

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA DEL CUARTO
FRÍO PARA CONSERVACIÓN DE MUESTRAS DE LA EMPRESA DAPHNIA LTDA**

IVAN CAMILO SANTANA TORRES

**para optar por el título de
Ingeniero Ambiental**

**Asesor Temático
ZULLY ESMERALDA GOMEZ ROSALES**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTA
2021**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, enero de 2021

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1 DIAGNÓSTICO	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.2 PROCESO DEL LABORATORIO DAPHNIA LTDA	10
1.2.1 Recepción de muestras.....	10
1.2.2 Aceptación de muestras	10
1.2.3 Ubicación De Muestras En El Cuarto Frío	10
1.2.4 Ingreso y Salida De Muestras Al Cuarto Frío.	11
1.3 ANÁLISIS CONSUMO ENERGÉTICO.	12
1.4 CUARTO FRÍO	12
1.4.1 Unidad Evaporadora	13
1.4.2 Unidad Condensadora	13
1.4.3 Refrigerante.....	14
2 PROPUESTA.....	15
2.1 PRUEBA DE LAS BUENAS PRÁCTICAS	15
2.2 REESTRUCTURA DEL MANEJO DEL CUARTO FRÍO	18
2.3 BENEFICIOS	19
2.4 COSTOS RECIPIENTE TÉRMICO TRANSPORTADOR.....	20
3 CONCLUSIONES	22
4 RECOMENDACIONES	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS.....	25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Consumo energético DAPHNIA LTDA	12
Tabla 2. Temperatura inicial y final registrada del blanco	17
Tabla 3. Resumen y comparación de los datos obtenidos en las mediciones de la visita y buenas prácticas.....	18
Tabla 4. Registro del consumo del cuarto frío a diferentes potencias.....	19
Tabla 5. Cálculo del consumo del cuarto frío retomando la temperatura operativa.....	20
Tabla 6. Cálculo del retorno de la inversión con la implementación de las buenas prácticas	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación DAPHNIA LTDA	8
Figura 2. Esquema de los componentes del cuarto frío	14
Figura 3. Cuarto frío DAPHNIA LTDA	13
Figura 4. Multiparámetro HANNA	16
Figura 5. Multiparámetro ORIBA.....	16
Figura 6. Alistamiento de muestras implementación de buenas prácticas	17
Figura 7. Preparación de muestras para análisis.....	19
Figura 8. Recipiente térmico Fagor	21

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Tablas de registro visitas y pruebas de campo.....	25
ANEXO B. Calibracion multiparametro oriba	26

RESUMEN

Este análisis tiene por objeto la evaluación y diagnóstico de la eficiencia energética en el sistema que usa DAPHNIA LTDA para mantener refrigeradas las muestras que ingresan al laboratorio, con el fin de determinar pérdidas de energía y plantear oportunidades de mejora en el cuarto frío reduciendo el costo operativo del cuarto frío y disminuyendo el consumo de energía del mismo.

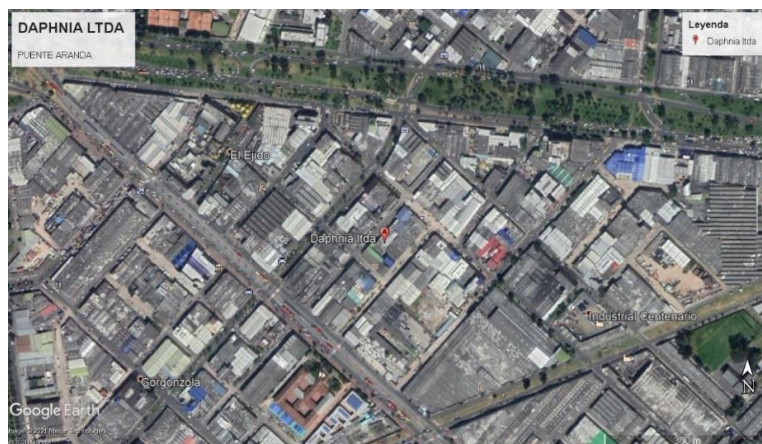
Palabras clave: eficiencia, frío, costos, ahorro, energía.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la refrigeración es un proceso clave para Sectores productivos tales como agrícola, pesquero, flores y plantas; ya que permite reducir sustancialmente las pérdidas o desperdicio de alimentos, así como mejorar significativamente la seguridad alimentaria, reduciendo riesgos de contaminación y proliferación de enfermedades, estos sistemas pueden abarcar hasta el 50% del consumo eléctrico de una organización (Iledezma, 2013), por lo que se debe prestar especial atención en la eficiencia energética, para así contribuir en la conservación del medio ambiente a través de la reducción del consumo de energía y la operación óptima de la refrigeración, además de generar un beneficio económico para la organización.

Adicional a los sectores ya mencionados existen otras organizaciones que no están involucradas con estos y que utilizan los cuartos fríos como medio de refrigeración, siendo estos primordiales en sus procesos de producción. Daphnia LTDA, es una compañía ubicada en la ciudad de Bogotá en la localidad de Puente Aranda como se muestra en la figura 1. Se enfoca en muestreos y estudios ambientales, pruebas de laboratorio e interpretación de la información relacionada con la calidad del medio ambiente, y aunque estos procesos no evidencian un uso indispensable de una cadena de frío, es esencial para las muestras estar refrigeradas para conservar los compuestos que van a ser analizados en el laboratorio. Para el estudio del consumo se realizó un diagnóstico de eficiencia evaluando las temperaturas de conservación de muestras en la compañía Daphnia LTDA, para ello se utilizaron los análisis históricos de consumos eléctricos, registro del uso del cuarto frío en una jornada laboral cotidiana en la empresa, recopilación de datos e información en campo para realizar el análisis energético, entrevistas a los operarios involucrados en el proceso de funcionamiento y descripción del Equipo.

Figura 1. Ubicación DAPHNIA LTDA



Adaptado de Google Earth Pro

1 DIAGNÓSTICO

El análisis de consumo energético se basó en los datos aportados por el departamento de contabilidad de la empresa, la información recolectada en las visitas a la compañía y en los reportes verbales aportados por los operarios del cuarto de frío.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El consumo de energía como aspecto ambiental contribuye enormemente a la huella ambiental de una organización y por lo tanto a su huella de carbono. Esto traducido en términos de cambio climático significa un aporte sustancial de GEI (Gases de Efecto Invernadero). Los cuartos fríos aparte de generar estos gases representan un alto porcentaje de consumo energético (MINAMBIENTE, 2015).

Dentro de todo este contexto Colombia, al estar dentro de los países que se suscribieron a la declaratoria de los Protocolos de Montreal y Kioto también se comprometió en el Acuerdo de París a reducir el 20% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2030, teniendo como punto de partida el inventario de emisiones nacionales de 2010, cumpliendo esto se haría una reducción al deterioro ambiental por GEI y a su vez el país obtendrá apoyo internacional de la cumbre de París (MINAMBIENTE, 2015). Debido a esto, la eficiencia energética además de ser un tema financiero representa también un compromiso social y medioambiental en empresas que buscan contribuir y ser agentes de cambio mediante sus políticas de sustentabilidad (Evans, 2018).

La eficiencia energética de un cuarto frío es lograr que la potencia que se le suministra al sistema sea aprovechada al máximo. Inevitablemente siempre existirán pérdidas por fricción, vibraciones, mal uso del equipo o falta de mantenimiento. Cuando se reducen las pérdidas directamente se evitan incrementos en costos por consumos y prolongar la vida útil del equipo (Magos, 2014).

1.2 PROCESO DEL LABORATORIO DAPHNIA LTDA

Uno de los servicios que presta Daphnia LTDA es el análisis de laboratorio de muestras para múltiples parámetros en los que ellos están certificados por el IDEAM, las muestras se analizan en áreas separadas, según sus características y tipo de análisis, asegurando que no se presente contaminación cruzada entre áreas que pueda afectar la calidad de los resultados de laboratorio. Para el interés de este diagnóstico solo vamos a analizar el proceso del laboratorio que es donde está involucrado el objeto de estudio (DAPHNIA LTDA, 2017).

1.2.1 Recepción de muestras

El auxiliar de Laboratorio recibe las muestras; verifica que se encuentren íntegras y completas de acuerdo a la información entregada en la Cadena de Custodia y registra en el mismo documento, fecha y hora de recepción, estado, temperatura y pH; cantidad de muestras recibidas y nombre del cliente (DAPHNIA LTDA, 2017).

1.2.2 Aceptación de muestras

El primer filtro de aceptación es el control de la temperatura, se realiza a los blancos o contenedores de las muestras, estas se organizan en el área de recepción dentro de laboratorio, el auxiliar comprueba además que cumplan con criterios de aceptación como tiempo máximo desde que se tomó la muestra, integridad de los recipientes, volumen de muestra, preservación con el reactivo químico recomendado, Identificación de la muestra entre otros (DAPHNIA LTDA, 2017).

1.2.3 Ubicación De Muestras En El Cuarto Frío

Para garantizar la preservación y custodia de las muestras Daphnia Ltda., cuenta con un cuarto frío, en el cual se organizan por tipo de envase y análisis: Fisicoquímico general, DQO, Fósforo, NTK, Aire, cianuros, Aceites y/o Grasas/Hidrocarburos, PCB's, fósforo orgánico– inorgánico y total, COT, pesticidas, soluciones preparadas para calidad de aire y otras que requieran refrigeración.

El Auxiliar de Laboratorio ordena cuidadosamente las muestras en el cuarto frío, de acuerdo a las especificaciones mencionadas anteriormente y en orden ascendente de izquierda a derecha y de adelante hacia atrás, con respecto a la numeración de identificación de las muestras (DAPHNIA LTDA, 2017).

La temperatura del cuarto frío, se registra diariamente en un formato. Esta debe permanecer en un rango de temperatura operativa de $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, si se llega a observar una temperatura por fuera de este rango se informa de inmediato al área de mantenimiento para que se efectúe la revisión pertinente. Se hace limpieza general al cuarto frío cada cuatro meses con un desinfectante a base de cloro. (DAPHNIA LTDA, 2017).

1.2.4 Ingreso y Salida De Muestras Al Cuarto Frío.

El auxiliar del laboratorio es la persona responsable de la entrada y salida de muestras del cuarto frío, cuando los analistas de laboratorio requieren muestras para análisis, las solicitan mediante el listado de muestras por analizar, se ubican dentro del cuarto frío y las coloca en el carro para la distribución a las diferentes áreas de análisis en el laboratorio.

Una vez finalizado cada análisis, los Analistas marcan en la etiqueta del envase y sobre el código el parámetro analizado trazando una línea, Las muestras se retiran del cuarto frío después de realizar la totalidad de los análisis y pasan a la bodega de muestras analizadas para luego realizar su disposición final.

1.3 ANÁLISIS CONSUMO ENERGÉTICO.

El consumo energético de los últimos seis meses se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Consumo energético DAPHNIA LTDA

Mes	Consumo (kWh)	Costo
JUL	6960	\$ 3.754.572
AGO	7680	\$ 4.142.976
SEP	7020	\$ 3.786.939
OCT	8400	\$ 4.531.380
NOV	10080	\$ 5.437.656
DIC	10260	\$ 5.534.757
ENE	5760	\$ 3.107.232
Costo kWh Promedio		\$ 539,45

Fuente propia

De acuerdo a la información recolectada en las visitas y lo que se ve reflejado en el consumo de los recibos, el ingreso de muestras y almacenamiento de las mismas aumenta a inicios de noviembre y disminuye en enero, durante ese periodo el cuarto frío alcanza hasta el 90 por ciento de su capacidad.

1.4 CUARTO FRÍO

Según lo informado por el personal de mantenimiento de la empresa antes del 2016 la empresa contaba con un sistema de refrigeración distinta. El sistema actual se muestra en la figura 3, fue diseñado y construido por personal externo, que dejó como registro las especificaciones técnicas del equipo y pruebas de puesta en marcha, consumo y potencia del mismo. El sistema presenta un consumo total de sus componentes de 30.5 kWh. (DAPHNIA LTDA, 2016).

Figura 2. Cuarto frío DAPHNIA LTDA



Fuente Propia

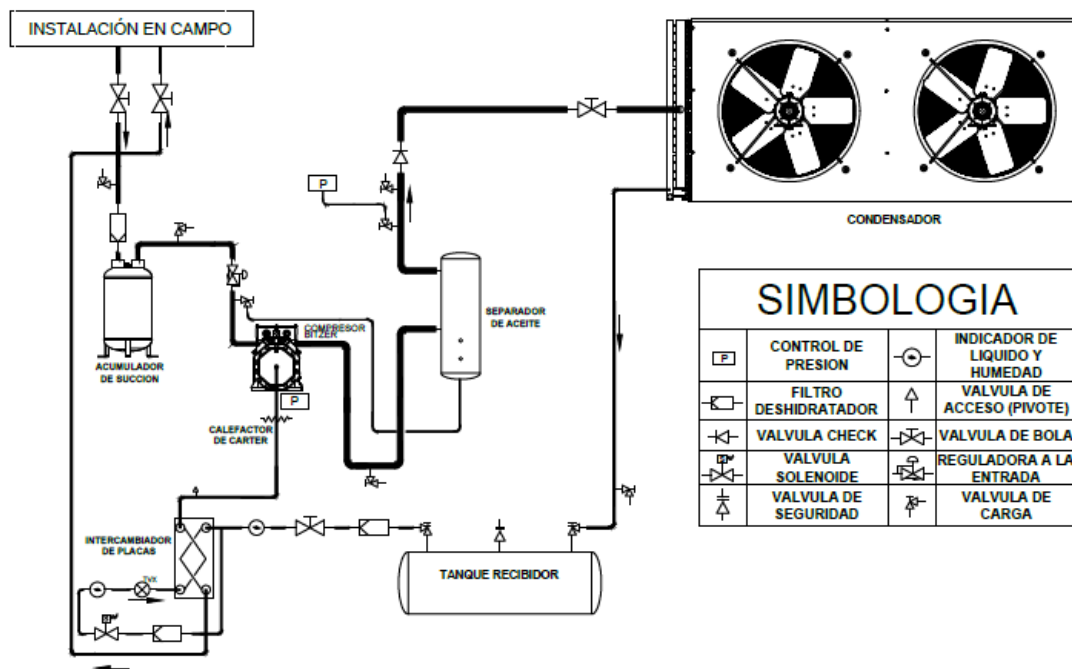
1.4.1 Unidad Evaporadora

Los evaporadores están contruidos en aluminio texturizado para uso rudo. La charola de recolección de condensados es abatible para fácil limpieza. Poseen conexiones tipo soldable para evitar fugas. Cuenta con válvula para medir presión de succión y con tubería en serpentín tipo rifle para máxima eficiencia. Cuenta con la certificación UL (Underwriters Laboratories) que es uno de los símbolos más relevantes en Estados Unidos y Canadá con los que cuenta un producto para confirmar que cumple con la garantía los estándares de seguridad y calidad de los productos en de Estados Unidos y Canadá (DAPHNIA LTDA, 2016).

1.4.2 Unidad Condensadora

Una unidad condensadora BOHN referencia de 3 HP (Horse Power) y otra BOHN con capacidad de 16HP (Horse Power). Cuentan con aprobaciones UL (Underwriters Laboratories) de Estados Unidos y Canadá (DAPHNIA LTDA, 2016). La distribución de los componentes se presenta en la figura 2.

Figura 3. Esquema de los componentes del cuarto frío



Fuente: (DAPHNIA LTDA, 2016)

1.4.3 Refrigerante

En el sistema que se tenía en la compañía antes de la reconversión energética ya mencionada se tenía un cuarto con un refrigerante de tipo R-22, con la firma del tratado del protocolo de Montreal Colombia se comprometió a sustituir y eliminar el uso de los CFC (clorofluorocarburos) y HCFC (Hidroclorofluorocarbonos), el R-22 se encuentra en el grupo de HCFC (MINAMBIENTE, 2015).

Para el sistema actual se utiliza refrigerante R404a para ambos sistemas de enfriamiento, por su buena eficiencia a baja y media temperatura, y por ser uno de los mejores sustitutos del R-22. Sus mejores rendimientos se obtienen justamente en el rango de -45°C y $+10^{\circ}\text{C}$ que coinciden con ambas cámaras (DAPHNIA LTDA, 2016).

2 PROPUESTA

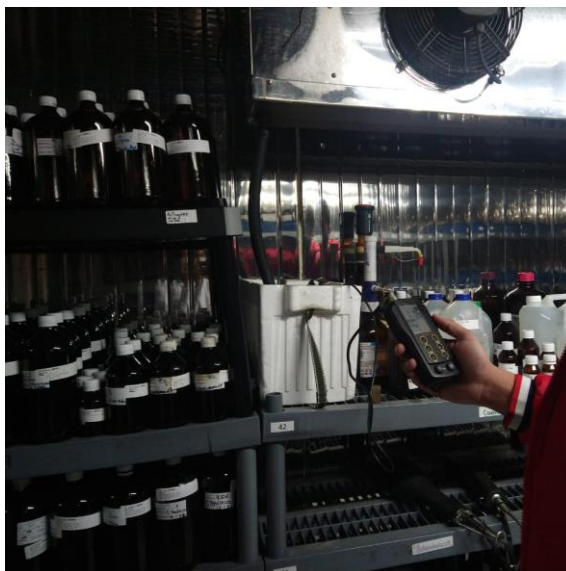
Durante el trabajo en campo se pudo identificar una oportunidad de mejora en el proceso de solicitud de muestras al auxiliar de laboratorio, se trata de reducir el tiempo en el que se abre la puerta del sistema, evitando que tenga que regular la temperatura varias veces durante el día, y así reducir el consumo energético ya que cuando se abren las puertas el sistema adquiere calor y consume más energía para alcanzar la temperatura operativa nuevamente.

2.1 PRUEBA DE LAS BUENAS PRÁCTICAS

Para ejecutar pruebas en campo se debía obtener datos con los cuales poder comparar los resultados de la prueba, se realizaron dos visitas previas donde se registró el manejo que se le da al cuarto frío, la entrada y salida de las muestras y tiempos en los procesos. Como resultado de los días registrando datos en campo se obtuvo que en promedio a diario se ingresa al cuarto frío de 3 a 4 veces al día, dependiendo de la demanda de muestras que se solicitan, la puerta del sistema permanece abierta de 7 a 15 minutos aproximadamente.

Con el fin de comprobar si la gestión realizada en las buenas prácticas presenta mejoras en el manejo del cuarto frío, se consolidaron los datos registrados en un tabla de Excel (ANEXO A) donde se puede ver la temperatura que alcanza el cuarto frío cuando se abre la puerta y como regula la temperatura operativa tanto para los días de observación como para el día en que se implementaron las buenas prácticas, las mediciones se obtuvieron con equipos multiparámetro HANNA(figura 4) y ORIBA (figura 5) como se muestran en la figura 4 y 5, cuentan con calibración vigente y una incertidumbre del 0,1% (ANEXO B), el equipo de medición ORIBA registra datos de temperatura cada segundo y los puede presentar integrados cada minuto o el intervalo que se requiera .

Figura 4. Multiparámetro HANNA



Fuente Propia

Figura 5. Multiparámetro ORIBA



Fuente propia

Para poder realizar la prueba sin inversión previa se utilizaron neveras térmicas que mantienen la temperatura por 24 +/- 1 hora y que son usadas por el laboratorio en sus muestreos, allí se ingresaron las muestras que iban a ser utilizadas en un día normal de análisis. Para asegurar la temperatura operativa dentro de las neveras se utilizó un blanco que fue agua potable contenida en un frasco igual al de las muestras, se midió la temperatura del blanco al inicio y final de la jornada, con el fin de comparar las dos medidas y verificar si se mantuvo la temperatura operativa.

La temperatura del blanco que se utilizó para comprobar la conservación y la comparación de registros de la prueba con las visitas previas se presentan a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Temperatura inicial y final registrada del blanco

Temperatura (°C) inicial	Temperatura (°C) final
3,5	5,2

Fuente propia

La temperatura del blanco se mantuvo en el rango técnico para conservación de muestras (4 +/- 2 °C).

El día previo a la prueba se solicitó a los analistas llenar el formato con todos los parámetros de las muestras a analizar el día siguiente, se acompañó al auxiliar para ordenar las muestras y dejarlas listas en el recipiente transportador como se muestra en la figura 6 y ordenarlas en las neveras para que los analistas puedan acceder a ellas en el momento en que las necesiten.

Figura 6. Alistamiento de muestras implementación de buenas prácticas



Fuente propia

En la tabla 3 podemos ver la comparación de los datos registrados de la prueba con los días de visita, el sistema estaría más tiempo en estado de conservación de temperatura, estado en el cual se consume menos energía ya que no tiene que activar sus componentes para disminuir la temperatura adquirida en el intercambio de calor obtenido en las aperturas de la puerta.

Tabla 3. Resumen y comparación de los datos obtenidos en las mediciones de la visita y buenas prácticas.

Registros	t (min) Abierto	t (min) Recuperación	t (min) Conservación
DIA 1	41	43	516
DIA 2	40	36	524
PRUEBA	21	19	560

Fuente propia

2.2 REESTRUCTURA DEL MANEJO DEL CUARTO FRÍO

En las visitas técnicas se pudo identificar que las múltiples aperturas del cuarto frío hacen que tenga que recuperar en varias ocasiones la temperatura operativa requerida, lo que se recomienda a continuación es adquirir un recipiente térmico para transportar las muestras que se retiran y se llevan a los analistas, de manera que se conserve la temperatura para que la puerta del cuarto frío solo se tenga que abrir una vez al día y que en la misma apertura se ingresen las muestras del día anterior. También se debe modificar el formato con el cual se solicitan las muestras, para que los analistas pidan todos los parámetros y muestras que van a utilizar en su próxima jornada laboral.

Adicional a lo anterior se requiere capacitar periódicamente al personal involucrado con las muestras; de tal manera que tengan claro como diligenciar el nuevo formato y como programar su jornada laboral desde el día anterior sin afectar su rendimiento.

El más importante en esta capacitación es el auxiliar de laboratorio ya que él va a tener que adecuar la distribución del cuarto frío de tal manera que el recipiente transportador tenga las muestras y parámetros para los análisis diarios como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Preparación de muestras para análisis



Fuente propia

2.3 BENEFICIOS

Según la información suministrada por el encargado de mantenimiento y funcionamiento del cuarto frío, el consumo energético del sistema se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Registro del consumo del cuarto frio a diferentes potencias

Potencia (HP)	CONSUMO (kWh)
8.5	13.88
12.5	18.75
17	27.92

Fuente propia

En los reportes iniciales de mantenimiento para el cuarto frio realizados por el personal que construyo el sistema, se registraron medidas del consumo energético y la potencia que alcanza cuando está adquiriendo la temperatura operática requerida, se registró que para que el sistema

adquiera dicha temperatura trabaja a una potencia de 15 a 16 HP hasta que entra en un estado de conservación de las condiciones.

Tomando como base los datos anteriores y con los resultados de la prueba de implementación de buenas prácticas, se tiene que el sistema funcionando a 17 HP consume 27.92 kWh y regulando la temperatura requiere entre 15 y 16 HP. Para el cálculo se utilizó el promedio de estos datos (15.5 HP) que requieren un consumo de 25.46 kWh y se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Cálculo del consumo del cuarto frío retomando la temperatura operativa

Registro	Tiempo sistema activo (min)	Consumo (kWh)
DIA 1	46	16.95
DIA 2	33	14.00
PRUEBA	19	8.06

Fuente Propia

El consumo de energía se reducirá de forma apreciable debido a que en las prácticas el sistema de refrigeración solo tendrá que compensar la temperatura operativa una vez en el día, además un mayor aprovechamiento de la energía utilizada, esto sin afectar la operatividad del laboratorio.

2.4 COSTOS RECIPIENTE TÉRMICO TRANSPORTADOR

Para que las buenas prácticas propuestas se realicen de manera óptima se requiere la adquisición de un recipiente transportador que mantenga la temperatura de una manera más eficiente y confiable que las neveras con las que se realizó el ejercicio.

En el mercado encontramos varias opciones que oscilan entre el millón y los dos millones quinientos para calcular el costo y viabilidad seleccionamos el que cumplía con los criterios de aceptación requeridos por el laboratorio para el análisis de las muestras. En la figura 8 se puede ver el equipo del fabricante Fagor, y presenta las siguientes características:

- Temperatura de trabajo de +2 °C a +8 °C con 32 °C de temperatura ambiente.
- 4 ruedas giratorias de 125 mm de diámetro, 2 de ellas con freno, con parachoques de goma en cada esquina.

- Termostato digital
- Armarios de doble pared con aislamiento de poliuretano inyectado ecológico, libre de CFC con una densidad de 40 kg/m³
- Bisagras dotadas con mecanismo de cierre automático. Cuando la puerta está en una posición menor a un ángulo de 90° se cierra totalmente, evitando la pérdida del frío.

Figura 8. Recipiente térmico Fagor



Nota. Adaptado (FAGOR, 2020)

Fuente propia

El costo de este equipo es de \$ 2'150. 000. Si se obtuviera este equipo y se realizaran las buenas prácticas tendríamos que la inversión de este retornaría en menos de dos años, tomando como referencia de consumo normal el día 2 de registro de datos que fue cuando se registró un menor tiempo del sistema activo recuperando temperatura, basándonos en lo anterior se calculó el ahorro en los periodos de tiempo que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Cálculo del retorno de la inversión con la implementación de las buenas prácticas

Consumo normal	Consumo con buenas prácticas	Ahorro kWh	Ahorro día	Ahorro mes	Ahorro año
14	8,06	5,94	\$ 3.204,33	\$ 96.129,99	\$ 1.153.559,88

Fuente propia

3 CONCLUSIONES

Se concluye que el cuarto frío de Daphnia LTDA es eficaz porque mantiene la temperatura operativa y cumple con los criterios de aceptación del laboratorio; pero no está siendo eficiente ya que no está teniendo el rendimiento para el cual fue diseñado, puesto que debería registrar en conservación una temperatura de 4 °C y en las pruebas realizadas se puede ver que solo alcanza temperaturas entre 4,9°C y 5,1°C.

Al implementar las buenas prácticas en el cuarto frío durante un año, se lograría un ahorro de un total 2.138.4 kWh, esto traduce beneficios económicos para la empresa. Con los kWh ahorrados se está aportando a mitigar los efectos contaminantes y modificadores del clima ya que reduce la demanda de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.

4 RECOMENDACIONES

Por lo observado en cuanto al rendimiento del cuarto frío uno de los componentes que pueda que no esté funcionando correctamente es el condensador por dos aspectos el primero es que las tuberías que conectan el evaporador con el compresor no se encuentran aisladas por lo que el refrigerante absorbe calor en su recorrido, ocasionando que el compresor demande potencia adicional; la segunda es que en el compresor se evidencio un leve capa de escarcha y esto puede estar pasando cuando se abre la puerta del cuarto frío se produce infiltración del aire externo aumentando la carga térmica, el aire caliente al chocar contra el evaporador frío condensa su contenido de vapor de agua y como su temperatura de trabajo es menor se va formando esta capa sobre el evaporador, reduciendo la transferencia de calor y disminuyendo el flujo del aire (García, 2014) .Se recomienda ejecutar una revisión técnica a profundidad del rendimiento del cuarto frío y de sus componentes, que se podrían ejecutar cuando se le está haciendo limpieza al cuarto frío.

Daphnia LTDA cuenta con un sistema integrado de gestión, por lo que tendrían un gran avance si quisieran agregar la ISO 50001 a su sistema, esto les aportaría ventajas como los indicadores energéticos de desempeño que permiten medir de forma desvinculada de otros parámetros, los resultados de las acciones de mejora energética planificadas y llevar un seguimiento mediante un proceso de auditoría energética continuo.

BIBLIOGRAFÍA

- ANLA. (2017). *Resolución 01100*.
- DAPHNIA LTDA. (2014). *Inducción*.
- DAPHNIA LTDA. (2016). *Especificaciones técnicas cuarto frio*. Bogota.
- DAPHNIA LTDA. (2016). *Reconversión tecnológica de un sistema frigorífico*.
- DAPHNIA LTDA. (2017). *Funcionamiento general del laboratorio*.
- Evans, J. (2018). *Rendimiento Energético*.
- FAGOR. (2020). *Catalogo Transporte termico* .
- García, F. J. (2014). *Diagnóstico energético integral de dos centros de*.
- Iedezma, M. (2013). *Marco de análisis del mecanismo de desarrollo limpio y las oportunidades del mercado del carbono para el desarrollo de Colombia**.
- Magos, A. (2014). *Diagnóstico Energético para Equipos de Refrigeración en*.
- Martínez, I. (2015). *Ahorro y gestión de energía en un cuarto frio*. Mexico D.F.
- MINAMBIENTE. (2015). *Implementacion del protocolo de Montreal en Colombia* .
- MINAMBIENTE. (2015). *Ozono*.
- MINAMBIENTE. (2016). *El acuerdo de París*.
- Restrepo, Á. H. (2012). Estudio y analisis energetico de un cuarto frío . *Scientia et Technica*, 183.
- Rubio, F. G. (2013). *Eficiencia energética y derecho*. Dykinson.
- Sánchez, J. M. (2016). *Gestión de la eficiencia energética en el sector industrial*. madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Teheran, J. (2010). *Evaluacion y rediseño de los equipos de congelacion y refrigeracion de C.I. Vikingos*.
- UPME. (2017). *Guía práctica para la aplicación de los incentivos*.
- Yax, D. (2009). *Automatizacion de cuartos frios para ahorro energetico*.

ANEXOS

ANEXO A. Tablas de Excel con registro visitas y pruebas de campo.

Dia 1					
HORA	# APERTURA	TEMPERATURA			
8:00		4,8			
8:30		4,8			
8:31	1	5			tiempo con la puerta abierta
8:32		5,1			tiempo sistema activo recuperando energía
8:33		5,4			tiempo del sistema en recuperación
8:34		5,4			
8:35		5,7			
8:36		6,1			
8:37		6,5			
8:38		6,8			
8:39		7,2			
8:40		7,5			
8:41		7,8			
8:42		8			
8:43		7,9			
8:44		7,6			
8:45		7,1			
8:46		6,4			
8:47		5,8			
8:48		5,6			
8:49		5,4			
8:50		5,3			
8:51		5,1			
8:52		5			
9:12		4,9			
9:32		5			
10:40	2	4,9			
10:41		5,1			
10:42		5,2			
10:43		5,4			
10:44		5,7			
10:45		6,1			
10:46		6,4			
10:47		6,8			
10:48		7,1			
10:49		7,9			
10:50		8,4			
10:51		8			
10:52		7,6			
10:53		7,2			
10:54		7,1			

ANEXO B. Calibración multiparámetro oriba

Daphnia Ltda.	REPORTE DE VERIFICACION INTERNA	REPORTE No. TB-11-2435
		Página 1 de 1

EQUIPO	Multiparámetro -Oxigeno	
MARCA	HORIBA	MODELO U-5000
SERIE	V3BAL7MP	CÓDIGO E-TB-2021

METODO DE CALIBRACION UTILIZADO: Comparación de lectura del equipo contra lectura por método Winkler

ESPECIFICACIONES DE LOS PATRONES EMPLEADOS PARA LA CALIBRACION

Referencia y marca: Comparación método winkler con agua de dilución empleada en el análisis de DBO5 No.
 Certificado: N.A

Daphnia Ltda.	REPORTE DE VERIFICACION INTERNA	REPORTE No. TB-11-2436
		Página 1 de 1

EQUIPO	Multiparámetro - Temperatura	
MARCA SERIE		

METODO DE CALIBRACION UTILIZADO:

ESPECIFICACIONES DE LOS PATRONES EMPLEADOS PARA LA CALIBRACION

Referencia y Marca: TERMOCUPLA E-TL-1374 FLUKE 54 II
 No. certificado: CLT 131119

REGISTRO DE MEDICIONES DE VERIFICACION

VALOR DEL PATRÓN:	TEMPERATURA (°C)	TEMPERATURA (°C)
REPLICA	VALOR MEDIDO	VALOR REFERENCIA
1	19,43	19,42
2	19,42	19,41
3	19,43	19,41
4	19,42	19,40
5	19,42	19,41
6	19,43	19,41
7	19,43	19,40
8	19,43	19,41
9	19,43	19,42
MEDIA	19,43	19,41

DESV. ESTÁNDAR	0,00	*
% DE ERROR	0,1	*
CRITERIO DE ACEPTACIÓN		

% ERROR < 10	0,1 % cumple
--------------	--------------

OBSERVACIONES / DECLARACIONES: EQUIPO CONFORME PARA LOS FINES PREVISTOS
