

Rehabilitación y revitalización de los molinos de viento en las Islas Canarias*Rehabilitation and revitalization of windmills in the Canary Islands*

39

Víctor Manuel Cabrera García

Doctor Arquitecto en Restauración y Rehabilitación Arquitectónica ULPGC. Profesor III de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Europea de Canarias. Investigador Principal del Grupo de Investigación “Arquitectura y Desarrollo Turístico Sostenible” de la Universidad Europea de Canarias en la línea de Investigación: Regeneración y puesta en valor del Patrimonio como producto turístico cultural.

Resumen

La conservación de los molinos de viento resulta problemática ya que pertenecen al pasado y en la mayoría de los casos han quedado en desuso, por lo que se muestran inadecuados para la sociedad actual y en consecuencia se facilita el abandono de los mismos.

Este artículo propone recuperar el funcionamiento de los tradicionales molinos de viento de las Islas Canarias dotándolos de un nuevo uso, implantándoles una tecnología que les permita producir energía eléctrica. Esta nueva iniciativa posibilitaría recuperar lo que aún no se perdido de estas construcciones tan singulares procedentes de la cultura industrial tradicional canaria.

Palabras clave: Molinos de viento. Patrimonio Cultural. Restauración. Rehabilitación. Conservación. Islas Canarias.

Abstract

The conservation of windmills is problematic, since they belong to the past and in the majority of cases they have been in disuse. For this reason, they are inadequate to fulfil today society needs, which has prompted their abandonment.

This paper proposes to recover the operation of the Canary Islands traditional windmills by providing them with a new use, implanting a technology that allows them to produce electric energy. This new initiative would make it possible to recover what has not yet been lost from these singular constructions coming from traditional canarian industrial culture.

Keywords: Windmills. Cultural heritage. Restoration. Rehabilitation. Conservation. Canary Islands.



Víctor Manuel Cabrera García

Doctor Arquitecto en Restauración y Rehabilitación Arquitectónica por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Arquitecto con las especialidades de Edificación y Urbanismo por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados por el IES Felo Monzón, Grau Bassas en Las Palmas de Gran Canaria. Experto en Inspección Técnica de Edificios (I.T.E) por la Universidad de la Laguna, Tenerife. Arquitecto especialista en diseño, cálculo y ejecución de estructuras en la edificación.

Profesor III en el Grado de Arquitectura de la Universidad Europea de Canarias. Investigador Principal del Grupo de Investigación de la Universidad Europea de Canarias denominado “Arquitectura y Desarrollo Turístico Sostenible”. Investigador adscrito al Grupo de Investigación de la Universidad Europea de Valencia denominado “APP. Arquitectura-Pensamiento-Procesos” y coordinado por el Investigador Principal Dr. D. José Fernández-Llvez Muñoz. Investigador adscrito al Grupo de Investigación denominado “TIDES-URSCAPES en el Área de Conocimiento Ingenierías y Arquitectura” con la línea de investigación denominada “Sistemas estructurales energéticamente eficientes” cuya coordinadora es Dra. Dña. Flora Pescador Monagas perteneciente al Departamento de Urbanismo de la Escuela de Arquitectura la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Investigador adscrito a la Asociación para la Conservación y Estudio de los Molinos “ACEM”, entidad sin ánimo de lucro interesada en el estudio de los molinos y su entorno, los edificios, los elementos y los mecanismos que utilicen para su funcionamiento las distintas energías tradicionales.

Contacto: victormanuel.cabrera@universidadeuropea.es - victormanuel.cabrera@ulpgc.es

1.- Introducción

Los molinos de viento tradicionales existentes en las Islas Canarias son unos ingenios artesanales que sirven de testigo de como se desarrolló una parte de la cultura agrícola e industrial tradicional de Canarias. Estos molinos de viento que han sobrevivido al paso del tiempo no sólo ofrecen datos sobre la economía y técnicas artesanales que se usaban en épocas anteriores, sino también sobre la capacidad de los habitantes canarios para aprovechar los materiales disponibles en el entorno insular, y que actualmente forman parte del Patrimonio Etnográfico y paisajístico de las islas.

Los molinos de viento forman parte del Patrimonio Histórico Español junto con otros bienes que poseen valores arqueológicos, artísticos, arquitectónicos o etnográficos y que con el paso del tiempo nos deja como testigos de la evolución cultural de una determinada comunidad, y es por ello por lo que debemos de conocerlo, conservarlo y difundirlo a la sociedad. En este sentido, la protección de los bienes que integran el Patrimonio Histórico Español constituyen es una obligación fundamental que vincula a todos los poderes públicos, según se indica en el artículo 46 de la Norma Constitucional, por lo que los bienes más relevantes del Patrimonio Histórico Español deberán ser inventariados y/o declararlos de interés cultural en los términos previstos por la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (LPHE'85). Así mismo, el artículo 29.9 del Estatuto de Autonomía de Canarias otorga a la Comunidad Autónoma de Canarias competencias exclusivas respecto del Patrimonio Histórico y desde 1990 se confió a los Cabildos Insulares la tarea de velar por la conservación y administración de los Bienes Culturales (B.I.C) de cada Isla. La declaración de Bien de Interés Cultural conlleva el establecimiento de un régimen singular de protección y tutela, otorgándose la máxima protección jurídica a los bienes más relevantes del Patrimonio Histórico Canario.

En las Islas Canarias se han incoado y declarado como Bienes de Interés Cultural (B.I.C) atendiendo principalmente a dos categorías: Monumentos y/o Sitios Etnológicos a varios de los molinos de viento tradicionales situados en determinadas islas del archipiélago canario. La isla de Fuerteventura tiene declarados veintitrés molinos de viento¹, y las islas de Tenerife², de Gran Canaria³, y de Lanzarote⁴, tienen declarados tan solo un molino de viento en cada isla, quedando exentas de protección las islas de La Palma, El Hierro y La Gomera en cuanto a los molinos de viento se refiere.

Los molinos de viento incoados y declarados hasta este momento como B.I.C. (Bien de Interés Cultural) en las islas responden principalmente a dos tipos: Molinos de viento harineros “Tipo Torre” y molinos de viento harineros “Las Molinas”.

¹ BOC. DECRETO 162/1994 de 29 de julio, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con categoría de monumento, los molinos de la isla de Fuerteventura

² BOC. DECRETO 418/2007, de 18 de diciembre, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con categoría de Sitio Histórico “El Molino de Barranco Grande”, situado en el término municipal de Santa Cruz de Tenerife, isla de Tenerife, delimitando su entorno de protección

³ BOC. DECRETO 51/2008, de 25 de marzo, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con categoría de Sitio Etnológico “El Molino Quemado”, situado en el término municipal de Mogán, isla de Gran Canaria, delimitando su entorno de protección.

⁴ BOC DECRETO 164/2004 de Miércoles 25 de Agosto, por el que se hace pública la Resolución de 11 de junio de 2003, relativa a la incoación del expediente de declaración de Bien de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, a favor del Molino de José María Gil, término municipal de San Bartolomé.

Sin embargo, no se han incoado ni declarado hasta el momento como Bien de Interés Cultural (B.I.C) el resto de los molinos de viento tradicionales existentes en varias de las islas, como lo son los molinos de viento harineros del “Sistema Ortega” construidos en la isla de La Palma y del “Sistema Romero” en la isla de Gran Canaria, ya que estos dos tipos de molinos de viento tradicionales difieren mucho de los que se conocen en el resto de las islas del archipiélago canario y del resto del territorio nacional. La desaparición de los modos de vida a los que estos inmuebles iban ligados así como la fragilidad de sus construcciones relacionados con el envejecimiento de los materiales de construcción frente a las inclemencias climáticas (viento, sol y lluvia) y el ausente mantenimiento de los mismos durante décadas, los hacen especialmente vulnerables ante el abandono y el desinterés sistemático por parte de la sociedad actual, quedando en pie en muchos casos viejas estructuras y vestigios de lo que fueron en épocas pasadas.

La mayor parte de los edificios aislados de la arquitectura tradicional como es el caso de los molinos de viento, se buscan soluciones para su restauración y conservación como recuerdos históricos de las antiguas técnicas artesanales, agrícolas o industriales por su gran valor didáctico y para incentivar el estudio de la evolución de la sociedad en el curso del tiempo. En consecuencia, en la actualidad se generan numerosos “museos al aire libre”, que se limitan a conservar los edificios como documentos etnográficos estáticos, asumiendo la pérdida de la forma de vida a las que daban origen.

En las islas de Fuerteventura y Lanzarote se llegaron a plantear diversas estrategias para la recuperación y restauración de los molinos de viento tradicionales. En la isla de Fuerteventura, en junio de 1985 el Cabildo puso en marcha un programa de restauración, rehabilitación y difusión del Patrimonio Histórico, con el objetivo profundizar sobre la conservación de los bienes muebles e inmuebles y la ampliación de la oferta cultural de la isla, tanto para la población insular como para las personas que la visitan y que desean conocer la cultura tradicional. El Cabildo creó una red insular de Museos y Centros de Interpretación con el fin de dotar a la isla de una infraestructura museística que recoja las principales manifestaciones culturales del devenir histórico insular. Se procedió a la recuperación de 23 molinos de viento tradicionales, con el objetivo de ampliar la oferta cultural de la Isla, mediante la creación de la “ruta de los molinos” que se culminaba con la creación del Centro de Interpretación de Tiscamanita. El viaje cultural por la citada ruta supuso un amplio recorrido por la geografía insular mayorera, visitando y contemplando los distintos tipos de molinos de viento que se ubican en los diferentes municipios. El recorrido incluye el Centro de Interpretación de Tiscamanita, donde el visitante encuentra una amplia y variada información sobre los elementos singulares de la cultura tradicional de Fuerteventura.

En la isla de Lanzarote, en junio 1992 el Cabildo inició un plan de restauración de numerosos molinos de viento tradicionales con la finalidad de que se restaurasen los edificios, los rotores de aspas, los mecanismos de las maquinarias y de esta manera incorporarlos a la oferta museística de la isla, como recuerdos históricos estáticos de las antiguas técnicas artesanales, agrícolas e industriales que hubieron en épocas pasadas en la isla.

2.- Pautas de intervención para la recuperación de los molinos de viento

Para facilitar la conservación de los molinos de viento tradicionales existentes en las islas Canarias se proponen varias líneas de intervención:

2.1. La protección mediante la legislación

La mayoría de los molinos de viento existentes en las islas del archipiélago canario son de propiedad privada, y tan solo una veintena son de propiedad pública declarados como Bien de Interés Cultural siendo los Cabildos Insulares los que tutelan dichos bienes, asignando partidas presupuestarias específicas para garantizar el mantenimiento y la conservación de los mismos. En este sentido, las intervenciones más significativas realizadas en el archipiélago canario por las administraciones públicas (Cabildos y Ayuntamientos) son en las islas de Fuerteventura y de Lanzarote respecto a la restauración y la conservación de estas construcciones, sin embargo en la actualidad la mayoría de estos inmuebles se encuentran algo deteriorados debidos principalmente a la erosión de los materiales constructivos ante la falta de mantenimiento, por lo que garantizar la conservación de estos elementos de la arquitectura tradicional por parte de las administraciones públicas arroja una sobra de dudas.

Cabe decir que a pesar de que todos los molinos de viento tradicionales están inventariados en diversos catálogos arquitectónicos de los respectivos ayuntamientos de las islas, no se han desarrollado estrategias específicas de recuperación y/o labores de mantenimiento de los mismos debido a las limitaciones económicas existentes en las corporaciones municipales para estos fines. Los propietarios particulares de estos inmuebles carecen en numerosas ocasiones de los recursos económicos apropiados y suficientes para garantizar las labores de mantenimiento, a pesar de que por Ley están obligados a conservarlos. Por lo tanto, la escasez y/o la inexistencia de recursos económicos suficientes por parte de las administraciones públicas y de los propietarios particulares de estos inmuebles pertenecientes al Patrimonio Arquitectónico y que en la actualidad carecen de uso, facilita que pasen al olvido y por consiguiente, se fomenta la desaparición de estos bienes patrimoniales con el paso del tiempo.

No obstante, según el artículo 4 del Título Preliminar de la Ley 4/1999 del 15 de marzo de Patrimonio Histórico de Canarias, se especifica que *“los ciudadanos y los poderes públicos tienen el deber de respetar y conservar el patrimonio histórico canario y de reparar el daño que se les cauce a los mismos”*.

“las administraciones competentes asegurarán el mantenimiento y conservación de los bienes del patrimonio histórico canario, con independencia de su titularidad o régimen jurídico, garantizando que su gestión se produzca sin merma de su potencialidad y de modo compatible con la finalidad de protección, preservándolos para las futuras generaciones”.

Los bienes que *“ostenten notorios valores históricos, arquitectónicos, artísticos, arqueológicos, etnográficos o paleontológicos que constituyan testimonios singulares de la cultura canaria”* se declararán Bienes de Interés Cultural (B.I.C). La declaración de Bien de Interés Cultural conlleva el establecimiento de un régimen singular de protección y tutela, otorgándose la máxima protección jurídica a los bienes más relevantes del Patrimonio

Histórico Canario. Los molinos de viento tradicionales son por tanto bienes inmuebles que poseen valores históricos, arquitectónicos y etnográficos que constituyen testigos singulares de evolución de la cultura agrícola e industrial de la sociedad canaria.

Por lo tanto, la protección de estos inmuebles a través de la legislación mediante la incoación y la declaración como Bien de Interés Cultural de los distintos tipos de molinos de viento tradicionales existentes en el archipiélago canario y que se encuentren en condiciones materiales aceptables con la idea de fomentar su recuperación, debe de ser una estrategia vital, ya que obliga a la administraciones publicas a poner los recursos económicos necesarios para garantizar su conservación tanto para la sociedad actual como para las generaciones futuras.

2.2. La revitalización del medio rural

Actualmente se tiene asumido que para conservar el Patrimonio Histórico situado en el medio rural es necesaria la modernización de su economía. Cualquier sociedad pasa por ciclos de crecimiento, declive y de transformación. Estos últimos ciclos conllevan cambios de usos y a veces abandono de la actividad en los edificios, por lo que son pocos los edificios procedentes de la arquitectura tradicional que supongan un activo para la reactivación de la economía local.

Uno de los retos que se plantean actualmente es la de garantizar una protección eficaz mediante diversas legislaciones, con la consiguiente revalorización de todos los bienes integrantes en el Patrimonio Histórico dentro del desarrollo local de una comunidad. El Patrimonio Histórico es perfectamente compatible con las necesidades económicas actuales y es un recurso potencial para nuestro futuro. En este sentido La ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural pretende contribuir a que los ciudadanos que habitan en el medio rural puedan alcanzar un desarrollo suficiente y al mismo duradero. Para su aplicación la Ley exige la colaboración de todas las administraciones públicas, entre las cuales se encuentran las administraciones locales que deben de contribuir al desarrollo sostenible del mundo rural mediante la puesta en marcha de programas de desarrollo rural.

Dentro de estos programas, el turismo ocupa el primer lugar, y supone la principal fuente de ingresos para la Comunidad Autónoma de Canarias. La apuesta por un turismo sostenible enfocado hacia el patrimonio, la cultura, y la naturaleza supondría una contribución eficaz al desarrollo económico del medio rural. En la actualidad, el llamado turismo rural que incluye el ecoturismo, el agroturismo, el turismo arqueológico (histórico-cultural) y el turismo de aventura tienen un desarrollo importante, contribuyendo igualmente al desarrollo económico del medio rural. Estos cambios del turismo son debidos al cambio del perfil del turista quien posee cierto nivel cultural, educativo y mejores condiciones de vida.

Otro de los programas que se llevan a cabo para el desarrollo del medio rural es la agricultura ecológica, potenciando el consumo de productos locales de la tierra, apoyando la implantación de mercadillos de los propios agricultores donde se ofrecen varios productos rurales de calidad sin perder la identidad cultural, alimentos tradicionales y sanos que permitirían una revitalización del paisaje agrícola y de la

economía en el medio rural de las islas del archipiélago. El aprovechamiento y el incremento de los productos agroalimentarios de los programas de desarrollo del medio rural han sido gracias a la mejora de la calidad, la modernización de las estructuras productivas y la diversificación con nuevos productos. La artesanía y los productos gastronómicos típicos benefician al medio rural ofreciendo a los ciudadanos de una comunidad como a los visitantes numerosos productos naturales, artesanales y turísticos con valores medioambientales.

La creación de un entorno sostenible en el medio rural con los recursos del lugar ligado con las alternativas de ocio compatibles con la preservación ambiental de turismo alternativo supone realizar actuaciones que impulsen el empleo en aras de garantizar la economía sostenible a partir de los recursos naturales, así como la protección del medio rural. De esta manera un desarrollo integral del medio rural impulsado por la economía local hará productiva la inversión en la recuperación de nuestro Patrimonio Histórico.

Otro programa del desarrollo rural es la creación de las denominadas rutas turísticas, que son itinerarios que permiten conocer de forma organizada un proceso productivo en el medio rural o urbano como expresión de una identidad cultural. La organización de distintas y diversas rutas como son las gastronómicas, artesanales, industriales, culturales y ambientales posibilitan la reactivación de la economía local, y siempre con la participación ciudadana fruto de la colaboración estrecha entre el sector público y el sector privado. La valorización y la recuperación de nuestro Patrimonio Histórico suponen un valor potencial para las necesidades actuales y futuras y para ello el apoyo a los oficios tradicionales mediante las escuelas taller resultan imprescindibles.

En las Islas Canarias la recuperación y la conservación de los molinos de viento se han realizado con la intención de conservar los edificios como recuerdos históricos de antiguas técnicas artesanales, agrícolas o industriales por su gran valor didáctico a través de la creación de Centros de Interpretación y museos al aire libre. Con el paso del tiempo se ha comprobado que estas acciones resultan insuficientes para garantizar la conservación en buenas condiciones de estas construcciones singulares de la arquitectura tradicional, ya que se incorporan a la sociedad actual como museos y no participan activamente en la vida diaria de los habitantes de una sociedad cada vez más tecnificada.

2.3. La conservación y la revitalización de los molinos de viento

De los veintiséis molinos de viento tradicionales protegidos por la legislación y declarados como B.I.C en el archipiélago canario, tan solo se conservan en buen estado el molino de viento “Tipo Torre” en Tiscamanita y el molino de viento “La Molina” en Tefía, ambos en la isla de Fuerteventura. Estos molinos de viento conservan su uso como recurso turístico, se ponen en funcionamiento con la finalidad de obtener el gofío que posteriormente se vende como un producto tradicional en las tiendas de artesanía que conviven con los molinos. Se concluye por tanto que el mejor método para conservar los edificios procedentes de la cultura tradicional es dotarles de uso, incluso, de proponer nuevos usos que sean compatibles con sociedad actual y que al mismo tiempo sean respetuosos con estas construcciones tradicionales procedentes de nuestros antecesores. El resto de molinos de viento existentes en las islas al carecer de uso presentan deterioros importantes de los elementos materiales en los edificios, los rotores de aspas y en la maquinaria debidos fundamentalmente a la falta de mantenimiento y a la erosión de los materiales de construcción debido a los agentes atmosféricos.

En la actualidad, las máquinas eólicas se utilizan generalmente para producir energía eléctrica a través de los aerogeneradores, buscando incorporar a las energías renovables al sistema de la red eléctrica. Sin embargo, los tradicionales molinos de viento harineros son elementos de la arquitectura tradicional que pertenecen al pasado debido a que han desaparecido los modos de vida a los que iban ligados y por ello resulta que no son útiles para la sociedad actual (CABRERA GARCÍA, 2010).

Como alternativa a las diversas estrategias existentes destinadas a procurar la conservación de estas construcciones pertenecientes a la arquitectura tradicional canaria se propone recuperar el funcionamiento de estos molinos de viento dotándoles de un nuevo uso, es decir, implantándoles una tecnología específica que les permita producir energía eléctrica mediante el acoplamiento de un generador de baja potencia, iniciativa similar a la propuesta por el Ayuntamiento de Campos, en Palma de Mallorca con el Proyecto de Recuperación Patrimonial “Molins de Campos” en Mallorca, en el año 2000.

En la actualidad es posible la implantación de una tecnología adecuada para estas construcciones y que posibilitaría la obtención de energía eléctrica permitiendo ofrecer a la sociedad actual la obtención de energía eléctrica, para poder utilizarla en los lugares donde no exista red general eléctrica debido a la inexistencia de infraestructuras o como complemento a la red eléctrica existente. La energía eléctrica obtenida se podría utilizar para dar servicio a las instalaciones complementarias vinculadas a los molinos como son los diversos talleres artesanales, así como para dar servicio al alumbrado público, tanto para la red viaria como para los parques, jardines y plazas urbanas. Esta nueva propuesta posibilitaría dar respuesta a la inoperatividad actual de los diversos tipos de molinos de viento tradicionales, incorporándoles un nuevo uso (producir energía eléctrica), y que es perfectamente compatible con estas construcciones de la arquitectura tradicional canaria. Con la iniciativa planteada se podría recuperar lo que aún no se perdido de estas construcciones procedentes del patrimonio industrial tradicional canario, y que al mismo tiempo el nuevo uso es compatible con las necesidades sociales actuales en el interés creciente por obtener energía eléctrica a través de las energías limpias y renovables, en aras de disminuir la emisiones de CO₂ a la atmósfera (Protocolo de Kioto, Japón).

Este artículo de investigación se aborda desde el planteamiento de un objetivo principal, realizar un estudio donde se indique la energía eléctrica que se podría obtener de los tradicionales molinos de viento, realizando los cambios oportunos, con la intención de recuperar, incorporar, reutilizar y de revitalizar los tradicionales molinos de viento, que en la actualidad se encuentran abandonados y en estado de ruinas mediante la puesta en valor de dichas construcciones proponiendo un uso alternativo (producir energía eléctrica) a los ya existentes como método alternativo de conservación de estos elementos singulares de la arquitectura tradicional canaria.

3.- Aspectos geométricos de los molinos de viento

En las Islas Canarias existen tres categorías de máquinas eólicas atendiendo principalmente al uso a cual se destinan. En primer lugar se construyeron los denominados los molinos harineros tradicionales, en segundo lugar se construyeron los denominados aeromotores y en tercer lugar, se construyen los aerogeneradores con el objetivo de generar energía eléctrica a partir de la energía renovable y limpia como es la energía eólica.

La Real Academia Española de la lengua, define molino a:

“1. Máquina para moler, compuesta de una muela, una solera y los mecanismos necesarios para transmitir y regularizar el movimiento producido por una fuerza motriz, como el agua, el viento, el vapor u otro agente mecánico”

“2. Artefacto con que, por un procedimiento determinado, se quebranta, machaca, lamina o estruja algo”

La Real Academia Española de la lengua, define máquina a:

“1. Artificio para aprovechar, dirigir o regular la acción de una fuerza”

“2. Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada”

Un molino de viento es una máquina que convierte una determinada forma de energía procedente de su fuerza motora, el viento, el agua, un combustible, etc., en energía mecánica, capaz de mover un mecanismo que produce un trabajo útil para el hombre. Aunque el término molino está relacionado con “moler”, se ha aplicado esta denominación a toda máquina cuya energía se capta con un dispositivo giratorio, aunque su objetivo último no sea moler grano (VALERA MARTÍNEZ - SANTOS, 2010).

Los tradicionales molinos de viento harineros son aquellas máquinas que transforman la energía cinética del viento en energía mecánica aprovechable para la trituración de las semillas vegetales, obteniendo harina y posteriormente, el gofio en las Islas Canarias.

3.1. El molino de viento harinero “Tipo Torre”

Éste molino de viento es una construcción de forma troncocónica de planta circular y habitualmente de tres plantas de altura, que se remata con una cubierta cónica ó piramidal irregular de madera en la que una de sus partes queda abierta para dar salida a un eje ligeramente inclinado que sostiene al rotor compuesto habitualmente por cuatro aspas y en ocasiones por seis aspas y que se orientaba según la dirección del viento mediante un eje, timón ó rabo situado en el extremo opuesto del rotor. La maquinaria de molturación de este molino viento se sitúa bajo la cubierta cónica de madera.



Ilustración 1. Molino de viento harinero “Tipo Torre”. Llanos de la Concepción. TM Puerto del Rosario. Fuerteventura. Fotografía: Néstor Rodríguez Rodríguez (Con permiso para su publicación en e-rph, Revista Electrónica de Patrimonio Histórico).



Ilustración 2. Molino de viento harinero “Tipo Torre”. TM Puerto del Rosario. Fuerteventura. Fotografía: Néstor Rodríguez Rodríguez (Con permiso para su publicación en e-rph, Revista Electrónica de Patrimonio Histórico).

La estructura total del edificio se puede descomponer en dos secciones. La primera tiene forma troncocónica de planta circular de aproximadamente 6.00 metros de diámetro y consta de tres plantas de altura de dimensiones entre los 6.00 metros y 7.00 metros, siendo el elemento fijo y sustentante del molino. La segunda está constituida por una cubierta cónica peraltada de armazón de madera con unas dimensiones entre los 2.00 metros y 3.00 metros de altura, sostiene el rotor de aspas del molino de viento y es el elemento móvil.

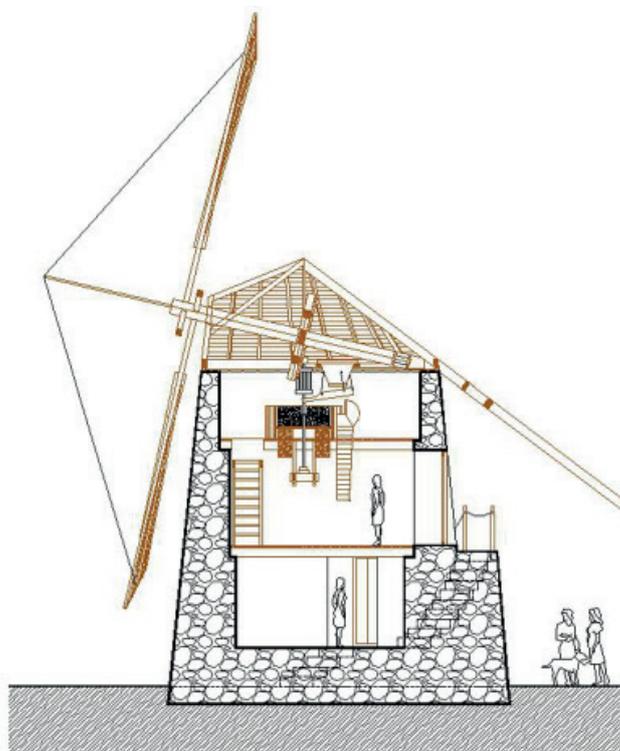


Ilustración 3. Sección del molino harinero “Tipo Torre” Dibujo: Víctor Manuel Cabrera García.

Proporciones geométricas del molino de viento

El molino de viento harinero “Tipo Torre” guarda una proporción aproximada a la razón áurea, media áurea o divina proporción, que es una proporción numérica específica con un cierto ideal de belleza y geometría. El valor numérico de esta razón se simboliza normalmente con la letra griega “ Φ ” y su valor viene dada por la expresión $\Phi=(1+\sqrt{5})/2=1,618034\dots$. La fama que tiene de estético le viene dada por el rectángulo áureo cuya altura y anchura están en la proporción de 1 a Φ , es decir la relación entre su altura (B) y su anchura (A) se cumple que $(B/A = 1,618034\dots)$. Si analizamos el rectángulo áureo en el edificio del molino de viento “Tipo Torre” vemos que la relación entre su altura y su anchura se cumple una proporción muy cercana a la razón áurea $(B/A = 1,618034\dots)$ (CABRERA GARCÍA, 2009).

En otro orden de magnitudes, las dimensiones totales del rotor de aspas guardan proporción con la anchura y la altura del elemento fijo y sustentante del molino, que es edificio de forma troncocónica de planta circular. Las aspas del rotor presentan dos formas diferentes. Una de forma rectangular y otra de forma trapezoidal. En ambos casos tienen una dimensión de longitud muy cercana al ancho del edificio del molino (A) y la otra dimensión que es la anchura es una parte proporcional de la altura del edificio (B). Las proporciones aquí mostradas dependen fundamentalmente de las tolerancias existentes en la construcción de este tipo de molinos de viento.

En ambos casos las aspas se construyen de forma alabeada, cuyo ángulo va aumentando desde la base del aspa hasta el otro extremo. Para hacer frente a las variaciones del viento es necesario modificar la superficie de la lona que cubre el aspa, plegando o desplegando las lonas según sea necesario.

3.2. Molino de viento harinero “Sistema Ortega”

Éste molino de viento es una construcción de planta rectangular de una planta de altura y que se remata en la parte exterior por una torre de planta cuadrada de madera que sostiene el rotor, que posee un mínimo de ocho aspas y un máximo de doce aspas compuestas de palas o fajas de madera de forma trapezoidal.



Ilustración 4. Molino de viento harinero “Sistema Ortega”. TM Villa de Mazo. La Palma. Fotografía: E. Barreto Cabrera (Con permiso para su publicación en e-rph, Revista Electrónica de Patrimonio Histórico).



Ilustración 5. Molino de viento del “Sistema Ortega”. TM Garafía. La Palma. Fotografía: Víctor Manuel Cabrera García.

En líneas generales el edificio es un volumen de una altura y de planta habitualmente rectangular. La torre de madera está dividida en dos partes, una de ellas es exterior al edificio y que sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 6.00 metros y 7.00 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 2.00 metros y 2.60 metros, siendo la altura total entre los 9.00 metros y 10.00 metros.

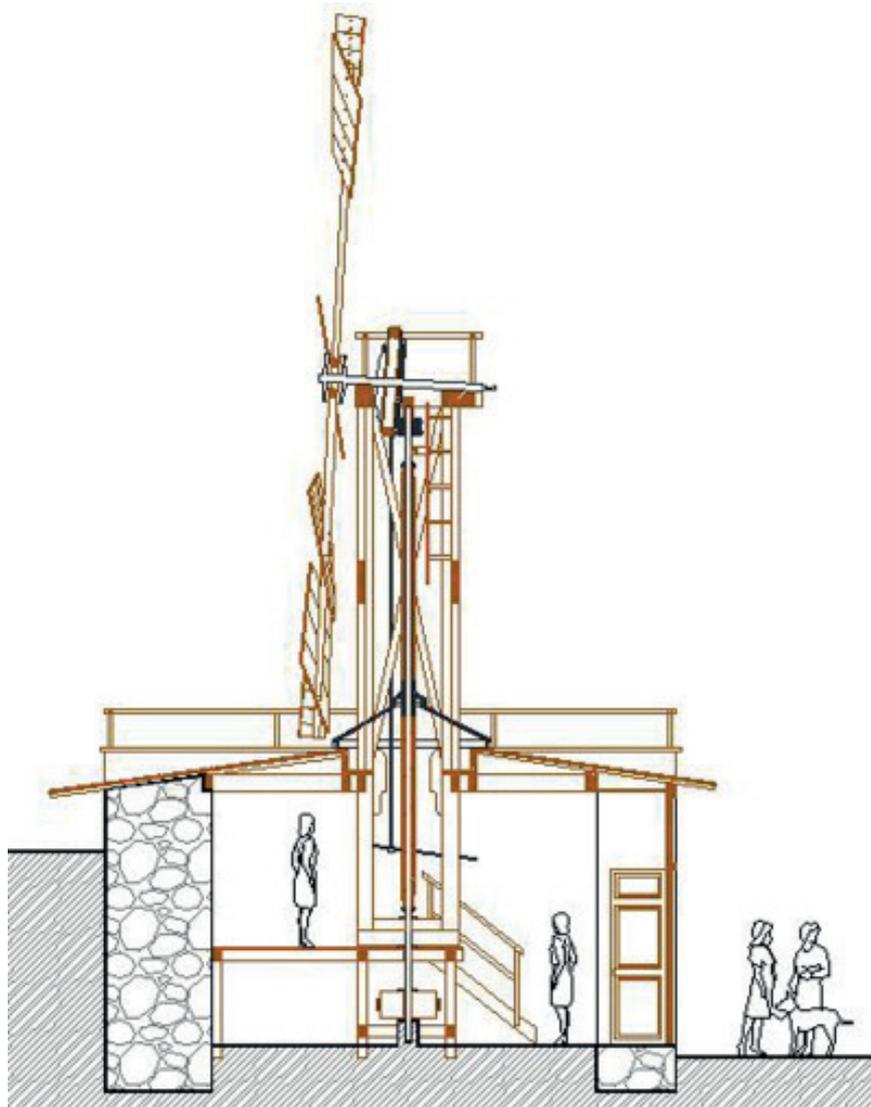


Ilustración 6. Sección del molino harinero “Sistema Ortega”. Dibujo: Víctor Manuel Cabrera García.

Proporciones geométricas del molino de viento

El molino de viento harinero “Sistema Ortega” guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, que es una norma clásica de composición muy utilizada en el Renacimiento durante el siglo XV y que es una regla imprescindible en la actualidad para la pintura, la fotografía, el cine y la arquitectura. La formulación de la Ley de Tercios está directamente relacionada con la teoría de la Sección Áurea y que encierra cierta complejidad en su cálculo exacto. La obtención de estas líneas de tercios se consigue al dividir la composición en tres partes iguales, tanto en horizontal como en vertical.

Este molino de viento se organiza en tres tercios, siendo las dimensiones de magnitud de los tercios la altura del edificio (B), con una altura total que oscila entre de 3.00 metros y 4.00 metros. La primera línea horizontal corresponde a la cubierta del edificio, la segunda línea horizontal se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera y la caja de aspas del rotor y la tercera línea horizontal corresponde a la parte superior de la circunferencia del rotor de aspas (CABRERA GARCÍA, 2009).

Las dimensiones en planta de la torre cuadrada de madera es un tercio de la altura del edificio y la altura de la torre guarda una relación muy cercana a la Sección Áurea, tomando como magnitud la altura total del edificio (B). Las dimensiones totales del rotor abarcan dos tercios del total y las aspas o fajas de madera tienen forma trapezoidal distribuida en cuatro partes. Para hacer frente a las variaciones del viento es necesario modificar el número de fajas de madera en las aspas, aumentando o disminuyendo las mismas según sea necesario.

3.3. Molino de viento harinero “Las Molinas”

Éste molino de viento es una construcción de planta rectangular de una planta de altura y que se remata en la parte exterior por una torre de planta cuadrada de madera que sostiene el rotor, que poseen cuatro, seis o doce aspas compuestas de palas de madera o lonas y que tiene un palo de orientación del rotor de aspas. La torre se apoya sobre la cubierta del edificio y la maquinaria de molturación se sitúa en el interior del edificio, en la base de la torre de madera.



Ilustración 7. Molino de viento harinero “La Molina” en Tefía. TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura. Fotografía: Néstor Rodríguez Rodríguez. (Con permiso para su publicación en e-rph, Revista Electrónica de Patrimonio Histórico).

La morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento “Las Molinas” al igual que los molinos de viento “Sistema Ortega” son de naturaleza variable. La torre de la Molina es el elemento intermedio entre el rotor y la maquinaria de molturación. La torre de madera está dividida en dos partes. Una de ellas es exterior al edificio y que sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 3.50 metros y 5.00 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 3.00 metros y 4.50 metros, siendo su altura total la que oscila entre los 7.00 metros y 10.00 metros.

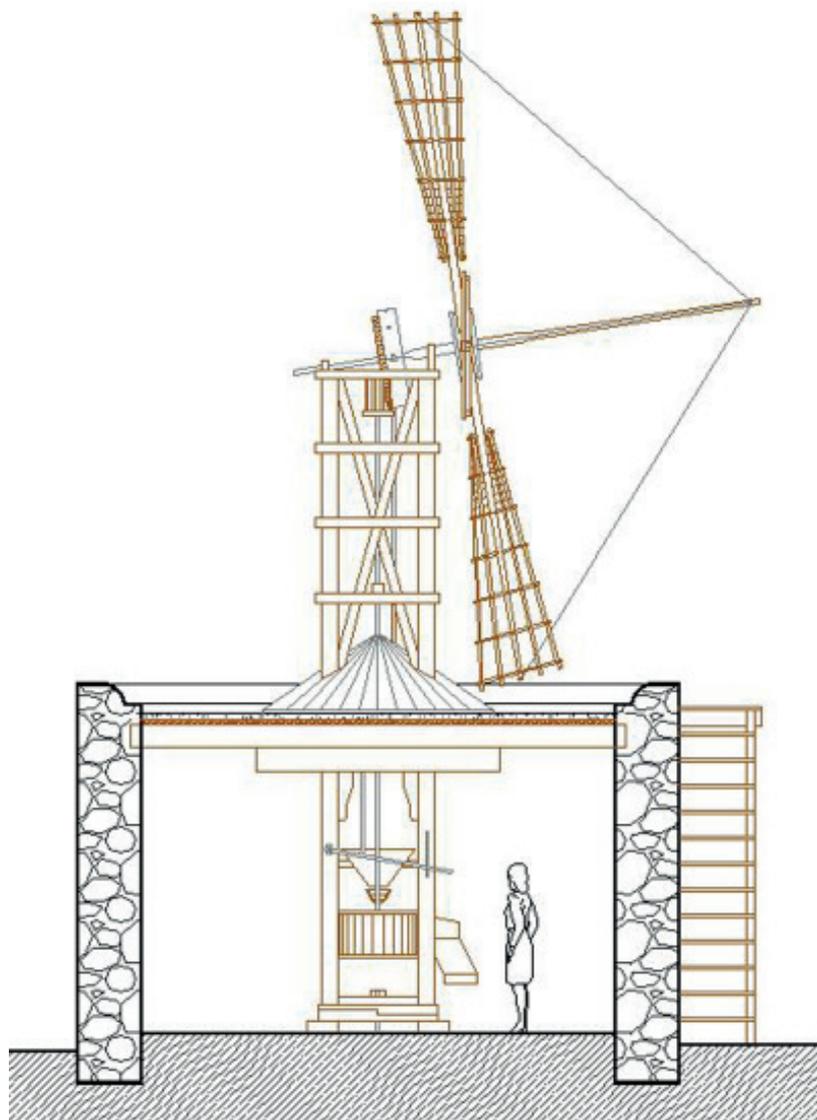


Ilustración 8. Sección del molino harinero “La Molina”. Dibujo: Víctor M. Cabrera García.

Proporciones geométricas del molino de viento

El molino de viento harinero “La Molina” guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, que es una norma clásica de composición muy utilizada en el Renacimiento durante el siglo XV y que es una regla imprescindible en la actualidad para la pintura, la fotografía, el cine y la arquitectura. La obtención de las líneas de tercios se consigue al dividir la composición en tres partes iguales, tanto en horizontal como en vertical.

La altura de este molino de viento se organiza en tres tercios, siendo las dimensiones de magnitud de los tercios la altura del edificio (B), con una altura total que oscila entre de 3.00 metros y 4.00 metros. La primera línea horizontal corresponde a la cubierta del edificio, la segunda línea horizontal se sitúa en la parte superior de la torre cuadrada de madera y la tercera línea horizontal corresponde a la parte superior de la circunferencia que describe el rotor de aspas.

Las dimensiones en planta de la torre cuadrada de madera es un tercio de la altura del edificio y la altura de la torre guarda una relación muy cercana a la Sección Áurea, tomando como magnitud la altura total del edificio (B). Las dimensiones totales del rotor abarcan dos tercios del total y las aspas tienen forma trapezoidal, ya que La Molina adapta el sistema de aspas del molino de viento tipo torre. Para hacer frente a las variaciones del viento es necesario modificar la superficie de la lona que cubre el aspa, plegando o desplegando las lonas según sea necesario. Las proporciones indicadas dependen fundamentalmente de las tolerancias existentes en la construcción de este tipo de molinos de viento.

3.4. Molino de viento harinero “Sistema Romero”

Éste molino de viento es una construcción de planta rectangular de una planta de altura, con cubierta plana, que se remata en la parte exterior por una torre de planta cuadrada de madera que sostiene el rotor compuesto habitualmente por seis aspas de lonas y que se orientaba a los vientos dominantes mediante una gran cola de madera anclada a la torre y situada a un metro de altura de la cubierta del edificio. (SUÁREZ ROMERO, 1994).

La torre se apoya sobre la cubierta del edificio y la maquinaria de molturación se sitúa en el interior del edificio, en la base de la torre cuadrada de madera.



Ilustración 9. Molino harinero “Sistema Romero”. TM La Aldea, Gran Canaria. Fotografía: Emilio Rodríguez Segura (Con permiso para su publicación en e-rph, Revista Electrónica de Patrimonio Histórico).

La morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento del “Sistema Romero” al igual que las Molinas son de naturaleza variable. La torre del molino de viento “Sistema Romero” es el elemento intermedio entre el rotor de aspas y la maquinaria de molturación.

La torre está dividida en dos partes, una de ellas es exterior al edificio y que sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 3.50 metros y 4.50 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 3.00 metros y 4.50 metros, siendo la altura total entre los 6.00 metros y 9.00 metros

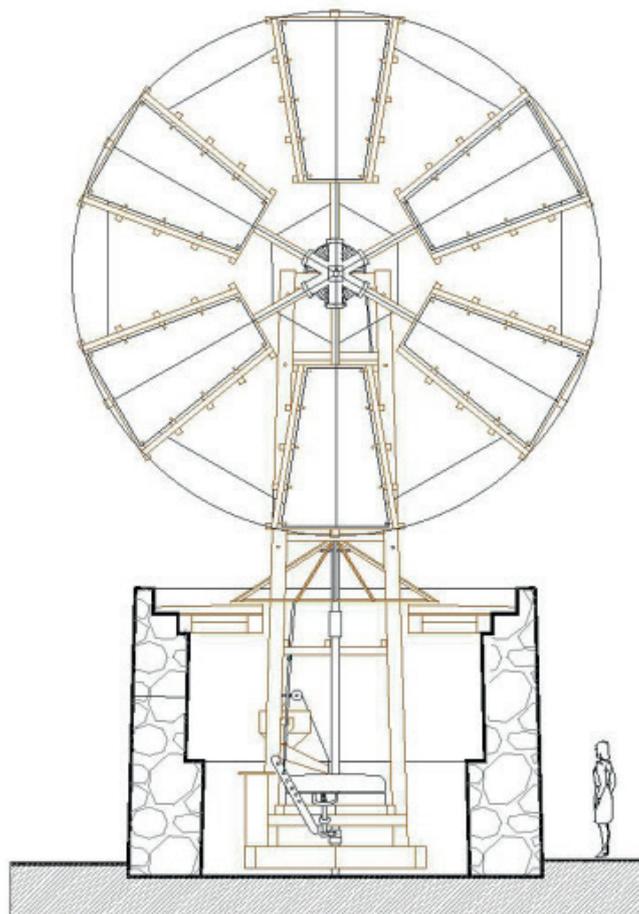


Ilustración 10. Sección del molino de viento “Sistema Romero”. Dibujo: Gesplan. (Con permiso para su publicación en e-rph, Revista Electrónica de Patrimonio Histórico).

Proporciones geométricas del molino de viento

El molino de viento harinero “Sistema Romero” guarda una proporción aproximada a la Ley de Tercios, al igual que le ocurre con los molinos de viento harineros “la Molina” y “Sistema Ortega”.

4.- Propuestas de rehabilitación de los molinos de viento

Debido a que los molinos de viento tradicionales existentes en las Islas Canarias llevan muchas décadas sin utilizarse y por consiguiente, sin un mantenimiento adecuado,

conlleva a que la mayor parte de los materiales constructivos de los mismos se encuentren deteriorados debido fundamentalmente a la erosión y al desgaste que han originado los agentes climatológicos como es el viento, el sol, y la lluvia. Esto posibilita que existan gran cantidad de elementos principales que necesitan ser sustituidos por elementos de nueva factura, teniendo en consideración que las nuevas intervenciones y los nuevos elementos se deben de diferenciar de las originales.

Las diversas actuaciones a realizar en los distintos tipos de molinos de viento tradicionales se plantearán caso a caso, por lo que en cuanto a la rehabilitación se refiere, tanto la sustitución de los elementos en estado ruinoso como la incorporación de nuevos elementos han de tener en cuenta los documentos de obligado cumplimiento como son las Cartas del Restauro de Venecia y de Cracovia, así como la legislación vigente en materia de patrimonio. Mayoritariamente se trataría de consolidar las fábricas resistentes y los acabados de los edificios, así como la sustitución de aquellos elementos deteriorados de la maquinaria, que están realizados de madera, diferenciándolos de los originales. *“Los elementos destinados a remplazar las partes inexistentes deben integrarse armoniosamente en el conjunto, distinguiéndose claramente de las originales a fin de que la restauración no falsifique el documento artístico o histórico”* (Artículo 12, Carta de Venecia, 1964).

Se recomienda y se propone que se realicen una serie de modificaciones en todos aquellos elementos que se encuentran deteriorados. En la parte de la arquitectura, las distintas intervenciones a realizar se pueden diferenciar de las originales de la siguiente manera:

- Cambios de plano entre las fábricas de nueva construcción y las fábricas originales existentes.
- Emplear dimensiones de piezas pétreas (mampuestos) diferentes a las originales, utilizar diferentes aparejos e incluso variando los colores de los mampuestos y/o la clasificación de las piedras.
- Realizar nuevas texturas de los acabados de las fábricas en los morteros y/o revocos así como cambios de colores en las pinturas.

En la parte de la maquinaria y de todos los elementos de madera, las distintas intervenciones a realizar serían:

- Emplear el mismo tipo de madera y sus dimensiones. En caso de que no se encuentre el mismo tipo de madera, se propone emplear otro tipo estableciendo diferencias tanto en su color como en su textura.
- Sanear de insectos xilófagos todos elementos de madera existentes que puedan ser recuperados y utilizar pinturas incoloras de protección en dichos elementos permitiendo incluso el empleo de pinturas de colores para todos aquellos elementos de madera de nueva factura.
- En cuanto a los elementos móviles de los molinos de viento, para optimizar el rendimiento de los mismos es necesario emplear materiales que no ofrezcan pérdidas mecánicas importantes debido al rozamiento entre los materiales, por lo que se

recomienda utilizar piezas de acero allí donde más convenga y sin distorsionar el conjunto, empleando incluso pinturas de colores para diferenciarlos de los elementos metálicos que pudieran existir y que por norma general no se pintaban.

- Todos aquellos elementos mecánicos necesarios para completar la maquinaria necesaria para producir energía eléctrica se situarán en el interior de los edificios de los molinos de viento y se realizarán mayoritariamente en acero, empleando incluso pinturas de colores para marcar diferencias con otros elementos de hierro forjado que pudiesen existir.

Todas las actuaciones descritas a realizar son propuestas genéricas que vendrán condicionadas por situaciones distintas, ya que cada caso será distinto del anterior. En definitiva, cualquier intervención que se plantee ha de tener presente que los molinos de viento fueron concebidos y construidos con una finalidad y todas las actuaciones a realizar en los molinos que sean BIC es necesaria la autorización conforme por parte de las administraciones competentes en materia de patrimonio histórico.

5.- Cálculo de la potencia mecánica y sistema de generación eléctrica

5.1. Cálculo de la potencia mecánica máxima

Para calcular la potencia mecánica máxima aprovechable del viento se estima una densidad del aire de 1,225 Kg./m³, que se corresponde con un aire seco a una presión atmosférica estándar a nivel del mar y a 15° C (LOPEZ ROMERO JJ, CERÓN GARCÍA FJ, 2008).

5.1.1. Molinos de viento harineros “Tipo Torre”

El rotor de aspas tiene un diámetro que oscila entre los 9.00 metros y 15.00 metros y las aspas tienen forma trapezoidal, con dimensiones que oscilan entre los 4.50 metros y 7.50 metros de longitud y los 2.00 metros de ancho. Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie de las velas del aspa, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento.

La potencia mecánica máxima obtenida en el eje del molino de viento previo al mecanismo de molienda, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

Donde:

P = Potencia en vatios (W)

ρ = Densidad del aire (Kg./m³)

S = Superficie del rotor (m²)

V = Velocidad del viento (m/s)

La velocidad del viento más apropiada y óptima debido al rendimiento mecánico de la maquinaria de molturación para estos molinos de viento harineros es de 7 m/s. Si la velocidad del viento no pasa de 4 m/s el rotor de aspas de este tipo de molino de viento no

se mueve y cuando excede de 8 m/s hay que reducir la velocidad del rotor recogiendo velas de las aspas para evitar la rotura del rotor y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida se indica en la Tabla 1.

Densidad (Kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (W)	Potencia (Kw.)
1,225	15,00	176,71	4	14.4 6	926,72 6	,92
			5	18 1	3528,75	13,53
			6	21.6 2	3377,68	23,37
			7	25.2	37122,90	37,12
			8	28.8 5	5413,76	55,41

Tabla 1. Potencia máxima de un molino harinero "Tipo Torre". Elaboración propia.

Sin embargo, se deben de asumir pérdidas mecánicas, por lo que la potencia más alta generada por este tipo de molino se estima en torno a un 30% de la potencia mecánica máxima obtenida (VALERA MARTÍNEZ - SANTOS, 2010).

Los nuevos datos obtenidos considerando dichas pérdidas se exponen en la Tabla 2.

Densidad (Kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (W)	Potencia (Kw.)
1,225	15,00	176,71	4	14.4 2	078,01 2	,08
			5	18	4058,62	4,06
			6	21.6 7	013,30 7	,01
			7	25.2	11136,87	11,13
			8	28.8 1	6624,13	16,62

Tabla 2. Potencia eléctrica estimada de un molino "Tipo Torre". Elaboración propia.

Otra forma de calcular la potencia mecánica máxima del molino de viento es a partir de la expresión de Coulomb: (LOPEZ ROMERO JJ, CERÓN GARCÍA FJ, 2008).

$$N = 0,0004 \times S \times V^3$$

Donde:

N = Potencia en caballos de vapor (CV)

S = Superficie de las velas del rotor (m²)

V = Velocidad del viento (m/s)

Nota:

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ Kw.}$$

Diámetro (m)	Superficie velas (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (CV)	Potencia (Kw.)
15,00	39,80	4	14.4 1	,02	0,75
		5	18 1	,99	1,46
		6	21.6 3	,44	2,53
		7	25.2	5,46	4,02
		8	28.8 8	,15	6,00

Tabla 3. Potencia máxima de un molino harinero "Tipo Torre". Elaboración propia.

5.1.2. Molino de viento harinero “Sistema Ortega”

El rotor de aspas de este tipo de molino de viento tiene un diámetro que oscila entre los 6.00 metros y 9.00 metros y la estructura del mismo está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros y una serie de palas de madera denominadas fajas. Los largueros tienen una longitud aproximada que oscila entre los 3.00 metros y los 4.00 metros y las fajas de las aspas están compuestas habitualmente por cuatro segmentos de madera con forma trapezoidal con dimensiones aproximadas de 1.50 metros de ancho por 2.00 metros de largo.

La potencia mecánica máxima obtenida en el eje del molino de viento previo al mecanismo de molienda, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

Donde:

- P = Potencia en vatios (W)
- ρ = Densidad del aire (Kg./m³)
- S = Superficie del rotor (m²)
- V = Velocidad del viento (m/s)

La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es de 5 m/s. Si la velocidad del viento no pasa de 2 m/s el rotor aspas de este tipo de molino de viento no se mueve y cuando excede de 7 m/s hay que reducir la velocidad del rotor recogiendo velas para evitar la rotura del rotor y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida se indica en la Tabla 4.

Densidad (Kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (W)	Potencia (Kw.)
1,225	8,80 6	0,80	2	7.2	152,73 0	,15
			3	10.8 5	15,43	0,51
			4	14.4 1	221,76 1	,22
			5	18	2386,25	2,38
			6	21.6 4	123,44 4	,12
			7	25.2 6	547,87 6	,54

Tabla 4. Potencia máxima de un molino harinero “Sistema Ortega”. Elaboración propia.

Sin embargo, se deben de asumir pérdidas mecánicas, y no se conocen estudios detallados que cuantifiquen las pérdidas de eficiencia en cuanto a la potencia mecánica máxima que se podría obtener en este tipo de molino de viento tradicional.

Otra forma de calcular la potencia mecánica máxima del molino de viento es a partir de la expresión de Coulomb:

$$N = 0,0004 \times S \times V^3$$

Donde:

N = Potencia en caballos de vapor (CV)
 S = Superficie de las velas o fajas del rotor (m²)
 V = Velocidad del viento (m/s)

Nota:

1 CV = 736 W = 0,736 Kw.

Diámetro (m)	Superficie fajas (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (CV)	Potencia (Kw.)
8,80 2	5,80	2	7.2	0,08 0	,06
		3	10.8 0	,28	0,21
		4	14.4 0	,66	0,48
		5	18	1,29	0,95
		6	21.6 2	,23	1,64
		7	25.2 3	,54	2,60

Tabla 5. Potencia máxima de un molino harinero “Sistema Ortega”. Elaboración propia.

5.1.3. Molino de viento harinero “La Molina”

El rotor de aspas de este tipo de molino de viento tiene un diámetro que oscila entre 5.00 metros y 7.00 metros. Las aspas de la Molina tienen forma trapezoidal, al igual que las aspas del molino de viento “Tipo Torre”. La estructura de cada aspa está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros y un conjunto de palos más pequeños llamados teleras o traviesas que son las que sostienen las lonas de tela. Las aspas tienen una longitud aproximada que oscila entre los 2.50 metros y los 3.50 metros y una anchura de 1.60 metros. Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie del aspa, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento.

La potencia mecánica máxima obtenida en el eje del molino de viento previo al mecanismo de molienda, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

Donde:

P = Potencia en vatios (W)
 ρ = Densidad del aire (Kg./m³)
 S = Superficie del rotor (m²)
 V = Velocidad del viento (m/s)

La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es de 5 m/s. Si la velocidad del viento no pasa de 2 m/s el rotor aspas de este tipo de molino de viento no se mueve y cuando excede de 7 m/s hay que reducir la velocidad del rotor recogiendo velas para evitar la rotura del rotor y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida se indica en la Tabla 6.

Densidad (Kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (W)	Potencia (Kw.)
1,225	6,30 3	1,17	2	7.2	152,72 0	,15
			3	10.8 5	15,43	0,51
			4	14.4 1	221,76 1	,22
			5	18	2386,25	2,38
			6	21.6 4	123,44 4	,12
			7	25.2 6	547,87 6	,55

Tabla 6. Potencia máxima de un molino harinero “La Molina”. Elaboración propia.

Sin embargo, se deben de asumir pérdidas mecánicas, y no se conocen estudios detallados que cuantifiquen las pérdidas de la eficiencia en este tipo de molino de viento tradicional.

Otra forma de calcular la potencia mecánica máxima del molino de viento es a partir de la expresión de Coulomb:

$$N = 0,0004 \times S \times V^3$$

Donde:

N = Potencia en caballos de vapor (CV)

S = Superficie de las velas del rotor (m²)

V = Velocidad del viento (m/s)

Nota:

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ Kw.}$$

Diámetro (m)	Superficie velas (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (CV)	Potencia (Kw.)
6,30 6	,90	2	7.2	0,02 0	,01
		3	10.8 0	,07	0,05
		4	14.4 0	,17	0,13
		5	18	0,34	0,25
		6	21.6 0	,60	0,44
		7	25.2 0	,95	0,70

Tabla 7. Potencia máxima de un molino harinero “La Molina”. Elaboración propia.

5.1.4. Molino de viento harinero “Sistema Romero”

El rotor de aspas de este tipo de molino de viento tiene un diámetro que oscila entre 6.00 metros y 8.00 metros y está formado generalmente por seis aspas. Las aspas tienen forma trapezoidal y la estructura inicial de cada aspa está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros de una longitud aproximada que oscila entre los 3.00 metros y los 4 metros y una serie de palas de madera denominadas fajas de anchura de 1.70 metros. Con el paso del tiempo, se cambia la estructura de las fajas, sustituyendo la configuración de las velas de madera por velas de lonas de tela, facilitando la recogida de las mismas ante los fuertes vientos.

La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es de 5 m/s. Si la velocidad del viento no pasa de 2 m/s el rotor aspas de este tipo de molino de viento no se mueve y cuando excede de 7 m/s hay que reducir la velocidad del rotor recogiendo velas para evitar la rotura del rotor y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida se indica en la Tabla 8.

Densidad (Kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (W)	Potencia (Kw.)
1,225	7	38,48	2	7.2	188,56 0	,19
			3	10.8 6	36,39	0,63
			4	14.4 1	508,48 1	,50
			5	18	2946,25	2,94
			6	21.6 5	091,12 5	,09
			7	25.2 8	084,51 8	,08

Tabla 8. Potencia máxima de un molino harinero “Sistema Romero”. Elaboración propia.

Sin embargo, se deben de asumir pérdidas mecánicas, y no se conocen estudios detallados que cuantifiquen las pérdidas de la eficiencia en este tipo de molino de viento tradicional.

Otra forma de calcular la potencia mecánica máxima del molino de viento es a partir de la expresión de Coulomb:

$$P = 0,0004 \times S \times V^3$$

Donde:

- P = Potencia en caballos de vapor (CV)
- S = Superficie de las velas del rotor (m²)
- V = Velocidad del viento (m/s)

Nota:

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ Kw.}$$

Diámetro (m)	Superficie velas (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Potencia (CV)	Potencia (Kw.)
7	15,60	2	7.2	0,05 0	,04
		3	10.8 0	,17	0,12
		4	14.4 0	,40	0,30
		5	18	0,78	0,57
		6	21.6 1	,35	1,00
		7	25.2 2	,14	1,57

Tabla 9. Potencia máxima de un molino harinero “Sistema Romero”. Elaboración propia.

5.2. Sistema de generación eléctrica

Debe de minimizarse el rozamiento mecánico de los elementos de madera de la maquinaria de los molinos de viento, evitando las elevadas pérdidas mecánicas que puedan producirse en aras de obtener la máxima eficiencia de los molinos de viento tradicionales en la obtención de energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento.

Para obtener energía eléctrica es necesario acoplar un generador eléctrico al mecanismo y de acumuladores de energía (baterías) para el consumo eléctrico previsto para cuando no esté presente el viento. Los generadores eléctricos pueden ser de corriente continua (dinamos), que se han ido abandonando y los generadores de corriente alterna (C.A), existiendo en este último caso dos tipos: generadores sincrónicos o alternadores y generadores asincrónicos o de inducción.

Para el caso concreto de los molinos de viento tradicionales resulta óptimo la utilización de los generadores sincrónicos, que aunque tienen un mayor rendimiento potencial, deben de operar a velocidad constante si se quiere mantener fija la frecuencia. Debido a la variabilidad de los vientos, es muy aconsejable en instalaciones aisladas de la red eléctrica acumular la energía obtenida en baterías y desde ellas alimentar la demanda. En estos casos la frecuencia no tiene importancia ya que habrá rectificadores (inversores) que transformaran la corriente continua (C.C.) en corriente alterna (C.A.) y viceversa.

Entre el rotor de aspas y el generador eléctrico se dispondrá de una caja multiplicadora, dispositivo que se encargará de elevar el número de revoluciones por minuto del eje inclinado del rotor de aspas, ya que en los molinos de viento harineros tradicionales se estima el número de vueltas del eje que proviene del rotor está en a torno a 12 r.p.m., y los generadores comerciales requieren girar a velocidades que están comprendidas entre las 1000 r.p.m y las 3000 r.p.m., dependiendo de las características constructivas y la frecuencia a obtener.

Es necesario también disponer de un regulador de la velocidad del giro del rotor de aspas para evitar que las puntas de las velas o de las palas de las aspas trabajen a velocidades que comprometan la resistencia de los materiales empleados o induzcan vibraciones perjudiciales para el mecanismo. El control del funcionamiento de esos molinos de viento puede realizarse a través de un anemómetro que permita determinar cuando debe de actuar el mecanismo de frenado de los molinos, tanto para los valores máximos y mínimos del viento. Toda la adaptación mecánica se realizará en los interiores de los molinos salvo el anemómetro que se dispondrá en los exteriores de los mismos.

5.- Conclusión

Tanto las administraciones públicas como los ciudadanos estamos obligados por Ley a conservar los elementos materiales más importantes de nuestro patrimonio cultural para el uso, el estudio y el disfrute de los mismos tanto para nuestra sociedad como para las generaciones futuras, por lo tanto, el conocimiento, la creatividad y la diversidad de soluciones a plantear en que hacer con el patrimonio deben de ser recursos inagotables para la sociedad actual, con la finalidad de trasladar en las mejores condiciones posibles los bienes patrimoniales que hemos heredado de nuestros antecesores a las generaciones venideras.

Intentar recuperar los elementos materiales pertenecientes a la arquitectura tradicional que pertenecen al pasado sin proponer usos alternativos compatible con la sociedad actual resulta ser una acción en vano, ya que no todas las construcciones de la arquitectura tradicional pueden convertirse en museos y/o Centros de Interpretación debido al elevado coste económico que supondría para las administraciones públicas.

La propuesta de cambio de uso (producir energía eléctrica) en los molinos de viento tradicionales posibilitaría dar respuesta a la inoperatividad actual en estos inmuebles, permitiéndonos poder recuperar lo que aún no se perdido de estas construcciones procedentes de la arquitectura tradicional y que al mismo tiempo es compatible con las necesidades sociales actuales en el interés creciente por obtener energía eléctrica a través de las energías limpias y renovables, en aras de disminuir la emisiones de CO2 a la atmósfera debido a la generación de energía eléctrica a partir de los combustibles fósiles.

Por lo tanto, los molinos de viento tradicionales pueden desempeñar una función pública en cuanto a la producción de energía eléctrica, ya que dicha energía podría utilizarse para dar suministro a la iluminación del espacio público (red viaria, parques y jardines) debido al escaso porcentaje de suministro energético que se necesita en relación a otros conceptos, La incorporación de este nuevo uso a estos inmuebles que pertenecen al patrimonio arquitectónico del archipiélago canario posibilitaría planificar mantenimientos periódicos y adecuados para los edificios, los rotores de aspas y la maquinaria, retrasando el envejecimiento y el desgaste de los materiales constructivos originado por la erosión que ocasionan los agentes climatológicos.

5.- BIBLIOGRAFÍA

AAVV (2008). *Molinos de viento en la Región de Murcia*. Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Cultura, Juventud y Deportes. Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales y Servicio de Patrimonio Histórico.

CABRERA GARCÍA, Víctor Manuel. (2009). *La Arquitectura del Viento en Canarias. Los molinos de viento. Clasificación, funcionalidad y aspectos constructivos*. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

CABRERA GARCÍA, Víctor Manuel. (2010). *Molinos de viento en las Islas Canarias*. S/C de Tenerife: Colección: Territorio Canario.

ESPAÑA. LEY 16/1985, de 25 de Junio, de PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL. Gobierno de España.

ESPAÑA. LEY 4/1999, de 15 de Marzo, de PATRIMONIO HISTÓRICO DE CANARIAS, modificada por La LEY 11/2002, de 21 de Noviembre. Gobierno de Canarias.

ESPAÑA. LEY 45/2007, de 13 de diciembre para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural.

LECUONA NEUMAN, Antonio (2002). «*La energía eólica: Principios básicos y tecnología*». https://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/.../1234272455_eolica_ALecuona.pdf [Consulta 15.01.2017].

SUÁREZ MORENO, Francisco. (1994). *Ingenierías Históricas de la Aldea*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria.

VALERA MARTÍNEZ - SANTOS, Francisco (2010). *Principios físicos y tecnología del molino de viento*.

-<https://www.campodecriptana.info/.../Fisica-y-tecnologia-del-molino-de-viento.pdf>.
[Consulta 17.01.2017].