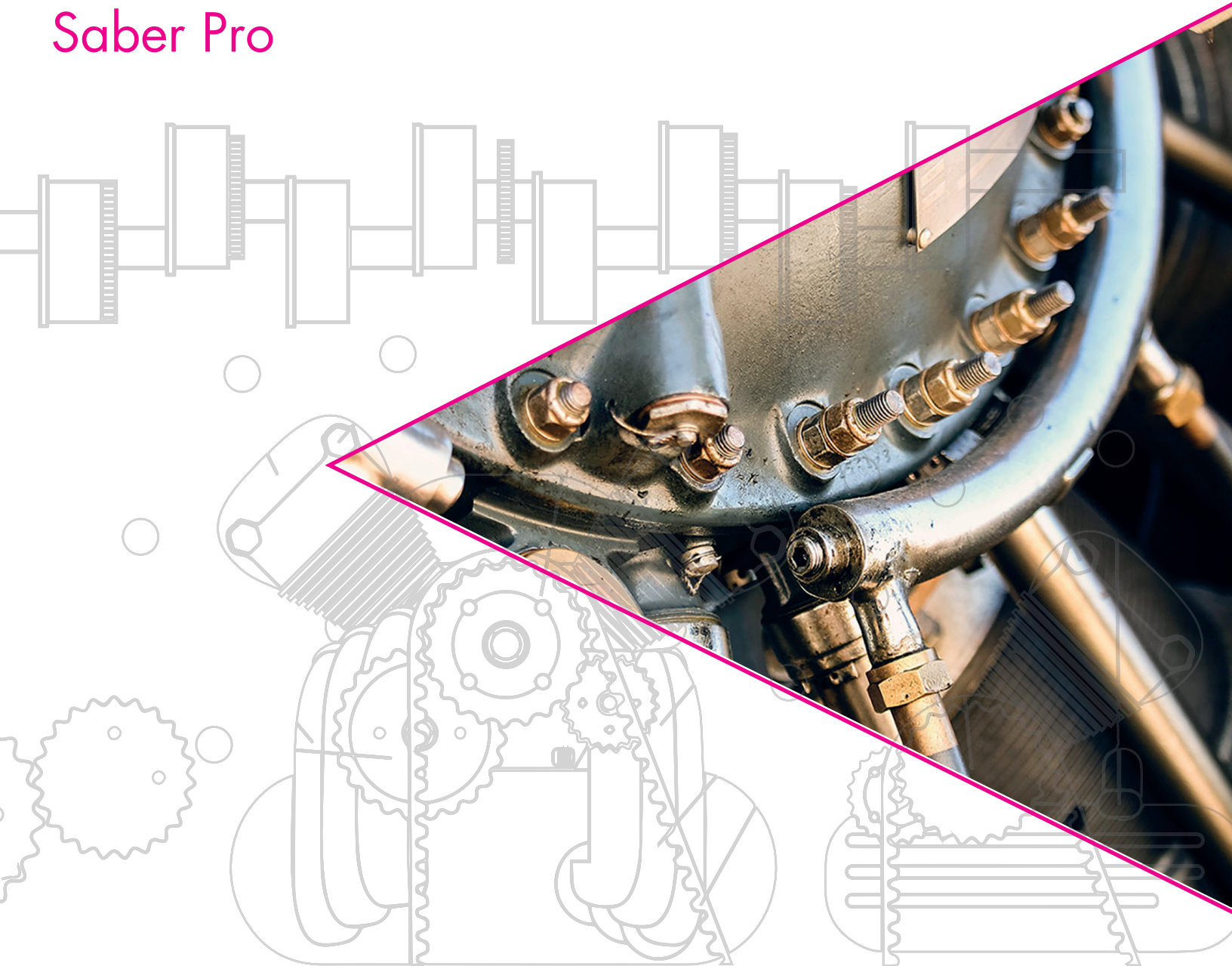


# Cuadernillo de preguntas

## Módulo de diseño de sistemas mecánicos

Saber Pro



Presidente de la República  
Iván Duque Márquez

Ministra de Educación Nacional  
María Victoria Angulo

Viceministro de Educación Superior  
Luis Fernando Pérez Pérez

Publicación del Instituto Colombiano para la  
Evaluación de la Educación (Icfes)  
© Icfes, 2018.  
Todos los derechos de autor reservados.

Gestor del módulo  
Juan Francisco Velásquez Posada

Edición  
Juan Camilo Gómez Barrera

Diseño de portada y diagramación  
Diana Téllez Martínez

Portada  
Foto de @aaronbarnaby. Portafolio en unsplash.  
com/photos/PmrwuzKUq0

Directora General  
María Figueroa Cahnspeyer

Secretaria General  
Liliam Amparo Cubillos Vargas

Directora de Evaluación  
Natalia González Gómez

Director de Producción y Operaciones  
Mateo Ramírez Villaneda

Director de Tecnología  
Felipe Guzmán Ramírez

Oficina Asesora de Comunicaciones y Mercadeo  
María Paula Vernaza Díaz

Oficina Gestión de Proyectos de Investigación  
Luis Eduardo Jaramillo Flechas

Subdirectora de Producción de Instrumentos  
Nubia Rocío Sánchez Martínez

Subdirector de Diseño de Instrumentos  
Luis Javier Toro Baquero

Subdirector de Estadísticas  
Jorge Mario Carrasco Ortiz

Subdirectora de Análisis y Divulgación Ana María  
Restrepo Sáenz

ISBN de la versión digital: 978-958-11-1076-6

Bogotá, D. C., noviembre de 2018



## ADVERTENCIA

Todo el contenido es propiedad exclusiva y reservada del Icfes y es el resultado de investigaciones y obras protegidas por la legislación nacional e internacional. No se autoriza su reproducción, utilización ni explotación a ningún tercero. Solo se autoriza su uso para fines exclusivamente académicos. Esta información no podrá ser alterada, modificada o enmendada.

## TÉRMINOS Y CONDICIONES DE USO PARA PUBLICACIONES Y OBRAS DE PROPIEDAD DEL ICFES

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) pone a la disposición de la comunidad educativa y del público en general, **DE FORMA GRATUITA Y LIBRE DE CUALQUIER CARGO**, un conjunto de publicaciones a través de su portal [www.icfes.gov.co](http://www.icfes.gov.co). Estos materiales y documentos están normados por la presente política, y están protegidos por derechos de propiedad intelectual y derechos de autor a favor del Icfes. Si tiene conocimiento de alguna utilización contraria a lo establecido en estas condiciones de uso, por favor infórmenos al correo [prensaicfes@icfes.gov.co](mailto:prensaicfes@icfes.gov.co).

Queda prohibido el uso o publicación total o parcial de este material con fines de lucro. **Únicamente está autorizado su uso para fines académicos e investigativos.** Ninguna persona, natural o jurídica, nacional o internacional, podrá vender, distribuir, alquilar, reproducir, transformar\*, promocionar o realizar acción alguna de la cual se lucre directa o indirectamente con este material. Esta publicación cuenta con el registro ISBN (International Standard Book Number, o Número Normalizado Internacional para Libros) que facilita la identificación no solo de cada título, sino de la autoría, de la edición, del editor y del país en donde se edita.

En todo caso, cuando se haga uso parcial o total de los contenidos de esta publicación del Icfes, el usuario deberá consignar o hacer referencia a los créditos institucionales del Icfes respetando los derechos de cita; es decir, se podrán utilizar con los fines aquí previstos transcribiendo los pasajes necesarios, citando siempre la fuente de autor; lo anterior siempre que estos no sean tantos y seguidos que razonadamente puedan considerarse una reproducción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del Icfes.

Asimismo, los logotipos institucionales son marcas registradas y de propiedad exclusiva del Icfes. Por tanto, los terceros no podrán usar las marcas de propiedad del Icfes con signos idénticos o similares respecto a cualesquiera productos o servicios prestados por esta entidad, cuando su uso pueda causar confusión. En todo caso, queda prohibido su uso sin previa autorización expresa del Icfes. La infracción de estos derechos se perseguirá civil y, en su caso, penalmente, de acuerdo con las leyes nacionales y tratados internacionales aplicables.

El Icfes realizará cambios o revisiones periódicas a los presentes términos de uso, y los actualizará en esta publicación.

***El Icfes adelantará las acciones legales pertinentes por cualquier violación a estas políticas y condiciones de uso.***

---

\* La transformación es la modificación de la obra a través de la creación de adaptaciones, traducciones, compilaciones, actualizaciones, revisiones, y, en general, cualquier modificación que de la obra se pueda realizar, generando que la nueva obra resultante se constituya en una obra derivada protegida por el derecho de autor, con la única diferencia respecto a las obras originales que aquellas requieren para su realización de la autorización expresa del autor o propietario para adaptar, traducir, compilar, etcétera. En este caso, el Icfes prohíbe la transformación de esta publicación.

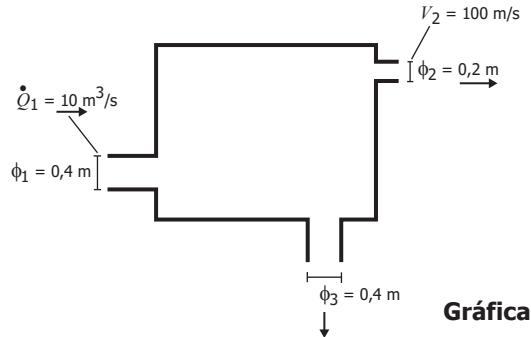
## ¿Qué contiene este cuadernillo?

Este es un cuadernillo con preguntas del Módulo de diseño de sistemas mecánicos de Saber Pro que fueron utilizadas en exámenes anteriores. Estas serán útiles para familiarizarte y conocer aún más la prueba. Al final del documento encontrarás las respuestas correctas de cada una de las preguntas.

## ¡Recuerda!

Los exámenes Saber evalúan competencias, por tanto, en las preguntas encontrarás una situación (que debes tratar de entender) en la que tendrás que aplicar tus conocimientos para tomar decisiones y elegir la mejor respuesta.

1. Por el sistema que se muestra en la gráfica circula un fluido no compresible a 20 °C, con densidad de 1.100 kg/m<sup>3</sup>.



De acuerdo con lo anterior, el flujo de salida por el tubo 2 es

- A. 3,14 m<sup>3</sup>/s.
  - B. 6,28 m<sup>3</sup>/s.
  - C. 9,42 m<sup>3</sup>/s.
  - D. 10,12 m<sup>3</sup>/s.
2. Se necesita controlar la temperatura y el caudal de un fluido alrededor de ciertos valores deseados, "set points". En el comercio existen controladores modulantes para flujo y para temperatura, y controladores *on/off* (todo o nada) para flujo y temperatura. Comparativamente los costos de los controladores modulantes son mucho más elevados que los controladores *on/off* (termostato para temperatura y válvula solenoide para flujo).

Si se quiere obtener la mejor solución técnico-económica se debe elegir el

- A. controlador de flujo modulante y controlador de temperatura *on/off*.
  - B. controlador de flujo modulante y controlador de temperatura modulante.
  - C. controlador de flujo *on/off* y controlador de temperatura modulante.
  - D. controlador de flujo *on/off* y controlador de temperatura *on/off*.
3. Para disminuir las pérdidas de calor en invierno en una casa, se quieren instalar ventanas aislantes. Dentro de las opciones de diseño que existen están: una ventana de vidrio simple, recubierto con una capa de material aislante transparente, o una ventana de vidrio doble con un gas de baja conductividad térmica en el espacio entre los dos vidrios.

La opción más adecuada que se eligió fue la ventana de doble vidrio, porque

- A. la presencia de los dos vidrios ofrece una mayor resistencia a la transferencia de calor que la que ofrece un solo vidrio.
- B. es más sencillo y económico fabricar la ventana de doble vidrio, pues no hay que aplicar recubrimiento.
- C. adicional a la disminución de la transferencia de calor, se logra una disminución en el nivel de ruido que entra del ambiente a la casa.
- D. se puede obtener una mayor resistencia a la transferencia de calor en el espacio con gas que la obtenida al aplicar el recubrimiento aislante.

4. Se requiere construir una leva, que está en contacto deslizante permanente con un seguidor metálico. A esta leva se le realiza tratamiento termoquímico de cementación para

- A. mejorar el acabado y la presentación superficial.
- B. proteger contra la corrosión y aumentar tenacidad.
- C. refinar el tamaño de grano y aumentar la resistencia.
- D. obtener una superficie dura y un núcleo tenaz.

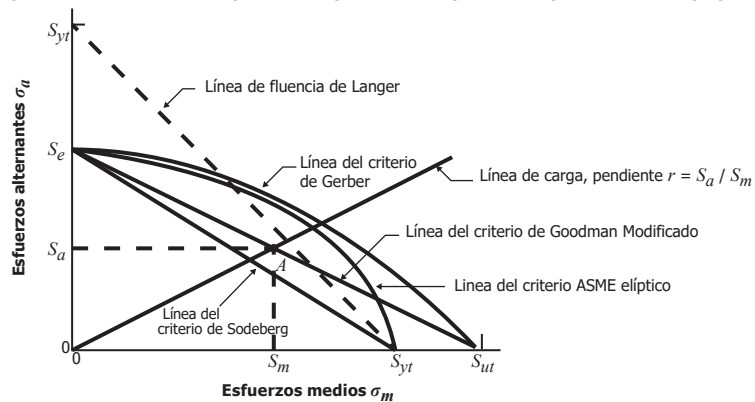
5. Una troqueladora es una máquina cuya carga es fluctuante, puesto que se consume potencia únicamente cuando se da el corte.

En el eje de esta máquina se coloca un volante para

- A. eliminar esfuerzos fluctuantes y así evitar que se presente falla por fatiga.
- B. dar mayor rigidez dinámica y evitar resonancia.
- C. evitar cargas fluctuantes radiales y axiales que se transmiten a los rodamientos.
- D. almacenar energía y entregarla durante el corte.

6. El diagrama de fatiga que se muestra en la figura representa diversos criterios de falla. Para cada criterio, los puntos sobre y fuera de la línea respectiva indican la falla.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. permission required for reproduction or display



En la figura:

- $S_{yt}$  = Resistencia de fluencia
- $S_{ut}$  = Resistencia última
- $\sigma_m$  = Esfuerzo medio
- $\sigma_a$  = Esfuerzo alternante

De los anteriores criterios de falla, el único que ofrece protección total contra la fluencia es

- A. ASME-elíptico.
- B. Gerber.
- C. Goodman.
- D. Soderberg.

7. La ecuación general de la primera ley de la termodinámica para un sistema abierto (o volumen de control) con flujo unidimensional (en una única dirección), considerando que todas las formas de energía que entran al sistema tienen signo positivo y todas las formas de energía que salen del sistema tienen signo negativo, puede expresarse de la siguiente forma:

$$\frac{dE}{dt} = \dot{Q} + \dot{W} + \sum_e \dot{m}_e \left[ h_e + \frac{v_e^2}{2} + gz_e \right] - \sum_s \dot{m}_s \left[ h_s + \frac{v_s^2}{2} + gz_s \right]$$

Donde:

$\frac{dE}{dt}$  = cambio de la energía total del sistema en función del tiempo

$\dot{Q}$  = flujo de calor

$\dot{W}$  = flujo de trabajo (potencia o trabajo transferido por unidad de tiempo)

$\dot{m}$  = flujo de masa a través de las fronteras del sistema

$h$  = entalpía del fluido de trabajo

$v$  = velocidad del fluido de trabajo

$z$  = altura de referencia del fluido de trabajo

$g$  = aceleración de la gravedad

$e$  = condiciones de entrada al sistema

$s$  = condiciones de salida del sistema

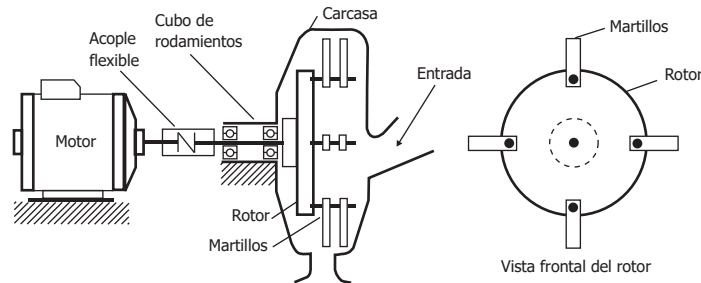
En el caso específico de un equipo que funciona con un gas como fluido de trabajo, se obtiene la siguiente ecuación de balance por la primera ley de la termodinámica:

$$\dot{W} = \dot{m} (h_s - h_e)$$

Según esta ecuación, las suposiciones que se han tomado para el funcionamiento de este equipo son las siguientes:

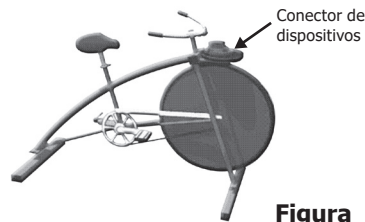
- A.** Es un proceso en estado no estacionario (con flujo inestable) donde los cambios de energía potencial y cinética son despreciables.
- B.** Es un proceso en estado estacionario (con flujo estable) donde los cambios de energía potencial y cinética y la transferencia de calor entre el equipo y el ambiente se consideran despreciables.
- C.** Es un proceso en estado estacionario (con flujo estable) donde se presenta un flujo de transferencia de calor con un valor constante y donde es posible despreciar el aporte de la variación en la energía cinética y potencial.
- D.** Es un proceso en estado no estacionario (con flujo inestable) donde se presentan flujos de transferencia de calor y donde no es posible despreciar los efectos de la variación de la energía cinética y potencial.

8. En el diseño de un molino de martillos como el que se muestra en la figura requiere un rotor que va a girar a más de 3.000 rpm, cuyo peso es de 15 kg y el diámetro está cerca de un metro.



El motor eléctrico que conduce el rotor se debe seleccionar con un alto par de arranque debido a que

- A. los rodamientos del rotor ejercen una resistencia al inicio del movimiento.
  - B. el acople que se utiliza ofrece dificultad para el movimiento inicial.
  - C. el momento de inercia establece las condiciones para la potencia de arranque.
  - D. el rotor y los martillos poseen un peso relativamente bajo.
9. La discusión sobre el aprovechamiento de energías alternativas ha planteado una serie de soluciones como la que se muestra en la figura y que se han desarrollado desde la década de los noventa.



**Figura**

Esta figura muestra un módulo motriz de HPM (*Human Powered Machine*) diseñado para utilizar la energía de pedaleo de una persona normal, cuya entrega promedio es de 100 vatios a 8 revoluciones por minuto sobre el eje de los pedales. Este módulo puede mover muchos artefactos que se le conectan en el lugar indicado en la figura, pero el dispositivo más compatible con la operación de este módulo es, teniendo en cuenta que la potencia es igual al producto del torque y la velocidad angular ( $P = T \times \omega$ ),

- A. la batidora de fruta, que consume 5 N.m a 180 rpm.
- B. el molino de grano, que consume 20 N.m a 60 rpm.
- C. la bomba centrífuga, de agua que consume 10 N.m a 500 rpm.
- D. el generador de corriente, que consume 8 N.m a 200 rpm.



10. Se quiere especificar técnicamente un termómetro. Se acepta que *resolución* es la mínima diferencia entre dos lecturas; que *precisión* es la habilidad de reproducir lecturas (promedio de los absolutos de las desviaciones respecto al promedio de las lecturas del instrumento), y que *exactitud* es la diferencia entre el promedio de las lecturas del instrumento y la entrada conocida (lectura termómetro patrón corregida).

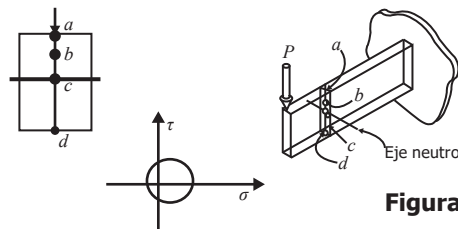
Experimento: baño termostático mezcla hielo - agua		
Prueba	Lectura termómetro (°C)	Lectura termómetro patrón corregida (°C)
1	+1,1	0,00
2	+0,9	0,00
3	-1,0	0,00
4	-0,8	0,00
5	+0,4	0,00
6	+0,0	0,00
<b>Promedio</b>	+0,1	0,00

Tabla

De los resultados experimentales que se muestran en la tabla se concluye que el termómetro tiene las siguientes especificaciones:

- A. Resolución = 0,1 °C; Precisión =  $\pm 0,7$  °C; Exactitud = +0,1 °C.
- B. Resolución = 0,1 °C; Precisión = +0,1 °C; Exactitud =  $\pm 0,7$  °C.
- C. Resolución = 0,05 °C; Precisión =  $\pm 0,7$  °C; Exactitud = +0,1 °C.
- D. Resolución = 0,05 °C; Precisión = +0,1 °C; Exactitud =  $\pm 0,7$  °C.

11. En la figura se muestra una viga empotrada.



Figura

Para la carga concentrada aplicada en su extremo y para la sección transversal mostrada, el círculo de Mohr representa el estado de esfuerzos del punto

- A. a.
- B. b.
- C. c.
- D. d.

12. Se requiere diseñar un reductor para transmitir potencia entre dos ejes que se intersecan a 90°. Los elementos de transmisión más adecuados en el reductor son

- A. engranajes helicoidales.
- B. engranajes cónicos.
- C. engranajes doble helicoidales.
- D. engranajes rectos.

## RESPONDA LAS PREGUNTAS 13 A 17 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

### CASO 1

Para un proceso industrial se requiere enfriar un flujo másico  $m_{gas} = 5 \text{ kg/s}$  de gas argón de alta presión, desde una temperatura inicial  $T_{c1} = 473 \text{ K}$  hasta una temperatura final  $T_{c2} = 328 \text{ K}$ . El ingeniero de diseño decidió emplear un intercambiador de calor de carcasa y tubos que se integrarán a la tubería de gas, como el que se ilustra en la figura 1.

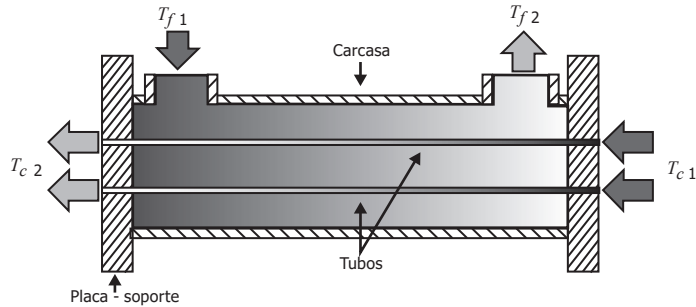


Figura 1. Intercambiador de carcasa y tubos.

Como fluido frío se bombeará un flujo másico  $m_{H_2O} = 7 \text{ kg/s}$  de agua tomada directamente del acueducto, a una temperatura  $T_{f1} = 288 \text{ K}$ . El intercambiador se compone principalmente por una carcasa, un conjunto de tubos y dos placas soporte. Los tubos se fabrican mediante rolado progresivo y tienen un diámetro exterior  $d_0 = 0,02 \text{ m}$ . Las placas-soporte son discos de lámina de acero inoxidable AISI 304 de  $0,02 \text{ m}$  de espesor, con agujeros pasantes para ubicar los extremos de los tubos. La unión entre los tubos y las placas-soporte se logra mediante deformación plástica, como se detalla en la figura 2.

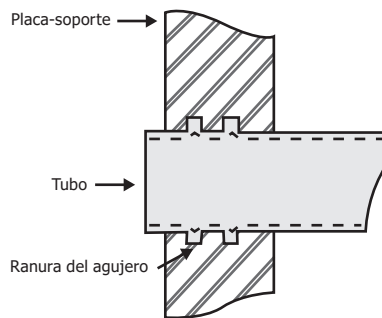


Figura 2. Detalle de la unión entre placa-soporte y tubo.

Las especificaciones y restricciones del diseño son las siguientes:

- El área de transferencia de calor debe ser mayor o igual a  $7\pi \text{ m}^2$ .
- La conductividad térmica del material usado para fabricar los tubos debe ser mayor o igual a  $50 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ .
- La conformabilidad por rolado progresivo del material usado para fabricar los tubos debe ser buena o excelente.
- Los agujeros de las placas-soporte deben maquinarse con alta precisión para evitar la desalineación de los tubos.

Continúa en la siguiente página

Continuación CASO 1

- El costo inicial de la herramienta de taladrado debe ser menor a 100 UM (unidades monetarias).
- El costo del material usado para fabricar los tubos debe ser menor de 40.000 UM/m<sup>3</sup>.
- El desgaste de las herramientas de taladrado debe ser menor a 0,00015 m.
- El costo total del intercambiador debe ser mínimo.

El área de transferencia de calor del intercambiador  $A_0$  depende del número de tubos  $N_t$  y del diámetro exterior  $d_0$  y longitud  $L$  de cada tubo, de acuerdo a la ecuación 1.

$$A_0 = \pi N_t d_0 L \text{ (ecuación 1)}$$

La ecuación 1 se usó para determinar la longitud y el número adecuado de tubos, teniendo en cuenta que cuanto menor sea el número de tubos menor es el costo del intercambiador, pues se requiere fabricar menos agujeros en las placas-soporte y se disminuye el diámetro de la carcasa. El material del que se fabricaron los tubos se seleccionó empleando la información de la tabla 1 y la figura 3.

Material	Resistente a	Precio [UM/m <sup>3</sup> ]	Conductividad térmica [W/(m · K)]
Cobre	Agua potable, cloruros, bases	49.395	386
Aluminio	Agua potable, amoníaco	5.994	209
Acero AISI 304	Agua potable, agentes limpiadores, amoníaco, cloruros, varios ácidos	34.621	15
Acero galvanizado	Agua potable, cloruros	6.490	50

**Tabla 1.** Información sobre materiales para la tubería del intercambiador.

La fabricación de las placas-soporte se realizó en una máquina-herramienta CNC. Los agujeros son taladrados, ranurados y escariados para lograr el ajuste necesario con los tubos. La selección de la herramienta de taladrado y el avance rápido de la máquina CNC se definieron con base en los costos iniciales de las herramientas de corte (ver tabla 2) y en una simulación computacional del costo del taladrado para las dos placas-soporte, cuyos resultados se resumen en la tabla 3.

Material	Pobre	Aceptable	Buena	Excelente
Cobre				
Aluminio				
Acero AISI 304				
Acero galvanizado				

**Figura 3.** Conformabilidad por rolado progresivo.

Herramienta	Costo inicial [UM]
1	40
2	120
3	80

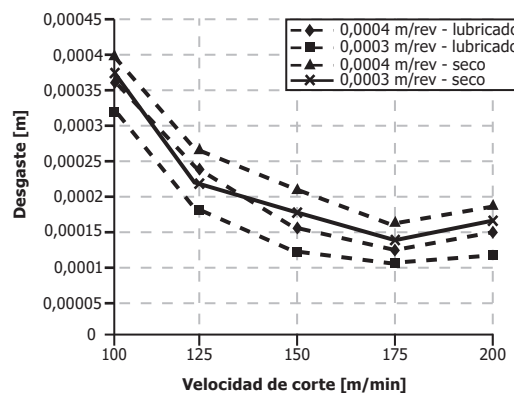
**Tabla 2.** Costo inicial de las herramientas de corte para taladrado, en unidades monetarias [UM].

Continúa en la siguiente página

		Herramienta		
		1	2	3
Avance rápido [m/min]	150	694	688	690
	300	692	687	689
	450	692	687	688

**Tabla 3.** Costo del taladrado para las placas-soporte en unidades monetarias [UM], para diferentes herramientas y avances rápidos de la máquina CNC.

Por otro lado, la velocidad y el avance de corte para el proceso de taladrado se seleccionaron los resultados experimentales de desgaste que se presentan en la figura 4.



**Figura 4.** Desgaste de la herramienta de corte versus la velocidad de corte, para diferentes valores de avance por revolución.

13. La ecuación que define el balance de energía, despreciando las pérdidas de calor, es

- A.  $(\dot{m}C_P)_{H_2O} (T_{f2} - T_{f1}) = (\dot{m}C_P)_{gas} (T_{c1} - T_{c2})$
- B.  $(\dot{m}C_P)_{H_2O} (T_{f1} - T_{f2}) = (\dot{m}C_P)_{gas} (T_{c1} - T_{c2})$
- C.  $(\dot{m}C_P)_{H_2O} (T_{f2} - T_{f1}) = (\dot{m}C_P)_{gas} (T_{c2} - T_{c1})$
- D.  $(\dot{m}C_P)_{H_2O} (T_{c1} - T_{f1}) = (\dot{m}C_P)_{gas} (T_{c2} - T_{f2})$

14. Para cumplir los requerimientos del diseño, el material adecuado para los tubos es

- A. Cobre.
- B. Aluminio.
- C. AISI 304.
- D. Acero galvanizado.

15. ¿Según la figura 4, cuál de las siguientes combinaciones es la más adecuada para el proceso de taladrado?

- A. Velocidad de corte 175 m/min, avance 0,0003 m/rev, seco.
- B. Velocidad de corte 150 m/min, avance 0,0004 m/rev, seco.
- C. Velocidad de corte 125 m/min, avance 0,0003 m/rev, lubricado.
- D. Velocidad de corte 200 m/min, avance 0,0004 m/rev, lubricado.

16. Una vez puesto en funcionamiento el intercambiador, se registra que la temperatura de salida del gas  $T_{c2}$  es mayor que la requerida en 50 K. La causa del fallo obedece a que

- A. el caudal de agua es menor que el de operación.
- B. la longitud de los tubos es mayor que la necesaria.
- C. el número de tubos es mayor que el necesario.
- D. el caudal de argón es menor que el de operación.

17. Debido a cambios en la operación del recalentador de gas argón, la temperatura a la entrada del intercambiador se incrementa a  $T_{c1} = 520$  K, manteniendo el flujo másico constante. Un problema que se puede presentar con el intercambiador es

- A. el incremento de los esfuerzos por dilatación térmica.
- B. la disminución del coeficiente de transferencia de calor.
- C. el incremento del desgaste por adhesión.
- D. la vibración de los tubos por el flujo de gas.

## RESPONDA LAS PREGUNTAS 18 A 22 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

### CASO 2

Los residentes del edificio Altamira son, en gran número, personas de la tercera edad y algunas con cierto grado de limitación para movilizarse por sus propios medios. Después de debatir el tema en reuniones del consejo de administración, se aprobó pagar una cuota extraordinaria para desarrollar el siguiente requerimiento: "Se necesita un ascensor de pasajeros para cubrir las tres plantas del edificio, que sea seguro, de buena presentación (estético), silencioso y que permita el traslado cómodo y confortable de ancianos y de personas con algún grado de limitación".

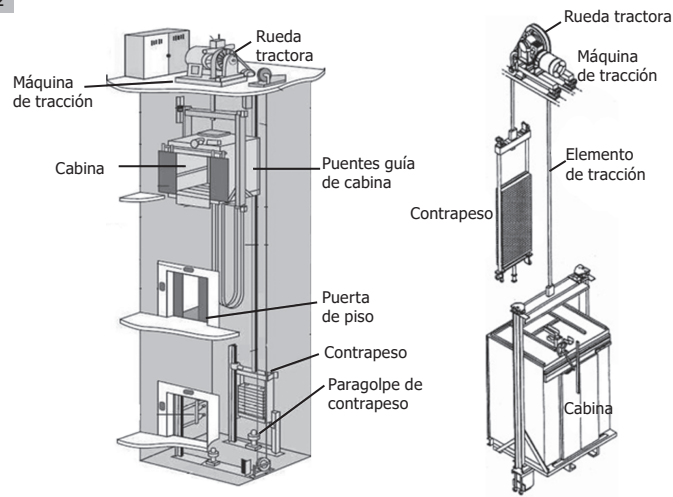
El ascensor requerido en el edificio Altamira debe cubrir un recorrido total de tres pisos. La distancia entre piso y piso es de 3 metros. El edificio cuenta con una acometida eléctrica trifásica, no disponen de planta de emergencia y se cuenta con un área libre disponible de  $9 \text{ m}^2$  en la parte posterior del edificio para instalar el ascensor. A partir de la investigación preliminar sobre ascensores, los ingenieros definen, entre otras, las siguientes especificaciones técnicas:

- Velocidad máxima en la cabina de pasajeros: 2 m/s.
- Aceleración admisible arranque/frenado:  $1,2 \text{ m/s}^2$ .
- Cabina ventilada, resistente a la corrosión.

Dadas las características de espacio, lugar y presupuesto, se decide emprender el diseño conceptual de un ascensor tipo electromecánico con características similares a las que observaron en documentos consultados en internet, como se ilustra en la figura 1.

Continúa en la siguiente página

Continuación CASO 2



**Figura 1.** Representación simplificada de los elementos constitutivos de un ascensor convencional  
Tomada de: <http://upcommons.upc.edu/pjc/bitstream/2099.1/10846/2/Mem%C3%B2ria.pdf>

Donde:

- Rueda tractora: elemento de máquina utilizado para ejercer tracción directa sobre el elemento portante de la cabina.
- Máquina de tracción: comprende el motor y los dispositivos necesarios para acondicionar el movimiento que acciona (hace rotar) la rueda de tracción.
- Puentes guía de cabina: elemento estructural que guía y restringe el movimiento de la cabina en dirección vertical.

Las eficiencias de los dispositivos que componen los sistemas de transmisión electromecánico que se encuentran en el mercado se muestran en la tabla.

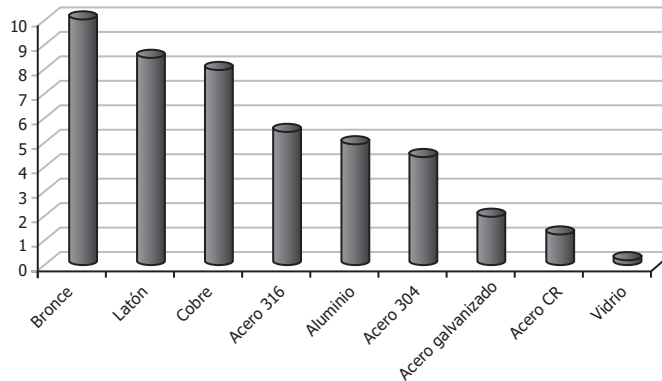
Características del motor	Características de la transmisión mecánica	Características del elemento de tracción a la cabina
Motor AC, inducción, 6 polos Eficiencia: 90 %	Transmisión por cadena en dos etapas Eficiencia: 93 %	Cadena de rodillos Eficiencia: 97 %
Motor AC, inducción, 4 polos Eficiencia: 92 %	Transmisión por engranajes Eficiencia: 95 %	Banda flexible con refuerzo metálico Eficiencia: 97 %
Motor AC, inducción, 2 polos Eficiencia: 95 %	Transmisión en cuatro etapas: bandas y cadena Eficiencia: 88 %	Cable de acero trenzado Eficiencia: 92 %
Motor eléctrico monofásico – AC Eficiencia: 88 %	Transmisión multietapa por cadena Eficiencia: 92 %	Cadena de rodillos Eficiencia: 98 %

**Tabla**

Continúa en la siguiente página

Continuación CASO 2

En la figura 2 se observa la diferencia relativa de precios entre diferentes materiales utilizados en proyectos de fabricación de cabinas.



**Figura 2.** Precio relativo entre diferentes materiales.

**18.** La selección deberá realizarse teniendo en cuenta los siguientes criterios en el siguiente orden de importancia:

- Prioridad 1: nivel de ruido y vibración.
- Prioridad 2: eficiencia energética.
- Prioridad 3: emisiones o residuos.

La opción más favorable desde el punto de vista ambiental es:

- A.** Motor eléctrico de inducción, cuatro polos, 1.750 rpm – transmisión por cadena de rodillos – elemento de tracción tipo cable metálico.
- B.** Motor eléctrico de inducción, dos polos, 3.550 rpm – transmisión por banda trapezoidal – elemento de tracción tipo cadena de rodillos.
- C.** Motor eléctrico de inducción, seis polos, 1.150 rpm – transmisión por engranajes helicoidales – elemento de tracción tipo banda flexible con refuerzo metálico.
- D.** Motor eléctrico de inducción, cuatro polos, 1.750 rpm – transmisión por banda trapezoidal – elemento de tracción tipo cadena de rodillos.

**19.** De acuerdo con los requerimientos establecidos por los residentes, la alternativa de solución más viable para la máquina de tracción es:

- A.** Motor eléctrico y reductor de velocidad del tipo engranajes rectos dispuestos en tren compuesto de tres etapas.
- B.** Motor eléctrico y reductor de velocidades conformado con cadenas de rodillos de una hilera y tres etapas de reducción de velocidad en paralelo.
- C.** Motor eléctrico y reductor de velocidades conformado por transmisión en cuatro etapas: bandas y cadena.
- D.** Motor eléctrico y reductor de velocidad del tipo engranajes helicoidales dispuestos en tren compuesto de tres etapas.

20. Las relaciones cinemáticas aplicables a estas transmisiones son:

- La velocidad lineal en la línea de paso ( $V$ ) es directamente proporcional a la velocidad angular ( $\omega$ ) y al radio de paso ( $r$ ).

$$V = \omega * r \quad [\text{Ecuación 1}]$$

- La relación de velocidades angulares en una transmisión es inversamente proporcional a la relación de los radios de paso y a la relación de número de dientes.

$$\omega_1/\omega_2 = r_2/r_1 \quad [\text{Ecuación 2}]$$

En esta expresión, el subíndice 1 se refiere al eje conductor y el subíndice 2 al eje conducido. De acuerdo con las especificaciones técnicas, la alternativa de solución más viable para la máquina de tracción, si se tiene una rueda tractora de 0,4 m de diámetro, es:

- A. Máquina de tracción que se compone de un motor que gira a 120 rad/s, acoplado a una transmisión mecánica integrada por una caja de engranajes helicoidales dispuestos a manera de tren compuesto, y relación de reducción de 15:1.
- B. Máquina de tracción que se compone de un motor que gira a 180 rad/s, acoplado a una transmisión mecánica integrada por cadenas de rodillos de una hilera, y tres etapas de reducción de 2:1 por etapa.
- C. Máquina de tracción que se compone de un motor que gira a 120 rad/s, acoplado a una transmisión mecánica integrada por cadenas de rodillos de una hilera, y tres etapas de reducción de 2:1 por etapa.
- D. Máquina de tracción compuesta por un motor que gira a 180 rad/s, acoplado a una transmisión mecánica compuesta por una caja de engranaje con relación de reducción 4:1.

21. El grupo de ingenieros encargado de diseñar el ascensor plantea algunas alternativas para configurar el sistema de transmisión electromecánico.

Teniendo en cuenta criterios técnicos y ambientales válidos, con base en restricciones y requerimientos, la opción que mejor configura el sistema de transmisión electromecánico es:

- A. Motor AC, inducción, 6 polos – transmisión por cadena en dos etapas, cadena de rodillos.
- B. Motor AC, inducción, 4 polos – transmisión por engranajes, banda flexible con refuerzo metálico.
- C. Motor AC, inducción, 2 polos – transmisión en cuatro etapas, bandas y cadena - cable de acero trenzado.
- D. Motor AC, inducción, 4 polos – transmisión multietapa por cadena, cadena de rodillos.

22. El grupo de ingenieros encargado de diseñar el ascensor plantea algunas alternativas para configurar el sistema de transmisión electromecánico, teniendo en cuenta criterios económicos y el siguiente orden de importancia:

- Prioridad 1: costo de mantenimiento.
- Prioridad 2: inversión inicial.
- Prioridad 3: costo energético.

La opción más favorable es:

- A. Motor eléctrico – transmisión por cadena de rodillos – elemento de tracción a la cabina tipo cadena de rodillos.
- B. Motor de combustión – transmisión por banda trapezoidal – elemento de tracción a la cabina tipo cadena de rodillos.
- C. Motor eléctrico – transmisión por engranajes helicoidales – elemento de tracción a la cabina tipo cable metálico.
- D. Motor eléctrico – transmisión por banda trapezoidal – elemento de tracción a la cabina tipo cable metálico.



## RESPONDA LAS PREGUNTAS 23 A 26 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

### CASO 3

#### PROCESAMIENTO DE FRUTAS

El empresario Pedro va a desarrollar una planta de procesamiento de fruta para exportación; él estima que los productos que más valor agregado ofrecen son la fruta deshidratada y la fruta en almíbar.

Pedro contacta un ingeniero y le suministra la siguiente información para que la valide:

- Los equipos deben ser económicos, eficientes y compactos.
- Se deben utilizar los materiales más económicos.
- De fácil lavado y aseo.
- Debe servir para procesar diferentes tipos y variedades de fruta.
- Se dispone de una marmita de capacidad de 150 litros calentada con vapor.
- La fruta se debe lavar y desinfectar antes de procesarla.
- Para deshidratar se debe subir la temperatura a 120 °C para que se evapore el agua rápido.
- Se debe usar un quemador para 5 m<sup>3</sup>/hora de gas natural.
- En el deshidratado se debe mantener la temperatura constante durante el proceso.
- También propone usar un termostato que apaga el quemador cuando la cámara llegue a 120 °C y lo vuelve a prender cuando baje a 90 °C.
- Finalmente, dice que los productos empacados en envase metálico requieren pasar por un túnel para extraerles el aire antes de sellarlos.

Se estima que la producción semanal requerida por cada lote (procesado en turnos de 8 horas) de fruta es:

- De fruta deshidratada:
  - Uchuva: 135 kg.
  - Tomate: 60 kg.
  - Mango: 100 kg.
  - Banano: 125 kg.
- De fruta en almíbar en envases de 500 g.
  - Duraznos: 600 unidades.
  - Piña: 800 unidades.
  - Melocotón: 800 unidades.

En la planta solo se dispone de un espacio de 5 m por 2 m para la instalación del equipo de deshidratación, una instalación eléctrica máxima de 7 kW a 220 V y una red de gas natural que presenta cortes frecuentes en el servicio.

Con esos datos, el ingeniero procede a investigar sobre el tema y recomienda:

- Que las frutas deshidratadas contengan una humedad final entre 12 % y 15 %.
- Que la humedad promedio de algunas frutas frescas y la densidad por metro cuadrado de fruta por colocar en bandejas en un deshidratador se provea así:

Continúa en la siguiente página

Fruta	% de humedad en fruta fresca	Densidad en bandejas de deshidratación kg/m <sup>2</sup>
Uchuva	85	15
Tomate	92	9
Mango	82	12
Banano	79	10

**Tabla 1.** Humedad y densidad de fruta.

Para una cámara de deshidratado los requerimientos recomendados son:

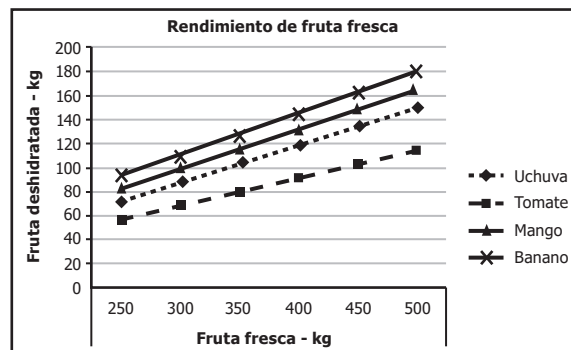
- Disponer de estantes metálicos para colocar bandejas con fruta.
- Bandejas de 0,5 m<sup>2</sup> que sean de fácil manejo.
- Colocar una chimenea para extracción de los gases sobrantes.
- Una velocidad de aire en los ductos menor a 6,5 m/s, debido a que a mayor velocidad aumenta el ruido en los ductos.
- Utilizar gas natural por economía para calentar el aire por medio de un intercambiador de calor.
- Recircular el aire caliente.
- No subir la temperatura arriba de 65 °C para que no cambien las propiedades de las frutas inicialmente propuestas.
- Subir la temperatura a 90 °C por periodos cortos para el procesamiento de otras frutas.
- Por caídas de presión en los ductos y la cámara, un ventilador centrífugo que suministre una cabeza de presión mayor a 50 mm columna de agua.

Si se diseña una cámara de bandejas fijas, la puerta se debe abrir con facilidad periódicamente para el control de calidad y cambio de posición de las bandejas para un secado homogéneo.

Si se diseña una cámara con bandejas rotativas, el costo inicial es mayor, pero baja el consumo de energía al no tener que abrir las puertas durante el proceso.

Experimentalmente se encontró que para deshidratar 1 kg de uchuva a 65 °C, con una velocidad del aire de 3 m/s, se consume en promedio 100 kcal/hora durante 8 horas.

Para obtener 1 kg de fruta deshidratada se requieren varios kg de fruta fresca dependiendo del tipo. El rendimiento en pruebas de laboratorio en deshidratado de diferentes frutas se puede ver en la gráfica 1.

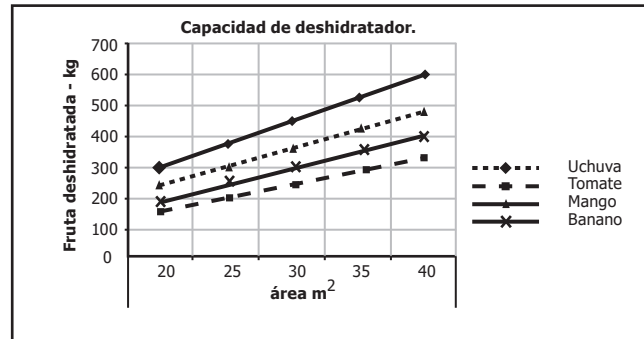


**Gráfica 1**

Continúa en la siguiente página

Continuación CASO 3

La capacidad de una cámara de deshidratado se mide por el área de las bandejas disponible. En la gráfica 2 se muestra la capacidad de procesar fruta fresca en función del área de las bandejas.



Gráfica 2

23. De acuerdo con las indicaciones del cliente y la información hallada, en las propuestas se plantean dos posibles soluciones: construir una cámara con bandejas fijas y construir una cámara con bandejas rotativas.

Las restricciones para decidir cuál de las dos cámaras se debe construir son

- A. costo inicial de la cámara y apertura de puertas durante el proceso.
  - B. apertura de puertas durante el proceso y recirculación de aire.
  - C. costo inicial de la cámara y tamaño de las bandejas.
  - D. recirculación de aire y tamaño de las bandejas.
24. En la bodega de almacenamiento, la materia prima se debe organizar de acuerdo con las cantidades requeridas para producto terminado, ubicando en primer lugar la de mayor requerimiento y de última la de menor.

De acuerdo con lo anterior, en la bodega de almacenamiento, la fruta fresca para deshidratar se debe colocar en el siguiente orden:

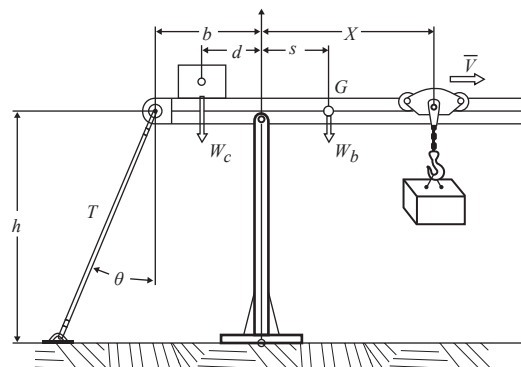
- A. Uchuva, tomate, mango, banano.
  - B. Uchuva, banano, tomate, mango.
  - C. Uchuva, mango, banano, tomate.
  - D. Uchuva, banano, mango, tomate.
25. Teniendo en cuenta la información suministrada por el cliente y las recomendaciones dadas, las restricciones técnicas más relevantes en el diseño de la cámara de deshidratación solicitada en el caso son:
- A. La temperatura en el producto **NO** debe subir de 65 °C y el equipo debe usar un quemador para 5 m<sup>3</sup>/hora de gas natural.
  - B. Los motores por utilizar en la cámara **NO** deben requerir una potencia mayor que 7 kw a 220 V y la cámara debe estar en capacidad de subir la temperatura a 90 °C.
  - C. La cámara debe estar en capacidad de subir la temperatura a 90 °C y el quemador debe usar un termostato que lo apague cuando la cámara llegue a 120 °C y lo prenda cuando baje a 90 °C.
  - D. Los motores por utilizar en la cámara **NO** deben requerir una potencia mayor que 7 kw a 220 V y el equipo debe ocupar un área menor a 10 m<sup>2</sup>.

26. Si se desea obtener 150 kg de uchuva deshidratada, las especificaciones del sistema de aire del deshidratador debe contemplar que la cantidad de humedad por extraer sea

- A. 128 kg.
- B. 150 kg.
- C. 300 kg.
- D. 350 kg.

27. En la figura se muestra el mecanismo de un montacargas utilizado para experimentación. Para equilibrar el peso de la viga horizontal  $W_b$ , se colocó un contrapeso  $W_c$  a la distancia  $d$  del soporte vertical.

El carro, junto con la carga, tiene peso  $Q$  y se mueve hacia la derecha con velocidad constante  $V$  [m/s].



Del análisis de las fuerzas y momentos que actúan sobre el mecanismo del montacargas y de las relaciones que deben existir entre los mismos, se puede afirmar con certeza que

- A. el carro debe estar ubicado a la derecha del punto  $G$ , pues de no ser así la cuerda  $T$  se afloja, porque el momento alrededor del pasador no es suficiente para mantener el equilibrio.
- B. la reacción en el pasador que soporta la viga es vertical, porque el carro se mueve con velocidad constante y porque las fuerzas externas al sistema son los pesos y todos son verticales.
- C. la tasa de cambio temporal de la tensión en la cuerda aumenta con la velocidad del carro  $V$  y con la carga  $Q$ , y disminuye con el aumento de la distancia  $b$  que separa la cuerda del pasador.
- D. la tensión en el cable  $T$  permanece constante, puesto que las dimensiones del mecanismo, la posición, la distancia del cable al pasador, así como la orientación angular, son constantes.

## Información de cada pregunta

Posición	Afirmación	Respuesta correcta
1	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	A
2	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	A
3	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	D
4	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	D
5	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	D
6	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	D
7	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	B
8	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	C
9	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	A
10	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	A

Continúa en la siguiente página

Continuación tabla

Posición	Afirmación	Respuesta correcta
11	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	B
12	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	B
13	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	A
14	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	B
15	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	A
16	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	A
17	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	A
18	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	C
19	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	D
20	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	A

Continúa en la siguiente página

Continuación tabla

Posición	Afirmación	Respuesta correcta
21	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	B
22	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	D
23	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	A
24	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	D
25	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	D
26	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	D
27	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	C

