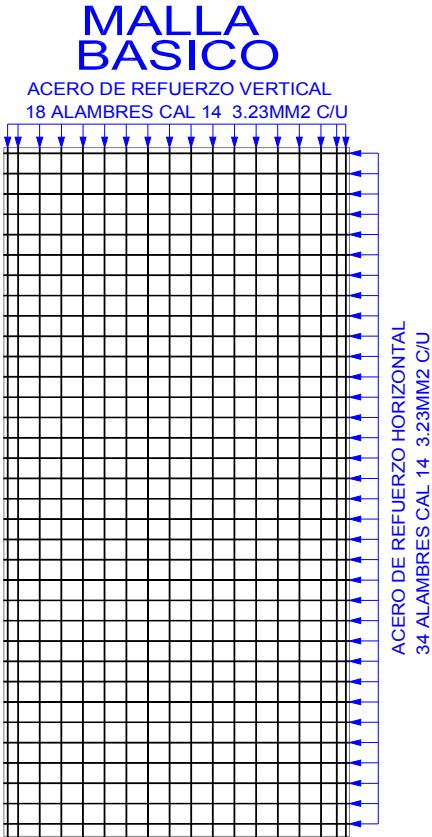
# 1. Paneles cantubo 2'': estructura básica de Concrepanel y tubo de cartón en relleno.

Los CANTUBO Panel constructivos o básicos son una alternativa más económica que los paneles Premium de otras marcas con capacidad estructural para tolerar cargas que sobrepasen los requerimientos de la norma NMX-C-405-ONNCCE para paneles estructurales así como los requerimientos mínimos del reglamento del ACI para muros delgados de concreto.

Los CANTUBO Panel están diseñados para funcionar como muros estructurales o en situaciones normales de carga axial.

No están diseñados propiamente para losas pero pueden ser utilizados en las mismas siempre y cuando se coloquen los refuerzos adecuados de varilla según cada proyecto.

## 1.1. Geometría



En las imágenes se ilustra la cantidad de acero que aporta por malla por lado el panel y los espesores del muro terminado del mortero y del relleno de cartón en cada espesor en los que se fabrica el panel constructivo. Esta información es necesaria para realizar los cálculos de capacidad estructural y térmica de cada producto en particular.

## 1.2. Área de acero

### Panel 2" básico

Refuerzo vertical mínimo  $30,750 \times 0.0012 = 36.9 \text{ mm}^2$  la malla aporta  $45.22 \text{ mm}^2$ , se cumple la condición.

Refuerzo horizontal mínimo  $30,750 \times 0.002 = 61.5 \text{ mm}^2$  la malla aporta  $41.99 \text{ mm}^2$ , **no cumple con la condición.**

Hemos determinado que las mallas básico no cumplen con los requisitos mínimos para ser considerada como refuerzo de muro estructural con 2cms de mortero, sin embargo, calcularemos sus posibles capacidades para el caso de que se les quiere añadir acero en obra.

## 1.3. Método de cálculo

14.5 — Método empírico de diseño.

14.5.1 — Se permite que los muros de sección transversal rectangular sin vacíos sean diseñados mediante las disposiciones empíricas de 14.5, cuando la resultante de todas las cargas mayoradas esté localizada dentro del tercio central del espesor total del muro, y se satisfagan los requisitos de 14.2, 14.3 y 14.5.

14.5.2 — La resistencia axial de diseño  $\phi P_n$  de un muro que satisface las limitaciones de 14.5.1, debe calcularse mediante la ecuación (14-1):

### Ecuación 14-1

$$\phi P_n = (0.55 \phi F'_c A_g) \left[ 1 - (K L^c / 32 H)^2 \right]$$

Donde  $\phi$  corresponde al de secciones controladas por compresión de acuerdo con 9.3.2.2. y el factor de longitud efectiva  $k$  es para muros arriostrados en la parte superior e inferior con el fin de evitar el desplazamiento lateral y:

- (a) Restringidos contra la rotación en uno o ambos extremos (superior y/o inferior) .....0.8
- (b) No restringidos contra la rotación en ambos extremos .....1.0
- Para muros no arriostrados con el fin de evitar el desplazamiento lateral .....2.0

$\phi = 0.7$

$f'_c$  = resistencia del mortero

$A_g$  = área de concreto

$K$  = restringido en uno o ambos extremos

$L^c$  = altura de muro

$H$  = ancho total del muro

### 1.4. Memorias de cálculo

Utilizando estos datos realizaremos a continuación el cálculo de cada uno de los muros a diferentes alturas para determinar hasta que altura es seguro utilizar el panel con aplicación de 2cms medidos a partir de la malla de mortero  $f'c=100\text{kg}/\text{cm}^2$  (5 botes de arena por un saco de cemento) como muro estructural. La norma requiere probar los muros a la altura estándar del panel, sin embargo, es útil conocer la capacidad de carga a diferentes alturas para conocer a partir de cuantos metros es necesario recomendar añadir acero de refuerzo y aumentar el espesor de mortero para que el muro sea considerado estructural.

PANEL ESTRUCTURAL BASICO 2" ALTURA 2.44M							
ALAMBRE CALIBRE 12.5 y CALIBRE 14							
Área de acero requeridos para muros de concreto con refuerzos de alambre electro soldado liso, de acuerdo al reglamento ACI 318s.					Porcentaje mínimo vertical .0012cm <sup>2</sup>	Porcentaje mínimo horizontal .0020cm <sup>2</sup>	
CALCULO DE CUANTIA DE ACERO EN EL PANEL							
Diámetro	Radio	r <sup>2</sup>	Π	Area	cm <sup>2</sup>	Refuerzo vertical cm <sup>2</sup>	Refuerzo horizontal cm <sup>2</sup>
2.03	1.015	1.030225	3.14159265	3.23654729	0.03236547	0.45311662	0.42
Cuantía de acero requerida						0.3366	0.561
DETERMINAR CARGA AXIAL				CONSUMO DE MATERIALES			
FORMULA $\Phi Phw = (.55 \Phi F'c Ag) X 1 - (KLC/32H)^2$							
Constante		Φ	0.700	Alambre	4.5683512	kg	
Resistencia concreto		f'c	100.000	Refuerzo		kg	
Area concreto		Ag	561.000	Cartón	8.472	kg	
Constante		k	0.800				
Altura de muro		L <sup>c</sup>	244.000	Mano de obra		jor	
Ancho de muro		h	9.340				
Desarrollo				AREA p Y Ag			
		(.55 Φ F'c Ag)	21598.500	AREA TOTAL Ag		561	
			1.000	AREA POR LADO		280.5	
		32h	298.880	MURO	h x 100	934	
		klc	195.200	CARTON	h x 100	373	
		(KLC/32H)	0.653	CUANTIA DE ACERO MINIMA REQUERIDA			
		(KLC/32H) <sup>2</sup>	0.427	CUANTIA DE ACERO V		0.3366	
		1-(KLC/32H) <sup>2</sup>	0.573	CUANTIA DE ACERO H		0.561	
		ΦPhw=	12385.745	CARGA REQUERIDA POR NORMA			
		Factor seg 1.5	8257.164	5kg/cm <sup>2</sup>	Area cm <sup>2</sup>	Carga axial	
CARGA AXIAL CALCULADA			8257.16	5	934	4670	

PANEL ESTRUCTURAL BASICO 2" ALTURA 3.00M										
ALAMBRE CALIBRE 12.5										
Área de acero requeridos para muros de concreto con refuerzos de alambre electro soldado liso , de acuerdo al reglamento ACI 318s.				Porcentaje mínimo vertical		Porcentaje mínimo horizontal				
				.0012cm <sup>2</sup>		.0020cm <sup>2</sup>				
CALCULO DE CUANTIA DE ACERO EN EL PANEL										
Diámetro	Radio	r <sup>2</sup>	Π	Area	cm <sup>2</sup>	Refuerzo vertical cm <sup>2</sup>	Refuerzo horizontal cm <sup>2</sup>			
2.03	1.015	1.030225	3.14159265	3.23654729	0.03236547	0.45311662	0.420751148			
Cuantía de acero requerida						0.3366	0.561			
DETERMINAR CARGA AXIAL				CONSUMO DE MATERIALES						
FORMULA $\Phi Phw = (.55 \Phi F'c Ag) X 1 - (KLC/32H)^2$				Alambre						
				4.5683512						
				kg						
				Refuerzo						
				kg						
				kg						
Constante		Φ	0.700	Cartón						
Resistencia concreto		f'c	100.000	8.472						
Area concreto		Ag	561.000	kg						
Constante		k	0.800	kg						
Altura de muro		L <sup>c</sup>	300.000	Its						
Ancho de muro		h	9.340							
Desarrollo				AREA p Y Ag						
				(.55 Φ F'c Ag)		21598.500	AREA TOTAL Ag		561	
						1.000	AREA POR LADO		280.5	
				32h		298.880	MURO		h x 100	
				klc		240.000	ESPUMA		h x 100	
				(KLC/32H)		0.803	CUANTIA DE ACERO MINIMA REQUERIDA			
				(KLC/32H) <sup>2</sup>		0.645	CUANTIA DE ACERO V		0.3366	
				1-(KLC/32H) <sup>2</sup>		0.355	CUANTIA DE ACERO H		0.561	
				ΦPhw=		7671.667	CARGA REQUERIDA POR NORMA			
				Factor seg 1.5		5114.445	5kg/cm <sup>2</sup>		Area cm <sup>2</sup>	Carga axial
CARGA AXIAL CALCULADA			5114.445	5	934	4670				

PANEL ESTRUCTURAL BASICO 2" ALTURA 3.50M							
ALAMBRE CALIBRE 12.5							
Área de acero requeridos para muros de concreto con refuerzos de alambre electro soldado liso , de acuerdo al reglamento ACI 318s.				porcentaje mínimo vertical		porcentaje mínimo horizontal	
				.0012cm <sup>2</sup>		.0020cm <sup>2</sup>	
CALCULO DE CUANTIA DE ACERO EN EL PANEL							
Diámetro	Radio	r <sup>2</sup>	Π	Area	cm <sup>2</sup>	Refuerzo vertical cm <sup>2</sup>	Refuerzo horizontal cm <sup>2</sup>
2.03	1.015	1.030225	3.14159265	3.23654729	0.03236547	0.45311662	0.420751148
Cuantía de acero requerida						0.3366	0.561
DETERMINAR CARGA AXIAL				CONSUMO DE MATERIALES			
FORMULA $\Phi Phw = (.55 \Phi F'c Ag) X 1 - (KLC/32H)^2$							
Constante		$\Phi$	0.700	Alambre	4.5683512	kg	
Resistencia concreto		f'c	100.000	Refuerzo		kg	
Area concreto		Ag	561.000	Cartón	8.472	kg	
Constante		k	0.800				
Altura de muro		L <sup>c</sup>	350.000				
Ancho de muro		h	9.340				
				AREA $\rho$ Y Ag			
				AREA TOTAL Ag		561	
				AREA POR LADO		280.5	
				MURO	h x 100	934	
				ESPUMA	h x 100	373	
				CUANTIA DE ACERO MINIMA REQUERIDA			
				CUANTIA DE ACERO V		0.3366	
				CUANTIA DE ACERO H		0.561	
				CARGA REQUERIDA POR NORMA			
				5kg/cm <sup>2</sup>	Area cm <sup>2</sup>	Carga axial	
				5	934	4670	
desarrollo			Factor seg 1.5	1761.689			
<b>CARGA AXIAL CALCULADA</b>			<b>1761.689</b>				

*No cumple en esta altura con la norma, se tienen que considerar los refuerzos pertinentes.*

## 2. Aislamiento térmico

Podemos definir el aislamiento térmico como la capacidad que tienen algunos materiales de retardar el paso de la temperatura de un extremo al otro de su propio cuerpo, esta capacidad retardarte mejora el confort térmico de las aéreas interiores y reduce el consumo de energía requerida para mantener las habitaciones aisladas a una temperatura confortable.

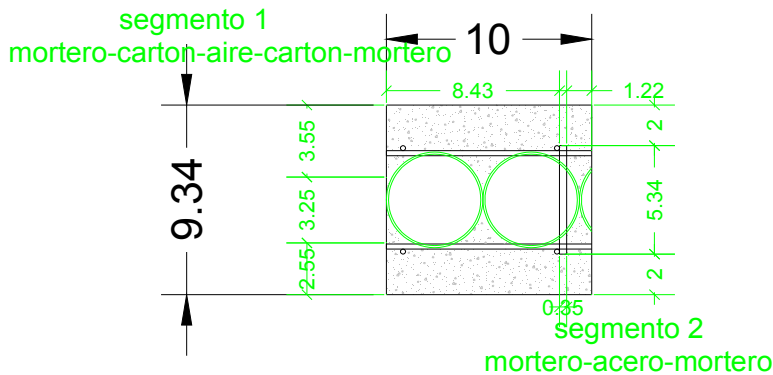
Las capacidades térmicas que por norma y los métodos de prueba y calculo están expresados en 2 normas la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 “Industria de la construcción-aislamiento térmico-valor “r” para las envolventes de vivienda por zona térmica para la república mexicana, especificaciones y verificación. Y la norma NOM-018-ENER-1997, Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba. Con base en estas normas estableceremos los segmentos que vamos a analizar y las diferentes resistencias térmicas que integran el sistema constructivo que en este caso serán 2 porciones una de mortero-cartón-aire-cartón-mortero y otra de mortero-alambre-mortero cada una aportara el porcentaje de aislamiento térmico, en proporción al área que ocupan en el segmento y de esta manera obtener la resistencia total del elemento ya sea envolvente vertical o envolvente horizontal.

En el caso de estas normas no se puede obtener un certificado de las mismas ya que la envolvente terminada requiere de la aplicación del mortero por lo que se debe obtener el certificado de la NMX-C-460-ONNCCE-2009 del fabricante de cartón, con esto el certificado del panel estructural de la NMX-C-405-ONNCCE y los cálculos de la resistencia total se solicita la autorización del sello fide el cual es necesario para aplicar a los subsidios de las hipotecas verdes y para que en el INFONAVIT considere el material y sea utilizado como aislante térmico en las diferentes zonas térmicas del país. Para determinar la resistencia térmica de un muro edificado con el panel usaremos las ecuaciones propuestas en la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 por lo tanto tomaremos un segmento representativo de muro con los espesores promedio de cada material.



## 2.1 Geometría

# PANEL 2"



## 2.2 Conductividad térmica

Una vez que hemos determinado el segmento representativo del muro debemos obtener los valores de conductividad de los materiales que lo integran:

Valores de conductividad			
CONDUCTANCIA SUPERFICIAL INTERIOR	hi=	8.1	w/m <sup>2</sup> °k
CONDUCTANCIA SUPERFICIAL EXTERIO	he=	13	w/m <sup>2</sup> °k
CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO	λm=	0.63	w/m°k
CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL CARTON	λps=	0.245	w/m°k
CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL ACERO	λas=	50	w/m°k

## 2.3 Método de cálculo estructural

Con los datos de espesor de segmentos y los de conductividad térmica podemos utilizar la ecuación siguiente para determinar la resistencia térmica del muro terminado:

$$R=1/h_i+1/h_e+L_m/\lambda_m+L_{ps}/\lambda_{ps}+L_m/\lambda_m$$

## 2.4 Memorias de cálculo

CALCULO DE LA RESISTENCIA TERMICA								
Valores de conductividad								
CONDUCTANCIA SUPERFICIAL INTERIOR	hi=	8.1	w/m <sup>2</sup> °k					
CONDUCTANCIA SUPERFICIAL EXTERIO	he=	13	w/m <sup>2</sup> °k					
CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO	λm=	0.63	w/m°k					
CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL CARTON	λps=	0.245	w/m°k					
CONDUCTIVIDAD TERMICA AIRE	λat=	0.025	w/m°k					
CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL ACERO	λas=	50	w/m°k					
ESPESOR DE MURO TERMINADO	d=	91	mm					
CALCULO DE PORCION MORTERO CARTON AIRE CARTON MORTERO								SUMAS
ESPEORES		1/8.1	1/13.0	0.0286	0.01	0.0162	0.01	0.0934
$R=1/h_i+1/h_e+L_m/\lambda_m+L_{ps}/\lambda_{ps}+L_m/\lambda_m$	R =	0.124	0.077	0.0454	0.0408	0.0662	0.14	0.53814
	R =	0.539						
U = 1/R	U =	1.859						
		SEGMENTO	TOTAL	FRACCION				
FRACCION DE LA SUPERFICIE	=	96.75	100	0.9675				
CALCULO DE LA PORCION MORTERO ACERO MORTERO				Mortero	Alambre	Mortero	SUMAS	
ESPEORES		1/8.1	1/13.0	0.0254	0.0508	0.0123	0.0884	
$R=1/h_i+1/h_e+L_m/\lambda_m+L_{as}/\lambda_{ps}+L_m/\lambda_m$	R =	0.123	0.077	0.0403	0.001	0.14	0.3817	
	R =	0.382						
U = 1/R	U =	2.62						
		SEGMENTO	TOTAL	FRACCION				
FRACCION DE LA SUPERFICIE	=	0.325	100	0.0033				
CALCULO DE R TOTAL								
Utotal = %1u1 + %2U2	Utot=	1.798	0.009	1.8064				
R = 1/Utotal	R =	<b>0.55</b>						

### 3. Propagación de flama

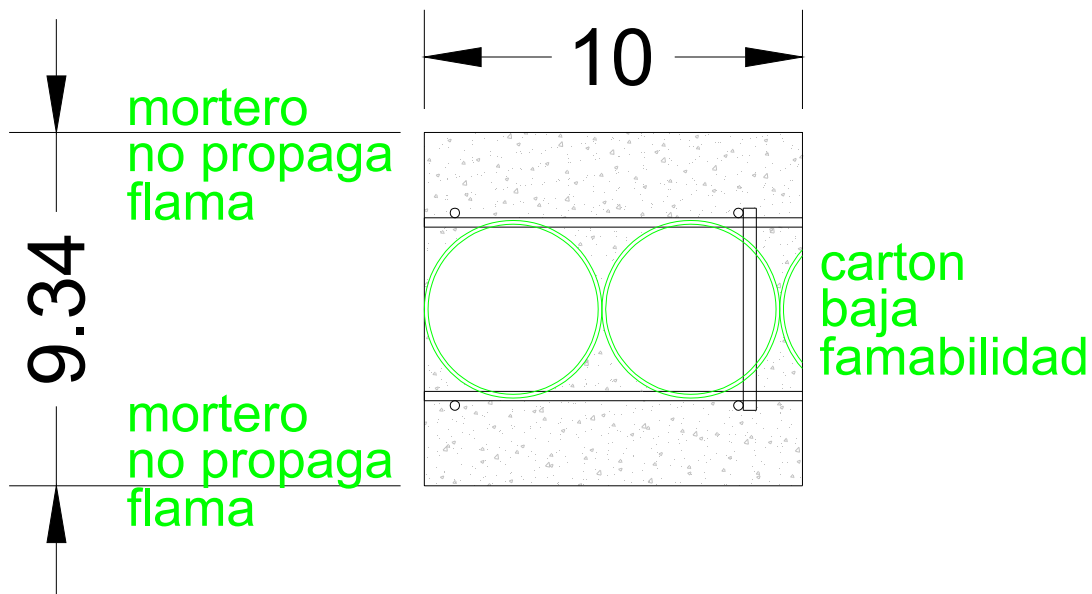
Todos los materiales utilizados en la construcción deben cumplir con normas de seguridad para poder ser certificados como materiales estructurales o de ahorro de energía, dentro de los requisitos esta la flamabilidad del material siendo lo mas idóneo utilizar materiales que no propaguen flama ya que los paneles deben cumplir con lo siguiente:

*“Los paneles estructurales TIPO I para uso en las edificaciones de riesgo menor deben cumplir con una resistencia al fuego de una hora como mínimo, sin producir flama, humo o gases tóxicos a una temperatura mínima de 823 K (550 °C)”.*

Por lo que se utilizan materiales auto-extinguibles en la mayoría de los casos el cartón si propaga flama pero podemos analizar más a fondo para determinar si esto afectara al panel a continuación determinaremos su flamabilidad de acuerdo a las medidas de seguridad estándar y la energía que se puede propagar.

#### 3.1 Geometría

# PANEL 2"



### 3.2 Propagación de flama

Es necesario establecer la flamabilidad para el material de relleno del panel por lo que nos guiaremos en los estándares internacionales de seguridad que clasifican los tipos de fuego basándose en los materiales combustibles y que son los siguientes:



#### Fuego Clase A:

Son los que se producen al arder los combustibles sólidos comunes, como maderas, papeles, corcho, tejidos, fibras, plásticos, etc. Se queman en la superficie y en profundidades. Dejan residuos.



#### Fuego Clase B:

Son fuegos de líquidos inflamables, como gasolina, alcohol, disolventes, pinturas, barnices, etc. Se queman solamente en la superficie. No dejan residuos.

También se incluyen los gases inflamables como el propano y butano. Los fuego clase B no incluyen fuegos que involucren grasa ni aceite de cocinar.



#### Fuego Clase C:

Son fuegos que involucran equipo eléctrico energizado, como motores eléctricos, transformadores y aparatos eléctricos. Elimine la corriente eléctrica y el fuego clase C se convierte en uno de los otros tipos de fuego.



#### Fuego Clase D:

Llamados también fuegos metálicos, son los fuegos ocasionados con metales inflamables como sodio, magnesio, aluminio, potasio, circonio, titanio, etc., que alimentan el fuego y sólo pueden combatirse con líquidos especiales.



#### Fuego Clase K:

Son fuegos de grasas y aceites de cocinar como mantecas vegetales y minerales.

El cartón es según la clasificación de fuegos tipo "A" de baja flamabilidad pero aun así considerado como combustible y propagante de flama por lo que haremos un análisis de su composición para determinar si en la configuración del panel presenta una amenaza o peligro potencial en caso de incendio.

Primero debemos obtener la composición molecular del cartón y de la parafina que integran los tubos de cartón para determinar que productos se generaran con la combustión del tubo y si estos serán tóxicos o peligrosos.

Composición química del cartón  $C_{44} O_{44} H_6 N_3$

Composición química de la parafina  $C_{25}H_{52}$ )

Podemos determinar que al entrar en combustión se producirá  $CO^2$  principalmente y una cantidad muy pequeña de NO que aunque son contaminantes no se consideran y que pueden ser de algún beneficio ya que al estar confinado en un espacio sin entrada franca de oxígeno le los gases producidos desplazarán al oxígeno atrapado y extinguirán la combustión que se pudiera producir sin llegar a generar demasiado calor.

Punto de combustión del cartón  $150^{\circ}C-200^{\circ}C$

Debido a que el panel debe ser probado a  $500^{\circ}C$  durante una hora y a que el punto de combustión del cartón es de  $150^{\circ}C$  a  $200^{\circ}C$ , este se incendiará y como no es un ambiente totalmente libre de oxígeno propagará flama en el interior de los muros sin embargo será un fuego de baja temperatura, que agitará el combustible rápidamente por lo que debemos ahora determinar la energía que se producirá para saber si esta no comprometerá la capacidad estructural del muro.

### **3.3 Calculo de energía**

La energía calórica que desprenden los materiales al quemarse se transforma en presión ya que el fuego al calentar el ambiente desplaza las partículas de oxígeno a su alrededor al producirse el  $CO^2$  esta presión se convertirá en empuje que podemos determinar al convertir las kilo calorías del cartón a kilogramos por metro cuadrado  $kg/m^2$ , primero determinaremos la presión uniforme que es capaz de tolerar un segmento de panel. A continuación convertiremos las kilocalorías del cartón a kilos por metro y comprobaremos el resultado.

### 3.4 Memorias de cálculo

Sumatoria de compresión total en un segmento de muro de 1m <sup>2</sup>			
Resistencia del concreto kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> en el segmento en un lado	Sumatoria por segmento por lado kg	Tolerancia total por segmento kg
100.00	10,000.00	1,000,000.00	2000000

Cálculo de presión que genera el cartón al quemarse			
Kilos de cartón x m <sup>2</sup>	kilo calorías x kilogramo cartón	Kilo calorías en 1 m <sup>2</sup>	kg por metro producidos
2.79	3,450.00	9,625.50	4,109,125.95

La energía producida por el cartón al consumirse instantáneamente provocara una presión superior a la que tolera el panel sin embargo para lograr esto se requerirían de aproximadamente 1000°C de temperatura instantánea y debido a que la prueba aplica solo 500°C de calor, debemos aplicar un factor de reducción a un quemado de 2 segundos y además aplicaremos la conductividad térmica del mortero para encontrar el valor real de presión que soportará el panel, así que se dividirá la energía calórica entre 2 segundos y se aplicará el factor de reducción de .63 la resistencia del mortero:

Kilo calorías x kilogramo cartón	Reducción entre 2 segundos	Reducción por trasmisión del calor
3,450.00	1725	1086.75

Aplicando el valor reducido determinamos la presión por segundo dentro del muro:

Calculo de presión que genera el cartón al quemarse x segundo dentro del mortero			
kilos de cartón x m <sup>2</sup>	kilo calorías x kilogramo cartón	Kilo calorías en 1 m <sup>2</sup>	kg por metro producidos
2.79	1,086.00	3,029.94	1,293,481.39

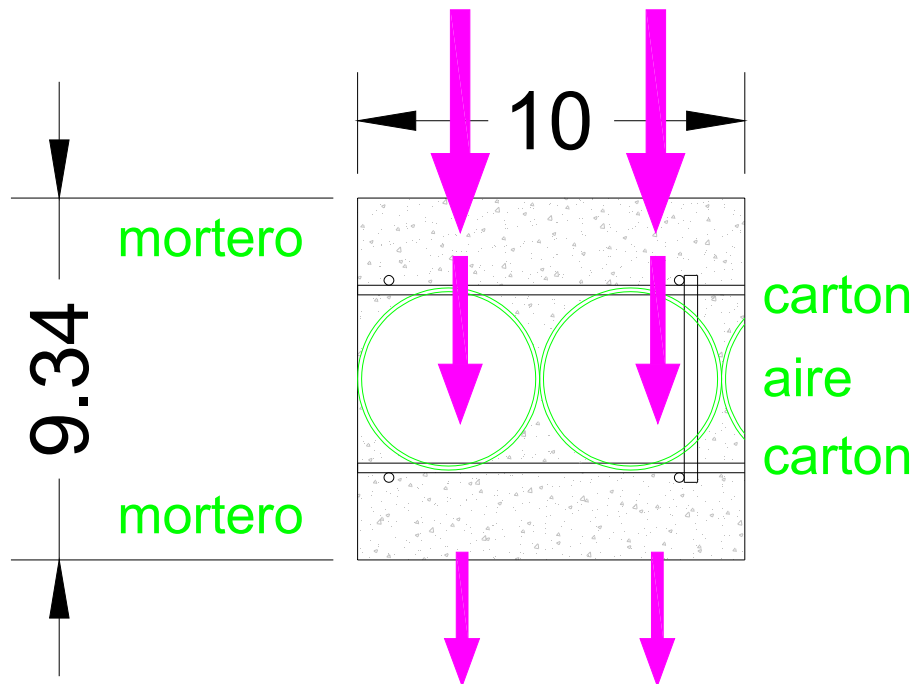
Como podemos ver la presión real ejercida en el muro en el caso que se apliquen 500°C de manera instantánea es mucho menor a lo que tolera el muro por lo que podemos decir que **no se pondrá en riesgo su integridad estructural.**

#### 4. Aislamiento acústico

Cuando las ondas sonoras chocan con un obstáculo, las presiones sonoras variables que actúan sobre él hacen que éste vibre. Una parte de la energía vibratoria transportada por las ondas sonoras se transmite a través del obstáculo y pone en movimiento el aire situado del otro lado, generando sonido. Parte de la energía de las ondas sonoras se disipa dentro del mismo, reduciendo la energía irradiada al otro lado. Por lo tanto un muro conformado por varias capas de materiales con diferentes densidades genera un amortiguador que va reduciendo la energía del sonido conforme este avanza a través de su espesor.

##### 4.1 Geometría

## PANEL 2"



## 4.2 Aislamiento acústico

**Aislamiento acústico:** protección de un recinto contra la penetración de sonidos. Se trata de reducir el ruido, tanto aéreo como estructural, que llega al receptor a través del obstáculo. Un buen aislamiento acústico pretende que la energía transmitida sea mínima. Esto implica un aumento de energía disipada y/o reflejada sin que tenga importancia al reparto entre ellas, ni la acústica del local emisor. Los materiales adecuados para el aislamiento acústico son aquellos que tienen la propiedad de reflejar o absorber una parte importante de la energía de la onda incidente.

**Absorción acústica:** pretende mejorar la acústica de un local de tal forma que se reduzca el sonido que vuelve al mismo. Esto supone aumentar la energía disipada y/o transmitida sin que importe el reparto entre ellas no el ruido que llegue a otro u otros locales.

## 4.3 Cálculo de aislamiento acústico

La mejor manera de calcular el aislamiento acústico que puede brindar una pared delgada es utilizando la ley de masas, una fórmula semi empírica que utiliza la masa de los objetos y una escala logarítmica para proveernos una aproximación. Sin embargo la única manera de determinar efectivamente el aislamiento acústico es mediante una prueba del material instalado en el lugar que se requiere utilizar. Esto se debe a que siendo el sonido una onda, es afectada por la más mínima variación de presión y densidad de materiales, así que determinaremos una aproximación usando la ley de masas, sin embargo cuando se requiera una aplicación de aislamiento acústico más preciso será necesario realizar un proyecto específico y controlar precisamente la geometría y especificaciones del proyecto para garantizar el correcto aislamiento acústico.

Utilizando la ley de masas encontraremos TL (perdida de transmisión), comparando la pérdida de transmisión de el aire con un segmento de muro podremos determinar el porcentaje de aislamiento acústico del segmento.

## 4.5 Memorias de cálculo

(Ver en la siguiente página)



Ley de masas aislamiento acústico				
Fórmula	TL=20log(mΦ/2Z)			
donde	20log	escala	Este ejemplo esta formulado con en base al sonido producido por la sirena de una patrulla alrededor de 1000Hz es decir 50 decibeles y con el receptor ubicado del otro lado del muro sin un techo ni ningún otro elemento aislante.	
	m	masa kg/cm2		
	Φ	2πf		
	Z	415 rayls aire		
	π	3.1416		
f	frecuencia			
Para el primer y quinto segmento del muro mortero			Segmento comparativo aire	
sustituimos	20log	20	volumen	densidad
	masa	0.003146	0.00000286	1100
			frecuencia	pi
	Φ	3143.6	1000	3.1416
	z	415		
TL=	20x	9.8897656	/830	
TL=	20x	0.01191538		
TL=	0.238307605			
sustituimos	20log	20	volumen	densidad
	masa	0.000003	0.0000001	300
			frecuencia	pi
	Φ	3143.6	1000	3.1416
	z	415		
TL=	20x	0.094308	/83	
TL=	20x	0.000113624		
TL=	0.002272482			
Para el segundo y cuarto segmento del muro cartón			Segmento comparativo aire	
sustituimos	20log	20	volumen	densidad
	masa	0.0000012	0.000001	1.2
			frecuencia	pi
	Φ	3143.6	1000	3.1416
	z	415		
TL=	20x	0.00377232	/830	
TL=	20x	0.000004545		
TL=	0.000090899			
<b>TL total =</b>	<b>0.481251073</b>			
<p>De acuerdo a el ejemplo, una sirena perderá al atravesar el aire en cada 9.34cm <b>0.000849</b> decibeles, mientras que al atravesar el mismo espesor del muro de panel de cartón perderá <b>.48</b> decibeles. Debemos de tomar en cuenta que este cálculo se hace como si el muro se interpusiera solo, en el caso de que haya mas elementos se tendrán que hacer las sumatorias correspondientes.</p> <p>Lo adecuado es hacer el análisis de manera aislada por elemento pero en la realidad siempre existen otros elementos como bóvedas, mas de un muro, etc.</p> <p>El porcentaje de aislamiento por lo tanto es de .96% por el elemento de panel de muro de cartón.</p>				

## 5. Datos básicos en fichas técnicas

Con los datos obtenidos integramos las siguientes fichas técnicas de productos:

<b>CANTUBO Panel Básico 2"</b>				
Alambre	$f_y = 6000$	kg/cm <sup>2</sup>	calibre	14
Recubrimiento	$f'_c = 100$	kg/cm <sup>2</sup>		
Espesor de recubrimiento	2cms	a partir de la malla		
Espesor del panel	5.08	cm		
Espesor muro terminado	9.08	cm		
Peso del panel	4.4	kg/m <sup>2</sup>		
Peso muro terminado	122.2	kg/m <sup>2</sup>		
Resistencia térmica	0.55359225	m <sup>2</sup> °K/W		
Flamabilidad	A	BAJA		
Relleno	Tubo de cartón	Reciclable		
		No tóxico		
Porcentaje reducción de ruido	0.96%	Por elemento		
Capacidad carga axial h=2.44	8,257	kg/m <sup>2</sup>		
Capacidad carga axial h=3.00	5,114	kg/m <sup>2</sup>		
Capacidad carga axial h=3.50	1,761	<b>Fuera de norma</b>		