



Universidad Simón Bolívar

Diseño de un Sistema de Recolección,
Clasificación y Disposición Final de los Desechos Sólidos
Dentro de la Universidad Simón Bolívar, Segunda Etapa

Tutor: Rubén Darío Lugo Hernández

INFORME

Actividades del Período Septiembre - Diciembre de 2008

Diseño preliminar del cuarto refrigerado de disposición de desechos sólidos
del Comedor Central de la Universidad Simón Bolívar

Caracas, Enero 2009

ÍNDICE

Objetivos.....	3
Descripción del Problema.....	3
Pautas de estudio.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Distribución del cuarto refrigerado</i>	4
<i>Procedimiento de cálculo de la carga de refrigeración</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Definición de los materiales de recubrimiento del cuarto</i>	5
Conclusiones.....	13
Recomendaciones	15
Referencias	17
Anexos	

OBJETIVOS

1. Realizar un diseño previo de la distribución del cuarto refrigerado del Comedor Central de la Universidad Simón Bolívar.
2. Definir las variables a considerar para la realización del sistema de refrigeración del cuarto.
3. Establecer las pautas a seguir para un primer cálculo aproximado de la carga energética necesaria para el cuarto refrigerado.
4. Proponer los materiales más óptimos a emplear en la conformación de las puertas y recubrimiento térmico en las paredes, techo y piso del cuarto refrigerado.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema de almacenamiento de los desechos en la Universidad Simón Bolívar y el deficiente sistema de recolección de los mismos por parte de la Alcaldía de Baruta, lleva a plantearse la necesidad de mejorar las condiciones del manejo de los desechos orgánicos que se producen en una de las fuentes más importantes de la comunidad, el Comedor Central o Comedor MYS.

La disposición actual de los desechos se realiza en un cuarto que se encuentra en la parte posterior al comedor, que no tiene un sistema de desagüe, ventilación e higiene apropiados y que debido a la demora en la recolección de su contenido, se generan al momento de vaciado, olores desagradables que molestan a los estudiantes y personal de la universidad que asisten al comedor y que pueden ser causantes de afecciones respiratorias.

Surge entonces la idea de acondicionar el cuarto, a fin de disminuir estos problemas anteriormente descritos. Este mejoramiento consistiría en instalar en el cuarto un sistema de desagüe, una distribución interna para la disposición de la basura, colocar el recubrimiento en las paredes y piso que disminuya la proliferación de microorganismos en las juntas y finalmente, instalar un sistema de refrigeración que regule la temperatura interna de los desechos almacenados a fin de aminorar la velocidad de descomposición de los mismos.

PAUTAS DE ESTUDIO

➤ Distribución del cuarto refrigerado:

En la primera reunión realizada por el grupo encargado de este diseño, se realizó un primer bosquejo de lo que sería la distribución del cuarto, el cual se presenta en la Fig. 1., que se ha establecido como el más apropiado y consiste en dos zonas, una llamada Zona Gris, cuyo tamaño dependerá del tamaño del sistema de compactación que se seleccione, en donde se realizará la recepción primaria de la basura desde el lugar en que se genera y su compactación, encontrándose a temperatura ambiente y contará con un extractor de aire que garantice que se mantenga libre de olores molestos para el operario. La segunda región se denominará Zona Negra y consistiría en el cuarto refrigerado en donde se almacenará la basura, estas dos zonas se comunicarán por una puerta; preferiblemente batiente que permita al operario introducir la basura al cuarto y evitar el escape de aire frío y olores desagradables. Se evaluaron dos posibilidades de operación: recolección manual de la basura generada en el comedor (el sistema actual) o el establecimiento de un sistema de recolección mecánico en el comedor en donde se triture el desecho y se transporte a la compactadora. Se hace evidente también la importancia de la incorporación de un sistema de desagüe para ambas zonas y que tenga conexión directa con el sistema de aguas servidas de la universidad.



Figura 1. Diseño preliminar de la distribución del cuarto de almacenamiento de desechos.

➤ Procedimiento de cálculo de la carga de refrigeración

Se empezó a trabajar con la capacidad energética aproximada requerida para el cuarto. Para ello se calculó primeramente un volumen a refrigerar mediante la siguiente ecuación

$$V = 2.5(C + S) \quad (1)$$

Donde:

V: Volumen del espacio a refrigerar en m^3

C: Volumen máximo a refrigerar en un tiempo en m^3 .

S: Volumen máximo almacenado en un tiempo en m^3 .

Colocándose que el espacio ocupado por la Zona Gris sería un tercio del tamaño total del cuarto y el valor de V sería el utilizado en los cálculos posteriores del calor que se debe retirar del cuarto. Para el cálculo del volumen máximo almacenado, sería una buena aproximación tres días, ya que este es un buen aproximado del tiempo que tarda en ser retirados los desechos del cuarto. Para conocer la cantidad de basura almacenada en este tiempo, se debe recurrir a los resultados de las estadísticas realizadas en cuanto a la cantidad de desechos generados en el Comedor Central; y para conocer la densidad de los desechos se debe realizar una revisión bibliográfica para encontrar valores reportados para desechos orgánicos, porque realizar mediciones de los desechos generados representa un riesgo debido al material que se está tratando. En este aspecto de la densidad también se debe considerar si ya se ha establecido el sistema de compactación previo al almacenamiento refrigerado.

El siguiente paso debe ser expresar la cantidad de calor a retirar por el sistema de refrigeración. A continuación, se presentará el procedimiento que se recomienda y las consideraciones que se encontraron que se pueden realizar en el proceso de cálculo de las cargas de calor que son necesarias retirar del cuarto (1). El primer paso se refiere a calcular las cargas de fuga o la cantidad de calor ganado por diferentes efectos. Se debe considerar el calor que entra por las paredes, techo y piso. Éste flujo de calor se calcula por la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_f = \sum_i (A_i U_i (T_{ext} - T_{cam})) \times 24h \quad (2)$$

Donde:

Q_f : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

A_i : Área de transferencia en m^2 .

T_{ext} : Temperatura del exterior en $^{\circ}C$.

T_{cam} : Temperatura de la cámara en $^{\circ}C$.

U_i : Coeficiente global de transferencia de calor en $Kcal/^{\circ}C.h.m^2$.

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor se puede considerar únicamente el calor transferido por conducción a través del espesor de la pared y el aislante a utilizar, y procesos de convección libre en el interior y exterior del cuarto (2). Un buen estimado para temperatura externa a considerar ha de ser $30^{\circ}C$, ya que sería la temperatura máxima del ambiente en la universidad durante el año; y como temperatura interna, $4^{\circ}C$ es un valor adecuado para el objetivo de retrasar la descomposición de los desechos orgánicos y demora el crecimiento y reproducción de bacterias.

La siguiente entrada de calor al sistema se denominará cargas del producto, y se refiere a la cantidad de calor que se debe retirar de los desechos para llevarlos a la temperatura deseada. Este cálculo se realiza a través de la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_{pro} = \sum_i (m \times c_p \times (T_{ini} - T_{cam})) \quad (3)$$

Donde:

Q_{pro} : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

m : Masa de desechos ingresado por día en Kg

T_{ini} : Temperatura del inicial de los desechos en $^{\circ}C$.

T_{cam} : Temperatura de la cámara en $^{\circ}C$.

C_p : Capacidad calorífica de los desechos en $Kcal/^{\circ}C.Kg$.

La cantidad de desechos ingresados al cuarto deben ser tomados de los datos estadísticos realizado por el equipo de este mismo servicio comunitario, y que deben estar reportados en un informe realizado paralelamente a éste. La capacidad calorífica de los desechos puede ser promediada ponderadamente a través de la observación del contenido de los desechos, una estimación de las porciones de los compuestos y la capacidad calorífica de los mismos. Para ello se recomienda realizar un estudio de la cantidad de

granos, frutas, vegetales y proteínas preparados por el comedor en kilogramos por día, y realizar una fracción másica de los productos que como aproximación puede ser tomada como la misma proporción existente en los desechos generados en ese mismo día. Este muestreo puede ser realizado por una semana, ya que los valores que se requieren no son estrictos para el sentido de los cálculos.

También se debe considerar el calor que entra a la cámara debido a la apertura de puertas. Este flujo de calor se denominará cargas por renovaciones, y depende del volumen del cuarto y las condiciones del aire que ingresa. Este valor se calcula por la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_{ren} = \sum_i (V \times N^{\circ} renovaciones \times f) \quad (4)$$

Donde:

Q_{ren} : Calor ganado por renovaciones en Kcal/24h.

V: Volumen del espacio a refrigerar en m^3 .

N° renovaciones: Cantidad de aperturas en 24 horas. Es función del volumen del cuarto.

f : Kcal/ m^3 eliminado por las aperturas, depende de la temperatura y el HR del aire que ingresa.

Para la realización de este cálculo, el factor f se puede encontrar en las referencias del presente informe. El número de renovaciones puede estimarse realizando una observación de máximo una semana en la cantidad de veces que el personal del comedor debe ingresar al cuarto para depositar los desechos generados en una de las comidas servidas al día.

Finalmente, para determinar la carga total, se utilizará la ecuación 4, en donde se toma en cuenta un funcionamiento de 16 horas y un aumento de 10% para seguridad.

$$\dot{Q}_{total} = \sum_i \frac{\dot{Q}_f + \dot{Q}_{pro} + \dot{Q}_{ren}}{16} \times 1.1 \quad (5)$$

Donde:

Q_f : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

Q_{pro} : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

Q_{ren} : Calor ganado por renovaciones en Kcal/24h.

Q_{total} : Carga total de refrigeración en Kcal/24h.

➤ **Definición de los materiales de recubrimiento del cuarto:**

A continuación se muestra el planteamiento de los materiales de recubrimiento de las paredes, piso y techo más conveniente para el funcionamiento del cuarto, así como el material de las puertas que permitan prevenir la pérdida del aire refrigerado del la Zona Negra.

Recubrimientos del cuarto cava para el almacenamiento de la basura compactada:

○ **IPA PROTECAPA**



Impermeabilizante

A base de Emulsiones Asfálticas

Es un producto a base de emulsión asfáltica, pastoso y fibroso que al secarse forma una capa impermeable conservando su elasticidad. No se escurre con el calor solar y puede usarse en superficies inclinadas o verticales. Se usa como capa final no pegajosa en impermeabilizaciones de platabandas, como acabado sobre planchas de aislamiento de poliestireno (anime) en cavas frigoríficas o en ductos de aire acondicionado expuestos a la intemperie. PROTECAPA puede pintarse con IPA CAPA COLOR una vez que esté curado.

Aplicación: En frío con pistola.

Rendimiento: Un galón cubre aproximadamente 1 m² aplicándolo en dos capas.

Costo: Bsf. 25,175

Para más información, solicite Especificación de Construcción N° A-2-12.

○ **EKOPRIMER, PRIMER:**

Imprimador.

Compuesto asfáltico de gran penetración, técnicamente balanceado para tener un secado rápido. Se utiliza como primera capa en superficies a impermeabilizar ó reimpermeabilizar. Se presenta en tambor de 55 galones, cuñetes de 5 galones y galón.

○ **IPA ASFALATEX**



Adhesivo

Es un adhesivo a base de emulsión asfáltica espeso y de mucha adherencia. Se usa para pegar planchas de corcho, lana de vidrio, poliestireno, madera, entre otros materiales en paredes, pisos y cielos rasos de cavas frigoríficas. No propaga olor ni sabor a los alimentos y no es contaminante. También se usa para pegar aislamientos térmicos en platabandas y techos. Resistente a temperaturas de 15°C bajo cero.

Aplicación: En frío con palustra de metal.

Rendimiento: Un galón cubre aproximadamente 1 m² las dos capas.

Para más información, solicite Especificación de Construcción N° C-12.

○ IPA HYDROPEL

Especialidades para concreto.

Aditivo hidrófugo.



Aplicación: Como Hidrófugo en concreto: 1 ½ galón de Hydropel por cada saco de cemento de 45 kg. agregar el HYDROPEL al agua de la mezcla nunca al cemento seco. La cantidad de HYDROPEL usada sustituye su equivalente de agua en la mezcla. Para frisos impermeables se usa igual que para concreto. Como pintura impermeabilizante: Limpiar previamente la superficie. Para impermeabilizar: Preparar una solución de una parte de HYDROPEL diluida en una parte de agua. Aplicar con brocha la segunda mano se aplica sin diluir. Un galón cubre aproximadamente 10 m²

Usos: HYDROPEL se usa como impermeabilizante integral en concreto y frisos también se usa como pintura impermeabilizante.

NOTA: No se recomienda para estructuras, ya que reduce ligeramente la resistencia del concreto. Para más Información, solicite Especificación de Construcción N° F-6-10.

Ya conocidos los materiales y sus respectivas características, se mostrará a continuación el procedimiento a seguir más recomendado según las propiedades de cada producto.

Paredes de cavas de refrigeración:

1. Sobre la superficie a recubrir con el aislamiento térmico, se aplica una mano de imprimador “Ekoprimer” con brocha o cepillo teniendo cuidado de diluir un galón de imprimador con 4 galones de agua = 5 galones (cubre aproximadamente 50 m²).

2. A continuación aplique 2 capas de Ipa Protecapa “laykold” como barrera de vapor, con una pelustra o cuchara llana a razón de ½ gl. Por m² (cada capa) teniendo cuidado que la primera capa este totalmente seca antes de aplicar la segunda capa (cuando cambia su color de marrón al negro). Después que el Ipa Protecapa “laykold” haya secado completamente, se colocan unos listones de madera de 5 cm x 5 cm de espesor a una distancia de 1 m entre sí y se fijan con ramplús y tornillos tirafondo.
3. A continuación aplique en la pared Ipa Asfalatex razón de 1/4 gl. Por m² dejándolo secar hasta que su color marrón se torne negro. Luego se pintan las planchas de anime de 1 metro x 0,50 m con un espesor de 2 pulgadas con Asfalatex y cuando éste se torna negro se colocan sobre la paredes. Sobre las paredes axial tratadas se coloca una segunda cobertura de anime teniendo cuidado que las planchas sean colocadas alternadas. También esta segura colocación de anime se pega aplicando sobre las dos superficies asfalatex, dejándolo secar hasta que aparezca el color negro antes de colocar planchas.
4. Sobre esta segunda capa de anime se coloca una malla pajarera fijándola con clavos de madera en sesgo, esta malla se cubre con un friso de mortero de cemento y arena lavada dándole un espesor de 2 cm.
5. Seguidamente a este friso se le da un acabado con polvo de mármol y cemento blanco.
6. Pintar dichas paredes con pintura epoxica.

Techos de cavas de refrigeración:

1. Sobre la base de concreto del techo, se aplica una mano de Ekoprimer imprimador igual al paso n°1 mostrado para la colocación de aislamiento en paredes.
2. Luego se aplica el Ipa Protecapa “ Laykold” como se describió anteriormente en la colocación de aislamiento en paredes.

3. Después de haber colocado los listones en el techo se aplica una mano de Asfalatex de Ipa a razón de 1/4 gl por m². Asimismo se aplica en las planchas de anime de 1 m x 0,50 y con un espesor de 2” y se colocan sobre el techo una vez que el Asfalatex haya cambiado su color marrón al negro. Este procedimiento se repite teniendo cuidado de intercalar las planchas.
4. Sobre el anime se hace el mismo acabado ya descrito en el paso 4 de paredes de cavas de congelación.
5. Pegar cerámica sobre la superficie acabada para facilitar el lavado del cuarto.

Pisos en cavas de refrigeración:

1. Sobre la base del concreto del piso se aplica una mano de Ekoprimer imprimador según las características ya mencionadas anteriormente en el paso 1 tanto para la colocación de aislamiento de paredes como en el techo.
2. A continuación se aplica el Ipa Protecapa “laykold” como en el paso 2 de colocación de aislamiento en paredes.
3. Aplicar en el piso ya tratado, Asfalatex a razón de ¼ gl por m², luego pinte las planchas de anime y cuando el Asfalatex se torna marrón al negro pegue la planchas y así mismo pegue una segunda capa de anime pegándola con Asfalatex teniendo cuidado en intercalar las planchas (tamaño y espesor de las planchas de anime debe ser de 1 m x 0,50 m x 2”).
4. Una vez colocada la segunda hilera de planchas de anime, se coloca una malla pajarera y sobre esta se aplica un acabado de concreto de 5 cm de espesor (arena lavada, arrocillo y cemento).
5. Sobre el acabado de concreto deberá aplicarse un aditivo hidrófugo como impermeabilizante Ipa Hidropel.

Puertas del cuarto cava para el almacenado de la basura compactada.

El cuarto cava como se puede ver en la figura 2 consta de dos zonas: la zona gris que se encuentra a temperatura ambiente y donde se encuentra la maquina compactadora de

basura y la zona negra la cual es un cuarto que se encuentra a temperaturas inferiores a los 0 °C y es el lugar donde se va a almacenar la basura compactada hasta que sea retirada. El sistema contiene 3 puertas identificadas con los números del 1 al 3. La puerta 1 y 3 comunican a la zona gris y a la zona negra con el exterior y la puerta 2 es una puerta interna que comunica a las dos zonas.

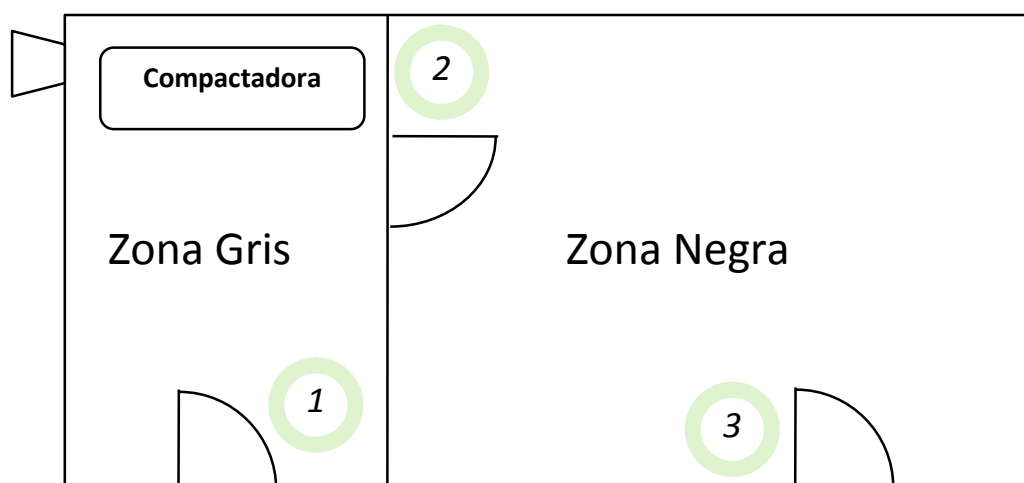


Figura 2: Distribución de puertas en el cuarto de refrigeración

Puerta #1: Comunica a la zona gris con el exterior y es importante que tenga un óptimo aislamiento acústico, ya que el cuarto se encuentra en un sector rodeado por edificios de oficinas, aulas y un comedor estudiantil, además que circulan personas por su alrededores. La máquina compactadora entra en servicio durante los horarios en que se sirve comida y éstos coinciden con los horarios de clases. Por lo tanto, es muy importante que se emita la menor cantidad de ruido posible hacia el exterior para no interrumpir la tranquilidad del campus universitario.

Se va a utilizar una puerta batiente que abre hacia el exterior (ver figura 3 en la sección de anexos) de aluminio y poliuretano con un espesor de 100 mm con herrajes importados 1,40 x 2,40m.

Puerta # 2: Comunica la zona gris con la zona negra, mantiene aislado térmicamente a la zona negra ya que ésta se encuentra a temperaturas inferiores a 0°C, y es importante mantener las condiciones ya que se está almacenando desperdicios orgánicos

que se pueden descomponer y generar bacterias y virus nocivos para la salud de las personas que circulan dentro de la universidad.

Para mantener las bajas temperaturas, se va a utilizar una doble protección una puerta corrediza aislante y unas cortinas de polímero (ver anexos figura 4 y 5). Debido a que estas zonas van a estar en constante comunicación se va a utilizar la puerta corrediza para no ocupar espacio del depósito y la cortina para disminuir la transferencia de calor entre los dos cuartos cuando la puerta este abierta. Dicha puerta de tipo corredera son fabricadas en aluminio y poliuretano con un espesor de 100 mm con herrajes importados. Las dimensiones de la misma son 1,40 x 2,40 m, y con respecto a la cortina, esta es fabricada en Thermofilm (PVC).

Puerta # 3: comunica la zona negra con el exterior, es importante que mantenga aislado térmicamente el interior del cuarto ya que se requiere que se mantenga las bajas temperaturas. Se va a utilizar una puerta corredera para no ocupar espacio del almacén. Aquí se utilizará una puerta tipo corredera igual a la usada en la puerta dos (2), pero sin la colocación de cortinas aislantes.

.

CONCLUSIONES

1. Se debe determinar el tamaño del sistema de compactación para realizar el tamaño definitivo de la Zona Gris.
2. Se necesita estudiar más a fondo los materiales de recubrimiento aquí propuestos para hacer la selección final.
3. En base a las propiedades requeridas para los recubrimientos térmicos (principalmente mantener la temperatura del cuarto) se establecieron una serie de materiales para ser usados en el piso, paredes y techo del cuarto de refrigeración.
4. Los materiales propuestos fueron IPA PROTECAPA, IPA ASFALATEX, IPA HYFROPEL y EKOPRIMER PRIMER, los cuales consisten en un impermeabilizante, aditivo hidrófugo, adhesivo e imprimidor respectivamente.
5. Para establecer el recubrimiento térmico en las zonas respectivas del cuarto se requiere seguir a cabo una serie de pasos mediante los cuales se irán aplicando de manera específica los materiales propuestos.
6. Para el diseño de las puertas del cuarto cava, se tomó en cuenta la interacción con el exterior y la interacción entre las dos cámaras que componen el cuarto cava, esto con la finalidad de conservar el funcionamiento de cada sección del cuarto.
7. Los materiales seleccionados para las puertas garantizan la resistencia y funcionalidad requerida de las mismas en óptimas condiciones.

RECOMENDACIONES

1. Debido a la cantidad de variables a considerar, se recomienda entrar en contacto con algún profesor de mecánica, ya que pudiera facilitar un programa que hace más fácil la realización de los cálculos descritos.
2. Realizar nuevos muestreos de los desechos generados por el comedor para determinar un estimado de las proporciones de tipos de desechos generados, con el fin de poder calcular la capacidad calorífica de la basura a refrigerar.
3. Realización de observaciones para determinar el número de renovaciones de aire, necesarios para determinar el calor que entra al cuarto por
4. Plantear el sistema de ventilación de la Zona Gris.
5. Plantear el sistema de desagüe de cada una de las zonas del cuarto, e investigar cómo se haría su conexión con el sistema de aguas negras de la universidad.
6. Se recomienda realizar cálculos energéticos y posteriormente costos de implementación y mantenimiento del cuarto cava para verificar la factibilidad del proyecto.

REFERENCIAS

1. Estrategias en el diseño de cuartos fríos. [En línea] [Citado el: 2 de Octube de 2008.]
<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/cuartos.htm>.
2. Incropera, Frank y DeWitt, David P. *Fundamentos de Trasferencia de Calor*. 4ta. Edición. México : Prentice Hall Hispanoamericana S. A, 1999.
3. www.POLIPANEL.com
4. <http://www.anmat.gov.ar/BoletinesBromatologicos/gacetilla6.pdf>

ANEXOS



Figura 3: Puertas de Tipo Batiente



Figura 4: Puertas de Tipo Corredera



Figura 5: Puertas de Tipo Batiente y Cortinas en Thermofilm

APENDICE

A continuación se presenta el resumen de un presupuesto de los materiales a utilizar en el ensamblaje de las puertas aislantes del cuarto frío. Dicha cotización fue proporcionada por la empresa POLIPANEL *Soluciones en Frío*. El Presupuesto total puede observarse en el apéndice.

Presupuesto para puertas cortinas y lámparas del cuarto frío				
Detalle	Unidad	Cantidad	US\$/Unidad	US\$
Puerta batiente (e:100mm) con herrajes importados y resistencia en marcos	U	1	1.250,00	1.250,00
Puerta corredera (e:100mm) con herrajes importados 1,40 x 2,40 m	U	2	2.350,00	4.700,00
Cortina en Thermofilm	U	1	145,00	145,00
Lamparas hermética 32 W 2 tubos neón con difusor acrílico transparente.	U	1	165,00	165,00
SubTotal		US\$		6.260,00
IVA		US\$	9,00%	563,40
Total		US\$		6.823,40
Total en moneda local (Bs.F)			Bs.F	14.670,31

Apéndice 1: Cotización para puertas cortinas y lámparas del cuarto de refrigeración

Realizado por:

Jonathan Sarti	04-37595
Erwin Morlets	02-35199
Angelina Vespoli	04-37704
Astrid Bermúdez	04-36743
Maryliz Torres	04-37651
Kristel Echenagucia	04-36932
Jonathan Sánchez	03-36476
Gabriela Avalos	04-36704