

**ALMACENAMIENTO REFRIGERADO  
CÁLCULO DE CÁMARA**

1. Ingresan a una cámara frigorífica de 3m alto 4m de ancho y 3m de largo, 2tn de cerezas recién cosechadas y a una temperatura de 15°C. Las cerezas ingresan en bandejas metálicas, que también están a 15°C, pesan 1kg y contienen 4kg de frutilla. El coeficiente global de transferencia para las paredes es de 0,6W/ m<sup>2</sup>°C y del piso y techo es de 0,35W/ m<sup>2</sup>°C. En la cámara trabajan diariamente dos operarios durante 1 hora y se conoce que el alumbrado necesario es de 600W.

1. Calcular la carga total en kW sabiendo:

El tiempo de enfriamiento de la fruta y el empaque es de 15h.

Calor específico de medio de la cereza: 1,2kJ/kg°C

Calor de respiración a 15°C: 0,25W/kg

Calor de respiración a 0°C: 0,015W/kg

Temperatura fuera de la cámara: 28°C

Calor generado por cada operario: 220W

Calor específico del empaque: 0,5kJ/kg°C

2. Se desea refrigerar 15 tn de fruta que se cosechan diariamente a razón de 1500 kg, las que ingresan a temperatura de campo de 28°C, en una cámara de dimensiones 3x7x2m cuya temperatura interna es de 0°C. La temperatura es de 30°C. Las paredes tienen un espesor de 25 cm y el techo de 20cm. El calor de los servicios es de 500W y trabajan 3 personas diariamente durante 1hr. ¿Qué potencia es necesaria en la cámara?

El tiempo de enfriamiento de la fruta es de 12h

cp de medio de la fruta: 1,19 kJ/kg°C

Calor respiración a 28°C: 0,95 W/kg

Calor de respiración a 0°C: 0,013W/Kg

$k_{pared}=0,42W/ m^2°C$ ,  $k_{techo}=0,34 W/m^2°C$ .

Calor de operario: 200W

$h_{aire} 25°C=7,2W/ m^2°C$

$h_{aire} 0°C=4W/ m^2°C$

Analice sus resultados y saque conclusiones ¿cómo podría ahorrar energía y dinero?

3. a) Establecer la carga de refrigeración para las siguientes condiciones:

Producto a almacenar: Mango; cp = 3,8 kJ/kg°C

Calor de respiración promedio Mango: 2440 kcal/kg día

Temperatura de almacenamiento: 8°C

Temperatura media exterior: 25°C

Tamaño del cuarto frío o bodega: 15x15x4 m

Temperatura de la fruta y empaque: 25°C

Empaques: Cajas de madera de 1 kg; capacidad en fruta: 18 kg/caja, cp = 0,5 kJ / kg°C

Velocidad de enfriamiento para la fruta y el empaque: 12 horas para llegar a 8°C

Capacidad de almacenamiento: 100 tn de fruta

Lámparas de iluminación (Permanentes): 2000 W  
Operarios: 2 operarios trabajan 2h al día  
El calor generado por el operario es de 240 W.

Las paredes están construidas de ladrillo común de 30 cm y aislamiento de poliuretano de 18 cm; el piso es de hormigón de 15 cm y un aislamiento de fibra de vidrio de 18 cm. El techo es de hormigón de 10 cm y poliuretano de 20 cm. Las conductividades de cada material son: 0,69 para el ladrillo; 0,026 para el poliuretano; 0,04 para la fibra de vidrio y 0,87 para el hormigón, todas en W/m<sup>2</sup>·K.

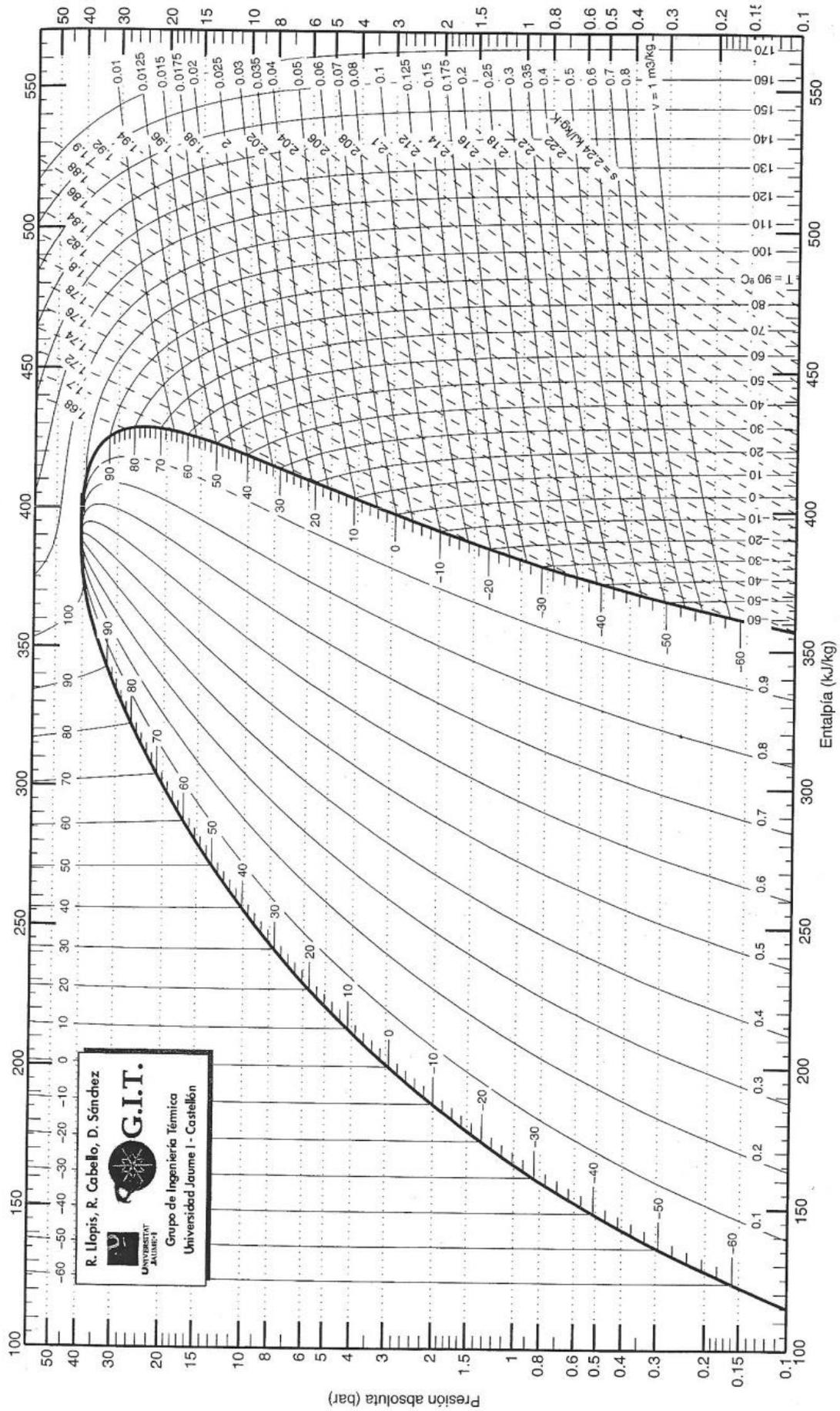
b) Con los datos obtenidos calcule la cantidad de refrigerante necesario, sabiendo que el circuito de refrigeración posee los siguientes datos:

Presión de baja=2 bar  
Presión de alta=9 bar  
T aspiración=10°C  
T válvula expansión=35°C.  
Refrigerante R134A

Represente el ciclo en el diagrama

4. La empresa en la que trabaja le solicita diseñar el estibaje de los vegetales que procesará en la siguiente temporada, para lo cual debe especificar las cámaras que requerirá usar y las condiciones de operación que establecerá en cada una. Los vegetales que ingresarán a la planta son: banana, chaucha, aceituna, lima, maracuyá, ananá, arándano rojo, hinojo, nabo, pera, melón, chirimoya y berenjena.

**RI 34a (1,1,1,2 Tetrafluoroetano)**



R. Ulpis, R. Cabello, D. Sánchez  
**G.I.T.**  
Grupo de Ingeniería Térmica  
Universidad Jaume I - Castellón

Tabla 1.4. Conductividad térmica de diversos materiales y alimentos

Material o alimento	Conductividad térmica ( $Wm^{-1} K^{-1}$ )	Temperatura a la que se efectuó la medición ( $^{\circ}C$ )
<i>Materiales de construcción</i>		
Aluminio	220	0
Cobre	388	0
Acero inoxidable	21	20
Otros metales	45-400	0
Ladrillo	0,69	20
Hormigón	0,87	20
<i>Alimentos</i>		
Aceite de oliva	0,17	20
Leche entera	0,56	20
Alimentos liofilizados	0,01-0,04	0
Vacuno congelado	1,30	-10
Cerdo(magro)	0,48	3,8
Bacalao congelado	1,66	-10
Jugo de manzana	0,56	20
Naranja	0,41	0-15
Judias verdes	0,80	-12,1
Coliflor	0,80	-6,6
Huevos	0,96	-8
Hielo	2,25	0
Agua <sup>a</sup>	0,57	0
<i>Materiales de envasado</i>		
Cartón	0,07	20
Vidrio	0,52	20
Policetileno	0,55	20
Cloruro de polivinilo	0,29	20
<i>Materiales aislantes</i>		
Espuma de poliestireno	0,036	0
Espuma de poliuretano	0,026	0
Otros materiales	0,026-0,052	30

<sup>a</sup> Asumiendo que no existen cocientes de convección.

<sup>b</sup> Flujo de calor parando a las fibras.

De Earle (1983), Lewis (1987) y Woodams y Nowrey (1968).