

# LA QUINTA DE LOS MOLINOS HACIA UN NUEVO MODELO ENERGÉTICO SOSTENIBLE

Por Ing. Aldo Vega Calderín\* e Ing. Leonardo Pascual Mesa\*\*

\* Especialista de la Oficina del Historiador de la ciudad de La Habana.

\*\* Director de la Quinta de los Molinos

E-mail: aldo@patrimonio.ohc.cu

## Resumen

El trabajo expone la labor de educación ambiental y energética de La Quinta de los Molinos, de La Habana y su proyección de crear el primer Centro Demostrativo de Energías Renovables del país como parte de un proyecto de Cooperación Internacional que busca encaminar a este centro hacia un nuevo modelo energético sostenible, convirtiéndolo en un espacio cada vez más eficiente energéticamente. Cuando concluya el proyecto, la Quinta será capaz de generar 100% de la energía eléctrica que demanda a partir de un sistema fotovoltaico y habrá implementado un plan de medidas para un uso más eficiente de la energía. El proyecto se completa con una Estrategia de Formación y Capacitación relacionada con las Fuentes Renovables de Energía y el cuidado del medioambiente.

*Palabras clave:* Centro Demostrativo de Energías Renovables; educación energética y ambiental; independencia energética; fuentes renovables de energía.

---

## LA QUINTA DE LOS MOLINOS TOWARDS A NEW SUSTAINABLE ENERGY MODEL

### Abstract

The work exposes the environmental and energy education work of La Quinta de los Molinos, Havana and its projection of creating the first Demonstration Center of Renewable Energies in the country as part of an International Cooperation project that seeks to direct this center towards a new sustainable energy model, making it an increasingly energy efficient space. When the project is completed, the Quinta will be able to generate 100% of the electrical energy it demands from a photovoltaic system and will have implemented a plan of measures for a more efficient use of energy. The project is completed with a Training and Training Strategy related to Renewable Energy Sources and caring for the environment.

*Keywords:* Renewable Energy Demonstration Center; energy and environmental education; energy independence; renewable energy sources.

---

### I. Introducción

La Quinta de los Molinos se localiza en el corazón de la ciudad de La Habana y es atendida por la Oficina del Historiador de la ciudad. Con casi 5 hectáreas de bosques y jardines, este pulmón verde de la capital también sobresale por su historia y debe su nombre a la existencia en el lugar (entre los siglos XVIII y XIX) de dos molinos de tabaco que funcionaron movidos por el agua de la Zanja Real, el primer sistema de acueducto habanero, y a que allí radicó, desde 1836 y hasta 1899, la Quinta de descanso de los Capitanes Generales de la Isla. Desde 1839 y hasta 1968 fue sede del primer jardín botánico de Cuba (Fig. 1).

En este espacio habanero se instaló el Generalísimo en Jefe del Ejército Libertador de Cuba, Máximo Gómez, tras su entrada en la Capital del país en febrero de 1899 y radicó la última sede del Estado Mayor del Ejército Libertador.

En 1906 es inscrita como sitio de referencia en el Sistema Mundial de Jardines Botánicos.

Atendiendo a los elevados valores históricos, patrimoniales y ambientales que posee, en 1981 la Quinta de los Molinos es declarada Monumento Nacional.

Actualmente, la Quinta de los Molinos funciona como un Centro para el Desarrollo de la Educación Ambiental. En sus espacios se realizan más de 50 actividades educativas como talleres, conferencias, círculos de interés y Festivales sobre distintos temas Ambientales dirigidos a toda la Comunidad, pero con énfasis en los niños y jóvenes de las escuelas aledañas de los municipios Centro Habana, Plaza y Cerro. A la vez lleva a cabo un proyecto especial que promueve la inclusión social, educativa y laboral de jóvenes con Discapacidades Intelectuales (fundamentalmente Síndrome de Down) a través del desarrollo en los mismos de nuevas habilidades y capacidades.

En consonancia con las actuales necesidades del planeta, temas como el consumo responsable, el cambio cli-

mático, las energías renovables y las políticas energéticas amigables con el medioambiente son imprescindibles en el campo de la educación (especialmente dirigidas a los jóvenes), y han de posibilitar el aprendizaje de comportamientos y valores sobre nuevos estilos de vida que promuevan un uso racional de la energía, el ahorro energético y el uso de las FRE.

Todo ello implica necesariamente importantes esfuerzos en actividades de promoción, divulgación, formación y capacitación.

El Proyecto que presentamos busca orientar los esfuerzos para encaminar a la Quinta de los Molinos hacia un nuevo modelo energético sostenible, convirtiéndola en un espacio cada vez más eficiente energéticamente, donde se generará 100 % de la energía eléctrica que consume a partir de una FRE, la creación de un Centro Demostrativo de las Energías Renovables y la implementación de un plan de acciones promocionales y de capacitación relacionado con las FRE y el cuidado del medioambiente.

Para la ejecución de este Proyecto se cuenta con el financiamiento de la Agencia Extremeña de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Aecid), el acompañamiento de las Fundaciones «Ciudadanía» y «ACPP» y con la colaboración, en su concepción y posterior funcionamiento, de especialistas de diferentes instituciones cubanas, entre las que destacan Cubasolar, el Laboratorio de Investigaciones Fotovoltaicas del Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE) de la UH, el Ministerio de Energía y Minas, el Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (Ceter) de la Universidad Tecnológica de La Habana José A. Echevarría, la Universidad Pedagógica Enrique José Varona y el Instec, también perteneciente a la UH.



Fig. 1. Imagen aérea de la Quinta de los Molinos.

En resumen, sus acciones se concretan en cuatro objetivos fundamentales:

1. Crear un Centro Demostrativo de las Energías Renovables.
2. Generar 100 % de la energía eléctrica demandada por la Quinta a partir de FRE.
3. Realizar actividades medioambientales, educativas y de formación para estudiantes, formadores, profesionales y grupos vulnerables.
4. Establecer un plan de medidas de ahorro, optimización y uso más eficiente de la energía en las actividades de la Quinta.

## II. Desarrollo

### El Centro Demostrativo de las Energías Renovables (Ceder)

Este Centro se concibe como un espacio destinado a la enseñanza y promoción de las Fuentes Renovables de Energías (FRE), como parte del Proyecto Educativo y como un espacio de difusión e intercambio de conocimientos. La idea central es crear una infraestructura expositiva y demostrativa de tecnologías, equipos y aplicaciones prácticas relacionadas con el aprovechamiento de las FRE que sirvan de apoyo a las actividades educativas y de promoción.

Los objetivos del Centro Demostrativo son los siguientes:

- Servir como impulsor del conocimiento y la divulgación de las FRE, el uso racional de la energía, la eficiencia energética y el respeto ambiental.
- Apoyar la formación en temas relacionados con las FRE, sirviendo como laboratorio de enseñanza práctica para estudiantes, profesores, profesionales, la comunidad y otros grupos interesados.
- Ser un espacio para probar nuevas tecnologías, experimentar y transferir conocimiento, tecnología, habilidades y destrezas relacionadas con las FRE.
- Convertirse en un espacio de intercambio entre profesionales del ramo; que incluya además a personas interesadas en la preservación del planeta.
- Ofrecer «visitas guiadas» para el público con un interés general en las FRE.

Con independencia de que se realizarán acciones en toda la Quinta de los Molinos, para ubicar el Centro Demostrativo se ha escogido su área norte, colindante con la calle Zapata y en el fondo de la Casa de Verano, donde se dispondrá de dos espacios:

El área exterior o *Jardín de las Energías*; un espacio de unos mil metros cuadrados donde se instalarán los equipos y aplicaciones prácticas que aprovechan las distintas FRE; cada uno acompañado de información gráfica explicativa de sus principales características y funcionamiento, de manera que se puedan apreciar tanto en las visitas dirigidas (con la orientación de especialistas) como en recorridos independientes.

Organizados por áreas temáticas para una mejor comprensión, como se muestra en la Figs. 2 y 3, se expondrán los equipos de FRE (Ver Anexo 1).

En un inmueble contiguo al Jardín de las Energías, al lado del estanque, se habilitará el «Aula de Energías Renovables», un espacio multifuncional para la realización de conferencias, cursos y talleres y para la exposición de equipos y nuevos productos relacionados con las FRE (Fig. 4).



Fig. 2. Vista en planta Ceder.



Fig. 3. Imagen 3 d Ceder.



Fig. 4. Foto Pabellón.

### El plan de medidas de ahorro, optimización y uso más eficiente de la energía

Cualquier intervención de este tipo comienza por obtener un conocimiento fiable del consumo de energía de la instalación y caracterizarlo, detectar los factores que lo afectan, identificar los potenciales de ahorro e impulsar el uso eficiente de la energía.

Para ello se realizó una auditoría energética preliminar con el apoyo de la Oficina Nacional para el Control del Uso

Racional de la Energía (Onure), que permitió identificar, evaluar y ordenar las acciones idóneas para incrementar el ahorro y la eficiencia energética. Como resultado se elaboró un plan de medidas que tendrán un impacto visible en la reducción del consumo actual de la Quinta. Entre ellas destacan:

1. La sustitución tecnológica de todos los bombillos ahorradores y lámparas fluorescentes de las distintas áreas interiores y exteriores de la Quinta por lámparas de tecnología LEDs. En total son más de 400 unidades y esta acción no solo redundará en un menor consumo energético, sino que también supone un ahorro por el incremento de la vida útil de esta nueva tecnología.
2. La sustitución tecnológica del equipamiento de bombeo y filtrado de los tres estanques y del equipamiento de bombeo de agua para el riego de las áreas verdes por otros similares, pero más eficientes.
3. El uso de interruptores de presencia para controlar la iluminación de los locales de trabajo y de temporizadores para el manejo de la iluminación exterior.
4. Establecer como norma el uso de equipos más eficientes energéticamente en las nuevas inversiones en la Quinta (Clase A o superior) y la sustitución de los aires acondicionados de mayor consumo por similares de tecnología inverter.

Como resultado de las medidas propuestas se considera que se obtendrá un ahorro de unos 28,18 MWh/año, lo que representa una reducción del consumo eléctrico en cerca de 20 %.

### Generación de 100 % de la energía eléctrica demandada por la Quinta a partir de FRE

Una instalación energéticamente eficiente (o sustentable) es aquella donde, en el curso de un año promedio, la energía que se produzca a partir de una FRE sea mayor que la energía demandada para su funcionamiento. Al tener un balance positivo de energía, esto significa que su funcionamiento no representa emisión significativa de carbono a la atmósfera y su huella medioambiental es mucho menor.

Para esto se requiere combinar las tecnologías de generación de energía eléctrica a partir de FRE, con la implementación de medidas de ahorro y eficiencia energética (surgidas de la auditoría energética).

El primer paso en este propósito es conocer la demanda de energía eléctrica de la Quinta. A partir de la información proporcionada por la UNE del consumo eléctrico durante los años 2017 a 2019 (ver Tabla 1) se pudo considerar que el mismo asciende a unos 107 MWh/año:

Tabla 1. Comparación del Consumo eléctrico de la Quinta de los Molinos. Años 2017 a 2019 (MWh)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Año 2017	14,82	6,97	7,15	7,13	9,61	5,20	7,22	6,88	6,73	6,54	8,09	8,15	94,48
Año 2018	8,65	8,21	8,99	7,84	8,55	8,42	9,07	9,40	9,42	9,09	9,74	9,33	106,71
Año 2019	7,45	6,58	7,94	9,41	9,94	9,58	10,04	8,42	9,42	9,09	9,74	9,33	106,93

Partiendo de las condiciones de la Quinta, el modo adecuado de generar esta energía a partir de una FRE es mediante el uso de Sistemas fotovoltaicos (SFV) de inyección a red.

Entre las principales ventajas de estos sistemas se encuentran:

- Al generar en el mismo punto en que se produce el consumo, se eliminan las pérdidas en la transmisión y distribución de la energía eléctrica.
- Se instalan fácil y rápidamente sobre cualquier edificio o área expuesta al sol.
- No producen ningún tipo de contaminación ni efecto nocivo, y su instalación conlleva a disminuir la contaminación de las plantas generadoras del SEN.
- Son sistemas modulares: permiten adicionar pequeñas inversiones de forma progresiva.
- Los costos de operación y mantenimiento son muy inferiores a los de las termoeléctricas.

Se identificaron dos áreas con condiciones para la instalación de los SFV: la cubierta del edificio socio-administrativo y la parcela al fondo de la Casa Museo, colindante con la calle Zapata.

La cubierta del edificio socio administrativo (en Carlos III e Infanta) tiene un área de unos 345 m<sup>2</sup> (15 x 23 m) y se ha diseñado un Sistema fotovoltaico (SFV) de inyección a red sobre cubierta compuesto por 72 paneles con orientaciones Este-Oeste (36 en cada dirección); con una potencia pico instalada de 28.8 KWp, este SFV representa una energía anual generada de unos 45,82 MWh/año (Fig. 5).



Fig. 5. Vista del edificio de la Quinta de los Molinos.

Para la parcela al fondo de la Casa Museo también se ha concebido un SFV compuesto por 72 paneles de 400 Wp con orientación Norte-Sur, con 15 grados de inclinación y separados del piso 50 cm, este sistema tendrá una potencia

cia pico instalada de 28,8 KWp y un estimado de generación anual de 49,12 MWh/año.

Como resultado, ambos SFV generarán unos 94,95 MWh/año a partir de energía fotovoltaica.

De manera resumida:

Consumo actual: 107,0 MWh/año

Ahorro estimado: 28,18 MWh/año

Demanda futura estimada: 78,82 MWh/año

Generación del SFV: 94,95 MWh/año

Reserva para crecimiento o aporte al SEN: 16,20 MWh/año

Distribuida a lo largo del año, la relación Generación FV contra Demanda estimada será (Fig. 6).

### Las actividades medioambientales, educativas y de formación para estudiantes, profesionales y grupos vulnerables

Estamos viviendo el inicio de la era de las energías renovables. A pesar de ello, la matriz energética cubana está conformada, en su gran mayoría, por combustibles fósiles y las metas que nos hemos propuesto para finales de esta década son todavía insuficientes para nuestras necesidades.

El comportamiento de la humanidad ante la obtención, transmisión, transformación y utilización de la energía es un problema estrictamente cultural y se corresponde con una actitud que hasta hoy supuso como válida la explotación indiscriminada de los recursos naturales. Pero este estilo de vida ha comenzado a cambiar y cada día adquiere más relevancia la educación en valores para el desarrollo sostenible.

La educación en nuestro país tiene como uno de sus objetivos generales crear una conciencia sobre el ahorro y uso eficiente de la energía, en amplia coherencia con los objetivos y metas de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.

La Oficina del Historiador de la ciudad de La Habana (OHCH) se ha propuesto contribuir a la formación y concientización en temas energéticos y medioambientales, no solo de los especialistas y actores implicados en este Proyecto, sino también de toda la sociedad, especialmente

en los jóvenes. Todo ello con una clara vocación hacia las soluciones sustentables, a la vez que se impulsen acciones que permitan cumplir con estos presupuestos en sus áreas e instalaciones.

La concepción y coordinación de las actividades promocionales y educativas dirigidas a distintos niveles educativos y grupos sociales es parte fundamental de este Proyecto con la mirada puesta en un claro objetivo: «Participar en el proceso de formación de conocimientos de niños, jóvenes y adultos en temas relacionados con el desarrollo sostenible, la eficiencia energética, las fuentes renovables de energías y su aprovechamiento y uso racional».

Para ello se ha elaborado una Estrategia de Formación y Capacitación y cuenta con la colaboración de un grupo importante de instituciones, entre estas destacan:

- Cubasolar,
- La Universidad Pedagógica Enrique José Varona,
- El Laboratorio de Investigaciones Fotovoltaicas del Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE),
- El Instec de la Universidad de La Habana.

Estos centros no solo harán uso de las instalaciones del Centro Demostrativo para la realización de actividades prácticas docentes de sus educandos, sino que también aportarán los especialistas necesarios para la realización de seminarios, talleres y actividades de apoyo a las temáticas de la sostenibilidad y las FRE.

En correspondencia con los objetivos planteados y con la base material de la que se dispondrá, prevemos el desarrollo de distintos tipos de actividades educativas:

- Conferencias.
- Talleres.
- Círculos de interés.
- Actividades prácticas de apoyo a asignaturas de pregrado.
- Actividades experimentales.
- Actividades de cursos de postgrado y diplomados.
- Recorridos guiados por el Ceder.
- Proyección y debate de materiales audiovisuales.



Fig. 6. Generación contra consumo.

- Concursos de conocimientos.
- Festival de las Energías.
- Sociedades Científicas Estudiantiles sobre temáticas de Educación Energética.
- Cursos en línea.
- Cursos prácticos de instalación, operación y mantenimiento de los equipos instalados en el Ceder.

Las actividades educativas se fundamentarán y complementarán los conocimientos ya adquiridos por los participantes en los distintos niveles del Sistema Educativo. Como es lógico el nivel de profundización del contenido estará en correspondencia con las edades y el nivel de enseñanza.

Se buscará combinar la impartición de conocimientos teóricos con la realización de actividades prácticas y experimentales.

No todas estas actividades se desarrollarán desde la primera etapa, sino que se irán incorporando en la medida en que el personal del Centro vaya fortaleciéndose y ganando en experiencia.

### III. Conclusiones

Los esfuerzos de la Oficina del Historiador de La Habana han permitido que la ciudad vea recuperado uno de sus espacios verdes más simbólicos y que el mismo se dedique a la Educación Ambiental con un especial énfasis en la formación de las nuevas generaciones.

Ahora, el apoyo de un grupo importante de instituciones nacionales y extranjeras posibilitará el desarrollo de un proyecto de Cooperación Internacional dedicado a promover el conocimiento de las Fuentes Renovables de Energía y la Eficiencia Energética.

Como resultado se podrá contar en la Quinta de los Molinos con un Centro Demostrativo de las Energías Renovables, el que pretendemos sea también un lugar de intercambio entre los profesionales del sector, a la vez que se transforma a la Quinta de los Molinos en un recinto mucho más amigable con el medioambiente y que no consumirá energía eléctrica del SEN para su funcionamiento.

Aspiramos, además, a que las experiencias que se obtengan en relación con la aplicación de planes de medidas para un uso más racional y eficiente de la energía e incluso la instalación de SFV integrados en los inmuebles, puedan ser extendidas a otras edificaciones que, sin tener en sí mismas un grado de protección patrimonial alto, están ubicadas en un entorno patrimonial como es la Habana Vieja.

Esta pudiera ser una proyección futura de esta experiencia, y es un tema todavía pendiente de nuestro país.

### IV. Bibliografía consultada

- BÉRRIZ PÉREZ, LUIS Y MANUEL ÁLVAREZ GONZÁLEZ (2016). *Manual de calentadores solares*. La Habana: Ed. Cubasolar. 194 pp. ISBN: 978-959-7113-49-2.
- GUARDADO Y COL. (2017). *El Movimiento de Usuarios del Biogás en Cuba*. La Habana: Ed. Cubasolar. ISBN: 978-959-7113-50-8.
- STOLIK NOVYGRAD, DANIEL (2019). *Energía fotovoltaica para Cuba*. La Habana: Ed. Cubasolar. ISBN: 978-959-7113-56-0

Recibido: 20 de diciembre de 2020.

Aceptado: 30 de abril de 2021.

### Anexo 1. Listado genérico de equipamiento del Centro Demostrativo de Energías Renovables Quinta de los Molinos

No.	Área	Genérico
1		Estación meteorológica automática
2	Medición y orientación	Reloj solar horizontal
3		Reloj solar vertical
4		Reloj solar techo
5	Solar	Sistema Fotovoltaico (DFV) de inyección a red de 20.8 kWp
6		Inversor SMA STP 2500UTL, 72 paneles de 400 Wp orientados N-S
7	Fotovoltaica	Kit demostrativo de bombeo solar
8		Sistema de bombeo solar con bomba sumergible
9		2 Paneles PV bifaciales con microinversor y sistema de tracker
10	Eólico	Aerogenerador de eje horizontal
11		Aerogenerador de eje vertical Darrieus
12		Aerogenerador de eje vertical Savonius (aerobombas)
13		Molino de viento multipaseo americano
14		Cocina Solar parabólica
15		Horno solar
16	Solar Térmica	Colector solar compuesto, sistema termosifónico
17		Colector solar de placa plana, sistema termosifónico
18		Colector solar de tubo al vacío (termosifónico)
19		Destilador Solar de agua
20		Secador Solar de granos y semillas
21		Secador Solar de plantas
22	Hidroenergía	Turbina hidráulica (microbomba)
23		Maqueta de Molino de agua
24		Bomba de agua hidráulica
25		Maqueta de Tornillo de Arquímedes
26		Bomba de agua
27	Biomasa	Maqueta de Biodigestor Tubo PVC
28		Maqueta de Biodigestor de Geomembrana (tipo almohada)
29		Maqueta de Biodigestor de Cúpula fija
30		Maqueta de Biodigestor de Cámara Flotante o Hindu
31		Maqueta de Biodigestor de Laguna Tapeda
32		Olla amojeba a biogás
33		Lámpara a biogás
34		Pequeño generador eléctrico a biogás
35		Calentador radiante a gas
36	Technologías	Maqueta demostrativa de aprovechamientos de la Energía Undimotriz
37	Osciláticas	Maqueta demostrativa de aprovechamientos de la Energía OTEC
38	Otra	Cargador solar de móviles
39		Sistema de visualización de información energética SolarFox