

# ESTUDIO PARA LA APLICACIÓN DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN LA EMPRESA PROVINCIAL DE ALIMENTOS DE MATANZAS

Por Dr. C., M. Sc., Ing. **José Luis Sánchez Ávila\***, M. Sc., Ing. **Marlene Orama Ortega\*\***,  
**Ing. Juan Ramón Díaz Matos\*\*\*** e Ing. **Yanniel O. González Ramírez\*\*\*\***

\* Energético Provincial de Bandec, Matanzas.

E-mail: [joseluis@dpmt.bandec.cu](mailto:joseluis@dpmt.bandec.cu)

<https://orcid.org/0000-0003-3216-1397>

\*\* Profesora de la Facultad de ingenierías de la Universidad de Matanzas.

E-mail: [marlene.oramas@umcc.cu](mailto:marlene.oramas@umcc.cu)

<https://orcid.org/0000-0002-6215-4262>

\*\*\* Energético Provincial de GECMA, Matanzas.

E-mail: [juanramon650214@atenas.inf.cu](mailto:juanramon650214@atenas.inf.cu)

<https://orcid.org/>

\*\*\*\* Energético de la Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas.

Email: [ygonzalez@epamtz.co.cu](mailto:ygonzalez@epamtz.co.cu)

[https://orcid.org](https://orcid.org/)

## Resumen

Se realiza un estudio integral de las posibilidades para la aplicación de las fuentes renovables de energía en la Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas, en el que se proponen aprovechar sus techos para la instalación de paneles fotovoltaicos, y sustituir su sistema de bombeo por bombas fotovoltaicas, alimentadas por los propios colectores.

Todo esto no solo le va a permitir autoabastecerse de energía mediante las fuentes renovables a su disposición, sino que además va a tener la posibilidad de un superávit que le puede permitir la recuperación de la inversión en un tiempo prudencial.

*Palabras clave: Energía renovable, medioambiente.*

---

## STUDY FOR THE APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY IN THE EMPRESA PROVINCIAL DE ALIMENTOS DE MATANZAS

### Abstract

It is carried out an integral study of the most comprehensive possibilities for the application of the renewable sources of energy in the Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas. Where intends to take advantage their roofs for the installation of photovoltaic panels, also to substitute their system of pumping for photovoltaic pumps.

All this not alone and will allow to be supplied energy by means of the renewable sources at your disposal, also will also have the possibility of a surplus that can allow at one time the recovery of the investment prudential.

*Key words: Renewable energy, environment.*

---

### I. Introducción

La necesidad de mitigar el efecto invernadero y el aumento de los precios del petróleo, como resultado de la disminución de las reservas mundiales y de la inseguridad en el suministro estable debido a conflictos políticos en regiones productoras, han motivado la búsqueda de alternativas a los carburantes fósiles. Las fuentes de energía renovables se encuentran entre los potenciales sustitutos de los combustibles basados en los hidrocarburos tradicionales, y como una de las maneras más factibles de lograr la independencia energética de la Nación con respecto a las fuentes externas de combustible (hidrocarburos importados).

### II. Materiales y métodos

El sistema eléctrico de la Empresa Provincial de Alimentos no tiene transformadores propios, además se le aplica la Tarifa B-1 de baja tensión, por lo que su metro contador no mide ni la demanda ni el reactivo, por lo que no tiene penalización ni bonificación por demanda contratada ni por factor de potencia.

Para los cálculos de la energía renovable se midieron el techo y se tomaron los datos de la Fabrica de Barquillos, perteneciente a la Empresa Provincial de Alimentos, ya que las oficinas centrales de dicha Empresa tiene el techo de tejas con soporte de madera que no permite sostener el peso de los colectores fotovoltaicos; además, este techo no posee la posición adecuada para la instalación de dichos paneles fotovoltaicos; el resto de los cálculos de mejoras por eficiencia energética se realizan de todas las UEB de la Provincia de la Empresa Provincial de Alimentos.

Para los cálculos del anexo III se tuvieron en cuenta los horarios de trabajo facilitados, que se corresponden a:

- Horario de oficinas en la Empresa Provincial de Alimentos: 8:00 a.m. a 5:00 p.m.
- Horario de trabajo en la Fábrica de Barquillos: 7:00 a.m. a 3:00 p.m.

Se tuvo en cuenta que los aires acondicionados se tienen en las dos horas del pico diurno, ya que su Empresa no trabaja en el pico nocturno, como está establecido. El resto de los tiempos de trabajo están en correspondencia con la funcionabilidad y el objetivo de cada equipamiento, y los horarios de trabajo de cada actividad. La bomba de agua y los equipos de oficina tampoco trabajan en el horario pico diurno de 11:00 a.m. a 1:00 p.m., excepto servidores de computación y otros imprescindibles. En la Fábrica de Barquillos solo funcionará el equipamiento de producción continua en ese horario.

En el Anexo II se encuentra el resumen de los consumos por horario de la Fábrica de Barquillo, de acuerdo a la tarifa que tiene la instalación según la Empresa Eléctrica, y de acuerdo al tipo de mes; al final del Anexo III también se expone la demanda máxima calculada. Para ambos cálculos se utilizó un coeficiente de simultaneidad de 0,68; según normas cubanas este coeficiente debe estar entre 0,65 y 0,68, y al seleccionar este último valor se está considerando un alto grado de simultaneidad por las características del Centro. No se tuvo en cuenta reducir los consumos de

los días feriados ya que la Empresa trabaja en régimen continuo.

En el Anexo I se encuentran resaltados los consumos mensuales y anuales de energía eléctrica, aclarando que estos cálculos tienen en cuenta todo el equipamiento, incluyendo el que hoy no trabaja por estar averiados como el horno eléctrico de 24 kW; estos consumos de energía tienen un valor anual de 60 602 kW.hr, así como la demanda máxima calculada que anualmente se escoge la mayor que es 40 kW, Ver Anexos I y III, cuando la Empresa reciba los valores definitivos anuales de ambos valores deben tener presente que estos se realizaron según norma cubana para una temperatura ambiente exterior de 32 °C y 60 % de humedad, lo cual no se mantiene estable durante todo el año.

El Anexo I tiene 3 tablas, una primera de datos que en este caso está en blanco por no tener transformadores propios, la segunda que se comentó en el párrafo anterior, en la tercera se calculan los gastos monetarios, los cuales se encuentran debidamente resaltados, el total gastado sería el que tendrían mediante la actual tarifa y con todo el equipamiento funcionando. Se aclara que las Tarifas están afectadas por el coeficiente K o factor de combustible, el cual depende del precio internacional del petróleo. Se utilizó en el cálculo lo recomendado por la UNE en las nuevas tarifas.

Se destaca que en estos cálculos no se tienen en cuenta las pérdidas por transformación, así como la demanda máxima contratada, ya que no posee transformadores propios y además la Tarifa aplicada es de baja tensión. Debido al equipamiento que está sin funcionar y a una correcta política de ahorro energético, el consumo real actual de la Empresa es mucho menor que lo calculado, pero cuando se realice la inversión del equipamiento solicitada, se deben recalcular estos valores, Ver Anexos V, VI, VII. También se trabaja en un solo turno por la reducción en la materia prima, de incluirse los dos turnos de trabajo se deben realizar estos cálculos para las nuevas condiciones.

Es aconsejable que cuando la Empresa determine su plan de ahorro de energía tenga en cuenta los cálculos realizados, para dicha confección. El acomodo de carga se entrega en el modelo establecido por la UNE, para el cual se tuvieron en cuenta los cálculos realizados y las consideraciones establecidas.

### Propuesta para la aplicación de la energía renovable

El trabajo consiste en los cálculos y selección de las tecnologías posibles de aplicar en la Fábrica de Barquillos, para la reducción de su consumo de energía eléctrica y la producción de un extra de energía, que mediante su venta a la Unión Nacional Eléctrica (UNE) le permita recuperar la inversión a ejecutar en un tiempo prudencial. La propuesta es la siguiente:

1. Aprovechar el techo del edificio administrativo, que es ligeramente ondulado con 468 m<sup>2</sup> de área, lo cual permitiría instalar en dicho techo 234 paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino con las características siguientes: 24Vcd/9,67A/380W. Esto le permitiría durante el horario del día generar 13 337 Amperes al día, equivalentes a 64 kW de potencia diario, necesitando la Empresa como demanda máxima (con todo el equipamiento fun-

cionando) 40 kW al día, quedándole 24 kW de demanda al menos durante 5 horas para ofertar a la UNE, o sea, 120 kW.hr de ventas de energía al día, teniendo en cuenta que en ese horario se ahorraría. En el Anexo IV se encuentran los datos del resto del equipamiento a adquirir como es el inversor y el regulador de carga. Se aclara que aunque se calcula la cantidad de baterías necesarias, por si la Empresa le interesa ese dato, estas no se tienen en cuenta en las compras propuestas.

### III. Resultados y discusión

#### Análisis económico. Análisis de la inversión

Este análisis se realiza teniendo en cuenta que se propone un proyecto de inversión de energía renovable, basado en la instalación y montaje de 234 paneles fotovoltaicos, ver Anexo IV. En el Anexo se puede observar que, aunque por el área aprovechable la capacidad máxima teórica es de 88,92 kWp, en realidad el disponible es 64 kW, ya que existe 28,03 % no utilizable, debido a existir 14 % de pérdidas de electricidad por conducción y transformación, además de otros motivos como es el tiempo nublado, o de poca radiación.

El costo de la inversión se obtiene de la Fábrica Ernesto Guevara, donde la compra y transportación se oferta a 315 USD el panel fotovoltaico, de potencia 380 Wp, por lo que se realiza la conversión de 24 CUP por USD. El inversor, el metro contador y el regulador se obtienen del mercado europeo, donde se encuentran alrededor de los 10 Euros por cada kW instalado; como están expresados en Euros se realiza la conversión a CUP por el valor de cambio vigente cuando se confeccionó el presente informe, que era de 29 CUP por €. Según las Empresas montadoras el costo de instalación y montaje es aproximadamente 10 % del costo anterior, por lo que se multiplica por 1,10 para tenerlo en cuenta, entonces el costo total de la inversión sería:

$$CI = ((315 \text{ USD} \cdot 234 \cdot 24) + (10 \cdot 234 \cdot 0,380 \cdot 29)) \cdot 1,10 = 2\ 055\ 390,48 \text{ CUP}$$

#### Cálculo y análisis de los ahorros y pagos posibles

Teniéndose los costos totales de la inversión, se calcula el ahorro que se lograría. Estos se corresponden a lo que deja de gastar la Empresa por tener garantizada la energía mediante colectores solares fotovoltaicos, durante al menos 5 horas, 261 días al año (que trabaja de forma continua), más los 52 sábados y domingos que trabaja de forma continua, lo que arroja un ahorro de:

$$AeeE = (Dm \cdot Ttd \cdot Dta) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,10)$$

$$AeeE = (40 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 261 \text{ días/año}) + (40 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 104 \text{ días/año} \cdot 0,01)$$

$$AeeE = 52\ 408 \text{ kW.hr/año}$$

Donde: AeeE → Ahorro de energía eléctrica en la Empresa, kW.hr/año

Dta → Días de trabajo al año, según el día de la semana, días/año. 261 días al año.

Dtsd → Domingos y sábados al año, días/año. 52 días cada uno al año.

Dm → Demanda máxima de la Empresa, kW.

Dd → Demanda máxima que pueden entregar los paneles, kW

Ttd → Tiempo equivalente con sol al día para la radiación máxima, 5 horas al día.

El porcentaje de la energía eléctrica máxima que la Empresa puede ahorrar de su consumo anual, mediante la energía que generan los colectores solares fotovoltaicos sería de:

$$\%Hd = \frac{AeeE}{Cea} \cdot 100 = 84,53 \%$$

Donde: Cea → Consumo de energía anual de la Empresa, plan asignado: 62 000 kW.hr

% Hd → Porcentaje o del consumo que se puede ahorrar del total, %.

Si al ahorro de energía se multiplica por el promedio de la tarifa eléctrica que le cobra la UNE a la Empresa por la Tarifa de baja tensión B1, que corresponde a 3,12 \$/kW.hr, se obtiene:

$$Aee\$ = AeeE \cdot \text{Tarifa} = 52\ 408 \text{ kW.hr/año} \cdot 3,12 \text{ \$/kW.hr} = 160\ 892,56 \text{ \$/año}$$

Donde: Aee\$ → Ahorro en dinero por la energía eléctrica ahorrada, \$/año

Si se tiene en cuenta que la Empresa va a tener una producción de potencia extra de 24 kW durante al menos 5 horas al día, 365 días al año, se obtiene que la Empresa puede producir y comercializar la siguiente cantidad de energía:

$$Ep = (Ddc \cdot Ttd \cdot Da) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,99)$$

$$Ep = (24 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 261 \text{ días/año}) + (24 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 104 \text{ días/año})$$

$$Ep = 43\ 800 \text{ kW.hr/año}$$

Donde: Ddc → Demanda eléctrica disponible para comercializar, kW.

Ep → Energía eléctrica total producida, kW.hr/año

Si este valor se multiplica por el promedio de la tarifa eléctrica que le paga la UNE a las Empresas que generan electricidad por la Tarifa GRUPO C1-C acápite 6: «Tarifas de compra de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos», según Resolución del Ministerio de Finanzas y Precio (MFP) No. 215/2018, que corresponde a 2,10 \$/kW.hr, se obtiene:

$$Ep\$ = Ep \cdot \text{TarifaC} = 43\ 800 \text{ kW.hr/año} \cdot 2,10 \text{ \$/kW.hr} = 91\ 980,00 \text{ \$/año}$$

Donde: Ep\$ → Dinero posible a cobrar por la energía eléctrica producida, \$/año

Por lo que el monto total de dinero entre ahorro de energía y venta de energía sobrante va a ser:

$$Et\$ = Aee\$ + Ep\$ = 160\ 892,56 \text{ \$/año} + 91\ 980,00 \text{ \$/año} = 252\ 872,56 \text{ \$/año}$$

Donde: Et\$ → Dinero total por la energía eléctrica producida y ahorrada, \$/año

### Cálculo medioambiental

La cantidad de energía eléctrica que se deja de producir en los generadores primarios de energía que utilizan combustible fósiles, después de ejecutada la inversión propuesta, se calcula como:

$$EeT = AeeE + Ep = 52\ 408\ \text{kW.hr/año} + 43\ 800\ \text{kW.hr/año}$$

$$EeT = 96\ 208\ \text{kW.hr/año}$$

Donde: EeT → Energía eléctrica que se deja de producir en las centrales termoeléctricas, kW.hr/año

El combustible ahorrado por este concepto se calcula multiplicando este valor por el consumo específico de combustible medio del país, que es de 280 g/kW.hr (gramos de combustible por kW.hr producido)

$$Cah = EeT \cdot Bc = \frac{96\ 208\ \text{kW.hr/año} \cdot 280\ \text{g/kW.hr}}{1000000\ \text{g/Ton}} = 26,94\ \text{Tn/año}$$

Donde: Cah → Combustible fósil ahorrado al año, Tn/año  
Bc → Consumo específico de combustible del País, 280 g/kW.hr

Lo cual equivale a que gracias a la inversión propuesta además de dejarse de consumir 26,94 toneladas de combustibles fósiles anuales, o sea aproximadamente 22 936 litros de hidrocarburos al año, por este concepto se dejan de emitir a la atmósfera 78,13 toneladas de dióxido de carbono anuales.

Al precio actual de la tonelada de combustible de 700 USD, el país se puede ahorrar con la propuesta realizada:

$$AP\$ = 26,94\ \text{Ton/año} \cdot 700\ \text{USD/Ton} = 18\ 858,00\ \text{USD/año}$$

Con respecto al ahorro que recibe el país, el tiempo de recuperación de la inversión se determina por la siguiente expresión:

$$TrP = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro}} = \frac{2\ 055\ 390,48\ \$}{18858,00\ \text{USD/año} \cdot 24\ \text{\$/USD}} = 4,36\ \text{años} = 4\ \text{años y 4 meses}$$

Con respecto al dinero que va a recibir la Empresa por la venta de energía, y teniéndose en cuenta lo que se ahorra en pago de factura por energía eléctrica dejada de consumir, se obtiene que se recupera la inversión en:

$$TrE = \frac{\text{Inversión}}{\text{Pagos a recibir}} = \frac{2\ 055\ 390,48\ \$}{252\ 872,56\ \text{\$/año}} = 8,13\ \text{años} = 8\ \text{años y 2 meses}$$

Para ambos casos, país y Empresa, es rentable ejecutar la inversión propuesta, teniendo en cuenta los 25 años de vida útil que tienen los paneles fotovoltaicos.

Estos cálculos desglosados por año pueden observarse en el Anexo V; se puede apreciar que se propone realizar toda la inversión en un año.

### Eficiencia energética

En el Anexo VI se expone la solicitud por reposición de los 5 carros ligeros y 20 camionetas que actualmente tiene asignada la Empresa, con sus precios de compra en USD, y el ahorro que tendrían en litros de combustibles anuales con su aplicación.

En el Anexo VII aparece el ahorro y el tiempo de recuperación de la inversión si se cambian las luminarias fluorescentes que tienen por sistema led, y en la segunda tabla si se cambian todos los equipos de clima por equipamiento con sistema inverter, con lo cual se puede ahorrar 30 % del consumo del equipamiento de climatización y refrigeración. Como puede observarse en dicho Anexo la recuperación de la inversión, en ambos casos, se produce en un corto período de tiempo, excepto en los pequeños equipos de refrigeración, como son los bebederos, refrigeradores y congeladores.

### IV. Conclusiones

El Plan anual calculado de consumo de energía eléctrica de la Fábrica de Barquillos perteneciente a la Empresa Provincial de Alimentos es de 60 602 kW.hr, correspondiente a 60,602 MW.hr. La demanda máxima según cálculos es 40 kW con todo el equipamiento funcionando, valor que debe ser algo superior en verano e inferior en invierno.

El consumo total de energía eléctrica en dinero asciende a 186 078,10 \$ al año, gasto a tener en cuenta a la hora de confeccionar el presupuesto.

La inversión en energía renovable propuesta mediante la adquisición de los paneles fotovoltaicos, le va a incrementar los ingresos a la Empresa en 252 872,56 \$ al año, en moneda nacional, mediante los ahorros que se logran al dejar de consumir energía en gran parte del horario diurno y en los pagos que recibiría la Empresa por la generación de energía eléctrica limpia, lo cual debe redundar en una ostensible mejora de los salarios de sus trabajadores. Además, el país deja de erogar 18 858,00 USD al año por dejar de comprar el combustible necesario para generar la energía que se puede ahorrar y generar en la Empresa. Esto sin sumar los ahorros por mejora de eficiencia energética determinados en los Anexos VI y VII, que ascienden a 459 080 CUP al año por los automóviles, además de 181 930,00 CUP por el cambio de las luminarias fluorescentes por led y de los sistemas de clima y refrigeración por sistema inverter.

La inversión propuesta en energía renovable se recupera en 4 años y 4 meses con respecto al combustible que se ahorra el país por este concepto, y se recupera en 8 años y 2 meses con respecto a los ahorros de energía eléctrica y el pago que se recibe por generación de electricidad, por parte de la Empresa.

Con la inversión propuesta, además de dejarse de consumir 26,94 toneladas de combustibles fósiles anuales, o sea, aproximadamente 22 936 litros de hidrocarburos al año, por este concepto se dejan de emitir a la atmósfera 78,13 toneladas de dióxido de carbono anuales, contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente.

La solicitud de inversiones de energía renovable y eficiencia energética se confeccionó y entregó al MEP Provincial y a la ONURE en el modelo establecido por este último, y se anexa copia a este informe.

## V. Recomendaciones

1. Realizar licitaciones para adquirir la tecnología propuesta, mediante solicitud de crédito bancario amparados por el Decreto Ley 345/2019 del MINEM.
2. Distribuir los consumos mensuales de energía y demanda según la temporada.
3. Se recomienda la instalación de protectores de línea en los aires acondicionados y equipos de refrigeración, para protección y aumento de su vida útil.
4. Estos cálculos, al haber tomado valores medidos directamente en el equipamiento y por catálogos y originales de proyectos, pueden tener hasta un 10 % de error admisible.

## VI. Aclaraciones

Se aclara que todos los cálculos de demanda se realizaron según la metodología de la UNE.

La solicitud de inversión de energía renovable se realizó según modelo de la ONURE, en función de la Resolución 1238/2021 del MEP y del Decreto Ley 345/2019 del MINEM, entregado a la Empresa en el modelo establecido por la ONURE.

Las propuestas realizadas están basadas en mediciones realizadas en el terreno y en información estadística facilitada por la Empresa, así como los cálculos económicos son basados en precios de productos que se encuentran en el mercado nacional (cuando están en CUP) y del mercado internacional (cuando están en Euros o USD), por lo que se acepta internacionalmente hasta un rango del 10 % de error en las estimaciones realizadas.

El presente informe solo puede considerarse un anteproyecto de una propuesta técnica, el Proyecto detallado de la inversión debe realizarse en unión con los proveedores y montadores del equipamiento propuesto, y en función de sus características técnicas y de diseño.

## VII. Bibliografía

ANDRADE CEDEÑO Y ROGGER JOSÉ (2018), *Gestión Energética de una Estación de Bombeo mediante el uso del Control Estadístico de Procesos. Estudio de Caso: Acueducto La Esperanza*– Refinería del Pacífico, Revista Politécnica – enero 2018, Vol. 40, No. 2.

ATALLA T. *et al* (2017). A global degree days database for energy-related applications, *Energy* 143 (2018) 1048-1055, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.10.134>.

BINITA K.C. Y R. MATTHIAS (2017). *Estimation and projection of institutional building electricity consumption*, *Energy and Buildings* 143 (2017) 43–52, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.034>.

CHEN, Y., TAN, H., & BERARDI, U. (2017). *Day-ahead prediction of hourly electric demand in non-stationary operated commercial buildings: A clustering-based hybrid approach*. *Energy and Buildings*, 148, 228-237.

CUNHA, F. O., & OLIVEIRA, A. C. (2020). Benchmarking for realistic nZEB hotel buildings. *Journal of Building Engineering*, 30, 101298.

GEET (2014). *Exergy Analysis for 120 mw Thermal Power Plant with Different Inlet Temperature Conditions*: International Journal of Research in Engineering & Technology. Volumen.2, pp.21-30.

IDEA, INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2019). *Instalaciones de Energía Solar Térmica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura*. PET-REV-enero 2019. Disponible en Internet: <http://www.idae.es>

IRENA (2021). *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

JÁCOME, E. A.; L. S. OROZCO *et al.* (2017). *Implementation of energy management system in the hotel industry*. *Dom. Cien*, 2017, 3: 321-340.

L.A. PACE / *Journal of Cleaner Production* 111 (2016) 409-420

ROSHAN GH. R., A. A. GHANGHERMEH AND S. ATTIA (2017). *Determining new threshold temperatures for cooling and heating degree day index of different climatic zones of Iran*, *Renewable Energy* 101 (2017) 156-167.

SÁNCHEZ ÁVILA, J. L. (1999). *Desarrollo y aplicación del diagnóstico y pronóstico técnico al mantenimiento de los sistemas centralizados de aire acondicionado*. Tesis de Doctorado. Universidad de Matanzas, 129 Páginas, 1999.

SHAFIQ, UMAR (2015). *Thermodynamic Analysis of Natural Gas Based Furnace /Boiler Integrated with Steam Power Plant theoretical Approach*. (ISSN 2231-606x), Volumen 5 (12).

WU, J., LIAN, Z., ZHENG, Z., & ZHANG, H. (2020). *A method to evaluate building energy consumption based on energy use index of different functional sectors*. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101893.

Recibido: 5 de marzo de 2022.

Aceptado: 31 de marzo de 2022.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:** Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción-revisión y edición: 25 % cada autor.

Anexos

Anexo I: Cálculo del consumo de energía por mes: Fábrica de barquillos								Tarifa genral de baja tensión: B1				
Transformador	0	0	KVA		Pfe	0	0	kW	Cantidad de fases: Marcar con una X, de no hacerlo se asume monofásico		Monofásico	
Cantidad	0	0	KVA		Pcu	0	0	kW	X		Trifásico	
K	0,9738	Factor de combustible							Tensión eléctrica:		Volt 220	

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total o Promedio
Consumo reactivo:	KVAr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo madrugada	kW.hr	76	69	76	74	76	74	76	76	74	76	74	76	895
Consumo día	kW.hr	5 026	4 540	5 026	4 864	5 026	4 864	5 026	5 026	4 864	5 026	4 864	5 026	59 177
Consumo pico	kW.hr	45	41	45	44	45	44	45	45	44	45	44	45	530
Consumo activo	kW.hr	5 147	4 649	5 147	4 981	5 147	4 981	5 147	5 147	4 981	5 147	4 981	5 147	60 602
Pérdidas de transformación	kW.hr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total consumido</b>	<b>kW.hr</b>	<b>5 147</b>	<b>4 649</b>	<b>5 147</b>	<b>4 981</b>	<b>5 147</b>	<b>4 981</b>	<b>5 147</b>	<b>5 147</b>	<b>4 981</b>	<b>5 147</b>	<b>4 981</b>	<b>5 147</b>	<b>60 602</b>
<b>Demanda máxima calculada:</b>	<b>kW</b>	<b>40</b>												

	días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Gasto madrugada	\$	233,36	210,78	233,36	225,83	233,36	225,83	233,36	233,36	225,83	233,36	225,83	233,36	2 748
Gasto día	\$	15 432,36	13 938,91	15 432,36	14 934,54	15 432,36	14 934,54	15 432,36	15 432,36	14 934,54	15 432,36	14 934,54	15 432,36	181 704
Gasto pico	\$	138,17	124,80	138,17	133,72	138,17	133,72	138,17	138,17	133,72	138,17	133,72	138,17	1 627
Gasto activo	\$	15 803,89	14 274,48	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 294,09	15 803,89	186 078
Gasto Pérdidas transformación	\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Demanda máxima registrada	\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
<b>Total Gastado</b>	<b>\$</b>	<b>15 803,89</b>	<b>14 274,48</b>	<b>15 803,89</b>	<b>15 294,09</b>	<b>15 803,89</b>	<b>15 294,09</b>	<b>15 803,89</b>	<b>15 803,89</b>	<b>15 294,09</b>	<b>15 803,89</b>	<b>15 294,09</b>	<b>15 803,89</b>	<b>186 078,10</b>
Precio promedio	\$/kW.hr	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07

Anexo II: Resumen de los consumos por horario y tipo de mes

	Consumo día kW.hr	% día %	Consumo Pico kW.hr	% Pico %	Consumo Madrugada kW.hr	% mad. %	Total kW.hr
Meses de 31 días	<b>5 026</b>	<b>97,6</b>	<b>45</b>	<b>0,9</b>	<b>76</b>	<b>1,5</b>	<b>5 147</b>
Meses de 30 días	<b>4 864</b>	<b>97,6</b>	<b>44</b>	<b>0,9</b>	<b>74</b>	<b>1,5</b>	<b>4 981</b>
Mes de 28 días	<b>4 540</b>	<b>97,6</b>	<b>41</b>	<b>0,9</b>	<b>69</b>	<b>1,5</b>	<b>4 649</b>

Anexo III: Cálculo del posible consumo de energía eléctrica y demanda máxima

Entidad: Fábrica de barquillos										
Aparatos electricos y luces	Cantidad	Potencia (Wats)	Pot Total (Wats)	Tiempo día (hrs/mes)	Total día (kW.hr)	Tiempo Pico (hrs/mes)	Total Pico (kW.hr)	Tiempo Mad (hrs/mes)	Total Mad (kW.hr)	Total
Alumbrado exterior led 50 W	4	50,0	200,0	0	0,000	124	24,800	248	49,600	
Alumbrado led 9 W	6	9,0	54,0	184	9,936		0,000		0,000	
Alumbrado fluorescente 18 W	33	18,0	594,0	184	76,507		0,000		0,000	
Alumbrado fluorescente 32 W	1	32,0	32,0	184	5,888		0,000		0,000	
Máquina de barquillo	1	3 500,0	3 500,0	184	450,800		0,000		0,000	
Estufa	2	4 300,0	8 600,0	184	1 107,680		0,000		0,000	
Freezer	2	135,0	270,0	372	70,308	124	33,480	248	46,872	
Hornilla electrica	1	1 000,0	1 000,0	184	128,800		0,000		0,000	
Hornos tecnoplast Diesel	2	4 000,0	8 000,0	184	1 030,400		0,000		0,000	
Batidoras tecnoplast	2	2 500,0	5 000,0	184	644,000		0,000		0,000	
Amasadora tecnoplast	1	4 000,0	4 000,0	184	515,200		0,000		0,000	
Ventiladores	4	250,0	1 000,0	184	128,800		0,000		0,000	
Extractores	2	350,0	700,0	184	90,160		0,000		0,000	
Horno de gaveta	1	24 000,0	24 000,0	184	3 091,200		0,000		0,000	
Bomba de agua	1	375,0	650,0	69	18,113		0,000		0,000	
Bebedero de agua	1	85,0	85,0	372	22,134	124	7,378	248	14,756	
Pesa electrica	1	4,0	4,0	184	0,736		0,000		0,000	
<b>Total:</b>	<b>65</b>	<b>44 608,0</b>	<b>57 689,0</b>		<b>7 390,662</b>		<b>65,658</b>		<b>111,228</b>	

**Carga Instantánea Total: 39,23 kW**

**Anexo IV: Determinación de la cantidad de paneles fotovoltaicos**

Uso Simultaneo

Consumo diario de Corriente de CA (Ah) **2 494,12** A/hora

Consumo Total corregido: **2 934,26** A/hora

Energía total diaria	<b>320 101,09</b>	W.hr/dia =	<b>64,00</b>	kw
Tensión CD del sistema (generalmente 12 ó 24 V)	24	Vcd		
Carga diaria corriente	13 337,55	A.hr/dia		
Multiplicar con el factor de seguridad 10%	1,1			
Carga diaria corriente corregida	14 671,30	A.hr/dia		
Promedio de horas de pico de sol por día.	<b>5</b>			
Amperaje que el sistema tendrá que producir en 1 hora	<b>2 934,26</b>	A/hora		<b>Comprobación:</b>
Capacidad máxima teórica de Potencia en kWp	<b>88,92</b>	kWp	>	<b>64,00</b>
14 % pérdidas, más tiempo nublado, brumoso o de poca radiación:	<b>28,03%</b>			

**Cálculo del número de paneles**

Consumo Total corregido:	2 934,26 A/hora
Amperaje máximo del modulo solar seleccionado	9,67 <b>Panel Policristalino 24Vdc/9,67A/380W</b>
Potencia pico	380
Horas sin o poco Sol	<b>7</b>
Eficiencia del Panel	0,195
Profundidad de Descarga de las Baterías	0,95
Coefficientes Multiplicados	12,54
Numero de módulos <b>Paralelos</b> que se necesita	<b>234 Paneles</b>
Numero de módulos en <b>Serie</b> que se necesita 24/24=1	<b>1,00 Paneles</b>
Area disponible para ubicar paneles (m2)	<b>468,00</b> m2
Area de un solo panel fotovoltaico (m2)	1,92 m2

<b>Paneles</b>	Poner X
Adosados:	
Estructurados:	X

**Cálculo del número de baterías (opcional)**

Carga total diaria	14 671,30 A/dia
Días de reserva	2 (tiempo funcionando sin sol)
Capacidad nominal del banco de baterías	7 335,65 Ah
Factor de profundidad de descarga	0,8 ( 20% de reserva en las Baterías)
Capacidad corregida del banco de baterías	9 169,56 Ah
Capacidad nominal de batería	75 Ah (SOLAR BLOC 75 GEL)
Número de baterías en Paralelo de 24Vcd	124,00
Número de baterías en Serie de 24Vcd	1,00
<b>Total de Baterías a Instalar</b>	<b>124,00</b>

**Calculo de Potencia del Inversor (Solo para 220AC)**

Total de Potencia Instantanea del Inversor (Pts)	<b>64 020,22</b> Wh	Agregar 10% del Total Inversor
TOTAL de Potencia Inversor Regimen Continuo	<b>70 422,24</b> Wh	<b>6402,021742</b>
Factor pico de arranque por Motor 1,25%	<b>88 027,80</b>	
Uso no Simultaneo (Aprox. 1/3)	<b>66 020,85</b> Wh	<b>Pni= 47,5 KW.h Pni &gt; Pts</b>

**Calculo del Regulador de Carga para 24 Vcd**

Numeros de Paneles en paralelo	234,00
Intensidad maxima del Panel	9,67 A
Coefficiente de Pérdidas	1,25
Intensidad maxima del Regulador	<b>2828,475</b> A

Nota: Estos cálculos están realizados para colectores con una orientación hacia el sur y un ángulo de inclinación de 20º  
Cualquier variación en la orientación y el ángulo de inclinación reduce obstensiblemente la radiación recibida

## Estudio para la aplicación de la energía renovable en la Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas

**Plan de Inversiones de Fuentes de Energía Renovable del 2022 al 2026 de acuerdo a la resolución 1238 MEP: Directivas para el desarrollo, mantenimiento y sostenibilidad de las fuentes renovables y uso eficiente de la energía. En función del Decreto Ley 345 del MINEM**

### Anexo V: Solicitud de sistemas de paneles fotovoltaicos.

Consumo anual:	62,00	MW.hr
----------------	-------	-------

No	Año	Demanda	Generación de Paneles	Excedente para vender a la OBE	Monto de la Inversión o Acción propuesta		Combustible que ahorra el país		Tiempo recuperación inversión respecto al combustible	Monto que recibe la Empresa por la energía ahorrada y generada	Tiempo recuperación inversión para la Empresa	Área disponible de techo	Cantidad de Paneles fotovoltaicos	Consumo a reducir (MWh)	% reducción del consumo
		kW	kW	kW	Cup	USD	Tn/año	USD/año	años	CUP	años	m2	Unidad	(MWh)	%
1	2022	40,00	64	24,00	2 055 390,48	82 215,62	32,67	22 869,00	3,60	295 853,68	6,95	468,0	234	52,41	84,53%
2	2023	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
3	2024	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
4	2025	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
5	2026	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
<b>Total</b>		40,00	64	24,00	2 055 390,48	82 215,62	163,35	114 345,00		1 479 268,40		468,0	234	262,04	84,53%

### Anexo VI: Solicitud de transporte eléctrico ecológico.

Número	Años	Cantidad de transporte ligero solicitado		Combustible ahorrado por año	Combustible ahorrado por año	Combustible acumulado ahorrado	Dinero que se ahorra por concepto de combustible al año	Dinero acumulado por concepto de combustible	Pago por año
		Ligero	Camioneta	Litros al año (ligero)	Litros al año (camioneta)	Litros al año	\$/año	\$/año	USD/año
1	2022	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	31 272,00	254 000,00
2	2023	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	62 544,00	254 000,00
3	2024	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	93 816,00	254 000,00
4	2025	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	125 088,00	254 000,00
5	2026	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	156 360,00	254 000,00
<b>Total</b>		5	20	1 000,00	10 000,00	41 000,00	156 360,00	469 080,00	1 270 000,00

**Nota:** La carga eléctrica de estos equipos se realizará con energía renovable, mediante los paneles fotovoltaicos solicitados en el Anexo V.

INVERSION O ACCION PROPUESTA	Capacidad o potencia de la inversión de acuerdo a sus características			Monto de la Inversión o Acción propuesta		
	Unidades	Potencia Unitaria (kW)	Potencia Total (kW)	Precio/Unidad	Importación (USD)	Moneda Nacional
					USD	CUP
Vehículo eléctrico Peugeot Patner DVLS	5	49,0	245,0	42 000,0	210 000,00	5 040 000,00
Vehículo eléctrico Peugeot Camioneta Foton DVLS	20	90,0	1 800,0	53 000,0	1 060 000,00	25 440 000,00
<b>Total</b>	<b>25</b>		<b>2 045,0</b>		<b>1 270 000,00</b>	<b>30 480 000,00</b>

**Anexo VII: Solicitud de sistemas para mejorar la eficiencia energética.**

**Solicitud de cambio de luminarias fluorescente por luminarias Led**

No	Año	Luminarias de 32 W	Luminarias de 18 W	Luminarias mercurio, halógeno, sodio, etc. Watt	Consumo actual	Consumo Led	Energía anual que se ahorra	Monto de la Inversión o Acción propuesta		Combustible que ahorra el país		Tiempo recuperación inversión respecto al combustible	Dinero que se ahorra la Empresa por la energía ahorrada	Tiempo recuperación inversión para la Empresa	Impacto en la demanda	Impacto en la energía	Impacto en las emisiones de CO2 evitadas
					kW	kW		kW.hr	CUP	Euro	Tn/año						
1	2022	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
2	2023	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
3	2024	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
4	2025	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
5	2026	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
<b>Total</b>		<b>800</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>39,20</b>	<b>19,60</b>	<b>41 356,00</b>	<b>142 000,00</b>	<b>4 896,55</b>	<b>11,58</b>	<b>8 105,78</b>		<b>129 030,7</b>		<b>0,01960</b>	<b>0,0414</b>	<b>33,697</b>

**Solicitud de cambio de Aires acondicionados y cámaras frías por sistema inverter**

No	Año	Aires acondicionados y Cámaras frías	Capacidad	Cantidad	Total	Consumo actual	Consumo con sistema inverter	Energía anual que se ahorra	Monto de la Inversión o Acción propuesta		Combustible que ahorra el país		Tiempo recuperación inversión respecto al combustible	Dinero que se ahorra la Empresa por la energía ahorrada	Tiempo recuperación inversión para la Empresa	Impacto en la demanda	Impacto en la energía	Impacto en las emisiones de CO2 evitadas
					BTU/hr	kW	kW		kW.hr	CUP	Euro	Tn/año						
1	2022	1	12000	17	204000	1,37	0,96	14742,57	246 500,00	8 500,00	4,13	2 889,54	3,53	45 996,82	5,36	0,0070	0,0147	12,01
2	2023	0,5	6000	5	30000	0,14	0,09	427,28	46 400,00	1 600,00	0,12	83,75	22,93	1 333,10	34,81	0,0002	0,0004	0,35
3	2024	0,5	6000	2	12000	0,08	0,05	94,95	17 400,00	600,00	0,03	18,61	38,69	296,24	58,74	0,00005	0,0001	0,08
4	2025	0,5	6000	2	12000	0,09	0,06	107,61	6 960,00	240,00	0,03	21,09	13,65	335,74	20,73	0,0001	0,0001	0,09
5	2026	1,5	18000	1	18000	2,50	1,75	1582,50	15 950,00	550,00	0,44	310,17	2,13	4 937,40	3,23	0,0008	0,0016	1,29
<b>Total</b>		<b>48 000</b>	<b>27</b>	<b>276 000</b>	<b>4,17</b>	<b>2,92</b>	<b>16 954,91</b>	<b>333 210,00</b>	<b>11 490,00</b>	<b>4,75</b>	<b>3 323,16</b>	<b>4,15</b>	<b>52 899,3</b>	<b>6,30</b>	<b>0,0080</b>	<b>0,0170</b>	<b>13,81</b>	

Nota: