

DISEÑO DE UNA CÁMARA DE ALMACENAMIENTO DE FRIO

1.-CALCULOS DEL NUMERO DE PALLETS A ALMACENAR

DATOS:

1.- Entrada diaria del producto:480 cajas.

2.-N° de cajas por pallets:48 cajas

3.-Tiempo de residencia:20 días

4.-Kilos de producto por cajas:10 kilos

Con estos datos podemos calcular la capacidad de almacenamiento total en cajas de producto, como también en kilos de producto. Luego con el numero de cajas por pallets podemos determinar la cantidad de pallets a almacenar por los días almacenados.

480 CAJAS x 20 DIAS = 9600 cajas en 20 días lo que equivale a 96 toneladas de producto.

9600 CAJAS / 48 CAJAS= 200 pallets

NOTA: El almacenamiento en cámara se realiza en 2 pisos de altura, por lo tanto:

$200 / 2 = 100$ pallets como base en cámara

DIMENSIONES DE PALLETS:

Largo	: 1,2 metros
Ancho	: 1 metros
Espesor	: 0,1 metros

ANTECEDENTES GENERALES

Nuestra planta de acopio estará diseñada para almacenar frambuesas, la cual

estará destinada a la exportación , es necesario señalar que la frambuesa que nosotros recibimos en nuestra planta será recibida, embalada y lista para su comercialización, desde plantas embaladoras o paking propios que podrán estar ubicados en los mismos terrenos de nuestra planta o fuera de esta, lo que significaría que prestaríamos un servicio de frío hasta capacidad de almacenamiento.

Como nuestra planta solo recibirá fruta fresca destinada a la exportación, es por esto, que su temperatura de operación no pasara más allá de su punto crióptico, siendo igual a 0°C. Dicha central solo realizara procesos de pre-frío y almacenamiento refrigerado.

En cuanto a la recepción diaria será de 480 bandejas x 10 kilos , es decir, 4800 kilos. Por lo tanto la capacidad de almacenamiento diario será de 4800 kilos x 20 días = 96000 kilos. El producto ingresara a la planta de acopio embalado y paletizado por lo que no se perderá tiempo en esta labor.

Cabe señalar que la temperatura de ingreso del producto a la planta es de 30°C, esta temperatura es la del medio ambiente, con una temperatura de suelo de 22°C, estas condiciones climaticas corresponden a la temporada de verano 1998, Xregion.

Luego de haber pasado la fruta por túneles de aire forzado, la fruta saldrá a una temperatura de 0°C a 4°C, es decir, túneles de pre-frío con un enfriamiento por aire forzado.

2.-DISEÑO DE CÁMARA DE ALMACENAMIENTO

Un almacén frigorífico es un deposito, térmicamente aislado y cuyo interior aloja algún sistema de refrigeración provisto de una puerta de entrada.

Los almacenes frigoríficos para frutas tienen mayor exigencia que los dedicados a conservar otro tipo de producto, entre estas exigencias especiales se encuentra una gran capacidad de enfriamiento, un control preciso de la temperatura y una humedad relativa del 90 al 95%.

El control de la temperatura exige que las variaciones de la misma entre las distintas zonas del almacén no sobrepasen de 1°C y que las oscilaciones en el tiempo no sobrepasen 0,5°C.

Para nuestro almacén frigorífico necesitaremos un aislamiento
En las paredes y el techo equivalente a 0,004 metros de Polietileno Expandido por cada 10°C de salto térmico (en el interior y exterior, de manera que la transferencia de calor sea solo del orden de 0,3 Kilojulios por mt² y hora. Todo esto apunta a proporcionar el compromiso más económico entre el costo de la capacidad frigorífica y el del aislamiento, al tiempo que permite mantener humedades relativas elevadas.

El aislante utilizado es polietileno expandido para aplicaciones de 0°C hacia arriba y poliuretano expandido desde 0°C hacia abajo.

El suelo requiere un grosor de aislante igual a la mitad del requerido por las paredes. En el lado caliente del aislante, se coloca una barrera anti-humedad de un laminado metálico, este debe tener una escasa permeabilidad al vapor de agua para evitar la condensación de esta y su condensación sobre el aislante.

Los recubrimientos del aislante son de metal, generalmente de aluminio o acero recubierto de zinc o madera impermeabilizada.

El suelo deberá ser construido en cemento-polietileno expandido-cemento, de manera que sea capaz de soportar las cargas de las grúas horquillas y de las pilas de producto almacenado.

El aire frío va a ser proporcionado por unidades de enfriamiento de aire forzado, constituido por varios serpentines de evaporación, estrechamente empaquetados y ventilador que fuerza al aire a circular por entre los serpentines.

DIMENSIONES DE CÁMARA.

La planta de almacenamiento constará de dos cámaras, esto debido al volumen del producto a almacenar en 20 días, es decir, 9600 cajas, equivalentes a 200 pallets, con la finalidad de cumplir con los requerimientos de frío para el producto. Cada cámara podrá almacenar 4800 cajas, es decir, un total de 100 pallets con producto.

Las cámaras constarán con dos evaporadores, estos se encuentran ubicados a lo largo de la parte frontal de la cámara por encima de la puerta y pegada al techo (entre cada evaporador hay 1,8 mt de distancia).

Dimensiones de fondo por cámara:

<i>Número de Pallets de base:</i> 10 pallets.
<i>Número de Pallets de alto:</i> 02 pallets.
<i>Número de Pallets total:</i> 20 pallets.
<i>Viga de borde:</i> 0,20 mt.
<i>Espacio bajo el evaporador:</i> 4,00 mt.
<i>Largo total (fondo):</i> 13,50 mt.

Dimensiones de frente:

<i>Número de pallets de base:</i> 05 pallets.
<i>Número de pallets de alto:</i> 02 pallets.
<i>Número de pallets total:</i> 10 pallets.

Dimensiones del evaporador:

Alto:	2mt
Ancho :	1mt

Vigas de borde:	$2 * 0,20 \text{ mt} = 0,40 \text{ mt.}$
Espacio entre pallets:	0,60 mt.
Ancho total:	8,00 mt.

Altura de la cámara:

Altura de pallets:	$1,80 \text{ mt} * 2 \text{ pallets de alto} = 3,60 \text{ mt.}$
Altura del evaporador:	1,00 mt.
Altura de la cámara:	5,00 mt.

3.-DISEÑO DE TUNEL DE ENFRIAMIENTO.

El túnel corresponderá al de tipo Californiano, es decir, un túnel de aire de alta velocidad, con un largo no superior al de 6 pallets.

Nuestra central de acopio de frambuesa constara de un túnel, el cual será de un nivel (1 piso). En dicho túnel la fruta ingresara a 30°C la cual se enfriará entre 0° y 4°C, para luego proceder a su almacenamiento. Este proceso de pre-frío tendrá una duración máxima de 6 horas.

En cuanto a la capacidad diaria del túnel será de 480 cajas, equivalentes a 4,80 toneladas de producto fresco, es decir, 10 pallets.

El equipo del túnel consta de un evaporador de 0,80 mt de alto por 2,50 mt de largo; este se encuentra en el fondo del túnel ubicado en el centro de esta y pegado al techo.

En cuanto a la estructura esta es similar a la de las cámaras variando tan solo el espesor del panel Rudnev, el que será de 0,15 mt. , Además de las dimensiones las que serán acordes al número de pallets que son capaces de enfriar.

DIMENSIONES DEL TUNEL.**Dimensiones de frente:**

Número de pallets:	$2 \text{ pallets} * 1,20 \text{ mt} = 2,40 \text{ mt.}$
Viga de borde:	$2 * 0,60 \text{ mt} = 1,20 \text{ mt.}$
Espacio entre pallets:	$0,60 \text{ mt} = \underline{0,60 \text{ mt.}}$
Total	: = 4,20 mt.

Dimensiones de fondo:

Número de pallets:	5	*	1,00 mt	=	5,00 mt.
Evaporador	:		1,50 mt	=	1,50 mt.
Espacio entre pallets y puerta:			1,00 mt	=	1,00 mt.
Total	:			=	7,50 mt.

Altura del túnel:

Altura pallets:	1,80 mt
Espesor de base:	0,10 mt
Altura evaporadora:	0,80 mt
Total	: 2,70 mt.

Superficie total del túnel:

Superficie	=	Frente	*	Fondo	.
Superficie	=	4,20 mt	*	7,50 mt.	
Superficie	=	31,50 mt ² .			

Volumen del túnel:

Volumen	=	Frente	*	Fondo	*	Alto	.
Volumen	=	4,20 mt	*	7,50 mt	*	2,70 mt.	
Volumen	=	85,05 mt ³ .					

Capacidad de enfriamiento diario :

Capacidad diaria	=	4,80 toneladas de producto.
------------------	---	-----------------------------

DIMENSIONES DE CAJAS.

Las cajas serán de cartón corrugado con la suficiente resistencia, tanto para el peso del producto como para su posterior apilamiento. Estas cajas contarán con pequeños orificios para permitir la circulación del aire y así poder enfriar el producto.

Las dimensiones de las cajas son:

Fondo	=	0,50 mt.
Frente	=	0,30 mt.
Alto	=	0,40 mt.

DIMENSIONES DE PALLETS.

Estos corresponderán a los pallets del tipo standard. La estructura será de madera y la altura final del pallets con producto será de 1,90 mt..

Las dimensiones de la base del pallets son:

Fondo	=	1,00 mt.
Frente	=	1,20 mt.
Alto	=	0,10 mt.

4. -CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN PARA CÁMARAS A 0°C.

$$Q = A * U * (t_2 - T_1) = \text{Cal} / \text{hora.}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\square i} + \frac{x}{k} + \frac{1}{\square e}}.$$

A = Área.

U = Coeficiente global de transferencia de calor .

k = Coeficiente de transferencia de calor por conducción.

x = Espesor del panel.

\square = Coeficiente de transferencia de calor por convección.

Las dimensiones de la cámara son:

<i>Fondo</i>	=	<i>13,50 mt.</i>
<i>Frente</i>	=	<i>8,00 mt.</i>
<i>Altura</i>	=	<i>5,00 mt.</i>

<i>Area</i>	=	<i>Base</i>	*	<i>Altura</i>	.
<i>Area</i>	=	<i>8,00 mt</i>	*	<i>5,00 mt.</i>	
<i>Area</i>	=	<i>40,00 mt².</i>			

a) Cálculo de U para la cámara a 0°C .

x	=	0,12 mt.
$\square i$	=	7 Kcal / h m ² °C.
$\square e$	=	25 Kcal / h m ² °C.
k	=	0,027 Kcal / h m °C

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7 \text{ kcal/h m}^2\text{°C}} + \frac{0,12}{0,027} + \frac{1}{25 \text{ kcal/h m}^2\text{°C}}}$$

$$U = 0,21610 \text{ Kcal / h m}^2 \text{ °C}$$

b) Cálculo de Q para las paredes de las cámaras a 0°C .

1.- Pared norte :

$$A = 67,50 \text{ mt}^2.$$

$$U = 0,21610 \text{ Kcal / h m } ^\circ\text{C}.$$

$$T1 = 0^\circ\text{C}$$

$$T2 = 30,0^\circ\text{C}$$

$$F_c = 1,1^\circ\text{C}.$$

$$Q = A * U * (T2 - T1) + F_c.$$

$$Q = 67,50 \text{ mt}^2 * 0,21610 \text{ Kcal / h m } ^\circ\text{C} * (30^\circ - 0^\circ\text{C}) + 1,1^\circ\text{C}.$$

$$Q = 438,7025 \text{ Kcal / h}.$$

2.- Pared este :

$$A = 40,00 \text{ mt}^2$$

$$U = 0,21610 \text{ Kcal / h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T1 = 0,0^\circ\text{C}$$

$$T2 = 30,0^\circ\text{C}$$

$$F_c = 2,2^\circ\text{C}.$$

$$Q = A * U * (T2-T1) + F_c$$

$$Q = 40,00 \text{ mt}^2 * 0,21610 \text{ Kcal / h m } ^\circ\text{C} * (30^\circ - 0^\circ\text{C}) + 2,2^\circ\text{C}.$$

$$Q = 261,52 \text{ Kcal / h}.$$

3.- Pared sur :

$$A = 67,50 \text{ mt}^2.$$

$$U = 0,21610 \text{ Kcal / h m } ^\circ\text{C}$$

$$T1 = 0,0^\circ\text{C}$$

$$T2 = 30,0^\circ\text{C}$$

$$F_c = 0,0^\circ\text{C}$$

$$Q = A * U * (T2-T1) + F_c$$

$$Q = 67,50 \text{ mt} * 0,21610 \text{ Kcal / h m } ^\circ\text{C} * (30^\circ - 0^\circ\text{C}) + 0^\circ\text{C}$$

$$Q = 437,602 \text{ Kcal / h}.$$

4.- Pared oeste :

$$A = 40,00 \text{ mt}.$$

$$U = 0,21610 \text{ Kcal / h m } ^\circ\text{C}$$

$$T1 = 0,0^{\circ}\text{C}.$$

$$T2 = 30,0^{\circ}\text{C}.$$

$$F_c = 2,2^{\circ}\text{C}.$$

$$Q = A * U * (T2-T1) + F_c.$$

$$Q = 40,00 \text{ mt} * 0,21610 \text{ Kcal / h m}^{\circ}\text{C} * (30^{\circ}-0,0^{\circ}\text{C}) + 2,2^{\circ}\text{C}.$$

$$Q = 261,52 \text{ Kcal / h}.$$

c) Cálculo de calor para el techo :

$$F_c = 8,2^{\circ}\text{C}.$$

$$A = 40,00 \text{ mt}^2.$$

$$U = 0,21610 \text{ Kcal / h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T1 = 0,0^{\circ}\text{C}.$$

$$T2 = 30,0^{\circ}\text{C}.$$

$$Q = A * U * (T2-T1) + F_c.$$

$$Q = 40,00 \text{ mt} * 0,21610 \text{ Kcal / h m}^{\circ}\text{C} * (30,0^{\circ}-0,0^{\circ}\text{C}) + 8,2^{\circ}\text{C}.$$

$$Q = 267,52 \text{ Kcal / h}.$$

d) Cálculo de calor para el piso :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,25}{0,013}}.$$

$$U = 2,158 \text{ Kcal / h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = 40,00 \text{ mt}.$$

$$U = 0,051 \text{ Kcal / h m}^{\circ}\text{C}$$

$$T1 = 0,0^{\circ}\text{C}.$$

$$T2 = 22,0^{\circ}\text{C}.$$

$$Q = A * U * (T2-T1) .$$

$$Q = 40,00 \text{ mt} * 0,051 * (22,0^{\circ}-0,0^{\circ}\text{C})$$

$$Q = 44,88 \text{ Kcal / h}.$$

5.-GANANCIA DE CALOR PARA TÚNEL CON CAPACIDAD DE 10 PALLETS A UNA TEMPERATURA DE 0°C

a) Calculo de ganancia de calor por conducción para túneles a 0°C.

$$Q = A * U * (T_2 - T_1) = \text{Kcal} / \text{h}.$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\square i} + \frac{x}{k} + \frac{1}{\square e}}.$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,15}{0,027} + \frac{1}{25}}.$$

$$\underline{U = 0,1742 \text{ Kcal} / \text{h m}^\circ\text{C}.$$

b) Cálculo de calor para las paredes de los túneles a 0°C con una capacidad de 10 pallets.

1.- Pared norte :

$$F_c = 1,1^\circ\text{C}.$$

$$A = 20,25 \text{ mt}^2.$$

$$U = 0,1742 \text{ Kcal} / \text{h m}^\circ\text{C}.$$

$$T_1 = 0,0^\circ\text{C}.$$

$$T_2 = 30,0^\circ\text{C}.$$

$$Q = A * U * (T_2 - T_1) + F_c.$$

$$Q = 20,25 \text{ mt}^2 * 0,1742 \text{ Kcal} / \text{h mt}^\circ\text{C} * (30,0^\circ - 0,0^\circ\text{C}) + 1,1^\circ\text{C}.$$

$$Q = 106,92 \text{ Kcal} / \text{h}.$$

2.- Pared este :

$$F_c = 2,2^\circ\text{C}.$$

$$A = 11,34 \text{ mt}^2.$$

$$U = 0,1742 \text{ Kcal} / \text{h mt}^2^\circ\text{C}.$$

$$T_1 = 0,0^\circ\text{C}.$$

$$T_2 = 30,0^\circ\text{C}.$$

$$Q = A * U * (T_2 - T_1) + F_c.$$

$$Q = 11,34 \text{ mt}^2 * 0,1742 \text{ Kcal} / \text{h mt}^\circ\text{C} * (30,0^\circ - 0,0^\circ\text{C}) + 2,2^\circ\text{C}.$$

$$Q = 61,4628 \text{ Kcal} / \text{h}.$$

3.- Pared sur :

$$F_c = 0,0^\circ\text{C}.$$

$$A = 20,25 \text{ mt}^2.$$

$$U = 0,1742 \text{ Kcal} / \text{h mt}^\circ\text{C}.$$

$$T1 = 0,0^{\circ}\text{C}.$$

$$T2 = 30,0^{\circ}\text{C}.$$

$Q = A * U * (T2-T1) + Fc.$
$Q = 20,25 \text{ mt}^2 * 0,1742 \text{ Kcal/ h m}^{\circ}\text{C} * (30,0^{\circ}-0,0^{\circ}\text{C}) * 0,0^{\circ}\text{C}.$
$Q = 105,82 \text{ Kcal / h}.$

4.- Pared oeste :

$$F_c = 2,2^{\circ}\text{C}.$$

$$A = 11,34 \text{ m}^2.$$

$$U = 0,1742 \text{ Kcal/ h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$T1 = 30,0^{\circ}\text{C}.$$

$$T2 = 0,0^{\circ}\text{C}.$$

$Q = A * U * (T2-T1) + Fc.$
$Q = 11,34 \text{ mt}^2 * 1,316 \text{ Kcal / h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} * (30,0^{\circ}-0,0^{\circ}\text{C}) + 2,2^{\circ}\text{C}.$
$Q = 449,9032 \text{ Kcal / h}.$

c) Cálculo de calor para el techo.

$$F_c = 8,2^{\circ}\text{C}.$$

$$A = 31,5 \text{ mt}^2.$$

$$U = 1,316 \text{ Kcal/h mt}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$T1 = 0,0^{\circ}\text{C}.$$

$$T2 = 30,0^{\circ}\text{C}.$$

$Q = A * U * (T2-T1) + Fc.$
$Q = 31,5 \text{ m}^2 * 1,316 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} * (30,0^{\circ}\text{C}-0,0^{\circ}\text{C}) + 8,2^{\circ}\text{C}.$
$Q = 1251,82 \text{ Kcal / h}.$

d) Cálculo de calor para el piso.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,25}{0,013}}.$$

$$U = 0,0516 \text{ Kcal / h m}^{\circ}\text{C}.$$

$$A = 31,5 \text{ mt}^2$$

$$U = 0,0516 \text{ Kcal / h m}^{\circ}\text{C}.$$

$$T1 = 0,0^{\circ}\text{C}.$$

$$T2 = 30,0^{\circ}\text{C}.$$

$Q = A * U * (T2-T1) .$

$$Q = 31,5 \text{ mt}^2 * 0,0516 \text{ Kcal/ h m } ^\circ\text{C} * (30^\circ - 0^\circ)$$

$$Q = 48,762 \text{ Kcal / h.}$$

6.-CÁLCULOS DE GANANCIA DE CALOR POR ALUMBRADO.

$$Q = \text{Area (mt}^2) * \text{Iluminación (I= watt) } * \text{Fc (Kcal / h)}$$

a) En cámaras :

$$A = 108 \text{ mt}^2.$$

$$I = \text{Tubos fluorescentes de } 20 \text{ watt/m}^2$$

$$\text{Fc} = 0,86 \text{ Kcal/h.}$$

$$Q = A * I * \text{Fc}$$

$$Q = 108 \text{ mt}^2 * 20 \text{ watt/m}^2 * 0,86 \text{ Kcal/h.}$$

$$Q = 1857,6 \text{ Kcal / h.}$$

b) En el túnel :

$$A = 31,50 \text{ mt}^2.$$

$$I = \text{Tubos fluorescentes de } 20 \text{ watt/m}^2.$$

$$\text{Fc} = 0.86 \text{ Kcal/h.}$$

$$Q = A * I * \text{Fc.}$$

$$Q = 31,50 \text{ mt}^2 * 20 \text{ watt/m}^2 * 0,86 \text{ Kcal/h.}$$

$$Q = 541,8 \text{ Kcal/ h.}$$

7.-CÁLCULOS DE GANANCIA DE CALOR POR PERSONAS.

La central contará con 6 operarios, los cuales estarán encargados de supervisar el funcionamiento de cámaras y túneles, además de realizar la correcta distribución y estibo del producto que ingresa a la central de acopio.

$$Q = \text{Número de operarios} * \text{Factor personas}$$

$$\text{Factor de personas} = 239 \text{ Kcal / h}$$

$$\text{Operarios} = 6 \text{ personas}$$

$$Q = 6 \text{ personas} * 239 \text{ Kcal / h.}$$

$$Q = 1434 \text{ Kcal / h.}$$

8.-GANANCIA DE CALOR POR RESPIRACION DEL PRODUCTO

La fruta durante su almacenamiento en frío genera CO₂ + calor, debiendo considerarse esto como una carga térmica.

$$Q = m * CR$$

$$Q = 4800 \text{ Kg} * 0,039 \text{ Kcal / Kg h.}$$

$$Q = 187,2 \text{ Kcal / h}$$

Nota : Los 4800 Kg corresponden a los kilos de producción diario que entran a la cámara.

8.-GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACIONES.

Esta ganancias e da por abertura de puertas, grietas o ruptura de panelas. Las infiltraciones de aire están en relación al volumen de la cámara en forma bruta y por dos factores, uno nos dará el volumen de la cámara por 24 horas y el otro para transformar el volumen hora a Kcal/h.

Las infiltraciones de aire solo se calcularon para las cámaras ya que los túneles solo se abren las puertas hasta que el proceso de enfriamiento termina, es decir, se carga el túnel y no se abre hasta el final del proceso.

$$\text{Volumen de la cámara} = \text{ancho} * \text{alto} * \text{largo.}$$

$$\text{Volumen de lacámara} = 8 \text{ mt} * 5 \text{ mt} * 13,5 \text{ mt.}$$

$$\text{Volumen de la cámara} = 540 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{\text{Vol de la cámara} * \# \text{ cambios} * \text{Entalpía}}{\text{Vol. espec}}$$