

DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ENERGÉTICO GENERADO POR SISTEMAS
DE ENFRIAMIENTO EN CUARTOS FRÍOS Y PROPUESTA ENERGÉTICA DE
BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES-BOP PARA LA REDUCCIÓN DEL
CONSUMO

PARRA MESA MARIA FERNANDA

UNIVERSIDAD SANTO TÓMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DIPLOMADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
BOGOTÁ D.C

2021

DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ENERGÉTICO GENERADO POR SISTEMAS
DE ENFRIAMIENTO EN CUARTOS FRÍOS Y PROPUESTA ENERGÉTICA DE
BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES-BOP PARA LA REDUCCIÓN DEL
CONSUMO

MARIA FERNANDA PARRA MESA

Trabajo escrito para el diplomado de Eficiencia Energética

Directora

Ing. Nidia Isabel Molina Gómez

Magister en Administración

UNIVERSIDAD SANTO TÓMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DIPLOMADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
BOGOTÁ D.C

2021

CONTENIDO

RESUMEN	6
1.INTRODUCCIÓN	7
2.DIAGNÓSTICO	9
3.PROPOSTA Y POSIBILIDADES DE RECONVERSIÓN	14
4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del consumo energético primera y tercera planta.	13
Tabla 2. Consumo energético planta uno y tres Distribuidora LR Lyra.	18
Tabla 3. Total, consumo KWh periodo enero de 2029 y diciembre de 2020	18
Tabla 4. Disminución aproximada del consumo kWh periodo enero de 2019 y diciembre de 2020	19
Tabla 5. Marco Legal	20

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Consumo energético primera y tercera planta Distribuidora LR Ltda. (diciembre 2018 - noviembre 2020)	12
Gráfica 2. Diagrama del marco operativo - modelo 3DS3F46KE-TFC	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama general 2021 Distribuidora LR (Ltda.)

10

RESUMEN

El proyecto consistió en la creación de una propuesta de buenas prácticas operacionales-BOP, para la empresa Distribuidora LR Ltda. Cuya actividad comercial se centra en la comercialización y distribución de pollo, cerdo y sus derivados al por mayor y menudeo. Esta empresa cuenta con tres cuartos fríos uno de ellos de dos pisos y los otros de un piso, los cuales operan 12 horas continuas de 10 AM a 10 PM, la metodología empleada consistió en realizar un análisis de razonamiento deductivo de la información, ya que se partió de aspectos generales a específicos en donde inicialmente se realizó la contextualización de la empresa, por medio de la observación participativa y la revisión teórica realizada, así mismo se llevó a cabo la recopilación de datos del consumo energético y la descripción de los compresores utilizados con sus condiciones de operación, para finalmente determinar la oportunidad de mejora en donde se encontró que al disminuir las temperaturas de los condensadores se reduce el consumo energético entre un 2% a 4% lo cual representa beneficios económicos y de consumo para la empresa.

Palabras clave: Consumo energético, ciclo PHVA, compresor, cuartos fríos y condensadores.

ABSTRACT

The project consisted in the creation of a proposal of good operational practices-BOP, for the company Distribuidora LR Ltda. Whose commercial activity is focused on the commercialization and distribution of chicken, pork and its by-products at wholesale and retail. This company has three cold rooms, one of them with two floors and the others with one floor, which operate 12 continuous hours from 10 AM to 10 PM, the methodology used consisted of a deductive reasoning analysis of the information, since it started from general to specific aspects where initially the contextualization of the company was carried out, through participatory observation and theoretical review, also carried out the collection of data on energy consumption and description of the compressors used with their operating conditions, to finally determine the opportunity for improvement where it was found that by reducing the temperatures of the condensers energy consumption is reduced between 2% to 4% which represents economic benefits and consumption for the company.

Key words: Energy consumption, PHVA cycle, compressor, cold rooms and condens

1.INTRODUCCIÓN

Según Catú (2008) los cuartos fríos son herramientas que permiten almacenar distintos productos perecederos, es decir productos con la desventaja de concluir su ciclo de vida en tiempos relativamente cortos, por lo que los cuartos fríos tienen como fin aumentar el ciclo de vida de estos productos adicionalmente, cumplen con otras funciones, como mantener la calidad o mantenerlo libre de agentes contaminantes, así como brindar un lugar seguro para el almacenamiento de la mercancía antes de su venta; por esto, son ampliamente utilizados por las industrias de carnes frías, ya que por el control de la temperatura aumenta su resistencia a las condiciones del entorno, disminuyendo el deterioro de sus componentes.

En cuanto a los potenciales requeridos por las plantas de producción de frío ProColombia (2014) menciona variables tales como el microclima de la ubicación, el tipo, la cantidad y el tratamiento del producto, así como la implementación del aislamiento y las condiciones de explotación, los cuales hacen referencia a aspectos relacionados con el proceso y funcionamiento de los cuartos fríos.

El correcto funcionamiento de los cuartos fríos es de gran importancia, como lo menciona la Red de Investigación e Innovación en Combustión de uso Industrial - Unión Temporal INCOMBUSTION (2014), la distribución de consumo absoluto y consumo ponderado de energía eléctrica para la operación de equipos de refrigeración apunta al sector de alimentos como el principal consumidor de energía para refrigeración, con una participación de 85% del consumo eléctrico para este servicio.

Para dar solución a esta problemática Yépez, Álvarez & Barcos (2020), establecen que dentro de la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se formulan los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en donde se reconoce la importancia del medio natural y sus recursos para el bienestar humano, dado a que estos objetivos buscan dar soluciones a diversas problemáticas a nivel mundial. En cuanto al objetivo número 7 Energía Asequible y no Contaminante de la agenda 2030 Pinzón & Leonardo (2019), establecen que este se desarrolla a partir de la demanda creciente de energía a nivel global, el creciente acceso de los individuos a este servicio y el aumento de las emisiones de los gases efecto invernadero debido a que su generación se da a partir de combustibles fósiles, por lo que este objetivo busca incentivar la integración de nuevas tecnologías de generación eléctrica, diversificando de esta manera la matriz eléctrica y promoviendo el uso responsable de la energía eléctrica, razón por la cual el ahorro del consumo energético es el foco de investigación de este proyecto.

De acuerdo a la revisión teórica realizada se plantea el siguiente objetivo: Realizar un diagnóstico del consumo energético generado por sistemas de enfriamiento en cuartos fríos para la Distribuidora L.R Ltda. y una propuesta de

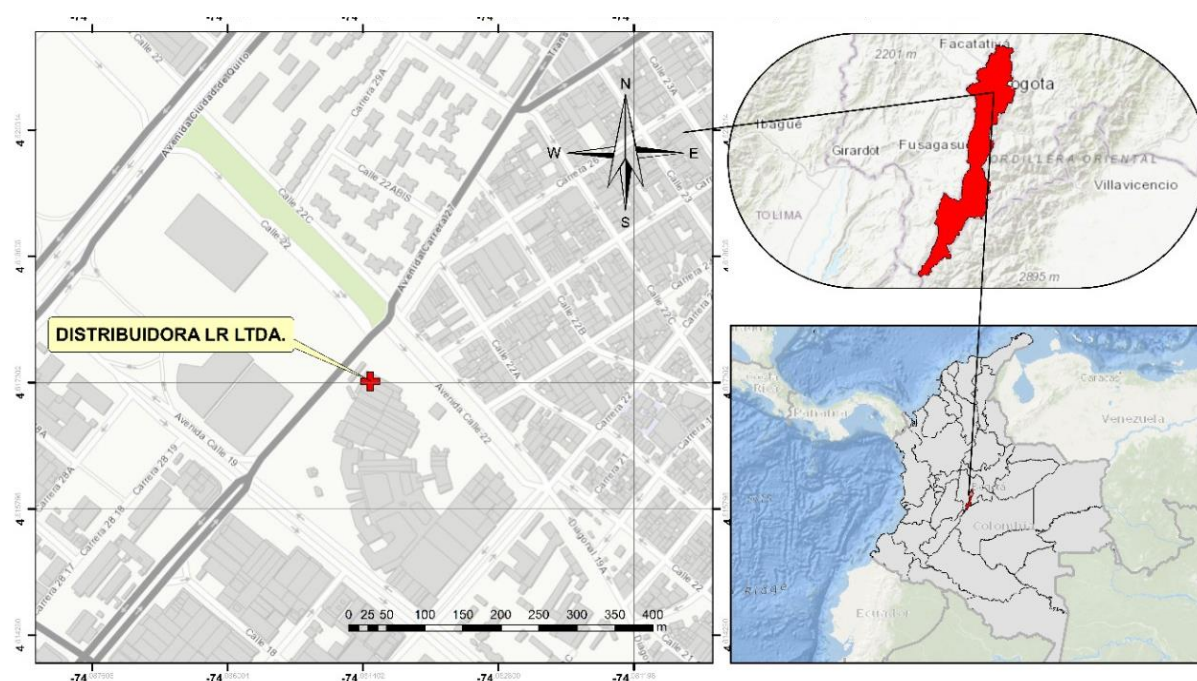
buenas prácticas operacionales para la reducción del consumo energético. esto por medio de un sistema de buenas prácticas operacionales para el ahorro del consumo energético en la empresa, por medio de la Implementación de herramientas como el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), el cual le permitirá que la empresa se asegure de que sus procesos se gestionan de forma adecuada para poder determinar oportunidades de mejora, hacer seguimiento y medición de estas, determinando el grado de cumplimiento del objetivo e informar los resultados para tomar acciones correctivas y mejorar su proceso.

Para esto se realizó un diagnóstico en donde se procedió a la caracterización y contextualización de la empresa recopilando los datos para determinar los consumos generados en el periodo de enero de 2019 y diciembre de 2020, la descripción y condiciones de operación de los compresores, permitiendo determinar la oportunidad de mejora dentro de la propuesta y posibilidades de reconversión energética, donde se encontró que al disminuir la temperatura de los compresores se obtendrá una disminución del consumo entre un 2% y un 4%, generando así beneficios de económicos y de consumo energético a la empresa.

2.DIAGNÓSTICO

La empresa DISTRIBUIDORA LR Ltda. Es una empresa colombiana, ubicada en la dirección CR 25 # 22-3 en el barrio de Paloquemao cerca de la plaza de mercado de Paloquemao, la plaza de mercado Samper Mendoza y a su vez aledaña al centro comercial Calima, más específicamente en el sector oriental en la localidad de los Mártires de la ciudad de Bogotá. En cuanto a su actividad comercial la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C (2020), menciona que la Localidad está comprendida por los barrios Paloquemao, El Listón, Ricaurte y San Andresito, con el comercio de todo tipo de bienes y servicios, en donde la mayor proporción empresarial se encuentra en el centro de la localidad en territorios como Paloquemao, Lisboa, Ricaurte, Voto Nacional y Estanzuela de la UPZ 102 la Sabana y se concentra en esta el 35,6% de las empresas de la localidad, donde sobresalen cinco tipos de empresas: Cadenas de productos alimenticios, metalmecánica, textiles, productivas y de construcción, las empresas se encuentran registradas con matrícula activa y tienen como actividad principal el comercio con un 49,5% del total.

Imagen 1. Ubicación de la Empresa Distribuidora LR LTDA, Colombia.

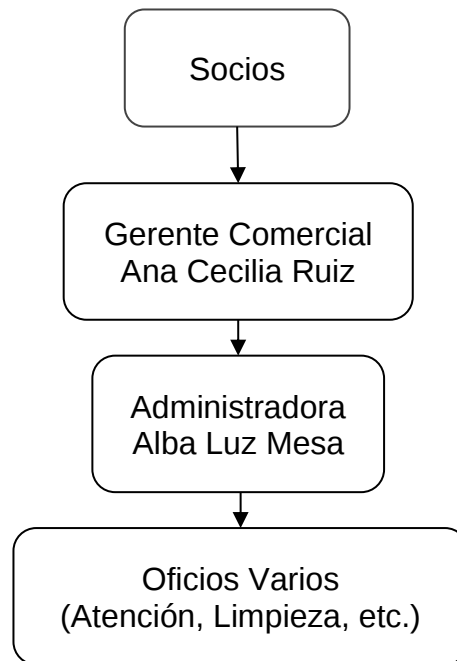


Fuente: Autor.

Según el Congreso de la República de Colombia (1937), una empresa de responsabilidad limitada en Colombia, se autoriza bajo la ley 124 de 1937, lo que indica que la cantidad de los socios no debe exceder un total de veinte y la responsabilidad es limitada a sus aportes. Por tal razón la empresa Distribuidora LR Ltda., al ser una sociedad de responsabilidad cuenta con un total de 10 socios, la gerente comercial, la administradora y un total de seis empleados dedicados a oficios varios (conductor, ayudante de conductor, despachador,

responsable de la caja), esto se podrá ver representado en figura 1 en donde podemos ver representada la organización actual de la empresa.

Figura 1. Organigrama general, 2021 (Distribuidora LR Ltda.)



Fuente: Autor.

La actividad comercial de la empresa se orienta hacia la comercialización y distribución de productos cárnicos y derivados, al por mayor y menudeo, atendiendo necesidades de los diferentes clientes, como son los tamaleros, restaurantes, hoteles, famas y hogares en general.

En cuanto a su infraestructura, la empresa cuenta con tres plantas, la primera dispone de tres cuartos fríos en donde se hace el almacenamiento de la mercancía, además de neveras de exhibición del producto, la caja donde se están ubicados dos computadores, y en donde se realiza la facturación, las básculas y un baño para empleados, la segunda planta cuenta con vestidores, lockers y las oficinas administrativas. Por último, en la tercera planta está ubicado el cuarto de máquinas, de las unidades compresoras de los cuartos fríos y un cuarto de almacenamiento, en la siguiente imagen se puede observar el edificio de la Distribuidora Lr Ltda.

Imagen 2. Fotografía - Edificio Distribuidora LR Ltda.

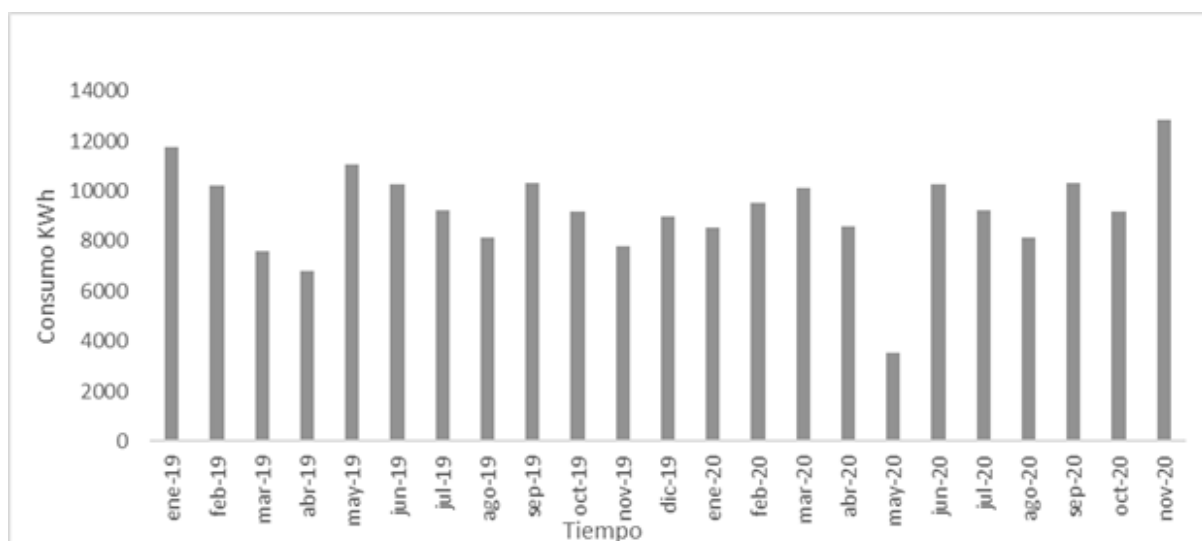


Fuente: Autor.

El consumo energético de la empresa está dado por dos tipos de cuentas, la primera de carácter comercial, en donde se facturan los consumos de la primera y tercera planta, y otra de carácter residencial donde se facturan únicamente los consumos de la segunda planta. En cada una de las plantas se registraron diferentes porcentajes de consumo energético, la planta uno y tres cuentan con un 99% del consumo energético total generado en la empresa y la segunda planta con el 1% restante, razón por la cual la estrategia de buenas prácticas estará orientado a la disminución del consumo generado por la primera y la tercera planta.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, se presenta la **gráfica 1** de los consumos registrados en la primera y tercera planta durante el período de tiempo comprendido entre enero de 2019 y diciembre de 2020 respectivamente

Gráfica 1. Consumo energético primera y tercera planta Distribuidora LR Ltda. (diciembre 2018 - noviembre 2020).



Fuente: Autor.

A partir de la gráfica 1 se puede evidenciar la variación del consumo energético en la empresa durante los últimos años (diciembre 2018 - noviembre 2020). Es importante mencionar que los consumos más altos se deben a que en estas épocas (noviembre-enero, mayo-julio, septiembre-octubre) se trabajan más horas al día con horarios de 3AM a 5 PM y se encuentran operando todos los cuartos fríos con su máxima capacidad de almacenamiento. Por otra parte, los consumos más bajos se deben a una disminución de la cantidad de mercancía almacenada durante algunas épocas del año, por lo cual se apagan los cuartos uno y dos dado que estos se encuentran vacíos.

Teniendo en cuenta estos consumos en la en la **Tabla 1** se enfatiza en los equipos ubicados en la primera y tercera planta con su respectiva descripción operacional.

Tabla 1. Descripción del consumo energético primera y tercera planta.

Plantas	Cuartos Fríos	Otros equipos
Primera Planta	Cuartos fríos uno y dos con dimensiones de 4 metros de ancho x 4 metros de largo x 4 metros de alto, con 4 motores ventiladores, cada uno es 1/3 HP. A 220 voltios y con aspas de 27 pulgadas de expulsión, el panel es de 27 mil BTU dando un rendimiento de -24 °C en evaporador, en el producto -20°C, con un volumen de 64 m3, y con capacidad de almacenamiento de 7 toneladas. Cuarto frío tres el cual opera con dos unidades y dos evaporadores para cada unidad, trabaja con tres motores ventiladores de 1/2 HP con 220 voltios, aspas de 30 pulgadas de expulsión, el panel de 37 mil BTU, dando un rendimiento de -28°C en evaporadores y en el producto de -24 °C, con un volumen de 360 m3 y una capacidad de almacenamiento de 25 a 30 toneladas, con dimensiones de 6 metros de ancho x 10 metros de largo x 6 metros de alto.	Cuenta con 4 bombillos ahorradores.
Tercera Planta	Los cuartos fríos utilizan tres compresores modelo 3DS3F46KE-TFC con un refrigerante R-507, Mid Pt., las unidades operan de diferentes formas debido a su capacidad de almacenamiento, operan durante 12 horas diarias de 10 am a 10 pm con encendido y apagado automático.	Cuenta con 4 bombillos ahorradores.

Fuente: Autor.

García & Andrés (2019), mencionan que el consumo energético genera aspectos ambientales tales como la emisión de gases, generación de residuos, los cuales implican el uso, consumo y generación de la energía, dando así lugar impactos ambientales como la ocupación del espacio, disminución de la calidad de aire y afectaciones a los ecosistemas, además de una problemática ambiental estrechamente vinculada que es el cambio climático que surge de las actividades de generación de energía, esto debido a que se aprovechan diferentes recursos naturales para su obtención como los son combustibles fósiles, así mismo García (2020), menciona que al hacer uso de los combustibles fósiles estos tienen una influencia en unas tres cuartas partes de las emisiones de CO2 antropogénicas, producidas por la actividad humana, que se han producido en los últimos 20 años, lo que implica que su creciente demanda y generación tiene una repercusión sobre los recursos naturales comprometiendo así el abastecimiento de la energía eléctrica, ya que en un año la humanidad consume lo que la naturaleza tarda un millón de años en producir.

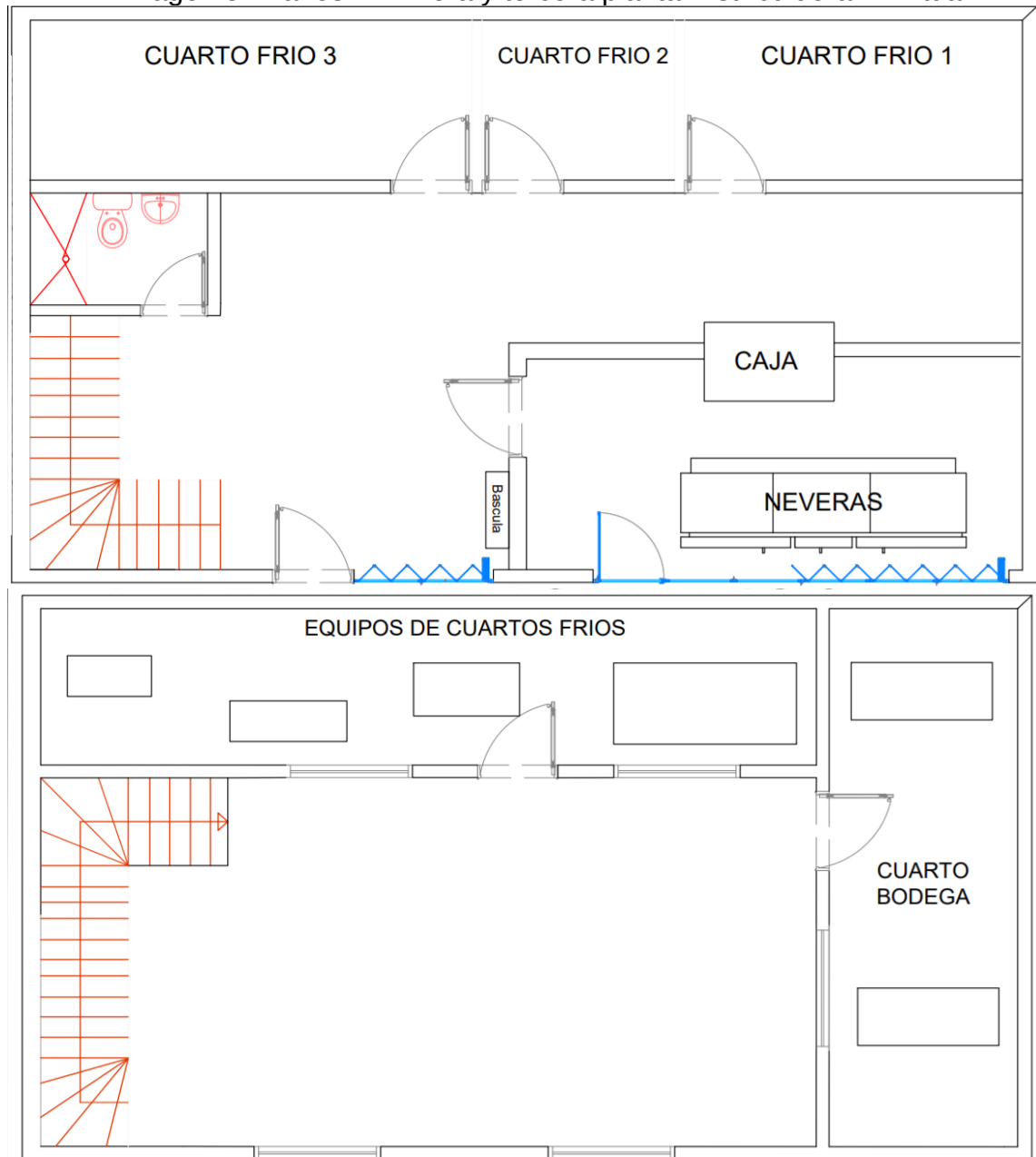
3.PROPOSTA Y POSIBILIDADES DE RECONVERSIÓN ENERGÉTICA

La propuesta busca reducir el consumo energético de la Distribuidora LR Ltda, disminuyendo la temperatura de los puntos de operación de las unidades condensadoras. Para esto, el recurso que se empleará será las Buenas prácticas operativas - BPO, por medio de las cuales se pretende ahorrar energía, mediante acciones voluntarias que se pueden aplicar con el fin de reducir el consumo eléctrico generado por los compresores utilizados al límite (-18°C) (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2020). En cuanto a la estrategia de ejecución se tendrán en cuenta una serie de fases que pretenden la implementación del recurso, las cuales serán: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), el cual permite a la empresa asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente para determinar las oportunidades de mejora y actuar en consecuencia (Talla, 2005).

Fase 1 planificar: Se realizó una línea base por medio de la caracterización y contextualización de la empresa, esto con el fin de recopilar información para evaluar los consumos energéticos de la misma

Además de anexar la imagen 3 de los planos de la distribución espacial de la empresa de la primera y tercera planta, para de esta manera puntualizar las acciones de la oportunidad de mejora. (Disminución del consumo energético mediante la reducción de la temperatura de los compresores).

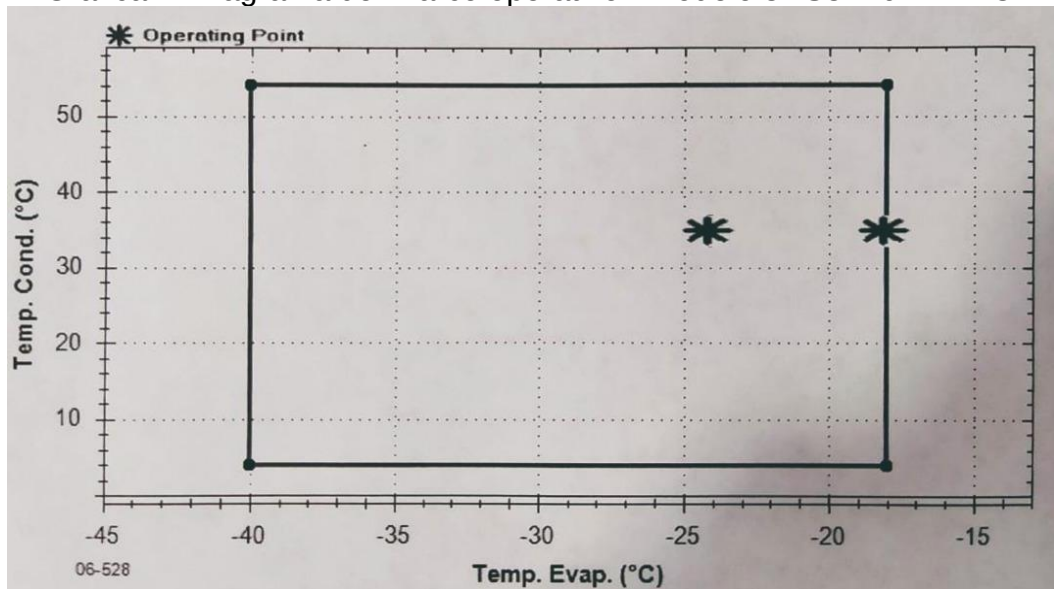
Imagen 3. Planos - Primera y tercera planta Distribuidora LR Ltda.



Fuente: Autor.

A partir de estas distribuciones se encuentra el cuarto de máquinas ubicado en la tercera planta, en donde se hallan los compresores, los cuales operan los tres cuartos fríos ubicados en la primera planta, dado que la oportunidad de mejora se centra disminución del consumo energético mediante la reducción de la temperatura de los compresores y de acuerdo a las condiciones de operación registradas en la Tabla 1, se presenta el diagrama del marco operativo en la gráfica 2 en donde tenemos los puntos de operación actuales de los compresores.

Gráfica 2. Diagrama del marco operativo - modelo 3DS3F46KE-TFC



Fuente: Rojas Hermanos (2020).

Las condiciones óptimas para la operación de los cuartos deberían ser de -30°C , ya que se sitúan aproximadamente a la temperatura de evaporación y condensación. Sin embargo, la Distribuidora LR Ltda. opera con temperaturas de congelación entre -18°C a -24°C , ya que según el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA (2017), establece la temperatura de congelación para los productos cárnicos comestibles y aves de corral debe ser de -18°C o menor.

Aunque la empresa cumple con los requisitos exigidos por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, los puntos de operación de los compresores no operan bajo las condiciones ideales de acuerdo con lo mencionado anteriormente, siendo esta la oportunidad de mejora en la cual el presente proyecto se centra específicamente en el consumo generado por los compresores en cada ciclo de operación, siendo este de un 60% (Manske, 2000). A partir de la gráfica 2 se logra identificar como oportunidad de mejora el operar las unidades con otros rangos de temperatura alejados al límite (-18°C), lo cual le permitirá al compresor disminuir el trabajo realizado por ciclo para lograr así un adecuado aprovechamiento del sistema operativo como se determinó de forma experimental Valencia (2019), el cambio que sufre el condensador afecta directamente al sistema de refrigeración, demostrando que a mayor enfriamiento del condensador menor consumo de electricidad, en cuanto al coeficiente de desempeño del sistema de refrigeración (COP) incrementa. La baja temperatura del compresor mejora la eficiencia isentrópica y disminuye el consumo energético entre un 2% y 4% (Place, 2006).

Por otra parte, se implementarán capacitaciones para operarios para que cuenten con las herramientas para el correcto uso de los compresores y que identifiquen los beneficios que trae la disminución de su temperatura para la empresa.

Fase 2 Hacer: Se implementarán las acciones de mejora previstas para la disminución del consumo eléctrico mediante la reducción de la temperatura de los compresores.

Fase 3 verificar: El porcentaje de eficiencia isentrópica de los compresores de la empresa identificados en la línea de base fueron del 67,8%, a partir de esto se verifica si la reducción de la temperatura de los compresores favorece la disminución del consumo energético, esto debido a que al mejorar la eficiencia isentrópica se disminuirán los costos de operación del compresor y condensador. Así mismo al disminuir la temperatura aumentará el coeficiente de desempeño del sistema de refrigeración favoreciendo el trabajo realizado por cada ciclo del compresor. La Temperatura se disminuirá a partir de - 18 C paulatinamente, hasta lograr determinar la temperatura óptima para un adecuado rendimiento de los compresores.

Fase 4 Actuar: En esta fase se pretenderá dar inicio a la modificación de la temperatura de los compresores esperando evidenciar una disminución del consumo energético en la empresa entre un 2% y 4%, lo cual a su vez permitirá dar cumplimiento al objetivo propuesto.

Para lograr determinar la temperatura óptima se llevará a cabo un registro mensual mediante el uso de una ficha de acuerdo a la temperatura con la que se está trabajando y al finalizar cada mes se hará la verificación del consumo registrado y los costos generados.

Ficha 1. Registro de la temperatura de los compresores propuesto para la empresa.



REGISTRO DE LA TEMPERATURA DE LOS COMPRESORES

Objetivo: Realizar un registro para el control de la temperatura de los compresores y los consumos registrados en la distribuidora LR Ltda.

Dia	Mes	Temperatura anterior	Temperatura actual	Consumo registrado KWh	Valor del consumo facturado KWh	Encargado

Fuente: Autor

En la **Tabla 2**, se toman los datos de registrados entre enero de 2019 y diciembre de 2020 en la Distribuidora LR Ltda.

Tabla 2. Consumo energético planta uno y tres Distribuidora LR Ltda.

fecha	consumó kWh	costo	valor kWh aproximado
ene-19	11760	\$ 7,619,640	\$ 520.4711
feb-19	10200	\$ 6,574,100	\$ 509.5027
mar-19	7620	\$ 5,001,710	\$ 519.0086
abr-19	6780	\$ 4,567,230	\$ 531.7575
may-19	11040	\$ 7,285,640	\$ 528.2058
jun-19	10260	\$ 6,499,620	\$ 506.3434
jul-19	9240	\$ 5,764,410	\$ 502.2140
ago-19	8160	\$ 5,027,630	\$ 498.6045
sep-19	10320	\$ 6,718,120	\$ 515.5053
oct-19	9180	\$ 6,097,630	\$ 519.8748
nov-19	7800	\$ 5,269,340	\$ 524.1953
ene-20	8520	\$ 5,608,130	\$ 509.5312
feb-20	9540	\$ 6,510,680	\$ 535.3829
mar-20	10140	\$ 6,828,080	\$ 533.2232
abr-20	8586	\$ 5,825,070	\$ 561.1282
may-20	11040	\$ 7,285,640	\$ 528.2058
jun-20	10260	\$ 6,499,620	\$ 506.3434
jul-20	9240	\$ 5,764,410	\$ 502.2140
ago-20	8160	\$ 5,027,630	\$ 498.6045
sep-20	10320	\$ 6,718,120	\$ 515.5053
oct-20	9180	\$ 6,097,630	\$ 519.8748
nov-20	12840	\$ 6,883,994	\$ 536.1366
dic-20	9000	\$ 6,095,680	\$ 528.0388

Fuente: Autor.

Con base a los anteriores datos se realiza una sumatoria del consumo total en Kwh registrado en este periodo.

Tabla 3. Total, consumo Kwh periodo enero de 2019 y diciembre de 2020.

Consumo total Kwh
219186

Fuente: Autor.

Con este consumo se procederá a realizar la estimación del ahorro de consumo energético estimado entre un 2% y 4% (Place, 2006).

Tabla 4. Disminución aproximada del consumo Kwh periodo enero de 2019 y diciembre de 2020.

Precio promedio Kwh	Consumo energético Kwh	Valor promedio Kwh
\$ 520	219186	\$ 113,880,199
Porcentaje de ahorro	Ahorro consumo energético Kwh	Ahorro valor promedio Kwh
2%	4384	\$ 111,602,595.0812
4%	8767	\$ 109,324,991.0999

Fuente: Autor.

En la **Tabla 4** se logra determinar el ahorro en el consumo energético y su beneficio económico para la Distribuidora LR Ltda. una vez aplicada la propuesta planteada.

A continuación, en la **Tabla 5** se presenta el marco legal de del cual se dictan algunas disposiciones bajo las cuales se rige el marco energético del país.

Tabla 5. Marco Legal

Norma	Descripción	Entidad que lo expide
LEY 99 DE 1993	Por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones	Congreso de la República de Colombia
Decreto 2811/1974	Por el cual se establece el código nacional de los recursos naturales renovables, en los presentes artículos muestra las obligaciones del estado con los recursos naturales y el uso adecuados de estos.	Presidencia de la República de Colombia
Decreto 3683/2003	En este se reglamenta el uso racional y eficiente de energía de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano.	Congreso de la República de Colombia
Ley 697 /2001	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones	Congreso de la República de Colombia
Ley 142/1994	La intervención del estado y organizaciones públicas que tengan un rol establecido para la prestación de servicios públicos y las obligaciones que estas tienen para garantizar la buena prestación del servicio	Congreso de la República de Colombia
Resolución 463/2018	Por la cual se establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energética y gestiones eficientes de energía que se presenten para acceder a los beneficios tributarios sobre el IVA y/o la renta	Unidad de Planeación Minero-Energética
Decreto 1073/2015	Se reglamenta el uso racional y eficiente de la energía de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno	Presidencia de la república de Colombia

Fuente: Autor.

Para lograr cumplir con el objetivo propuesto se pretende implementar un modelo de fichas para el plan de acción de la propuesta anteriormente expuesta.

Ficha 1. Plan de acción

		PLAN DE ACCION	
Objetivo: Realizar un diagnóstico del consumo energético para la Distribuidora L.R Ltda. que permita proponer un sistema de buenas prácticas operacionales para el ahorro del consumo energético en la empresa.			
Fases	Responsable	Recursos	Evaluación de desempeño
planificar: Se realizó una línea base por medio de la caracterización y contextualización de la empresa, esto con el fin de recopilar información para evaluar los consumos energéticos de la misma y posibles oportunidades de mejora (Disminución del consumo eléctrico mediante la reducción de la temperatura de los compresores).	Encargado del proyecto	Reuniones con empleados de la empresa y visitas a las instalaciones para lograr recopilar información sobre su operación.	Utilidad de la información recolectada
Fase 2 Hacer: Se implementaran las acciones de mejora previstas (Disminución del consumo eléctrico mediante la reducción de la temperatura de los compresores).	Socios y empleados de la empresa	Charlas con los socios y operarios para establecer la importancia de la implementación de estas medidas para el ahorro del consumo energético.	Por medio de test evaluar el entendimiento del contenido de las charlas

Fase 3 verificar: El porcentaje de eficiencia isentrópica de los compresores de la empresa identificados en la línea de base fueron del 67,8%, a partir de esto se verificar si la reducción de la temperatura de los compresores favorece la disminución del consumo energético, esto debido a que al mejorar la eficiencia isentrópica se disminuirán los costos de operación del compresor y condensador. Así mismo al disminuir la temperatura aumentará el coeficiente de desempeño del sistema de refrigeración favoreciendo el trabajo realizado por cada ciclo del compresor. La Temperatura disminuirá a partir de - 18 C paulatinamente, hasta lograr determinar la temperatura óptima para un adecuado rendimiento de los compresores.	Operario encargado del mantenimiento de las máquinas	Operario capacitado que manipule correctamente los compresores	
Fase 4 Actuar: Es esta fase se pretenderá dar inicio a la modificación paulatina de la temperatura de los compresores, esto con el fin de poder evidenciar la disminución del consumo energético en la empresa entre un 2% y 4% según lo esperado, lo cual a su vez permitirá dar cumplimiento al objetivo propuesto.	Operario encargado del mantenimiento de las máquinas	Operario capacitado que manipule correctamente los compresores	Se evidenciará una reducción en el consumo de los recibos de luz

Fuente: Autor.

Finalmente, con el propósito de dar seguimiento y monitoreo al plan de acción se propone la aplicación de la siguiente ficha:

Ficha 2. Seguimiento y monitoreo del plan de acción

					Plan 2: Seguimiento y monitoreo del plan de acción				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO									
Objetivo: Realizo un diagnóstico del consumo energético para la Distribuidora L.R Ltda. que permitió proponer un sistema de buenas prácticas operacionales para el ahorro del consumo energético en la empresa									
Fases			Respon sable	Frecuen cia	Evaluación de desempeño	Grado de cumplimi ento del objetivo: cumple, No cumple			
planificar: Se realizó una línea base por medio de la caracterización y contextualización de la empresa, esto con el fin de recopilar información para evaluar los consumos energéticos de la misma y posibles oportunidades de mejora (Disminución del consumo eléctrico mediante la reducción de la temperatura de los compresores).			Encarga do del proyecto	Semanal	Utilidad de la información recolectada				
Fase 2 Hacer: Sé implementaran las acciones de mejora previstas (Disminución del consumo eléctrico mediante la reducción de la temperatura de los compresores).			Socios y emplead os de la empresa	Semanal	Por medio de test evaluar el entendimient o del contenido de las charlas				

Fase 3 verificar: El porcentaje de eficiencia isentrópica de los compresores de la empresa identificados en la línea de base fueron del 67,8%, a partir de esto se verificar si la reducción de la temperatura de los compresores favorece la disminución del consumo energético, esto debido a que al mejorar la eficiencia isentrópica se disminuirán los costos de operación del compresor y condensador. Así mismo al disminuir la temperatura aumentará el coeficiente de desempeño del sistema de refrigeración favoreciendo el trabajo realizado por cada ciclo del compresor. La Temperatura disminuirá a partir de - 18 C paulatinamente, hasta lograr determinar la temperatura óptima para un adecuado rendimiento de los compresores.	Operario encargado del mantenimiento de las máquinas	Mensual		
Fase 4 Actuar: Es esta fase se pretenderá dar inicio a la modificación paulatina de la temperatura de los compresores, esto con el fin de poder evidenciar la disminución del consumo energético en la empresa entre un 2% y 4% según lo esperado, lo cual a su vez permitirá dar cumplimiento al objetivo propuesto.	Operario encargado del mantenimiento de las máquinas	Mensual	Se evidenciará una reducción en el consumo de los recibos de luz	

Fuente: Autor.

4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cuando se disminuye la temperatura de operación de los condensadores también se reduce la cantidad de trabajo a realizar por ciclo, mejorando la eficiencia isentrópica y reduciendo los consumos entre un 2% y un 4%. Lo cual sería una diferencia de 4384 Kwh (cuatro mil trescientos ochenta y cuatro), en el período comprendido entre enero de 2019 y diciembre de 2020, de lo cual se puede inferir que se refleja una reducción en el costos debido a la disminución presentada en el consumo, logrando de esta manera una gestión eficiente de la energía e implementando la oportunidad de mejora (reducir la temperatura del punto límite de operación (-18°C)), reduciendo de esta manera la cantidad de energía eléctrica utilizada.

Es importante que la persona que manipula las unidades compresoras esté capacitada para su correcta manipulación, para hacer más efectiva la posibilidad de reducción del consumo energético.

Se recomienda llevar una bitácora en donde se registren las temperaturas modificadas mes a mes y el ahorro en el consumo reflejado en el recibo de la luz, para de esta manera establecer un rango de operación óptimo que refleje la disminución del consumo energético.

Para futuras investigaciones orientadas a la eficiencia energética en cuarto fríos por medio de la implementación de buenas prácticas operacionales - BOP se recomienda la realización de análisis exploratorios de la información requerida o de las bases de datos para este tipo de proyectos, dado que la información es limitada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2017). *Localidad los Mártires*. Recuperado de: http://old.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/2018documentos/18092018_Los%20M%C3%A1rtires%20diagn%C3%B3stico%202017%20-%20SDIS.pdf
- Catú, J. A. C. (2008). Elaboración de manual de procedimientos para la Logística en cuartos fríos, utilizados para productos perecederos y propuesta de manejo de desechos reciclables de la empresa ALSERSA.
- Congreso de la República de Colombia (1937). *Ley 124 de 1937 Sobre compañías de responsabilidad limitada y se dictan disposiciones sobre elaboración de Código de Comercio, y vigencia del nuevo Código Penal*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República de Colombia (1993). *Ley 99 de 1993 por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental , SINA y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República de Colombia (2003). *Decreto 3683 de 2003 en este se reglamenta el uso racional y eficiente de energía de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República de Colombia (2001). *Ley 697 de 2001 mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República de Colombia (1994). *Ley 142 de 1994 la intervención del estado y organizaciones públicas que tengan un rol establecido para la prestación de servicios públicos y las obligaciones que estas tienen para garantizar la buena prestación del servicio*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - INVIMA (2017). *Comunicado No. 400-2435-17 requisitos a tener en cuenta en los Expendios de carne y productos cárnicos comestibles*. Bogotá D.C. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - INVIMA.
- García, A., & Andrés, R. (2019). Caracterización energética para la evaluación de los impactos ambientales reales y potenciales del consumo energético, Caso estudio conjunto residencial Abedul en Soacha, Cundinamarca.
- García Valladares, O. (2020). Energía asequible y no contaminante.
- Manske, K. A. (2000). *Performance optimization of industrial refrigeration systems*.
- Pinzón, M., & Leonardo, B. (2019). La implementación de los objetivos de desarrollo sostenible sobre acción por el clima y energía asequible y no contaminante a la luz de las obligaciones internacionales de Colombia en materia ambiental.
- Place, B. C (2006). *HVAC-CHILLERS*. Recuperado de: https://panacean.co.in/sda/sda/bee/BEST_PRACTICE_MANUAL_HVAC_CHILLERS.pdf

- Presidencia de la república de Colombia (2015). *Decreto 1073 de 2015 Se reglamenta el uso racional y eficiente de la energía de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno*. Bogotá D.C.: Presidencia de la república de Colombia.
- Presidencia de la República de Colombia (1974). *Decreto 2811 de 1974 por el cual se establece el código nacional de los recursos naturales renovables, en los presentes artículos muestra las obligaciones del estado con los recursos naturales y el uso adecuados de estos*. Bogota D.C.: Presidencia de la República de Colombia.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020). *Importancia de la Producción Más Limpia en IPS. Manual Para la Producción Más Limpia Para el Sector Salud*. Recuperado de: <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988006/capitulo+1.+Importancia+de+la+Producci%C3%B3n+mas+limpia+en+IPS.pdf>
- PROCOLOMBIA. (2014). *Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia*. Recuperado de: https://procolombia.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann_ruta_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2020). *Importancia de la Producción más Limpia en IPS* (1). Recuperado de: <http://ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988209/Manual+de+Producci%C3%B3n+M%C3%A1s+Limpia+para+el+Sector+Salud.pdf>
- RED DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN COMBUSTIÓN DE USO INDUSTRIAL - UNIÓN TEMPORAL INCOMBUSTION. (2014). *Caracterización y cuantificación del consumo energético en las empresas seleccionadas según el diseño muestral*. Recuperado de: https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INFORME_III_Caracterizacion_energetica_VerPub.pdf
- Talla Chicoma, E. D. (2015). Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa.
- Unidad de Planeación Minero-Energética (2018). *Resolución 463 de 2018 Por la cual se establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energético y gestiones eficientes de energía que se presenten para acceder a los beneficios tributarios sobre el IVA y/o la renta*. Bogota D.C.: Unidad de Planeación Minero-Energética.
- Valencia Mejía, A. (2019). *Análisis de eficiencia energética y desempeño en cava de conservación*.
- Yépez, P., Álvarez Sintés, R & Barcos Pina, I. (2020). Una visión salubrista de la convergencia estratégica para la agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. *Revista Cubana de Salud Pública*, 46(1), 1–16.