

Valoración del consumo de los portadores energéticos en las fábricas de muebles “Imperio”, Guantánamo, Cuba.

Energy consumption assessment in the “Imperio” Furniture Factories, Guantanamo, Cuba.

Autores: Ing. José Rolando Dupuy-Parra¹, Ing. Giorvys Guerra-Maldonado¹, Alejandro Soto-Aguero², Ing. Yusmilda Perez-Cueto², Lic. Mairelis Videaux-Aguilar³.

Organismo: Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible (CATEDES). Guantánamo. Cuba¹. UEB muebles “Imperio”. Guantánamo. Cuba², Universidad de Guantánamo. Guantánamo. Cuba³.

E-mail: jose@catedes2.gtmo.inf.cu, giorvys@catedes2.gtmo.inf.cu

Resumen.

Se realiza una valoración del consumo de los portadores energéticos en las fábricas de muebles “Imperio” de la provincia Guantánamo, ubicadas una en la zona sur de la ciudad y la otra en la carretera a Manuel Tames. Se hizo un análisis a partir de documentos y el uso de métodos del nivel matemático-estadístico, teniendo en cuenta el volumen de la producción lograda en cada fábrica y el consumo de electricidad y su equivalente en el caso de la energía eléctrica. El estudio permitió determinar que el gasto realizado de electricidad se tradujo en el empleo de 3878,86 t. de combustible convencional. En otro orden se pudo evaluar la eficiencia de estas fábricas en el empleo racional de los portadores energéticos como premisa imprescindible para emprender un perfeccionamiento de las medidas encaminadas a potenciar el ahorro.

Palabras clave: eficiencia energética; portadores energéticos; fábrica de muebles; NC ISO: 50001/2011.

Abstract.

An assessment of energy carrier's consumption was made in the “Imperio” furniture factories in Guantanamo province, located one in the southern part of the city, and the other on the road to Manuel Tames municipality. The analysis was made from documents and the use of mathematical-statistical level methods, taking into consideration the volume of production achieved in each factory and the electricity consumption and its equivalent in the case of electrical energy. The study made possible to determine that the expenditure made on electricity was equivalent to the use of 3,878.86 t. of conventional fuel. On the other hand, it was possible to evaluate the efficiency of these factories in the rational use of energy carriers as an essential premise for undertaking an improvement of the measures aimed at promoting savings.

Keywords: energy carriers; energetic bearers; furniture factory; NC ISO: 50001/2011.

Introducción.

El hombre a través de los siglos ha utilizado la energía contenida en combustibles fósiles para satisfacer sus necesidades vitales y de subsistencia; no obstante, su uso desproporcionado ha conducido al agotamiento de estas fuentes y al deterioro del medio ambiente. Durante las últimas décadas los acontecimientos tales como el calentamiento global de la tierra y el efecto invernadero han demostrado que el actual esquema de consumo energético, a nivel global, simplemente no es sustentable; es decir, no puede mantenerse indefinidamente sin amenazar su propia existencia. Los modelos actuales de transformación de energía son responsables de la emisión de 75 % de los gases de efecto invernadero, provocando su reforzamiento y contribuyendo al calentamiento global y a la aceleración del cambio climático, (Varela, L. M., 2018).

Por todo lo antes planteado y la necesidad imperante que tienen las fábricas de muebles “Imperio” I y II en Guantánamo, de la reducción del consumo de portadores energéticos en especial la electricidad, se hace necesario la aplicación de la NC ISO 50001/2011 capaz de permite a una organización seguir un enfoque sistemático para alcanzar la mejora continua de su perfil energético, incluyendo la eficiencia, el uso y el consumo; además, permite crear una política energética efectiva lo cual implica el establecimiento del marco para realizar la planificación energética, realizar la revisión del desempeño energético (análisis del consumo de energía, identificación de áreas de consumo significativo e identificación de oportunidades de mejorar el desempeño energético) y definir los resultados esperados (indicadores de desempeño energético –IDEn-, metas y objetivos).

Método o Metodología.

Los datos fueron tomados del balance anual de la empresa en los últimos 3 años. Los portadores energéticos provienen del departamento de Ingeniería y Desarrollo, del modelo estadístico 5073, entre los años 2016-2018, como se muestra en la tabla 1, así como también la producción de muebles provienen del mismo departamento, en el periodo estudiado como se observa en la tabla 2.

Tabla 1: Consumo de portadores energéticos en las fábricas de muebles “Imperio” I y II en los últimos 3 años.

Portadores Energéticos	UM	Años			Total
		2016	2017	2018	
Electricidad	MWh	333,4	363,58	661,32	1358,3
Diesel	Litros	17570	27680	42830	88080
Gasolina	Litros	3420	3430	4220	11070
Aceites y Lubricantes	Litros	1290	620	850	2760
Gas Licuado (GLP)	Kg	2700	3105	4095	9900
Grasa Lubricante	Kg	-	145	90	235

Tabla 2: Producción de Muebles Fábricas de Muebles Imperio I y II en los últimos 3 años.

	Años		
	2016	2017	2018
Producción de Muebles (UM)	52067	32898	29942

También se utilizó la tabla 3 de conversión de unidades para llevar los portadores energéticos a toneladas de combustible convencional y llevar todos los portadores a una sola unidad de medida.

Tabla 3: Conversión de portadores energéticos a toneladas equivalentes de petróleo. (Despaigne, 2013).

Portador	UM	Factor de Conversión	Factor de Conversión
		L/T	T/TCC
Diesel Regular y Especial (1 litro = 830 g)	L	1178,55	1.0534
Gasolina Regular	L	1367,24	1.3541
Gasolina Especial	L	1360,91	1.3576
Aceites Lubricantes	L	1119,59	1,000
Grasas Lubricantes	T	---	
Energía Eléctrica	MWh	---	0,3502
Gas Licuado Regular (GLP)	Kg	1360,91	1,35759

Seguidamente se modeló en el programa Excel, el Diagrama de Pareto con la evaluación del comportamiento de los portadores energéticos. Este programa también se utilizó para determinar la línea base y la línea meta, al evaluar el consumo de electricidad y producción de muebles en el periodo de tiempo estudiado. Se obtuvieron los índices de patrones y los índices reales con los que se calcularon los indicadores de eficiencia energética de las fábricas I y II con las ecuaciones que se muestran a continuación.

Índice de consumo:

Es el promedio que, de los resultados, que muestra la tabla 5, de los índices de consumo reales (Electricidad y Producción de Muebles).

Eficiencia energética del aserrío utilizando la energía eléctrica.

$$Ne = \frac{I_{consPP}}{I_{consRP}} * 100$$

Eficiencia Ecológica de la planta.

$$Neco = \frac{Consum\ Recta\ M\ electri\ x\ Emisiones}{Consum\ real\ electri\ x\ Emisiones} * 100$$

Índice de emisiones

$$IES = \frac{Emisiones\ Totales}{Total\ Produccion} * 100$$

Resultados y Discusión.

Tabla 4: Conversión de portadores energéticos en la fábrica de muebles “Imperio” I y II en los últimos 3 años.

Portadores Energéticos	UM	Años			Total
		2016	2017	2018	
Electricidad	TCC	952,081	1038,266	1888,514	3878,86
Diesel	TCC	16,411	25,855	40,007	82,274
Gasolina	TCC	1,852	1,852	2,279	5,979
Aceites y Lubricantes	TCC	1,152	0,553	0,759	2,456
Gas Licuado (GLP)	TCC	1,266	1,456	1,920	4,64
Grasa Lubrificante	TCC	-	0,145	0,090	0,235

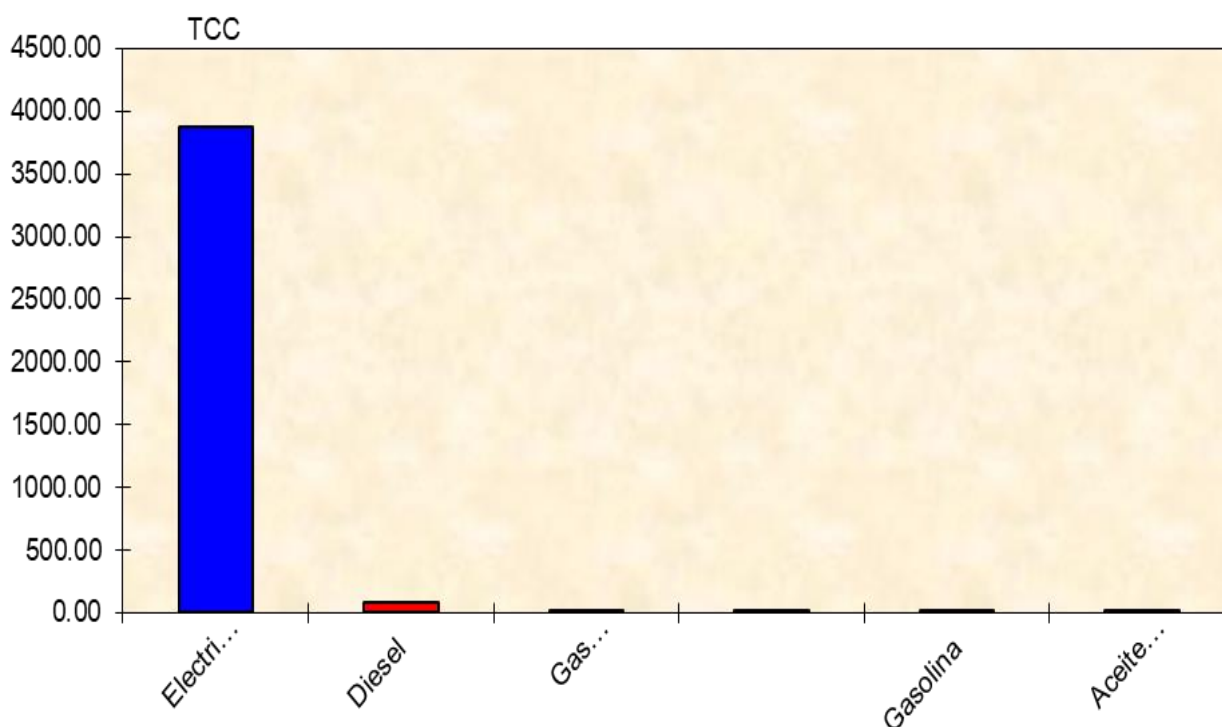


Figura 1: Diagrama de Pareto, estructura de consumo de los portadores energéticos en los últimos 3 Años.

Tabla 5: Producción de muebles vs electricidad.

Meses	Año 2016		Año 2017		Año 2018	
	Producción de Muebles (UP)	Electricidad (MWh)	Producción de Muebles (UP)	Electricidad (MWh)	Producción de Muebles (UP)	Electricidad (MWh)
ene.	1800	29,7	2376	29,3	3155	38,51
feb.	2550	28,6	3259	21,2	2087	32,87
mar.	7306	28,4	2240	25,02	1967	40,29
abr.	4131	31,2	3514	29,9	4225	60,61
may.	3576	31,5	2327	28,02	2433	55,45
jun.	2295	32,8	2448	34,3	4337	53,66
jul.	2247	22	1450	34,2	422	64,71
ago.	4880	28,1	4228	37,51	2435	59,82
sep.	8136	32,8	2462	36,27	1157	57,68
oct.	7299	29,7	3460	42,69	1584	56,18
nov.	3851	38,6	3192	45,17	3322	83,39
dic.	3996	35,7	1942	38,83	2818	58,15
Prom.	4339	30,758	2742	33,53	2495	55,11

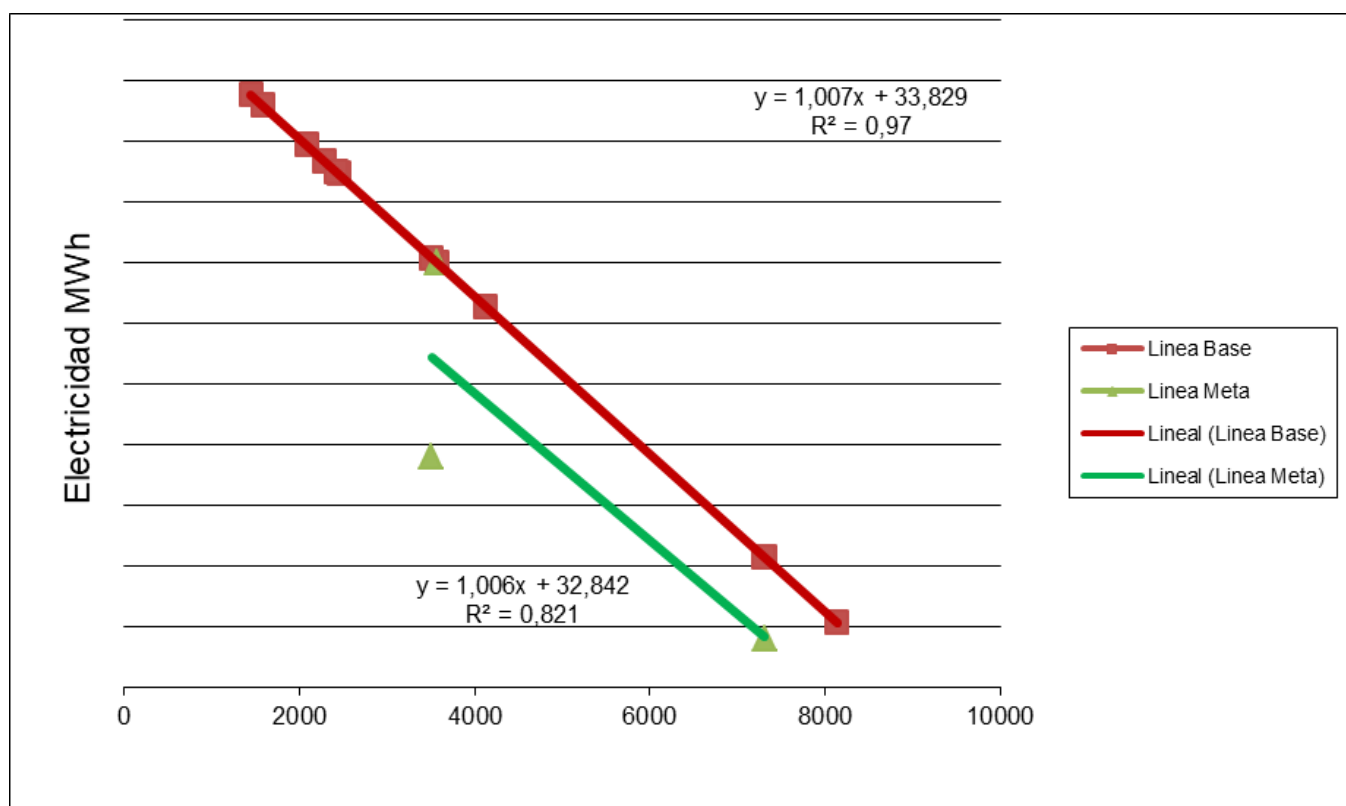


Figura 2: Línea base y meta consumo de energía eléctrica vs madera aserrada.

Este gráfico muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada, permitiendo determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción, identificar el modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción y constituyen la línea base de consumo para un período de tiempo dado.

A partir del establecimiento de la línea base se puede determinar la línea meta con los datos de menores consumos, que son los puntos que se ubican por debajo de la línea meta.

Tabla 6: Índices de consumo reales y patrones (Electricidad).

Meses	Índice de consumo Real (MWh/UP)			Índice de consumo Patrón (MWh/UP)		
	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2016	Año 2017	Año 2018
enero	60,77	80,21	106,51	58,97	77,84	103,36
febrero	86,09	110,02	70,46	83,54	106,76	68,37
marzo	246,64	75,62	66,40	239,34	73,38	64,44
abril	139,46	118,63	142,63	135,33	115,12	138,41
mayo	120,72	78,56	82,14	117,15	76,23	79,70
junio	77,48	82,64	146,41	75,18	80,19	142,08
julio	75,86	48,95	14,25	73,61	47,50	13,82
agosto	164,74	142,73	82,20	159,87	138,51	79,77
septiembre	274,66	83,11	39,06	266,53	80,65	37,90
octubre	246,41	116,81	53,47	239,11	113,35	51,89
noviembre	130,01	107,76	112,15	126,16	104,57	108,83
diciembre	134,90	65,56	95,13	130,91	63,62	92,32
Promedio	146,47	92,55	84,23	142,14	89,81	81,74

Los valores indican que es posible reducir los índices de consumo de electricidad de 107,75 MWh/UP hasta 104,56 MWh/UP, con un ahorro de 3.19 MWh/UP de producción de muebles.

Los gráficos de índice de consumo contra madera aserrada realizada, permiten definir el valor de la producción a partir del cual los índices de consumo se mantienen estables o varían poco.

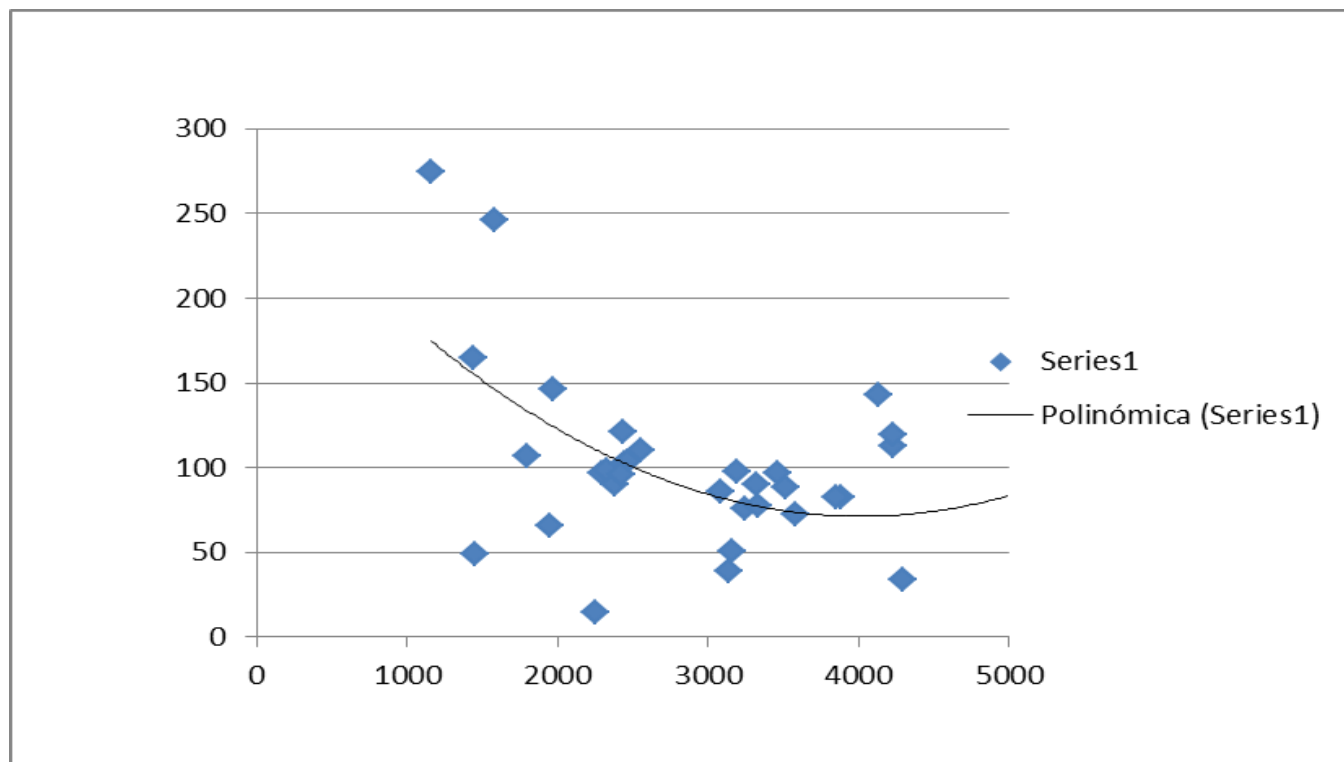


Figura 3: Índices de consumo de energía eléctrica vs producción.

Para evaluar la eficiencia del uso de los portadores energéticos del aserrío se utilizaron: índice de eficiencia energética (IE), eficiencia ecológica (EE) e índice de emisiones (IES). (Colectivo de Autores, 2006, Arrastía, 2010), la tabla 8 presenta los resultados de las diferentes eficiencias.

Tabla 7: Indicadores de eficiencia energética.

Indicadores de eficiencia energética	Energía eléctrica
Índice de consumo (IC)	107,75 MWh/UP
Índice de eficiencia energética (IE)	91%
Eficiencia ecológica (EE)	91%
Índice de emisiones (IES)	12Ton de CO ₂ /UP

Como se puede observar en tabla 4 y figura1 el mayor portador energético del aserrío es la electricidad siendo de 3878,86 TCC. En la tabla 5 se muestran los datos de la fábrica de muebles “Imperio” I y II y la electricidad, con los cuales se conforman los gráficos de consumo de electricidad y producción de muebles.

En la figura 2 se muestra la línea base y meta del consumo de electricidad respectivamente, en la fábrica de mueble “Imperio” I y II, en correspondencia con los datos reportados en la tabla 5, después de obtener línea base y meta consumo de electricidad vs muebles producidos. Dada la unión de los datos, los coeficientes de correlación de la línea base son buenos y en el caso de la línea meta, también se consideran buenos, (NC-ISO 50001 /2011).

La figura 2, muestra que hay un consumo de electricidad no asociado a la producción de 107,75 MWh/UP hasta 104,56 MWh/UP, lo cual representa un potencial de ahorro de un 3%. Estos potenciales de ahorro son perfectamente alcanzables pues son obtenidos a partir de valores de consumo real durante el mejor comportamiento del aserrío.

Los índices de consumo se obtienen dividiendo el consumo del portador energético entre la producción realizada. Los índices de consumos reales son determinados a partir de todos los puntos que conforman la línea base y los índices de consumo patrón son determinado a partir de la línea de meta, en la tabla 6 se presentan los resultados. Los valores indican que es posible reducir los índices de consumo de electricidad de 107,75MWh/UP hasta 104,56MWh/UP, con un ahorro de 3.19 MWh/UP, (NC-ISO 50001/2015).

En estos gráficos de índices de consumo contra madera aserrada, se observa que a medida que la producción aumenta es posible que aumente el consumo total de energía eléctrica, pero el gasto energético por unidad de producto aumenta, existiendo un valor mínimo de la producción donde el índice de consumo se mantiene estable.

En el caso de la producción de muebles que es objeto de estudio, se obtiene un valor de 3337 muebles producidos; sin embargo, en los valores de producción reportados en la tabla 5, esta producción no se alcanza en ningún mes.

Los indicadores de eficiencia energética de las fábricas de muebles “Imperio” I y II se comportaron de la siguiente forma: el índice de eficiencia energética está dado por los consumos promedio de los patrones y el índice de consumos reales, tabla 6, por ciento que demuestra la eficiencia energética de la fábrica utilizando la electricidad, de 91%.

La eficiencia ecológica es la relación entre el consumo de portadores energéticos dado por la línea meta, por las emisiones que ello produce y el consumo de portadores energéticos real por las emisiones, que es de 91%.

Para determinar las emisiones de CO₂ dado por el consumo de electricidad, se tuvo en cuenta el factor de emisiones reportado por la Unión Nacional Eléctrica, (UNE de 1127 kgCO₂/kWh, (Arrastía, 2010) y este valor es de 12 T de CO₂/UP.

Conclusiones.

Como se muestra en el trabajo el portador con mayor consumo es la electricidad, por lo que se debe trabajar en este sentido para su disminución con el acomodo de carga y una mejor utilización de esta energía en la producción, siendo factor fundamental para la elaboración de los muebles. Esto conlleva a la mejora en los índices de consumo y su disminución para lograr una mejor eficiencia por este concepto, en la producción de muebles en las dos fábricas.

Es importante resaltar que, a pesar de lo planteado, los índices de eficiencia energética y el índice ecológico se comportaron por encima del 90% y que la NC-ISO 50001/2011, es una herramienta fundamental para comprobar cómo se comportan estos indicadores en el tiempo que se realice el estudio.

Bibliografía.

Aníbal, E., Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, J. P. (2006). Gestión energética en el sector productivo y los servicios. Cienfuegos: Editorial Sur. Cuba.

Arrastía Ávila, M. A. (2010). Pequeñas acciones hacen grandes diferencias. Periódico Juventud Rebelde, La Habana, Cuba. Disponible en www.juventudrebelde.cu/printed/icuba.pdf

Cuba, Oficina Nacional de Normalización. (2011). Norma Cubana. Sistemas de Gestión de la Energía- Requisitos con orientación para su uso (ISO 50001:2011, IDT), La Habana, Cuba. Disponible en www.nc.cubaindustria.cu

Husseing Despaigne, W. (2013). Factibilidad del empleo de la energía solar para el calentamiento de agua en la lavandería del hospital “Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso” de Santiago de Cuba. Universidad de Oriente. Cuba.

Lesme Jaén, R., Oliva Ruiz, L. O. & Rodríguez Ortiz, L. A. (2018). Índices de eficiencia energética de la fábrica de conservas “Ponupo” del municipio Songo-La Maya. Evento Provincial 11 Congreso Internacional de Educación Superior, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

Varela, L. M. (2018). Evaluación de los índices de consumo de portadores energéticos de la Planta de Sueros Parenterales. Programa de mejoras. Tesis de grado, Centro de Energía “Luis Fernando Brossard”, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

Fecha de recibido: 15 ene. 2020

Fecha de aprobado: 10 mar. 2020