

SOFTWARE

“Frecal”, herramienta para el calculo de las fuentes energéticas

“Frecal”, tool for the calculate of the energy sources

M.Sc. Enrique Álvarez Torres¹, Lic. José Enrique Álvarez Iglesias¹¹, Ing. Salvador Fleitas Jiménez¹

¹Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

¹¹ Universidad de La Habana, Plaza, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El empleo de los combustibles fósiles amenaza con destruir la vida de la humanidad, creando serios problemas energéticos, económicos, bélicos y medio ambientales, por lo que los científicos del mundo han depositado sus esperanzas en las fuentes de energías renovables y alternativas, por las características de estas últimas. Para desarrollar el proceso de sustituir las fuentes fósiles por las fuentes renovables y alternativas, se hace necesario caracterizar estas nuevas fuentes y cuantificarlas. La presente herramienta informática tiene como objetivos fundamentales cuantificar las disponibilidades energéticas y determinar los parámetros fundamentales de explotación y diseño de las tecnologías energéticas (solares, eólicas y del biogás) a emplear. Esta herramienta está estructurada a través de diapositivas en el Microsoft Office Power Point con hipervinculos a los diferentes programas informaticos que caracterizan a cada fuente renovable y nueve programas de computación, para cumplimentar sus objetivos.

Palabras clave: energías renovables, fuentes de energías, medio ambiente.

ABSTRACT. The employment of the fuels fossil threat with destroying the humanity's life, creating serious energy, economic, warlike and half environmental problems, for what the scientists of the world have deposited their hopes in the sources of renewable and alternative energy, for the characteristics of these last ones. To develop the process of substituting the fossil sources for the renewable and alternative sources, it becomes necessary to characterize these new sources and to quantify them. The present computer tool has as fundamental objectives to quantify the energy readiness and to determine the fundamental parameters of exploitation and design of the energy technologies (lots, eolic and of the biogás) to use. Tool is it is structured by the combination of power point and nine calculation programs, to execute their objectives.

Keywords: renewable energy, energy sources, half environment.

INTRODUCCIÓN

Al desarrollo tecnológico esta vinculado el incremento elevado del empleo de los combustibles de origen fósil, esto ha motivado grandes problemas dentro de los cuales se destacan los elevados precios de estos, el agotamiento de las reservas de estos combustibles, conflictos económicos y bélicos en diversas partes del mundo, así como el creciente deterioro del medio ambiente, el cual ha mostrado sus efectos tan perjudiciales para la sociedad. (Turrini, 1999; Montesino, 2011; Sanchez, 2007).

Los científicos a nivel mundial han puesto sus esperanzas en las fuentes renovables y alternativas de energía, lo que motiva una reflexión sobre la necesidad de caracterizar estas fuentes, determinar su cuantía, crear la infraestructura para sus transformaciones energéticas (Bérriz, 2003)

Luego cabe la pregunta ¿con cuanta energía renovable y

alternativa puede disponer la agricultura cubana?

Cuba dispone de un gran potencial energético solar, eólico y de la biomasa (biogás), al cual se ha ido dirigiendo el establecimiento de tecnologías encargadas de la transformación energética para solucionar las demandas energéticas que se presenta en nuestra agricultura, pero aun no es suficiente el trabajo desarrollado, por lo que se hace necesario la introducción y explotación de tecnologías transformadoras de energías, teniendo en cuenta la capacitación del personal para estas actividades, es necesario disponer de medios y metodologías que contribuyan al calculo de estas energías procedentes de estas fuentes energéticas renovables y alternativas. (Bérriz, 2010a)

El presente trabajo tiene como objetivos fundamentales cuantificar las disponibilidades energéticas y determinar los

parámetros fundamentales de explotación y diseño de las tecnologías energéticas (solares, eólicas y del biogás) a emplear, para complementar estas acciones, se creó una herramienta informática de trabajo denominada "Frecal", herramienta para el cálculo de las fuentes renovables de energía, esta herramienta ha contribuido notablemente en los cursos de pre y postgrado, desarrollados en la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Agraria de La Habana y se pretende informar en este artículo los software que lo constituyen y las posibilidades de cálculos que tienen estos, cuestión que ayudaría considerablemente a la gestión energética en las empresas, centros de investigación y otras instalaciones de las áreas rurales.

DESARROLLO

Para la elaboración de esta herramienta se crearon y perfeccionaron varios programas de computación; además se utilizaron algoritmos y metodologías de diferentes artículos y libros.

Las características de esta herramienta informática son las siguientes:

- Inicialmente se emplea un Power Point, que mediante hipervínculos se relacionan con diapositivas y software. en una diapositiva (menú principal), se dirige a tres grupos de software (fuentes de energía solar térmica y fotovoltaica); fuentes de energía eólica; y fuentes de energía de la biomasa (biogás).
- Cuando en esta diapositiva del menú principal, se hace clic sobre uno de estos grupo, aparece una diapositiva con un menú secundario de los software del grupo seleccionado, si se hace clic sobre uno de estos software del menú antes señalado, aparecerá una diapositiva con una ficha de este, nombrando las características de dicho software, en la misma diapositiva hay dos opciones una "software" para ejecuta dicho software y la otra (si se hace clic sobre el título de dicha diapositiva) se regresa a la diapositiva que contiene el menú secundario del grupo de software seleccionado con anterioridad. Es importante conocer que al regresar al menú del grupo de programas de una determinada fuente energética seleccionada, si se hace clic en el título de esta diapositiva, se regresa a la diapositiva del menú principal.
- Esta herramienta aunque presenta nueve software, pueden ser ejecutados con arquitectura 32 bytes y sistema operativo Windows. Exigen 0.93 Mb de memoria RAM.

- Permite ejecutar acciones de simulación de procesos de cálculos, con diferentes variantes que facilitan la gerencia energética y la toma de decisiones.
- Todos los software de cada uno de los grupos de las fuentes energéticas mencionados, tienen las características en su metodología de funcionamiento.

En cada uno de los grupos energéticos se incluyen procedimientos, metodologías y paquetes informáticos

Energía Solar Térmica

1. *Calentadores solares para su empleo en instalaciones agropecuarias.* (Álvarez, 2007a¹; Bériz y Álvarez, 2008; Vázquez, 2008a; (Bériz, 2010b).
2. *Software para el cálculo del balance térmico de una instalación.* (Álvarez, 2010)².
3. *Forma práctica para determinar un sistema de calentadores solares* (Vázquez, 2004b; Vázquez, 2005).

Energía solar fotovoltaica

1. *Sistema Automatizado (SA), para determinación del área y costo de un módulo fotovoltaico.* (Álvarez, 2007)³.

Energía eólica

1. *Determinación de la energía eólica de un área mediante un sistema computarizado.* (Álvarez, 2011, 2⁴; Moreno, 2007; Moreno, 2011).
2. *Calculo de los parámetros energéticos y dimensionales de los aerogeneradores y aerobombas, para el trabajo de una empresa mediante un sistema computarizado (SA).* (Álvarez, 2011a⁵; Moreno, 2007).

Energía del Biogás

1. *Software para la determinación del potencial energético del biogás de una empresa o finca agropecuaria.* (Álvarez, 2007c⁶; Sánchez, 2007).
2. *Software para el cálculo de la cantidad de biometano obtenido y rendimiento del proceso del biodigestor* (Álvarez, 20011d)⁷.
3. *Sistema automatizado para el cálculo de los parámetros de explotación y diseño de un biodigestor de biogás.* (Álvarez, 2011c⁸; Guardado, 2007).

¹ ÁLVAREZ E.T.: *Calentadores solares para su empleo en Instalaciones Agrícolas (Uso de Varios Métodos)* . Enrique Álvarez Torres. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro: 2817 – 2007a.

² Álvarez. E.T. "Software para el cálculo del Balance Térmico de una Instalación". Enrique Álvarez Torres. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro: 350 - 2010.

³ ÁLVAREZ. E.T.: *Sistema Automatizado para la determinación del Área y Costo de un Módulo Fotovoltaico.* Enrique Álvarez Torres. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro: 2819 – 2007b.

⁴ ÁLVAREZ. E.T.: *Determinación de la Energía Eólica de un Área, mediante un Sistema Automatizado.* Enrique Álvarez Torr. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro 2280 – 2011b.

⁵ ÁLVAREZ. E.T.: *Cálculo de los parámetros energéticos y dimensionales de los aerogeneradores y aerobombas, para el trabajo de una Empresa, mediante un Sistema Automatizado.* Enrique Álvarez Torres. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro: 2280 – 2011a.

⁶ Álvarez. E.T.: "Software para la determinación del Potencial Energético del Biogás en una Empresa o Finca Agropecuaria". Enrique Álvarez Torres. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro: 2818 – 2007c.

⁷ Álvarez. E.T.: "Software para el cálculo de la cantidad de Biometano obtenido y rendimiento del proceso del Biodigestor". Enrique Álvarez Torres. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro: 2281 – 2011d.

⁸ ÁLVAREZ. E.T.: *Sistema Automatizado para calcular los parámetros de explotación y diseño de un Biodigestor de Biogás,* Enrique Álvarez Torres. Centro de Derecho del Autor. CENDA. Registro: 240 – 2011c

Dentro de los Softwares relacionados con la Energía Solar, se emplean:

El software No.1. *Calentadores solares para su empleo en instalaciones agropecuarias.*

Esta se ejecuta sobre cualquier sistema operativo, no requiere del montaje de ningún paquete para su funcionamiento, se ejecuta en cualquier tipo de computadora y con el empleo mínimo de su memoria, presenta un ambiente de trabajo ilustrativo y funcional, la entrada de la información inicial es en bloque, *calcula la demanda térmica solar de un local por varias vías, partiendo de distintos factores que influyen en cada calculo y calcula los valores de las dimensiones de los calentadores y almacén (depósito de agua) de energía.*

El software No.2. *Software para el cálculo del balance térmico de una instalación.*

En ella se realizan los siguientes cálculos: a) Pérdidas térmicas del local. b) de los parámetros que intervienen en el intercambio de calor a través de un muro u otros medios de almacenaje; c) del balance térmico y dimensional de un local. Presenta una base de datos (BD) informativa de ayuda al usuario en la entrada de datos, *dispone de un ambiente de trabajo practico, sencillo, facilita la grabación e impresión de los resultados obtenidos.* Se puede hacer la simulación del proceso, tiene la modalidad "Demo" para aprender el funcionamiento del software.

El software No.3. *Forma práctica para determinar un sistema de calentadores solares.*

Este se realiza mediante un un sistema de calentadores solares, es mediante un "sistema automatizado práctico (SAP)" el cual *facilita la Información previa del usuario en la entrada de los datos iniciales mediante el empleo de una base de datos (BD).* Con el empleo de la modalidad interactiva entre el usuario y el SAP, se logra *calcular la información necesaria de un sistema de calentadores solares* (los cálculos económicos, energéticos y medio ambientales de la tecnología a emplear). Es un sistema práctico, sencillo y de gran economía para la memoria de la computadora. El SAP facilita la *simulación con las variantes posibles a tener en cuenta, lo que permite la gestión energética dentro de la empresa.* Además el sistema emplea la modalidad "Demo" para la *capacitación de usuario con el sistema.*

El software No. 4. *Sistema automatizado, para determinación del área y costo de un módulo fotovoltaico.*

La obra se ejecuta sobre cualquier computadora, independientemente del sistema operativo que este montado, los datos se introducen en bloque, presenta un ambiente de trabajo ilustrativo, informativo y adaptable, calcula la demanda energética existente por varias vías (según la información disponible), determina las dimensiones y costo de los Módulos fotovoltaicos necesarios, graba e imprime los resultados obtenidos.

Dentro de los Software que calculan la Energía Eólica, se tienen:

El software No. 5. *Determinación de la energía eólica de un área mediante un sistema computarizado.*

Dispone de un menú de trabajo, el cual en la primera opción, se da una información de las características del sistema y la forma de su empleo, se hace un cálculo energético, económico

y medio ambiental; en la segunda opción, permite la realización de los cálculos en una vaquería o instalación similar, para el uso de la energía eólica en dicha área o instalación y en la tercera opción se hace el cálculo de forma práctica mediante el empleo de tablas propuestas de las instalaciones eólicas (aerobombas o aerogeneradores) necesarias. El sistema permite al usuario disponer de todo un conjunto de posibilidades prácticas y sencillas, que lo hacen una herramienta dinámica, facilitando la simulación de proyecciones energéticas.

El Software No. 6. *Cálculo de los parámetros energéticos y dimensionales de los aerogeneradores y aerobombas, para el trabajo de una empresa mediante un sistema computarizado.*

Se realiza el cálculo de la potencia máxima y frecuente de los aerogeneradores y aerobombas, empleados en las empresas u otros centros laborales, elabora las tablas de potencia en función de la velocidad del viento, tipo de aereoquipo y las dimensiones de las paletas de estos. Presenta una base de datos (BD) para la ayuda en la entrada de datos iniciales, donde el usuario puede modificar o ajustar las condiciones de trabajo dispone de un ambiente de trabajo practico y dinámico, facilitando los cálculos, grabación o/e impresión de los resultados.

En los Software que se vinculan con la Energía del Biogás se tienen:

El Software No.7. *Software para la determinación del potencial energético del biogás de una empresa o finca agropecuaria.*

Se ejecuta sobre cualquier sistema operativo y en cualquier computadora, utiliza poca memoria, de montaje sencillo y dispone de un ambiente de trabajo con las orientaciones necesarias. Calcula la cantidad de biogás (metano) partiendo de residuales orgánicos vegetales y animales y calcula las equivalencias energéticas del biogás con otras fuentes convencionales. Además favorece la posibilidad de imprimir o grabar los resultados obtenidos.

El Software No.8. *Software para el cálculo de la cantidad de biometano obtenido y rendimiento del proceso del biodigestor.*

Se realiza a partir de la *fórmula de buswell muller*, determina la cantidad de biometano (biogás) y la calidad del proceso de biodigestión del biodigestor, que se pudiera obtener de residuos orgánicos de origen vegetal y animal; además cuenta con una base de datos (bd) informativa que ayuda al usuario en la selección de la *información de entrada* al software, incluyendo la posibilidad de valorar el rendimiento del biodigestor empleado. el sistema presenta un ambiente de trabajo factible de empleo, pues no requiere del montaje de otros software para su funcionamiento, utiliza poca memoria, puede grabar o/e imprimir los resultados, permite el empleo de salida y entrada temporal del sistema operativo, facilita la simulación del proceso y dispone la modalidad "demo", para la capacitación del usuario con el software

El Software No. 9. *Sistema automatizado para el cálculo de los parámetros de explotación y diseño de un biodigestor de biogás.*

Permite la realización del cálculo de la potencialidad energética posible en la cantidad de los residuales orgánicos disponibles, las *dimensiones de biodigestor* y las cantidades de productos a

obtener. El sistema presenta un ambiente de trabajo practico y sencillo, cuenta con una base de datos (BD) en función de la entrada de los datos iniciales en bloques, presenta *ayuda, una información propia del sistema automatizado (SA)*, facilita la posibilidad de *grabar o/e imprimir los resultados*, brinda una valoración de los equivalente de otros portadores energéticos, con respecto al biogás a obtener, proporciona la posibilidad de desarrollar la *simulación del proceso con variantes*. Presenta la modalidad “Demo” para la *capacitación de usuario* con el SA.

El procedimiento de trabajo de la herramienta Frecal se muestra a partir de las siguientes figuras: En la Figura 1 aparece la portada de la herramienta informática Frecal, con los datos generales (institución, autores, entre otros)

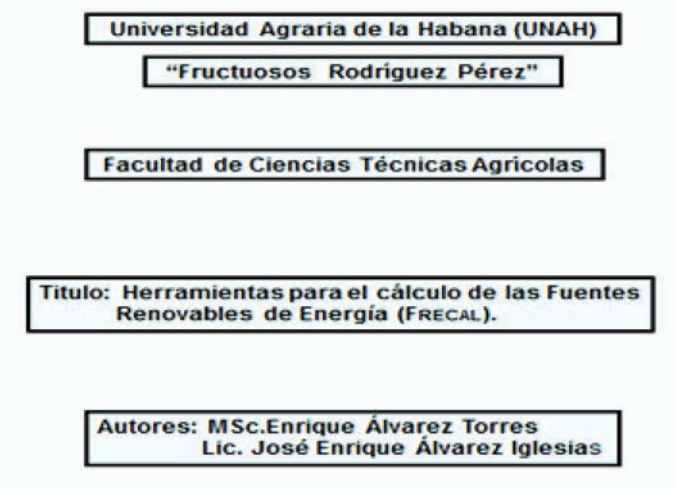


FIGURA 1. Portada de la herramienta.

En la Figura 2, aparece el menú principal, con las diferentes opciones de cálculo para cada uno de los grupos energéticos; así como las conclusiones, bibliografía, fichas de los softwares y fin de la herramienta



FIGURA 2. Menú principal.

Si se hace clic sobre la palabra “energía” de la ventana titular de este menú secundario, se regresa al menú principal, pero al contrario si damos clic sobre la palabra “energía”, en cualquiera de las ventanas de los grupos energéticos deseados, se pasa entonces hacia otro menú, donde aparecerán los programas de las fuentes renovables de energía seleccionadas. Por ejemplo, si se da un clic a la palabra “energía” de la ventana “Fuentes de energía eólica” se pasa a otro submenú donde aparecen los programas de cálculo, tal y como muestra la Figura 3

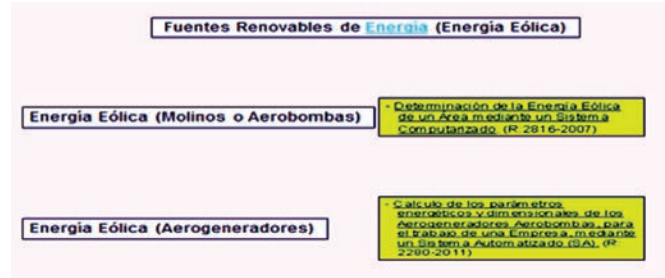


FIGURA 3. Menú del grupo de programas para el cálculo de la energía eólica.

Nota: continuando con el ejemplo anterior si se hace clic en la ventana que se titula “Cálculo de los parámetros energéticos y dimensionales de los aerogeneradores o aerobombas, para el trabajo de una empresa, mediante un sistema automatizado (SA)”. Pasa a otra diapositiva donde se brinda la información de las características más generales del software seleccionado, tal y como se representa en la Figura 4

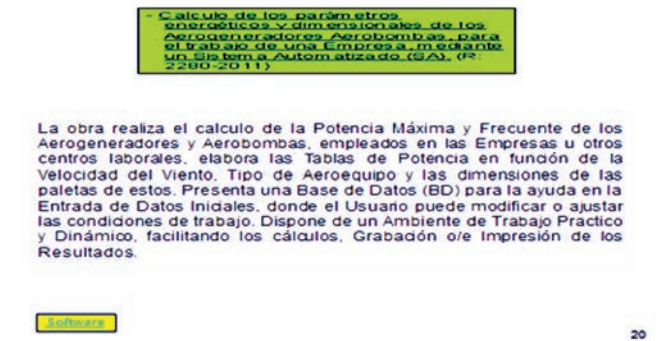


FIGURA 4. Ficha del software seleccionado.

Si se hace clic sobre la ventana “Software”, se ejecuta automáticamente el programa automatizado, mostrándose la portada del mismo, tal y como se representa en la Figura 5

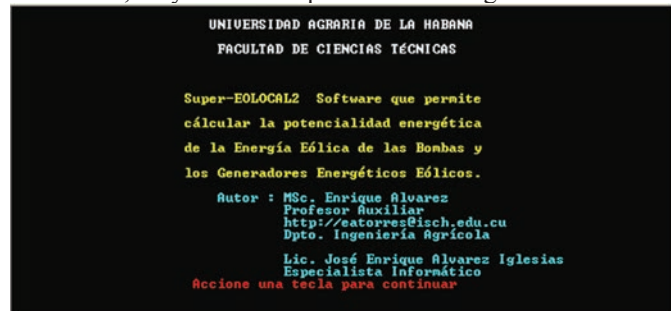


FIGURA 5. Portada del software.

Cuando se acciona una tecla aparece el menú principal del software, como se muestra en la Figura 6.

Como se muestra en este menú, en el borde inferior se indica que para mover la barra de selección hacia arriba se debe accionar la tecla “Esc”, para mover la barra hacia abajo debe accionar la tecla “Tab” y si se desea seleccionar alguna opción del menú solo debe ubicarse la barra selectora sobre la opción deseada y accionar la tecla “Inter” o la Tecla “Into”. Además aparece en la parte superior de estas indicaciones una ventana que indica aspectos principales de la opción donde se encuentra en ese momento la barra.

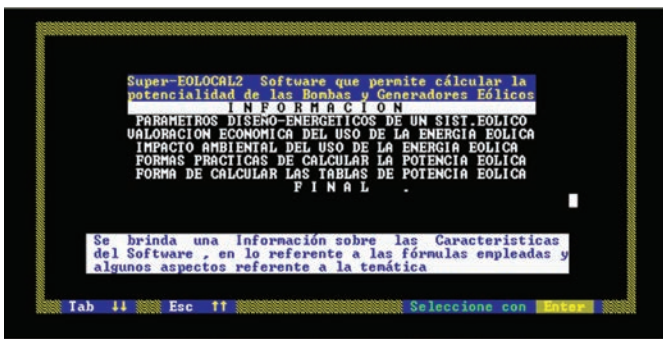


FIGURA 6. Menú principal del software.

En la Figura 7 se muestra a modo de ejemplo el trabajo con el software. Si seleccionamos la opción 2 del menu principal del programa, aparece entonces varias pantallas con los distintos

cálculos que el sistema automatizado realiza.

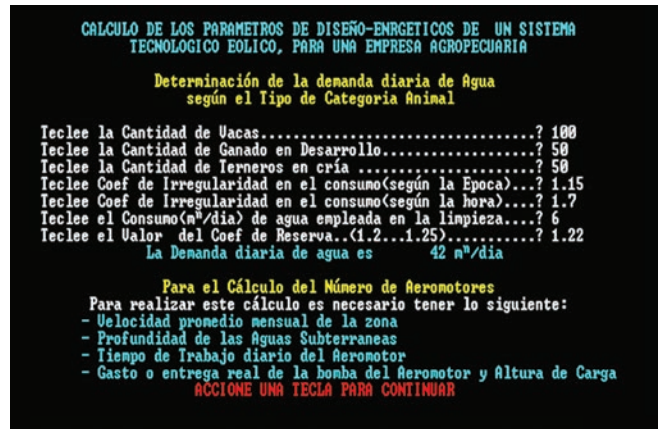


FIGURA 7. Pantalla donde se muestra el trabajo del software.

En la Figura 8 Se introducen otros datos y se obtienen resultados parciales

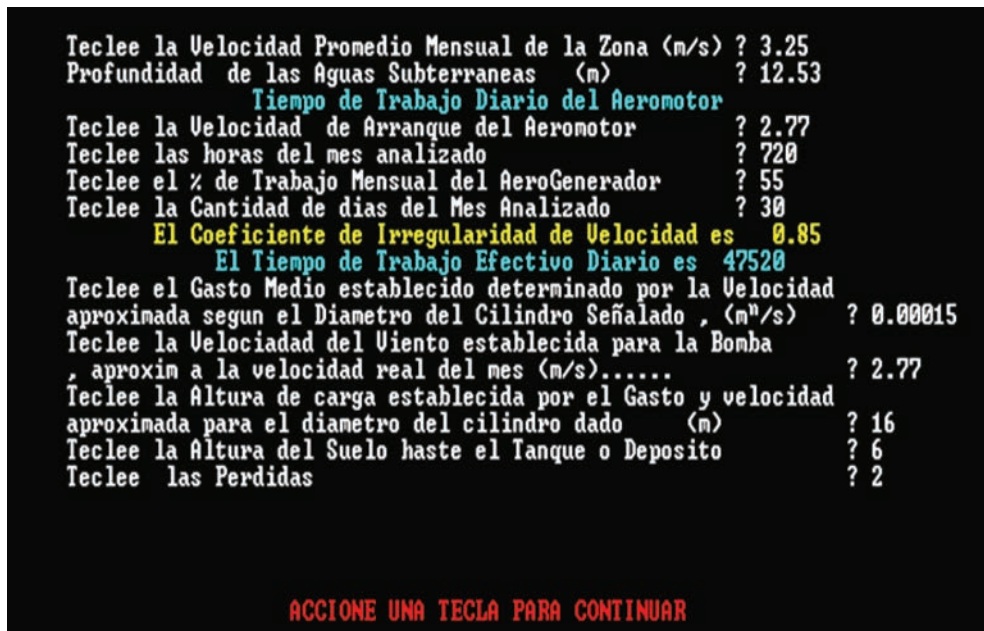


FIGURA 8. Datos introducidos y resultados parciales.

En la Figura 9. Aparece el resultado del cálculo de la cantidad de aeromotores, según datos introducidos

En la Figura 10, aparece una corrida del programa empleando el “Demo”, para calcular las dimensiones de los tanques acumuladores de agua.

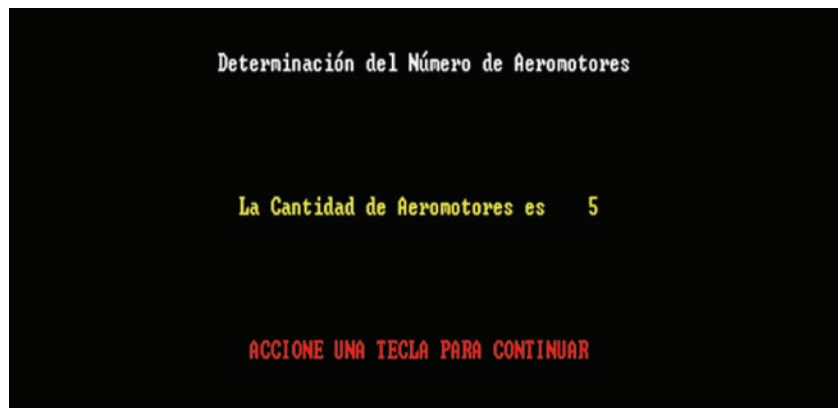


FIGURA 9. El resultado del cálculo de la cantidad de aeromotores.

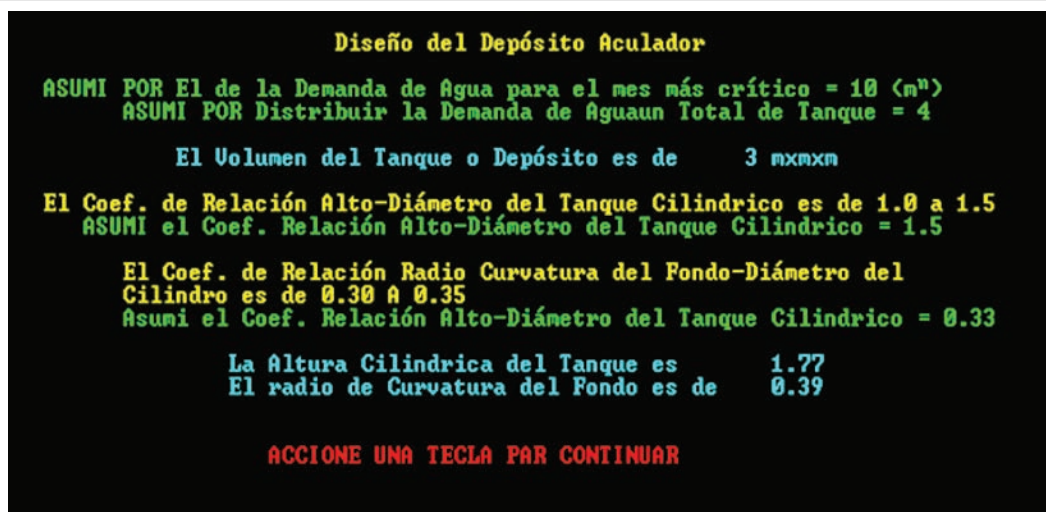


FIGURA 10. Calculo de la cantidad de tanques acumuladores y sus dimensiones.

Después de la aparición de la Figura 10, al accionar una tecla el programa regresa al menú principal de este, para que si lo desea emplee la misma u otras opciones o salga del programa, regresando a la Figura 4, ficha del programa.

Se puede concluir que de la misma manera que se ejecutaron los pasos para las fuentes de energía eólica se realizan para cualquiera de los otros grupos energéticos.

CONCLUSIONES

- La herramienta permite determinar los parámetros de explotación y diseño de las diferentes fuentes de energía renovables y alternativas.
- Es un sistema cómodo que permite trazar estrategias para lograr el mejor uso de las fuentes de energías renovables y alternativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÉRRIZ, L. P.: "Las energías renovables en Cuba". *Energía y tú*. (D) RNPS: 2219, (P) RNPS: 0597, No. 22, abril-junio, La Habana, Cuba, 2003.
- BÉRRIZ, L. P.: "Energía Solar: la energía del pasado, presente y futuro". *Energía y tú*, (D) RNPS: 2219, (P) RNPS: 0597, No.51, julio-septiembre, La Habana, Cuba, 2010.
- BÉRRIZ, L. P. Y ÁLVAREZ, M. G.: "Manual para el cálculo y diseño de calentadores solares". *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, pp. 168, La Habana, Cuba, 2008.
- GUARDADO, JA, CH: "Diseño y construcción de plantas de Biogás sencilla", *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, pp. 70, La Habana, Cuba, 2007.
- MONTESINO, A. P.: "Las crisis nuestra de cada día". *Energía y tú*, (D) RNPS: 2219, (P) RNPS: 0597, No. 54, abril-junio, La Habana, Cuba, 2011.
- MORENO, F. C.: "Las Fuentes de Energía Renovables en Cuba (FRE)". *Energía y tú*, (D) RNPS: 2219, (P) RNPS: 0597, No.53, enero marzo, La Habana, Cuba, 2011.
- MORENO, F. C.: "Diez preguntas y respuestas sobre energía eólica", *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, pp. 338, La Habana, Cuba, 2007.
- SANCHEZ, J V. R. : "Recuperación de los suelos y disminución de la contaminación mediante el empleo de los biodigestores en el sector cooperativo y campesino de la provincia de Matanzas", *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, No.22, octubre-diciembre, La Habana, Cuba, 2007.
- TURRINI, ENRICO: "Combustibles fósiles". Capítulo II. El camino energético. El camino del Sol. *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, pp. 53-66, La Habana, Cuba, 1999.
- VÁZQUEZ, H. L.: "Metodología de cálculo para la determinación del impacto integral de los colectores solares". *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, No. 11. Enero-marzo, La Habana, Cuba, 2005.
- VÁZQUEZ, H. L.: "Análisis cualitativo de indicadores de impacto ambiental global para instalaciones energéticas", *Eco Solar*, ISSN: 1028-6004, No. 9. Octubre-diciembre, ppa.6, La Habana, Cuba, 2004.

Recibido: 28/12/2013.

Aprobado: 16/07/2015.

Publicado: 05/09/2015.

Enrique Álvarez Torres, Ing. Profesor Auxiliar. Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Dpto. de Ingeniería Agrícola. Autopista Nacional y Carretera Tapaste - Jamaica. km 23 ½. San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: eaatorres@unah.edu.cu

José Enrique Álvarez Iglesias, UH, Correo electrónico: eaatorres@unah.edu.cu

Salvador Fleitas Jiménez, UNAH, Correo electrónico: sfleitas@unah.edu.cu