

Acondicionamiento de aire edificio CENTRO DE FORMACION JUVENIL PARA EL SRPA.

VENTA SERVICIOS (Diseños, preinstalaciones redes de aire acondicionado y mantenimiento) Y COMERCIALIZACION DE EQUIPOS ACONDICIONADORES DE AIRE

Un paso adelante en soluciones Energéticas



Barranquilla, octubre 2014

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878
Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566
Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423
gerencia@energybusiness.co
www.energybusiness.co



MEMORIAS DE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
 - 1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA
 - 1.2 DESCRIPCIÓN DEL RECINTO

2. RESUMEN OBTENCIÓN CALOR SENSIBLE Y LATENTE
 - 2.1 CALOR SENSIBLE A TRAVÉS DE VENTANA TECHO Y PAREDES
 - 2.2 CALOR SENSIBLE DE ILUMINACIÓN
 - 2.3 CALOR SENSIBLE DE EQUIPOS
 - 2.4 CALOR SENSIBLE Y LATENTE DE PERSONAS
 - 2.5 CALOR SENSIBLE Y LATENTE INFILTRACIONES Y VENTILACIÓN

3. RESUMEN DE CARGA TÉRMICA

PLANILLA DE ELABORACIÓN			
	Elaboró	Revisó	Aprueba
Responsable	Ing.	Ing. JORGE FELIZZOLA CRUZ	

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Acondicionamiento de aire edificio Centro de Atención Especializada CAE de Sincelejo

1.2 DESCRIPCIÓN DEL RECINTO

Las condiciones referentes a la temperatura y humedad del recinto y sus alrededores se muestran en la Tabla No.1.

Tabla No. 1. condiciones exteriores e interiores de las instalaciones de interés

CONDICIONES \ LUGAR	EXTERIORES	INTERIOR
		1er. Piso
T_{BS} (°F)		73
ϕ (%)		55-60

Las características físicas de la edificación, el número de personas, la cantidad de energía térmica aportada por la iluminación y los equipos se muestran a continuación:

Altura Máxima:	
Paredes:	
Ventanas:	
Puertas:	
Techo:	
Iluminación:	
Personal:	

2. RESUMEN DE OBTENCIÓN DEL CALOR SENSIBLE Y LATENTE EN EL RECINTO

El primer paso para el diseño de la unidad es identificar los puntos a través de los cuales el calor sensible y el calor latente ingresan o se generan. Los métodos para cuantificar el calor, obedecen a las teorías y sistemas experimentales de *transferencia de calor*.

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co



Para hacer una evaluación de la carga y teniendo en cuenta las características arquitectónicas del recinto se partirá en tres zonas de acuerdo a la inclinación del techo y a la altura de la edificación.

2.1 CALOR SENSIBLE A TRAVÉS DE PAREDES, TECHO, VENTANAS Y PISO

2.1.1 Techo

Para el cálculo de la ganancia de calor del techo se utiliza la Ecuación (1):

$$q = A \times \mu \times (CLTD) \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

q : Calor, BTU

A : Área, ft²

μ : Coeficiente global de transferencia de calor, BTU/ft²

$CLTD$: Cool Latitude Temperature Diference, adimensional

Las características físicas de los techos se muestran en las Tablas 2 y 3, para un techo de superboard con aislamiento acústico y térmico de 1", Ver Figura 2.

Tabla No. 2. Superficies de conductancia y resistencia de aire

Position of Surface	Direction of Heat Flow	Surface Emittance, ϵ					
		Non-reflective $\epsilon = 0.90$		Reflective $\epsilon = 0.20$ $\epsilon = 0.05$			
		h_i	R	h_i	R	h_i	R
STILL AIR							
Horizontal	Upward	1.63	0.61	0.91	1.10	0.76	1.32
Sloping—45°	Upward	1.60	0.62	0.88	1.14	0.73	1.37
Vertical	Horizontal	1.46	0.68	0.74	1.35	0.59	1.70
Sloping—45°	Downward	1.32	0.76	0.60	1.67	0.45	2.22
Horizontal	Downward	1.08	0.92	0.37	2.70	0.22	4.55
MOVING AIR (Any position)		h_o	R				
15-mph Wind (for winter)	Any	6.00	0.17	—	—	—	—
7.5-mph Wind (for summer)	Any	4.00	0.25	—	—	—	—

Tomado de ASHRAE Handbook of Fundamentals 1997, page 24.2, Table 1

Tabla No 3. Resistencias para hallar μ techo

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

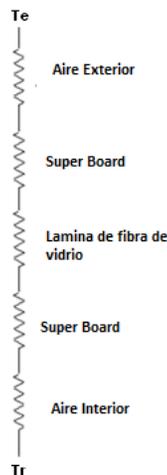
gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co

MATERIAL	ZONA 1		ZONA 2 y ZONA 3	
	RESISTENCIA TERMICA [(h*ft ² *°F)/BTU]	μ [BTU/(h*ft ² *°F)]	RESISTENCIA TERMICA [(h*ft ² *°F)/BTU]	μ [BTU/(h*ft ² *°F)]
Aire exterior en Mov.	0.25	4	0.25	4
Lamina de superboard	0.25	4	0.25	4
Aislamiento térmico de fibra de vidrio	2,5	0.4	2,5	0.4
Lamina en superboard	0.25	4	0.25	4
Aire interior quieto	2,70	0.37	1,67	0.60

Para zona 1 el valor de μ del techo = 0,17.

Para zona 2 y zona 3 el valor de μ del techo = 0,20.



$$R_{Total-techo} = R_{Ae} + R_{SuperBoard} + R_{Aislamiento} + R_{SuperBoard} + R_{Ai}$$

$$R_{Total-techo} = 0,25 + 0,25 + 2,5 + 0,25 + 2,70 = 4,92 \frac{h * ft^2 * °F}{BTU}$$

$$U_{total} = 1 / R_{Total-techo} = 0,17 \frac{BTU}{h * ft^2 * °F}$$

FIGURA 6. Diagrama de resistencia de techo

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co



$$R_{Total-techo} = R_{Ae} + R_{SuperBoard} + R_{Aislamiento} + R_{SuperBoard} + R_{Ai}$$
$$R_{Total-techo} = 0,25 + 0,25 + 2,5 + 0,25 + 1.67 = 4,92 \frac{h * ft^2 * ^\circ F}{BTU}$$
$$U_{total} = 1/R_{Total-techo} = 0,20 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F}$$

2.1.2 Cálculo de carga térmica del techo

Para realizar estos cálculos se aplica el factor de corrección para el CLTD, ver Tabla No. 4. Los datos tomados para el exterior son de aire en movimiento a 7.5-mph y para el interior son de aire quieto en una superficie horizontal con el calor fluyendo hacia abajo con reflectividad de 0.2 para la zona 1 para la zona 2y3

También es necesario considerar la inclinación del techo de acuerdo al espacio a evaluar el CLTD.

$$CLTD_{corr} = [(CLTD+LM)*K+ (78-Tr) + (t_0 -85)]$$

Donde:

LM es un factor de corrección que tiene que ver con la latitud y el mes en el cual se está realizando el procedimiento¹.

Tr es la temperatura a la cual se quiere mantener el recinto.

T₀ es la temperatura del exterior.

Se asume **K = 1**, ya que el recinto se encuentra en una zona industrial².

2.1.3 Cálculo de carga térmica de paredes

Para el cálculo de la ganancia de calor de las paredes se utiliza la Ecuación (1). Las características físicas de las paredes aparecen en la Tabla No 4. Ver Figura 3.

Para las paredes de bloque hueco de 2 celdas de 8" se asume que clasifican como grupo D por su coeficiente de transferencia de calor³.

¹ Tabla 32, capítulo 29, ASHRAE, Fundamentals 1989.

² Página 26.34, capítulo 26, ASHRAE, Fundamentals 1989.

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co

Para este cálculo de la resistencia del aire interior se utilizó superficie con emitancia de 0.2 vertical con entrada de calor de forma horizontal.

Tabla No 4. Resistencias para hallar μ paredes

MATERIAL	RESISTENCIA TERMICA $[(h * ft^2 * ^\circ F) / BTU]$	μ $[BTU / (h * ft^2 * ^\circ F)]$
Aire exterior en movimiento	0.25	4
½" Repello	0.1	10
8 " bloque hueco 2 celdas	1.85	0.54
½" Repello	0.1	10
Aire interior quieto	1.35	0.74

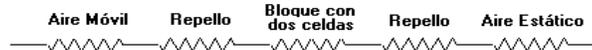


FIGURA 3. Diagrama de resistencia de pared

$$R_{Total-pared} = R_{Ae} + R_{repello} + R_{bloque} + R_{repello} + R_{Ai}$$

$$R_{TotalPared} = 0,25 + 0,1 + 1,85 + 0,1 + 1,35 = 3,65 \frac{h * ft^2 * ^\circ F}{BTU}$$

$$U_{total} = 1 / R_{TotalPared} = 0,27 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F}$$

$$CLTD_{corr} = [(CLTD + LM) * K + (78 - Tr) + (t_0 - 85)]$$

³ Tabla 30, capítulo 26, ASHRAE, Fundamentals 1989.

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co

El CLTD sin corrección se encuentra en la tabla 31 grupos “D”, se selecciona la serie de CLTD según la orientación de la pared.

Se asume $K = 1$, para área industrial

2.1.4 Cálculo de carga térmica de ventanas

Para realizar los cálculos de la carga térmica aportada por las ventanas se aplican las Ecuaciones (3) y (4); se considera un vidrio con las siguientes características: ventana formada por marcos de aluminios conformada por un vidrio polarizado de 6 mm de espesor, teniendo en cuenta el calor por radiación que afecta la carga térmica. Ver Figura 4.

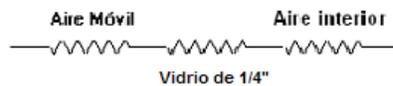


FIGURA 4. Diagrama de resistencia de ventana

$$R_{TotalVidrio} = R_{Ae} + R_{Vidrio} + R_{Ai}$$

$$R_{TotalVidrio} = 0,25 + 0,9615 + 1,35 = 2,56 \frac{h * ft^2 * ^\circ F}{BTU}$$

$$U_{total} = 1 / R_{TotalVidrio} = 0,39 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F}$$

Las ecuaciones a utilizar son las siguientes y se encuentran en la tabla 27 capítulo 26 Fundamentals 1989, como podemos observar en las ventanas (ver gráfica 3).

$$q_{conducción} = A \times \mu \times (CLTD) \quad Ecuación \quad (2)$$

$$q_{solar} = A \times (SC) \times (SHGF) \times (CLF) \quad Ecuación \quad (3)$$

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co



Donde:

CLTD = Capitulo 26-Tabla 33 Fundamentals 1989. Es necesario hacer una corrección en el CLTD listado ya que se obtuvo en condiciones diferentes, las correcciones son explicadas al final de la tabla anteriormente mencionada.

SC = shading coefficients, es el radio de ganancia de calor del vidrio bajo condiciones específicas y es único para cada tipo de vidrio, capitulo 27- tabla 20, 26 y 34, Fundamentals 1989.

SHGF = Máxima ganancia de calor dependiendo de la orientación, latitud y mes, tabla 34 y 35 pagina 26.39 Fundamentals 1989.

CLF = factor de carga térmica, Capitulo 26 – Tablas 36 a 39, Fundamentals 1989.

2.2 CALOR SENSIBLE Y LATENTE PERSONAS

Se consideró que las personas están realizando trabajo de oficina, el calor sensible y latente para las personas que realizan esta actividad es de:

Calor sensible [BTU/h] = 245

Calor latente [BTU/h] = 105

Está calculada a 72°F. Por cada grado Fahrenheit variado, se tendrá un efecto de cambio en el calor sensible de un 4%. El calor latente es hallado restándole al calor total, que permanece constante, el calor sensible, Ver Tabla No. 6.

Cálculo de carga térmica por personas

Para llevar a cabo este procedimiento se usan las Ecuaciones (4) y (5).

$$q_{sensible} = N \times SensibleHG \times CLF \quad Ecuación \quad (4)$$

$$q_{latente} = N \times LatenteHG \quad Ecuación \quad (5)$$

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co



Donde:

N = Número de personas

Sensible HG = Ganancia de calor sensible por persona

Latente HG = Ganancia de calor latente por persona

CLF = Carga térmica por persona que depende de las horas de ocupación de las personas⁴.

2.3 CALOR SENSIBLE Y LATENTE INFILTRACIONES Y VENTILACIÓN

En la mayoría de las estructuras ocurre el fenómeno de infiltración o fuga de aire, esto significa una pérdida de energía ya que se introduce aire no acondicionado al recinto lo que ocasiona un incremento de carga térmica. Para el cálculo de las infiltraciones que se expone a continuación se sigue el procedimiento llamado método de cambio de aire, el cual se basa en el número supuesto de cambios de aire que ocurren por hora.

Con la Ecuaciones (6) y (7) se determina la carga térmica por infiltraciones.

$$q_{sensible} = 1.10 \times Q \times \Delta t \quad \text{Ecuación(6)}$$

$$q_{latente} = 4840 \times Q \times \Delta W \quad \text{Ecuación(7)}$$

Donde:

Q = Ventilación en **CFM**, ASHRAE Standard 62,1-2004 y depende del tipo de edificación y del área.

⁴ Capítulo 27, ASHRAE, Fundamentals 1989.

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co



3. RESUMEN DE CARGA TÉRMICA

En la Tabla No 5 y se observa el resumen de la carga térmica

Tabla No 5. Resumen de carga térmica

CÁLCULO DE CARGA TERMICA INERCIAL Y VARIABLE (LOS VALORES ESTAN EN TR:toneladas de refrigeración) (1TR=12mil BTU)																			
Centro de Atención Especializada CAE	Sistema	Aux admon	Sala espera	Recepción	Sala Juntas	Dirección	Contabilidad	Auditorio	Enfermería	Odontología	Recepción	T. Social	Coach	Pedagogos	Medicina	POL INFANCA	CTO SEGURIDAD	CTO PRIVADA	REG INGRESO
Persona	3	3	10	2	12	4	3	150	8	4	4	12	12	12	4	4	4	4	4
Área	8	10	24	9	15	11	9	210	30	16	18	24	21	26	16	16	8	8	8
Ofimáticos	5	2	2	1	4	2	2	5	2	2	1	4	4	4	1	1	1	1	1
Ventanas e infiltraciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TR inercial	0,40	0,50	1,20	0,45	0,75	0,55	0,45	10,50	1,50	0,80	0,90	1,20	1,05	1,30	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60
TR Variable	0,39	0,32	0,95	0,20	1,17	0,41	0,32	13,62	0,77	0,41	0,38	1,17	1,17	1,17	0,38	0,38	0,30	0,30	0,30
TR total	0,79	0,82	2,15	0,65	1,92	0,96	0,77	24,12	2,27	1,21	1,28	2,37	2,22	2,47	1,18	1,18	0,90	0,90	0,90

Barranquilla: Carrera 48 No. 76-43 oficina 206 (57 5) 3049856 - (57) 300 3515878

Bucaramanga: Calle 18 No 26-17 (57 7) 645 1350 - (57) 301 2419566

Sincelejo: Calle 25 No 25-30 (57 5) 2811870 - (57) 300 8768423

gerencia@energybusiness.co

www.energybusiness.co