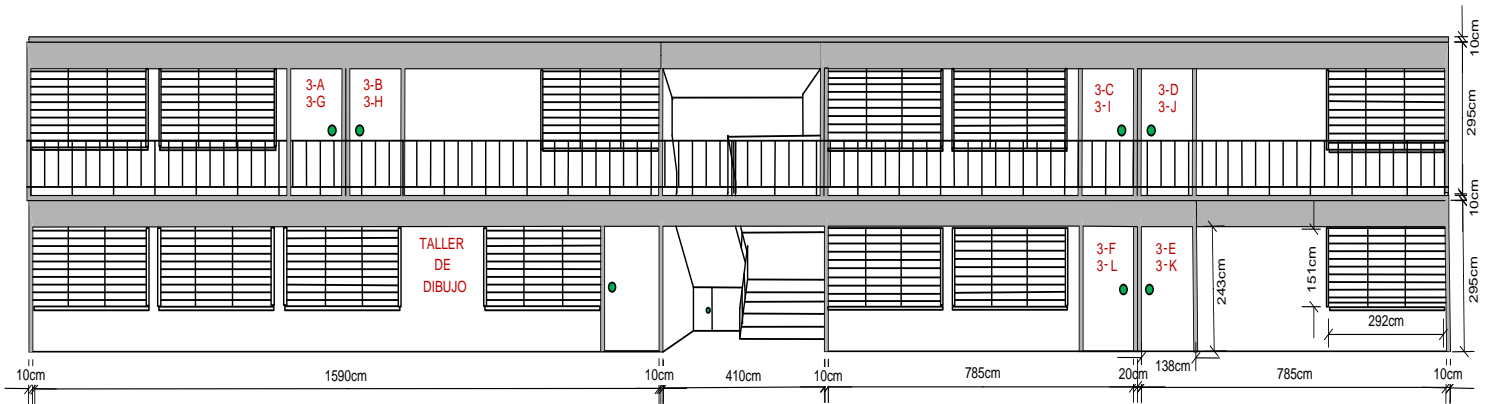


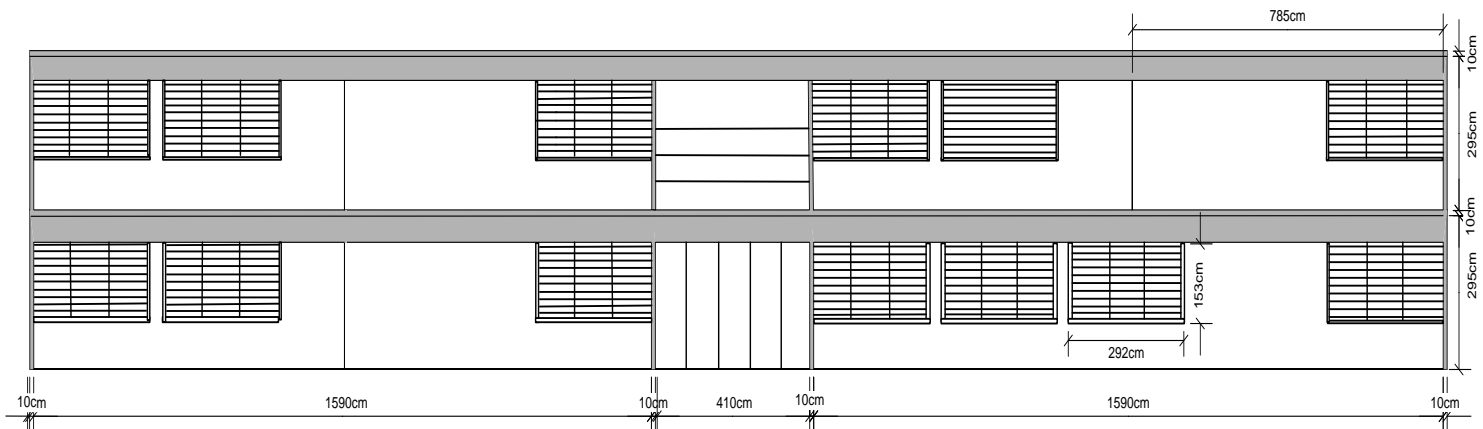
CAPITULO II

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL EDIFICIO DE TERCEROS GRADOS Y TALLER DE DIBUJO

**EDIFICIO DE TERCEROS GRADOS (TURNO MATUTINO Y VESPERTINO) Y
TALLER DE DIBUJO.**

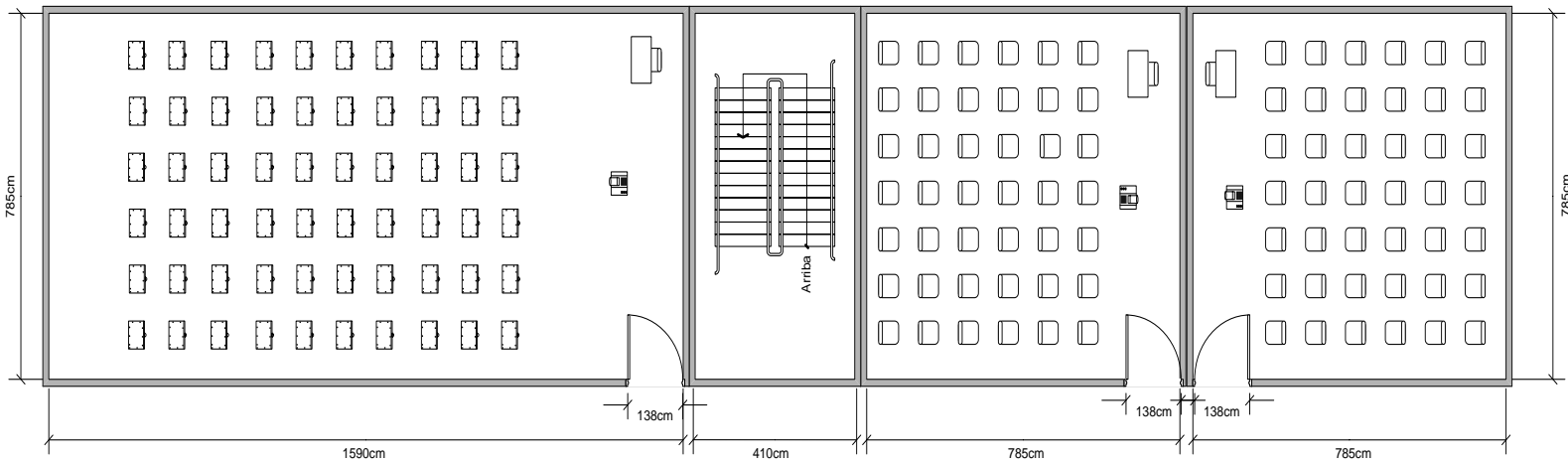
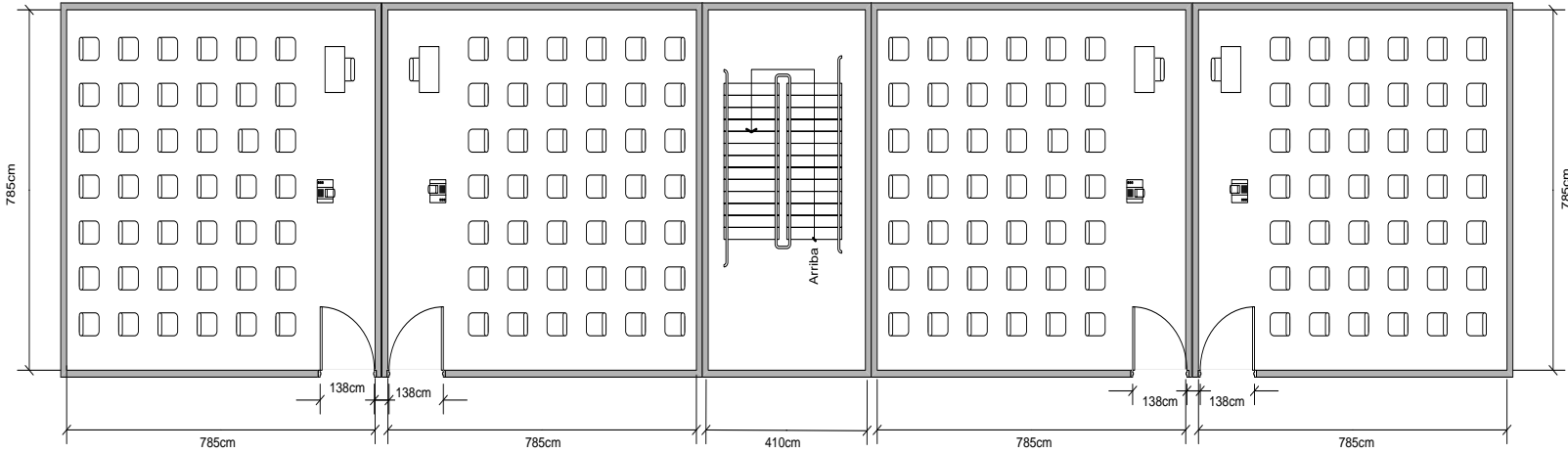
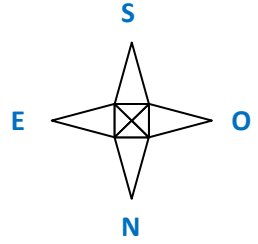


VISTA FRONTAL (PLANO PARED NORTE)



VISTA POSTERIOR (PLANO PARED SUR)

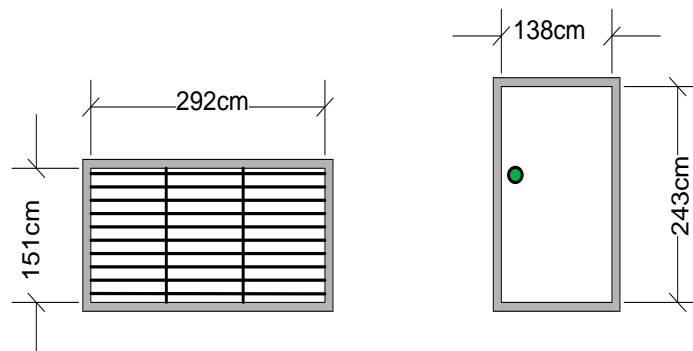
VISTA SUPERIOR (PLANTA ALTA Y BAJA)



VISTAS LATERALES



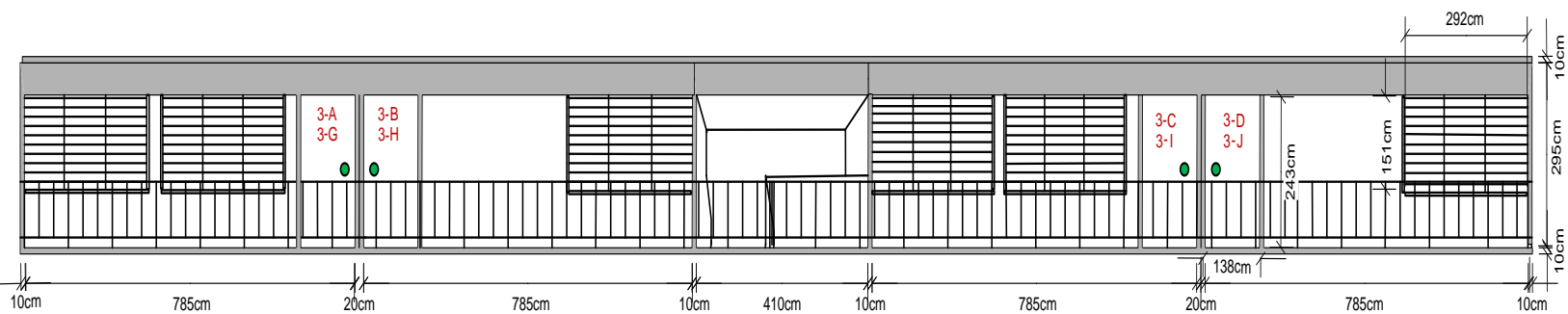
COTAS DE PUERTAS Y VENTANAS (TODAS IDENTICAS)



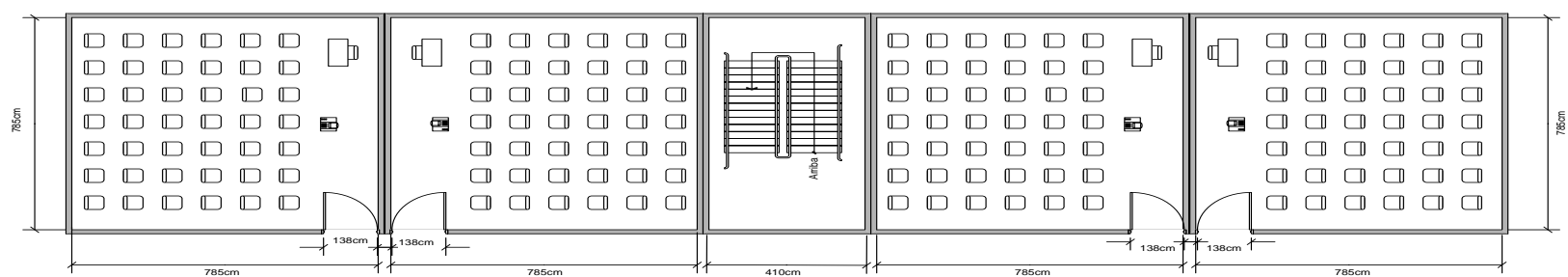
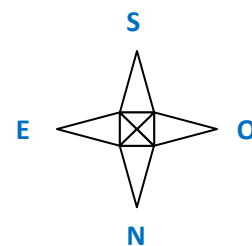
CÁLCULOS CORRESPONDIENTES A LA PLANTA ALTA

a) CÁLCULO DE LA CARGA TERMICA:

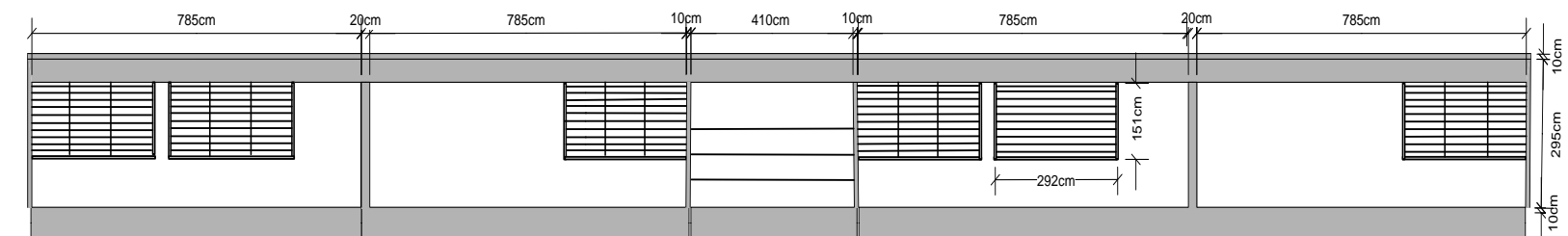
- Datos que se deben tomar en cuenta en el local:
 - 172 personas (43 personas por cada salón)
 - Iluminación 3120 W (20 lámparas de 39 W por cada salón)
 - 4 laptops de 100 W cada una
 - 4 video proyectores de 175 W cada uno
 - Ventanas exposición Norte y Sur con vidrio claro
 - Piso sobre un espacio acondicionado
 - Paredes de construcción pesada sin aislamiento exposición Norte, Sur, Este y Oeste
 - No se encontraron paredes interiores
 - Altura = 2.95 m.



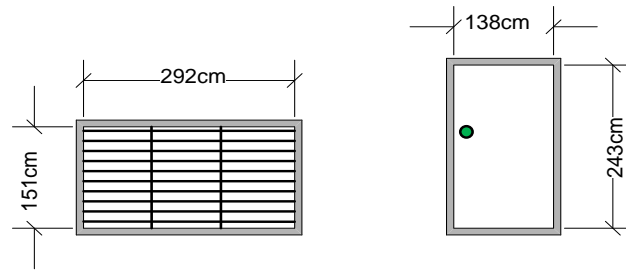
VISTA FRONTAL (PLANO PARED NORTE)



VISTA SUPERIOR



VISTA POSTERIOR (PLANO PARED SUR)



COTAS DE PUERTAS Y VENTANAS (TODAS IDENTICAS)

- **Calculando área de las paredes:**

$$A_{pn} \text{ y } A_{ps} = A_t - A_v$$

$$A_{pn} = (4 * 7.85m * 2.95m) - (6 * 2.92m * 1.51m)$$

$$A_{pn} = 66.1748 \text{ m}^2$$

$$A_{ps} = (4 * 7.85m * 2.95m) - (6 * 2.92m * 1.51m)$$

$$A_{ps} = 66.1748 \text{ m}^2$$

$$A_{pe} = A_{po} = (7.85m * 2.95m)$$

$$A_{pe} = A_{po} = 23.1575 \text{ m}^2$$

A) Pared exterior: Son las paredes expuestas directamente al sol y los factores son tomados en el horario de 14:00 a 17:00 h, los cálculos son realizados bajo el siguiente formato:

DIRECCION	TIPO DE CONSTRUCCION	CANTIDAD (m ²)	FACTOR *	CALOR (Btu/h)
Norte	Pesada sin aislamiento	66.1748	(20 + 16)	2382.2928
Sur	Pesada sin aislamiento	66.1748	(80 + 16)	6352.7808
Este	Pesada sin aislamiento	23.1575	(80 + 16)	2223.12
Oeste	Pesada sin aislamiento	23.1575	(40 + 16)	1296.82
TOTAL DE CALOR EN PAREDES EXTERIORES				12255.0136

* Los factores son tomados de la [tabla 2.1](#) factores para paredes. Considerando un diferencial de temperaturas de $(95 - 72) ^\circ\text{F} = 23 ^\circ\text{F}$ se considera un ajuste en los factores de 16.

B) Pared interior: Son las paredes que se encuentran dentro del local y generalmente se encuentran entre un espacio sin acondicionar y un espacio acondicionado. En este caso no hay paredes interiores.

C) Ventanas: También el vidrio es un factor importante para la transmisión del calor hacia el interior del local y depende mucho del tipo, área y posición. En nuestro caso se considera vidrio sin sombreado.

DIRECCION	CANTIDAD (m ²)	FACTOR *	CALOR (Btu/h)
Norte	26.4552	(380 + 80)	12169.392
Sur	26.4552	(630 + 80)	18783.192
TOTAL DE CALOR POR VENTANAS			30952.584

* Los factores son tomados de la [tabla 2.2](#) factores de vidrio.

D) Techo: Es uno de los elementos que más afecta en el acondicionamiento del aire, siempre y cuando éste se encuentre expuesto directamente al sol. Se considera techo solo sin aislamiento.

$$\text{Área del techo: } A_t = 4 * 7.85 \text{ m} * 7.85 \text{ m} = 246.49 \text{ m}^2$$

CANTIDAD (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
246.49	196	48312.04
TOTAL DE CALOR EN TECHO		48312.04

* Los factores son tomados de la [tabla 2.3](#) factores de techo

E) Piso: El calor transferido por este elemento depende mucho de su situación. En este caso el piso se encuentra sobre un espacio acondicionado, por lo tanto no existe transferencia de calor a través de él.

F) Aire exterior sensible: Es la cantidad de aire en PCM, de acuerdo con el número de personas.

1. Ventilación

$$\begin{array}{rclclcl} \text{No. de personas} & \times & \text{PCM por persona} & = & \text{PCM} & \text{totales} \\ \hline 172 & \times & 15 & = & 2580 & \text{PCM} \end{array}$$

([Tabla 2.5](#) Cantidad de aire recomendado del exterior: oficinas generales)

2.- Infiltración

$$\text{Volumen total (m}^3\text{): } \underline{727.1455 \text{ m}^3} \times 0.6 = \underline{436.2873 \text{ PCM}}$$

Nota: Use el valor más grande obtenido arriba.

El valor mas grande es: 2580 PCM

Calor sensible exterior:

$$\text{PCM total} \times f_s (\text{Tabla 2.5-A}) \times \Delta T (^{\circ}\text{F}) = Q_s$$

$$\underline{2580} \times \underline{1.0064} \times \underline{23} = \underline{59719.776} \text{ Btu/h}$$

G) Calor sensible generado por personas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR	Qs (Btu/h)
Sentado en reposo	172	180	30960
TOTAL DE CALOR SENSIBLE POR PERSONAS			30960

Tabla B. Cálculo de calor sensible que generan las personas (Btu/h). Nota: Los datos son obtenidos de la [Tabla 2.6](#).

H) Calor sensible generado por aparatos

LAMPARAS Y APARATOS	CANTIDAD (W)	FACTOR	Qs (Btu/h)
80 lámparas de 39 W	3120	4.25	13260
4 Laptops de 100 W	400	3.413	1365.2
4 video proyector de 175 W	700	3.413	2389.1
TOTAL DE CALOR POR APARATOS			17014.3

Tabla C. Cálculo de calor sensible que generan los aparatos (Btu/h). Nota: Los datos son obtenidos de la [Tabla 2.7](#).

CALOR SENSIBLE EFECTIVO

CSE. Es la suma de la transmisión de calor a través de paredes exteriores e interiores, por ventanas, techo, piso, aire exterior sensible, calor generado por personas y calor generado por aparatos.

$$CSE = (12255.0136 + 30952.584 + 48312.04 + 59719.776 + 30960 + 17014.3) \text{ Btu/h}$$

$$CSE = 199213.7136 \text{ Btu/h}$$

CALOR LATENTE

I) Aire exterior latente:

$$\text{PCM total} \times 0.7 \times \Delta Ws \left(\frac{\text{Granos de vapor}}{\text{Lbm de aire seco}} \right) = Q_L$$

$$\underline{2580} \times 0.7 \times \underline{57.54574} = \underline{103927.6064} \text{ Btu/h}$$

J) Calor latente generado por personas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR	Q _L (BTU/h).
Sentado en reposo	172	150	25800
TOTAL DE CALOR LATENTE POR PERSONAS.			25800

Tabla B. Cálculo de calor latente que generan las personas (Btu/h). Nota: Los datos son obtenidos de la [Tabla 2.6.](#)

K) Calor latente generado por aparatos

Para los aparatos antes mencionados no generan calor latente.

CALOR LATENTE EFECTIVO

CLE. Es la suma de la energía calorífica latente generada por los elementos en el interior del local y el calor latente del mismo.

$$CLE = (103927.6064 + 25800) \text{ Btu/h}$$

$$CLE = 129727.6064 \text{ Btu/h}$$

CALOR TOTAL

Es la suma del calor sensible efectivo (*CSE*) y el calor latente efectivo (*CLE*):

$$\text{Calor total} = 199213.7136 \text{ Btu/h} + 129727.6064 \text{ Btu/h}$$

$$\text{CALOR TOTAL} = 328941.32 \text{ Btu/h}$$

En toneladas de refrigeración:

$$\dot{q} = 328941.32 \text{ Btu/h} \left(\frac{1 \text{ T.R.}}{12\,000 \text{ Btu/h}} \right)$$

Por lo tanto:

$$\text{CAPACIDAD CALCULADA: } \dot{q} = 27.41177 \text{ T.R.}$$

Cantidad de aire a remover

Se calcula mediante las siguientes formulas:

$$AIRE\ A\ REMOVER = \frac{CSE * v}{60 * C_{p_{aire}} * \Delta T} \dots\dots\dots \text{ecuación (2.1)}$$

$$v = 0.745 \left[\frac{T_{bs} + 460}{P_{b_{lugar}}} \right] \left[1 + \frac{W_{sc}}{4360} \right] \dots\dots\dots \text{ecuación (2.2)}$$

Donde:

CSE es el calor sensible efectivo (en Btu/h), v es el volumen específico (en ft³/Lbm), $C_{p_{aire}}$ es el calor específico a presión constante del aire ($0.2404 \frac{Btu}{Lbm-R}$), ΔT es la diferencia de temperatura entre el aire exterior e interior (en °F), T_{bs} es la temperatura de bulbo seco (en °F), $P_{b_{lugar}}$ es la presión barométrica (en plg Hg) y W_{sc} es la humedad específica del exterior corregida (en granos de H₂O/Lbm a.s.)

Sustituyendo valores en la ecuación 2.2, se calcula el volumen específico del aire exterior.

$$v = 0.745 \left[\frac{95 + 460}{27.96} \right] \left[1 + \frac{121.0796}{4360} \right]$$

$$v = 15.198763 \text{ ft}^3/\text{lbm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 2.1:

$$AIRE\ A\ REMOVER = \frac{199213.7136 * 15.198763}{60 * 0.2404 * 23}$$

Finalmente:

AIRE A REMOVER= 9126.703138 PCM

b) SELECCIÓN DE EQUIPO:

Con la ayuda del catalogo Carrier ([Anexo 4](#)) propondremos un equipo que se adecue a la capacidad calculada, ya que al no existir un equipo que sea totalmente exacto a lo provisto, tomaremos el equipo de capacidad inmediata superior a la que se calculo.

Datos:

CAPACIDAD CALCULADA: 27.41177 T.R.

AIRE A REMOVER= 9126.703138 PCM

Puede sugerirse 2 equipos iguales (uno para los grupos A-G y B-H, y otro para los grupos C-I y D-J) cuyas características son:

MARCA: CARRIER.

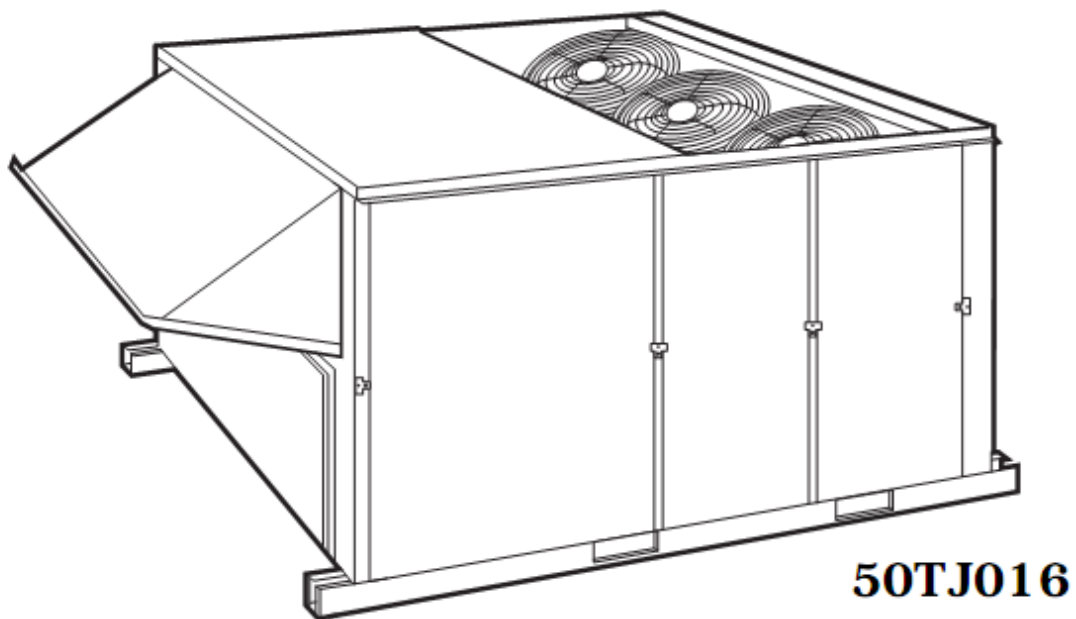
TIPO: CAPACIDAD ESTANDAR.

MODELO: 50TJ016.

CAPACIDAD COMERCIAL: 15 T. R.

CAPACIDAD DE PCM: 5250.

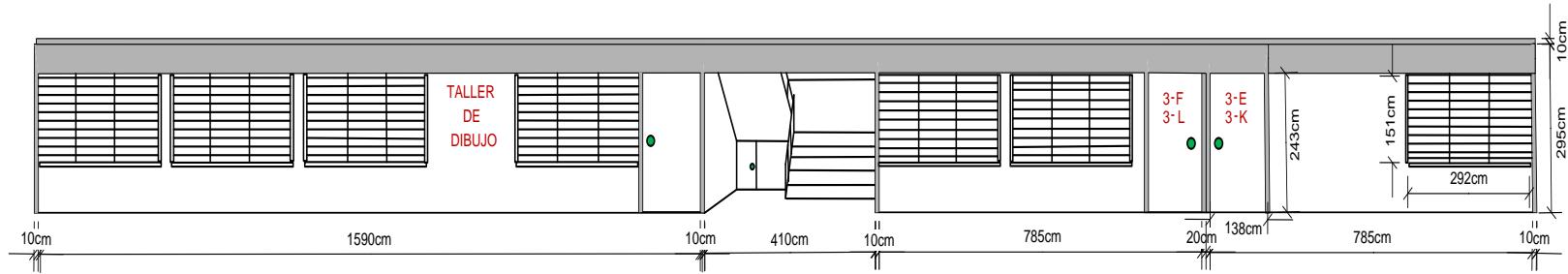
CAPACIDAD TOTAL DE ENFRIAMIENTO: 202 000 Btu/h.



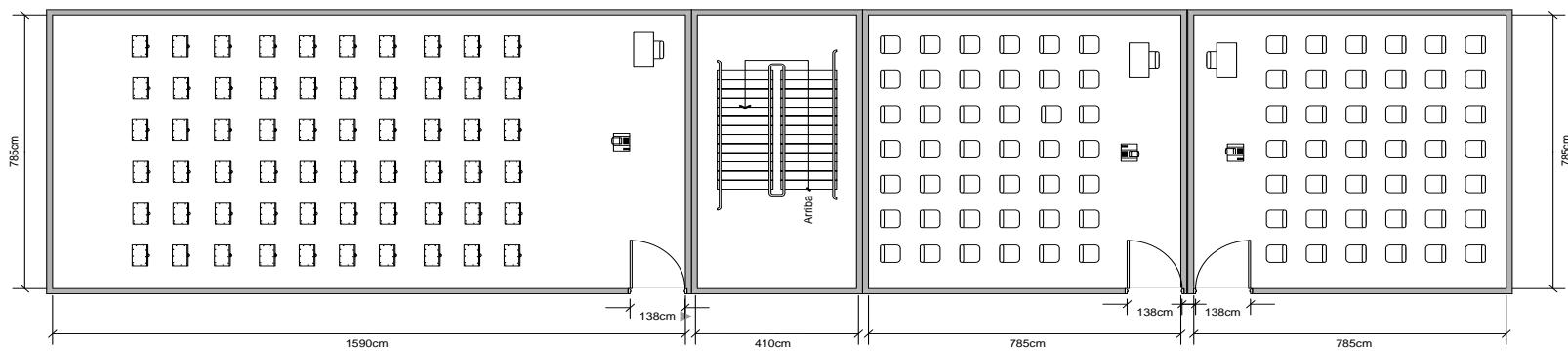
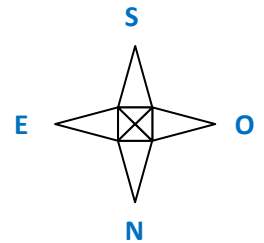
CÁLCULOS CORRESPONDIENTES A LA PLANTA BAJA

a) CÁLCULO DE LA CARGA TERMICA:

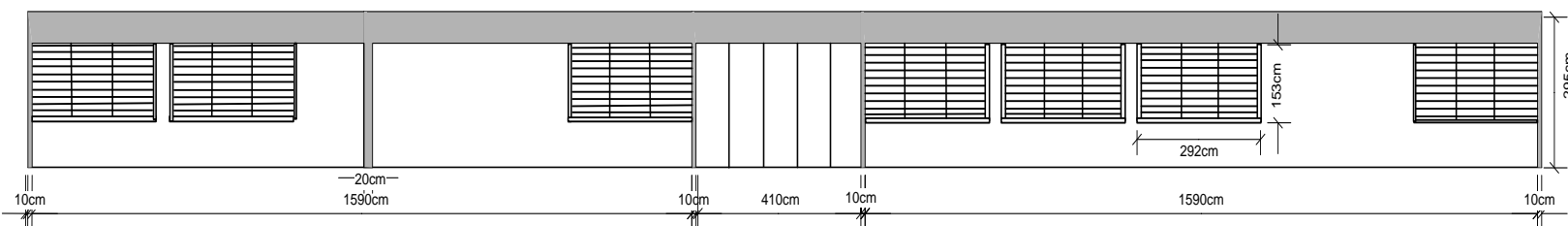
- Datos que se deben tomar en cuenta en el local:
 - 147 personas (43 personas por cada salón y 61 personas en el taller de dibujo)
 - Iluminación 3120 W (20 lámparas de 39 W por cada salón y 40 en el taller)
 - 3 laptops de 100 W cada una
 - 3 video proyectores de 175 W cada uno
 - Ventanas exposición Norte y Sur con vidrio claro
 - Piso directo sobre tierra
 - Paredes de construcción pesada sin aislamiento exposición Norte, Sur, Este y Oeste
 - No se encontraron paredes interiores
 - Altura = 2.95 m.



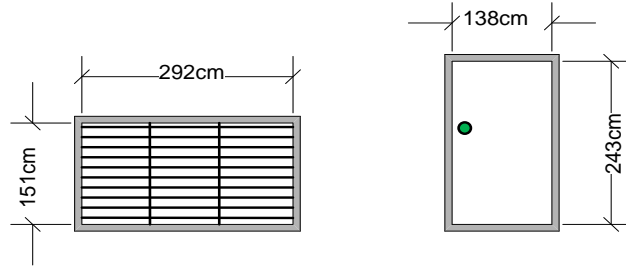
VISTA FRONTAL (PLANO PARED NORTE)



VISTA SUPERIOR



VISTA POSTERIOR (PLANO PARED SUR)



COTAS DE PUERTAS Y VENTANAS (TODAS IDENTICAS)

- Calculando área de las paredes:

$$A_{pn} \text{ y } A_{ps} = A_t - A_v$$

$$A_{pn} = (2 * 7.85\text{m} * 2.95\text{m}) + (15.9 \text{ m} * 2.95 \text{ m}) - (7 * 2.92\text{m} * 1.51\text{m})$$

$$A_{pn} = 62.3556 \text{ m}^2$$

$$A_{ps} = (2 * 7.85\text{m} * 2.95\text{m}) + (15.9 \text{ m} * 2.95 \text{ m}) - (7 * 2.92\text{m} * 1.51\text{m})$$

$$A_{ps} = 62.3556 \text{ m}^2$$

$$A_{pe} = A_{po} = (7.85\text{m} * 2.95\text{m})$$

$$A_{pe} = A_{po} = 23.1575\text{m}^2$$

A) Pared exterior: Son las paredes expuestas directamente al sol y los factores son tomados en el horario de 14:00 a 17:00 h, los cálculos son realizados bajo el siguiente formato:

DIRECCION	TIPO DE CONSTRUCCION	CANTIDAD (m ²)	FACTOR *	CALOR (Btu/h)
Norte	Pesada sin aislamiento	62.3556	(20 + 16)	2244.8016
Sur	Pesada sin aislamiento	62.3556	(80 + 16)	5986.1376
Este	Pesada sin aislamiento	23.1575	(80 + 16)	2223.12
Oeste	Pesada sin aislamiento	23.1575	(40 + 16)	1296.82
TOTAL DE CALOR EN PAREDES EXTERIORES				11750.8792

* Los factores son tomados de la [tabla 2.1](#) factores para paredes. Considerando un diferencial de temperaturas de $(95 - 72) ^\circ\text{F} = 23 ^\circ\text{F}$ se considera un ajuste en los factores de 16.

B) Pared interior: Son las paredes que se encuentran dentro del local y generalmente se encuentran entre un espacio sin acondicionar y un espacio acondicionado. En este caso no hay paredes interiores.

C) Ventanas: También el vidrio es un factor importante para la transmisión del calor hacia el interior del local y depende mucho del tipo, área y posición. En nuestro caso se considera vidrio sin sombreado.

DIRECCION	CANTIDAD (m ²)	FACTOR *	CALOR (Btu/h)
Norte	30.8644	(380 + 80)	14197.624
Sur	30.8644	(630 + 80)	21913.724
TOTAL DE CALOR POR VENTANAS			36111.348

* Los factores son tomados de la [tabla 2.2](#) factores de vidrio.

D) Techo: Es uno de los elementos que más afecta en el acondicionamiento del aire, siempre y cuando éste se encuentre expuesto directamente al sol. Se considera techo solo sin aislamiento.

$$\text{Área del techo: } A_t = (2 * 7.85 \text{ m} * 7.85 \text{ m}) + (15.9 \text{ m} * 7.85 \text{ m}) = 248.06 \text{ m}^2$$

CANTIDAD (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
248.06	196	48619.76
TOTAL DE CALOR EN TECHO		48619.76

* Los factores son tomados de la [tabla 2.3](#) factores de techo

E) Piso: En este caso el piso se encuentra sobre tierra, por lo tanto no existe transferencia de calor a través de él.

F) Aire exterior sensible: Es la cantidad de aire en PCM, de acuerdo con el número de personas.

1. Ventilación

$$\begin{array}{rclclcl} \text{No. de personas} & \times & \text{PCM por persona} & = & \text{PCM} & \text{totales} \\ \hline 147 & \times & 15 & = & 2205 & \text{PCM} \end{array}$$

([Tabla 2.5](#) Cantidad de aire recomendado del exterior: oficinas generales)

2.- Infiltración

$$\text{Volumen total (m}^3\text{): } \underline{731.777 \text{ m}^3} \times 0.6 = \underline{439.0662} \text{ PCM}$$

Nota: Use el valor más grande obtenido arriba.

El valor mas grande es: 2205 PCM

Calor sensible exterior:

$$\text{PCM total} \times f_s (\text{Tabla 2.5-A}) \times \Delta T (^{\circ}\text{F}) = Q_s$$

$$\underline{2205} \times \underline{1.0064} \times \underline{23} = \underline{51039.576} \text{ Btu/h}$$

G) Calor sensible generado por personas:

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR	Qs (Btu/h)
Sentado en reposo	147	180	26460
TOTAL DE CALOR SENSIBLE POR PERSONAS			26460

Tabla B. Cálculo de calor sensible que generan las personas (Btu/h). Nota: Los datos son obtenidos de la [Tabla 2.6](#).

H) Calor sensible generado por aparatos:

LAMPARAS Y APARATOS	CANTIDAD (W)	FACTOR	Qs (Btu/h)
80 lámparas de 39 W	3120	4.25	13260
3 Laptops de 100 W	300	3.413	1023.9
3 video proyector de 175 W	525	3.413	1791.825
TOTAL DE CALOR POR APARATOS			16075.725

Tabla C. Cálculo de calor sensible que generan los aparatos (Btu/h). Nota: Los datos son obtenidos de la [Tabla 2.7](#).

CALOR SENSIBLE EFECTIVO

CSE. Es la suma de la transmisión de calor a través de paredes exteriores e interiores, por ventanas, techo, piso, aire exterior sensible, calor generado por personas y calor generado por aparatos.

$$CSE = (11750.8792 + 36111.348 + 48619.76 + 51039.576 + 26460 + 16075.725) \text{ Btu/h}$$

$$CSE = 190057.2882 \text{ Btu/h}$$

CALOR LATENTE

I) Aire exterior latente

$$\text{PCM total} \times 0.7 \times \Delta Ws \left(\frac{\text{Granos de vapor}}{\text{Lbm de aire seco}} \right) = QL$$

$$\underline{2205} \times 0.7 \times \underline{57.54574} = \underline{88821.84969} \text{ Btu/h}$$

J) Calor latente generado por personas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR	Q _L (BTU/h).
Sentado en reposo	147	150	22050
TOTAL DE CALOR LATENTE POR PERSONAS.			22050

Tabla B. Cálculo de calor latente que generan las personas (Btu/h). Nota: Los datos son obtenidos de la [Tabla 2.6.](#)

K) Calor latente generado por aparatos:

Para los aparatos antes mencionados no generan calor latente.

CALOR LATENTE EFECTIVO

CLE. Es la suma de la energía calorífica latente generada por los elementos en el interior del local y el calor latente del mismo.

$$CLE = (88821.84969 + 22050) \text{ Btu/h}$$

$$CLE = 110871.8497 \text{ Btu/h}$$

CALOR TOTAL

Es la suma del calor sensible efectivo (*CSE*) y el calor latente efectivo (*CLE*):

$$\text{Calor total} = 190057.2882 \text{ Btu/h} + 110871.8497 \text{ Btu/h}$$

$$\text{CALOR TOTAL} = 300929.1379 \text{ Btu/h}$$

En toneladas de refrigeración:

$$\dot{q} = 300929.1379 \text{ Btu/h} \left(\frac{1 \text{ T.R.}}{12\,000 \text{ Btu/h}} \right)$$

Por lo tanto:

$$\text{CAPACIDAD CALCULADA: } \dot{q} = 25.07742 \text{ T.R.}$$

Cantidad de aire a remover

Se calcula mediante las siguientes formulas:

$$AIRE\ A\ REMOVER = \frac{CSE * v}{60 * Cp_{aire} * \Delta T} \dots\dots\dots \text{ecuación (2.1)}$$

$$v = 0.745 \left[\frac{Tbs + 460}{Pb_{lugar}} \right] \left[1 + \frac{Wsc}{4360} \right] \dots\dots\dots \text{ecuación (2.2)}$$

Donde:

CSE es el calor sensible efectivo (en Btu/h), v es el volumen específico (en ft^3/Lbm), Cp_{aire} es el calor específico a presión constante del aire ($0.2404 \frac{\text{Btu}}{\text{Lbm} \cdot \text{R}}$), ΔT es la diferencia de temperatura entre el aire exterior e interior (en $^{\circ}\text{F}$), Tbs es la temperatura de bulbo seco (en $^{\circ}\text{F}$), Pb_{lugar} es la presión barométrica (en plg Hg) y Wsc es la humedad específica del exterior corregida (en granos de $\text{H}_2\text{O}/\text{Lbm}$ a.s.)

Sustituyendo valores en la ecuación 2.2, se calcula el volumen específico del aire exterior.

$$v = 0.745 \left[\frac{95 + 460}{27.96} \right] \left[1 + \frac{121.0796}{4360} \right]$$

$$u = 15.198763 \text{ ft}^3/\text{lbm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 2.1:

$$AIRE \ A \ REMOVER = \frac{190057.2882 * 15.198763}{60 * 0.2404 * 23}$$

Finalmente:

$$AIRE \ A \ REMOVER = 8707.214063 \text{ PCM}$$

b) SELECCIÓN DE EQUIPO:

Con la ayuda del catalogo Carrier ([Anexo 4](#)) propondremos un equipo que se adecue a la capacidad calculada, ya que al no existir un equipo que sea totalmente exacto a lo provisto, tomaremos el equipo de capacidad inmediata superior a la que se calculò.

Datos:

CAPACIDAD CALCULADA: 25.07742 T.R.

AIRE A REMOVER= 8707.214063 PCM

Puede sugerirse 2 equipos iguales (uno para los grupos E y F, y otro para el taller de dibujo)
cuyas características son:

MARCA: CARRIER.

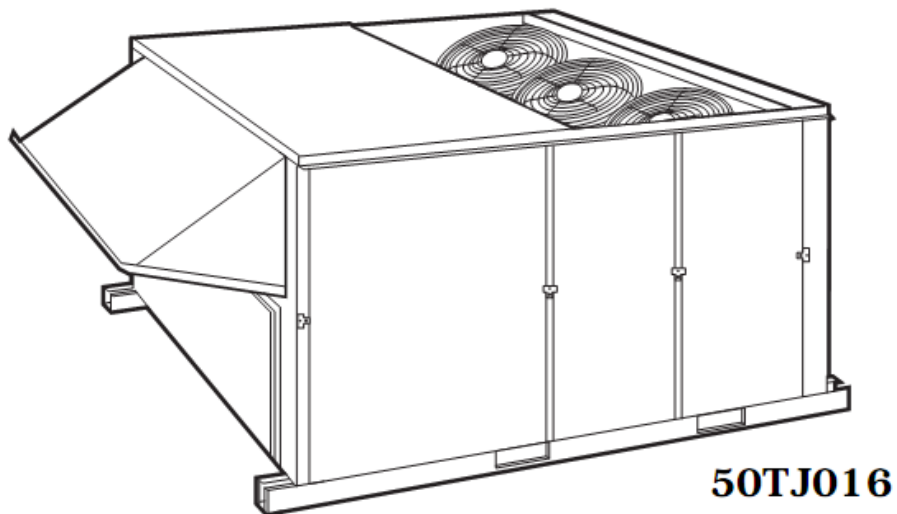
TIPO: CAPACIDAD ESTANDAR.

MODELO: 50TJ016.

CAPACIDAD COMERCIAL: 15 T. R.

CAPACIDAD DE PCM: 5250.

CAPACIDAD TOTAL DE ENFRIAMIENTO: 202 000 Btu/h.



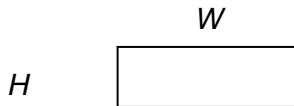
Ahora se comenzara con el diseño de los ductos para la planta alta y baja del edificio de terceros grados, dejando en claro que los cálculos que se realizaran tanto para una planta serán las mismas para la otra (debido a los cálculos realizados y a su simetría).

c) CÁLCULO DE LA DUCTERÍA DE INYECCIÓN:

- Selección de ductos a caída de presión constante

TRAMOS	CAUDAL (PCM)	LONGITUD (M)
V-1	5250	3.33
1-2	2625	1.85
1-3	2625	1.85
2-4	1968.75	2.00
3-5	1968.75	2.00
4-6	1312.5	2.00
5-7	1312.5	2.00
6-8	656.25	2.00
7-9	656.25	2.00

Primeramente, se calculan las dimensiones de cada sección:



- Tramo V-1

$$Q = 5250 \text{ PCM}$$

$$v = 1150 \text{ ft}^3/\text{m} \text{ (anexo 6)}$$

$$Q = vA \quad \therefore \quad A = \frac{Q}{v} = \frac{5250 \text{ ft}^3/\text{m}}{1150 \text{ ft}^3/\text{m}} = 4.56521 \text{ ft}^2 = 657.3913043 \text{ in}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \phi^2 \quad \therefore \quad \phi = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(657.3913043 \text{ in}^2)}{\pi}} = 28.9312 \text{ in} \sim 29 \text{ in}$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 62.804 \sim 63 \text{ in} \quad \text{y} \quad H = 10.467 \sim 10.5 \text{ in}$$

Con el $\phi_{eq} = 29 \text{ in}$ y $Q = 5250 \text{ PCM}$ en la gráfica del anexo 5 encontramos el valor de la pérdida de fricción en ductos, $f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100 \text{ ft}}$

- Tramo 1-2 y 1-3

$$Q = 2625 \text{ PCM}$$

$$f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100\text{ft}}$$

Con f_s y Q en la gráfica del [anexo 5](#) localizamos el valor del $\phi_{eq} = 22 \text{ in.}$

$$\mathcal{A} = \frac{\pi}{4} \phi^2 = \frac{\pi(22\text{in})^2}{4} = 380.13\text{in}^2$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 47.75 \sim 48 \text{ in y } H = 7.95 \sim 8 \text{ in}$$

- Tramo 2-4 y 3-5

$$Q = 1968.75 \text{ PCM}$$

$$f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100\text{ft}}$$

Con f_s y Q en la gráfica del [anexo 5](#) localizamos el valor del $\phi_{eq} = 20 \text{ in}$

$$\mathcal{A} = \frac{\pi}{4} \phi^2 = \frac{\pi(20\text{in})^2}{4} = 314.15926\text{in}^2$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 43.41 \sim 43.5 \text{ in y } H = 7.236 \sim 7.5 \text{ in}$$

- Tramo 4-6 y 5-7

$$Q = 1312.5 \text{ PCM}$$

$$f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100\text{ft}}$$

Con f_s y Q en la gráfica del [anexo 5](#) localizamos el valor del $\phi_{eq} = 17 \text{ in.}$

$$\mathcal{A} = \frac{\pi}{4} \phi^2 = \frac{\pi(17\text{in})^2}{4} = 226.98006\text{in}^2$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 36.90 \sim 37 \text{ in y } H = 6.15 \sim 6.5 \text{ in}$$

- Tramo 6-8 y 7-9

$$Q = 656.25 \text{ PCM}$$

$$f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100\text{ft}}$$

Con f_s y Q en la gráfica del [anexo 5](#) localizamos el valor del $\phi_{eq} = 13 \text{ in.}$

$$\mathcal{A} = \frac{\pi}{4} \phi^2 = \frac{\pi(13\text{in})^2}{4} = 132.73228\text{in}^2$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 28.22 \sim 28.5 \text{ in} \text{ y } H = 4.7 \sim 5 \text{ in}$$

- Cálculo de fricción total por el aire en el ducto más largo

$$\text{Tubería lineal} = 11.18 \text{ m} = 36.67979 \text{ ft} \sim 37 \text{ ft}$$

Una vez conociendo la longitud lineal, procederemos al cálculo de la longitud equivalente en el tramo V-9:

Tramo	Codo	W(in)	H(in)	H/W	R/W	L/W	$L_{eq}(\text{in})$
V-1	A	63	10.5	0.1667	1.5	3.3039	208.148
1-2	B	48	8	0.1667	1.5	3.3039	158.589
		Si	$0 < H/W < 1.5$	entonces	$R/W = 1.5$	y	
		Si	$1.5 < H/W < 3$	entonces	$R/W = 0.75$		

$$L_{eq}/W = [0.33 R/W]^{-2.13} (\frac{H}{W})^{0.126} \dots\dots\dots \text{ecuación (2.3).}$$

Utilizando la ecuación 2.3 obtenemos la longitud equivalente, por lo tanto, la longitud equivalente total es:

$$L_{eq} = 366.7371 \text{ in} = 30.5614 \text{ ft}$$

Finalmente:

$$L_{total} = L_{lineal} + L_{eq} = 37 \text{ ft} + 30.5614 \text{ ft} = 67.5614 \text{ ft}$$

Accesorios (datos obtenidos del [anexo 11](#)):

- Filtro de aire = $0.3 \text{ inH}_2\text{O}$
- Entrada al ventilador = $0.0525 \text{ inH}_2\text{O}$
- Evaporador = $0.225 \text{ inH}_2\text{O}$
- Rejilla = $0.15 \text{ inH}_2\text{O}$

Por lo tanto:

$$f_{s_{\text{accesorios}}} = 0.7275 \text{ inH}_2\text{O}$$

Considerando que:

$$f_s = 0.06 \text{ inH}_2\text{O} \rightarrow 100 \text{ ft}$$

Entonces, si $L_{\text{total}} = 67.5614 \text{ ft}$

Finalmente

$$f_{s_x} = 0.04053 \text{ inH}_2\text{O}$$

Por lo tanto:

$$f_{s_{\text{total}}} = f_{s_{\text{accesorios}}} + f_{s_x} = 0.7275 \text{ inH}_2\text{O} + 0.04053 \text{ inH}_2\text{O}$$

$$\mathbf{f_{s_{\text{total}}} = 0.76803684 \text{ inH}_2\text{O}}$$

Como puede verse en el catalogo Carrier ([Anexo 4](#)), el equipo 50TJ016 está diseñado para proporcionar una presión estática desde 0.2 a 2.0 plg H₂O. En el cálculo puede observarse que $f_{s_{\text{total}}} = 0.7680$, es menor que el valor máximo proporcionado por el equipo seleccionado.

d) CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE LÁMINA Y AISLANTE NECESARIO PARA EL SISTEMA DE DUCTOS DE INYECCIÓN:

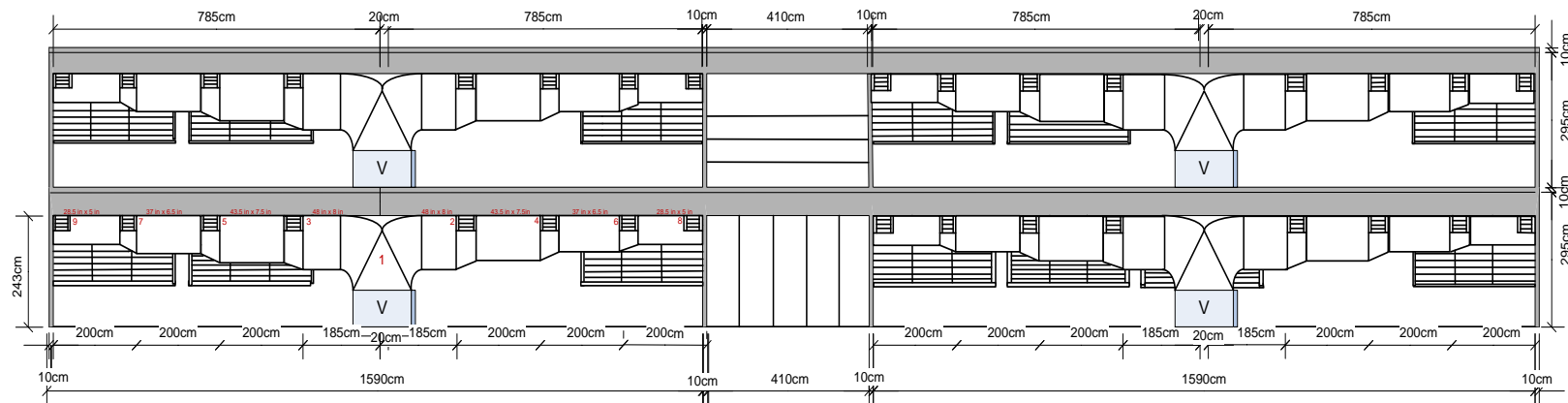
TRAMO	LONGITU D (M)	W	H	CALIBR E	FACTOR LAMINA (Kg/m)	TOTAL LAMINA (kg)	FACTOR AISLANTE 2" (m ² /m)	TOTAL AISLANTE 2" (m ²)
V-1	3.33	63	10.5	20	38.12	126.939 6	4.5135	15.02995 5
1-2	1.85	48	8	22	29.15	53.9275	3.45	6.3825
1-3	1.85	48	8	22	29.15	53.9275	3.45	6.3825
2-4	2.00	43.5	7.5	22	26.82	53.64	3.162	6.324
3-5	2.00	43.5	7.5	22	26.82	53.64	3.162	6.324
4-6	2.00	37	6.5	22	22.985	45.97	2.731	5.462
5-7	2.00	37	6.5	22	22.985	45.97	2.731	5.462
6-8	2.00	28.5	5	24	12.49	24.98	1.8685	3.737
7-9	2.00	28.5	5	24	12.49	24.98	1.8685	3.737

Nota: datos obtenidos de los [anexos 7](#) y [8](#).

RESUMEN DE LÁMINA			
		LAMINA	+ 15% de desperdicios
CALIBRE 20	=	126.9396	145.98054
CALIBRE 22	=	307.075	353.13625
CALIBRE 24	=	49.96	57.454
			TOTAL (Kg)
			150
			360
			60

RESUMEN DE AISLANTE			
		AISLANTE	+ 15% de desperdicios
AISLANTE 2"	=	58.840955	67.66709825
			TOTAL (Kg)
			70

Por lo tanto la ducteria de inyección queda de la siguiente forma:



e) CÁLCULO DE LA DUCTERÍA DE RETORNO:

Para este ducto se retorna un 40 % del total de flujo de aire suministrado. Para nuestro caso existe un flujo de 2100 PCM como producto del 40 % de 5250 PCM, además de una pérdida de fricción de 0.06 plg de agua por cada 100 ft., con estos datos resultan entonces los siguientes cálculos:

- Selección de ductos a caída de presión constante

TRAMOS	CAUDAL (PCM)	LONGITUD (M)
V-1	2100	4.50
1-3	1050	5.50
1-2	1050	1.50
3-5	525	1.85
2-4	525	1.85

- Tramo V-1

$$Q = 2100 \text{ PCM}$$

$$f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100\text{ft}}$$

Con f_s y Q en la gráfica del [anexo 5](#) localizamos el valor del $\phi_{eq} = 20.5 \text{ in.}$

$$\mathcal{A} = \frac{\pi}{4} \phi^2 = \frac{\pi(20.5\text{in})^2}{4} = 330.0635\text{in}^2$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 44.50 \sim 44.5 \text{ in y } H = 7.41 \sim 7.5 \text{ in}$$

- Tramo 1-3 y 1-2

$$Q = 1050 \text{ PCM}$$

$$f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100\text{ft}}$$

Con f_s y Q en la gráfica del [anexo 5](#) localizamos el valor del $\phi_{eq} = 16 \text{ in.}$

$$\mathcal{A} = \frac{\pi}{4} \phi^2 = \frac{\pi(16\text{in})^2}{4} = 201.0619\text{in}^2$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 34.73 \sim 35 \text{ in y } H = 5.78 \sim 6 \text{ in}$$

- Tramo 3-5 y 2-4

$$Q = 525 \text{ PCM}$$

$$f_s = 0.06 \frac{\text{inH}_2\text{O}}{100\text{ft}}$$

Con f_s y Q en la gráfica del [anexo 5](#) localizamos el valor del $\phi_{eq} = 12$ in.

$$\mathcal{A} = \frac{\pi}{4} \phi^2 = \frac{\pi(12in)^2}{4} = 113.0973in^2$$

Usando: $A = WH$ y $W/H = 6$ obtenemos:

$$W = 26.04 \sim 26.5 \text{ in} \quad y \quad H = 4.34 \sim 4.5 \text{ in}$$

f) CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE LÁMINA Y AISLANTE NECESARIO PARA EL SISTEMA DE DUCTOS DE RETORNO:

TRAMO	LONG. (M)	W	H	CALIBRE	FACTOR LÁMINA (Kg/m)	TOTAL LÁMINA (kg)	FACTOR AISLANTE 2" (m ² /m)	TOTAL AISLANTE 2" (m ²)
V-1	4.50	44.5	7.5	22	27.41	123.345	3.220	14.49
1-3	5.50	35	6	22	17.53	96.415	2.587	14.2285
1-2	1.50	35	6	22	17.53	26.295	2.587	3.8805
3-5	1.85	26.5	4.5	24	13.44	24.864	2.012	3.7222
2-4	1.85	26.5	4.5	24	13.44	24.864	2.012	3.7222

Nota: datos obtenidos de los [anexos 7](#) y [8](#).

RESUMEN DE LÁMINA			
		LÁMINA	+ 15% de desperdicios
			TOTAL (Kg)
CALIBRE 22	=	246.055	282.96325
CALIBRE 24	=	49.728	57.1872

RESUMEN DE AISLANTE			
		AISLANTE	+ 15% de desperdicios
			TOTAL (Kg)
AISLANTE 2"	=	40.0434	46.04991

g) SELECCIÓN DEL DIFUSOR Y REJILLA DE RETORNO:

Los parámetros usados para la selección de difusores o rejilla son:

Volumen: Cantidad de aire por minuto que pasa a través del accesorio, en ft^3/min .

Velocidad de salida: Es la velocidad del aire después de pasar por el accesorio en ft/min .

Nivel de ruido: Es el factor de ruido permitido, considerando el tipo de lugar de la instalación, es proporcional a la velocidad de salida, un nivel apropiado para confort es hasta 90 dB.

Presión estática: Es la fuerza por el aire en todas las direcciones, dado en pulgadas columna de agua.

- Selección del difusor:

Para este caso, la cantidad de aire en cada salida es la misma, por lo tanto, las dimensiones de todos los difusores serán las mismas.

Los difusores se calculan con los datos siguientes.

Volumen: 656.25 PCM

Velocidad de salida: 500 ft/min (recomendada para oficinas)

Con estos datos, se aproxima el volumen a 780 PCM, que es el valor inmediato superior a 656.25 PCM, utilizando la tabla de selección de difusores convencionales del manual Vermont (ver [anexo 9](#)). Teniendo entonces, un difusor de las siguientes características:

Dimensiones: 15" x 15"

Cantidad necesaria: 16 difusores para cada planta, dando un total de 32 difusores para todo el edificio.

- Selección de rejilla de retorno

Utilizando una velocidad de 500 ft/min y 525 PCM que son los volúmenes correspondientes a retornar aproximados a sus valores inmediato superior, enseguida se procede a seleccionar mediante el manual Vermont para la selección de rejillas de retorno ([anexo 10](#)), de acuerdo a lo anterior resulta:

Dimensiones: 18" x 12"

Cantidad necesaria: 8 rejillas para cada planta, dando un total de 16 rejillas para todo el edificio.

Nota: en el [Anexo 9](#) y [10](#) se muestra el catalogo Vermont.