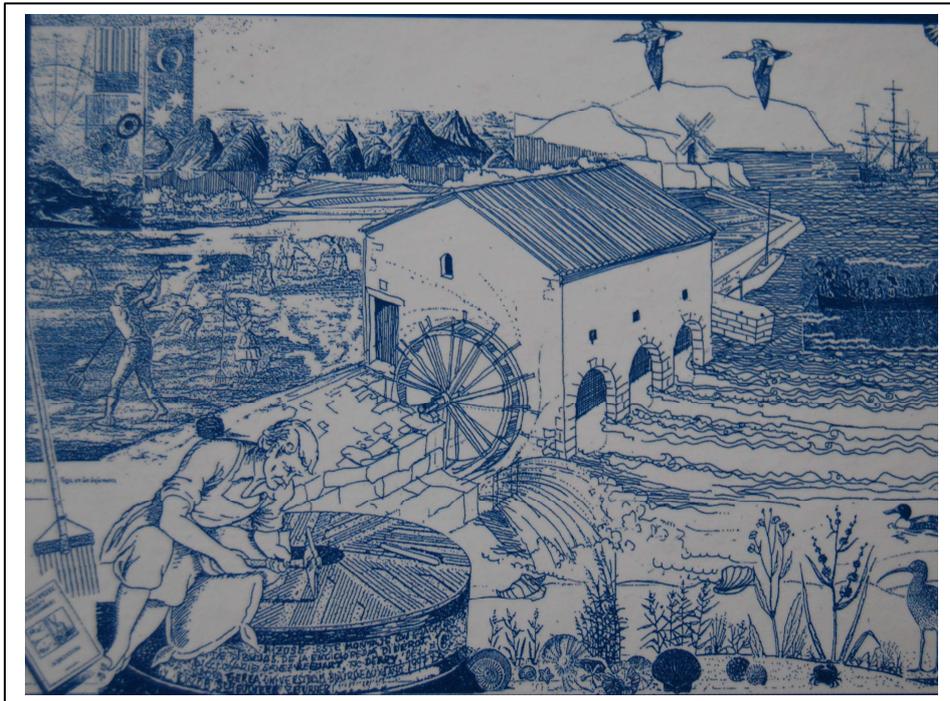


## MOLINOS DE MAREA EN ANDALUCÍA



Febrero 2010



## ÍNDICE

- 1. Breve referencia histórica**
- 2. Descripción de un Molino de Marea**
- 3. Nuestros Molinos de Marea**
- 4. Los Molinos de Marea y el Medio Ambiente**
- 5. Acerca de la posible transformación de un Molino de Mareas para producción de energía eléctrica**







cuales han consistido en la rehabilitación para su uso como hospedería o aula de interpretación de la naturaleza.

Es notable el hecho de que, a pesar de existir algún proyecto, todavía ningún MM ha sido transformado para la producción de energía eléctrica, aunque si ha sucedido con algún molino fluvial.



## 2. Descripción de un Molino de Marea

Un Molino de Marea o Molino Mareal es un ingenio, que utilizando la energía de las mareas, realiza distintas tareas mecánicas, entre las que destaca la molienda de cereales, que fue su primer objeto histórico.

La energía se obtiene aprovechando la diferencia de nivel entre pleamar y bajamar y, en algunos casos, la corriente de agua a su entrada en los estuarios y marismas.

El esquema más común de MM utiliza el agua embalsada en la presa, o caldera, y retenida por un muro dotado de compuertas. Cuando el desnivel entre el agua embalsada y el del mar es el adecuado el agua se hace pasar por los saetines que la llevan hasta ruedas motrices (Rodetes o Rodeznos) que, a su vez, con sencillos mecanismos hacen girar las muelas que trituran los granos, en el caso de la molienda.

En nuestro caso (litoral Gaditano y Onubense) los molinos se levantan perpendicularmente al caño, cegándolo completamente y dando paso al agua por medio de arcos y canales situados en los bajos y provistos de sus correspondientes compuertas basculantes. La cimentación, al ser terrenos muy fangosos solía realizarse por medio de pilotes de madera que llegaban hasta el suelo firme.

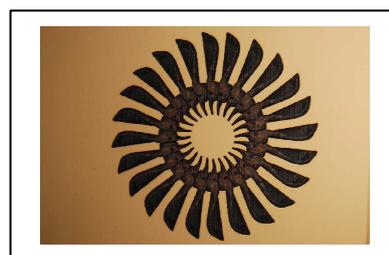
En cuanto a la construcción hay que diferenciar dos partes principales: los bajos del molino, es decir la parte hidráulica, generalmente construidos con piezas de cantería de piedra ostionera y el edificio cuya construcción era mucho más variada.

El edificio, y en muchos casos las dependencias auxiliares, eran o bien sencillos, construidos con materiales propios de la zona (piedras, ladrillos o adobes) con cubierta a una sola agua, o bien más recios hechos con fábrica de piedra de cantería y cubiertas a dos aguas e incluso algunos con azoteas (molino de Santa Cruz).

Existen distintos tipos de molinos dependiendo de su adaptación al entorno medioambiental y físico y de la sencilla tecnología empleada, consecuencia de la evolución de la rueda hidráulica y mecanismos de transmisión.

Una clasificación de los MM puede hacerse atendiendo al tipo de rueda motriz.

En el caso de mareas fuertes (en el norte) se utilizaba con más frecuencia las ruedas hidráulicas verticales mientras que en las zonas meridionales se utilizaban exclusivamente ruedas horizontales, que, a su vez pueden ser de dos tipos; uno más antiguo llamado rodezno (generalmente de madera de unos 80 ó 90 cm de diámetro) situado en el cárcavo y uno posterior cuya rueda motriz se denomina rodete, ya de hierro. En éste último caso el cárcavo era sustituido por una cuba cilíndrica donde se alojaba el rodete y en la que el agua se hacía girar en un sentido apropiado de "ataque" a los álabes de la rueda; este novedoso sistema se llamaba de regolfo. Las ruedas además de diferenciarse por la posición de su plano, se distinguían también por la forma de las palas, en cuchara o planas o por el material en que estaban construidas, madera, hierro e, incluso en algún caso de piedra.



En la parte mas baja del molino, llamada cárcavo o bóveda se encontraba el saetín o saetillo consistente en una estrecha abertura por donde salía el agua a presión dirigida a los alabes de la rueda motriz. El caudal de agua del saetín era manejado por el molinero mediante una compuerta accionada desde la sala de molienda.

En cuanto a las presas o calderas varía su diseño según el litoral donde se encuentra el molino. Un tipo de marea más reducido exige embalses o calderas más grandes para permitir un mayor aprovechamiento del tiempo útil de trabajo. Los lugares para la construcción de las calderas son elegidos cuidadosamente. En el caso de nuestros litorales las calderas eran naturales aprovechando ensanchamientos de ciertos caños (caso del Molino de Río arillo, por ejemplo) o eran construidas artificialmente, como en el caso del Molino de Caño Herrera.

La superficie de la caldera y, por consiguiente su capacidad de almacenamiento de agua, determina su energía potencial y se relaciona con el número de piedras con que contaba el molino. En nuestro caso el número de piedras oscila entre 2 y 12.

Un problema importante para la buena conservación de las calderas era el arrastre de sedimentos, tierras y avenidas proveniente de arroyos formados por la lluvia. Estos fangos y lodos se depositaban, tanto en las calderas como en los caños o esteros produciendo su colmatación. Este fenómeno de cegamiento de cauces y presa se paliaba mediante un vaciamiento rápido y violento de la caldera que abría rápidamente sus compuertas. Este método de limpieza era denominado limpión.



En cuanto a los muros de delimitación de la caldera: en el norte los son más altos y gruesos, dado el mayor desnivel de las mareas pero de menor longitud y mayor sección, para resistir mejor a los empujes. A medida que descendemos hacia zonas más meridionales, los muros se hacen más largos y reducen su altura y espesor, aumentando sensiblemente la superficie de las calderas. En muchos casos se aprovechan los caños o canales de corrientes marismas, lo que evita la construcción de grandes presas, como sucede frecuentemente en nuestro caso.

En cuanto a materiales, en el norte se utiliza mucho la piedra y en algunos casos lodos y arcilla. En el sur de la península suelen ser mixtos, parte en piedra y amontonamiento de lodos y aprovechamiento de canales o esteros naturales.



En algunos casos, en el norte los muros son tan anchos que permiten el paso de carruajes hasta el edificio del molino. En el sur, era frecuente el acceso al molino en embarcaciones, para lo que muchos de ellos disponían de verdaderos muelles de carga y descarga.

El emplazamiento del molino es fundamental por lo que eran elegidos de forma muy estudiada. El máximo aprovechamiento se consigue en una zona media intermareal, siempre en relación directa de la altura de la marea. También se consideraba un emplazamiento accesible y cercano a núcleos urbanos donde existía una cierta actividad económica.

Los litorales de la Bahía de Cádiz y Onubense son zonas privilegiadas para la ubicación de los MM, como demuestra la cantidad de estos ingenios construidos. Se trata de tierras de marismas, cruzada por una tupida red de caños y esteros por las que circula el agua empujada por las mareas. Para la construcción de los MM se escogían caños adecuados por los que llegaran fácilmente las aguas que alimentaban las calderas.

### 3. Nuestros Molinos de Marea

#### BAHÍA DE CÁDIZ:

Los MM, también llamados molinos de pan moler, son muy abundantes en la Bahía cuyos habitantes supieron aprovechar muy bien los recursos de sus magníficas marismas.

Se construyeron más de 20 molinos todos ellos situados dentro del actual Parque Natural Bahía de Cádiz de una extensión cercana a las 10.000 hectáreas configurado por fangos intermareales, salinas y marismas, formando una tupida red de caños, canales y brazos por donde circula el agua impulsada por las mareas hasta las salinas, esteros y lucios. Su construcción interrelacionaba con otros aprovechamientos de recursos, como la producción de sal en salinas (Ayamonte e Isla Cristina), la pesca en emplazamientos artesanos y el marisqueo en canales y caños. Los molinos se relacionaban con otros aprovechamientos de recursos con las salinas, los pesqueros y el marisqueo.

Los MM se sitúan así: 3 en Cádiz, 5 en San Fernando, 5 en Chiclana, 5 en Puerto Real y 1 en el Puerto de Santa María.

En otros documentos de éste trabajo se recogen fichas y datos abundantes sobre cada uno de los molinos de la bahía, destacando sus características, técnicas, estado del edificio y sistema hidráulico, emplazamiento, posibilidades de recuperación etc..

#### LITORAL ONUBENSE

Los MM se situaron generalmente en la red de drenaje de marisma mareal de los ríos onubenses dentro de la influencia de las mareas oceánicas.

Los molinos se construyeron concretamente sobre los caños y esteros de las marismas en las desembocaduras de los ríos Guadiana, Piedras, Odiel y Tinto. Su construcción interrelacionaba con otros aprovechamientos de recursos, como la producción de sal en salinas (Ayamonte e Isla Cristina), la pesca en emplazamientos artesanos y el marisqueo en canales y caños.

Respecto al número y distribución de MM: 4 en Ayamonte, 5 en Isla Cristina, 3 en Lepe, 1 en Cartaya, 1 en Aljaraque, 1 en Gibraleón, y 1 en Moguer. Naturalmente se trata de molinos actualmente reconocibles, ya que el número total fue mucho mayor.

En otros documentos de éste trabajo se recogen fichas y datos abundantes sobre cada uno de los molinos del litoral Onubense, destacando sus características, técnicas, estado del edificio y sistema hidráulico, emplazamiento, posibilidades de recuperación etc..



#### 4. Los Molinos de Marea y el medio ambiente

Nos referimos a nuestro caso: Litoral Onubense y Bahía de Cádiz.

El medio general en el que se instalan los molinos, como ya se ha referido es el de las marismas, uno de los medios más productivos de la naturaleza que, aunque con poca biodiversidad posee una abundante fauna. La marisma es el lugar idóneo para la cría y engorde de alevines de muchas especies piscícolas.

Hasta el siglo XIX la renovación natural de los recursos bastaba para su continuidad productiva. Los MM, de escaso impacto ambiental, constituían una forma ingeniosa y racional de aprovechamiento de los recursos naturales; energía limpia rentable, segura, predecible y gratuita y una sencilla tecnología.

Todo un ejemplo de lo que hoy denominamos economía o desarrollo sostenible.

Pero, pasado el tiempo, el poblamiento de los estuarios ha ido provocando la degradación de estos ecosistemas, al aplicarse, desde el siglo XIX, políticas de privatización, desecación, relleno de amplias zonas intermareales para la obtención de suelo, ensanche de las poblaciones colindantes, transformación de las marismas, evacuación de aguas residuales, e incluso introducción de especies foráneas. Todo un ejemplo de desarrollo no sostenible.

A pesar del considerable número de MM de marea construidos, debido a sus reducidas dimensiones, y a su situación en zonas marginales e internas de los estuarios o marismas, su impacto ambiental es reducido y plenamente compatible con la existencia y conservación de estos ecosistemas.



## 5. Acerca de la posible transformación de un Molino de Mareas para producción de energía eléctrica

Durante el desarrollo del presente trabajo se ha visitado prácticamente la totalidad de los molinos reseñados en el mismo y todos los mejores conservados, tanto desde el punto de vista de los edificios como de sus sistemas hidráulicos.

Como consecuencia del trabajo de campo y las entrevistas mantenidas “ex profeso” con los propietarios de los molinos más susceptibles de ser aprovechados energéticamente, se han seleccionado, en una primerísima aproximación, los siguientes molinos:

Molino de Osio,	en Puerto Real
Molino El Pilar,	en Puerto Real
Molino de Santa Cruz,	en Chiclana
Molino de Bartivás,	en Chiclana
Molino de San José,	en San Fernando

Todos ellos situados en la Bahía de Cádiz, en muy buen estado de conservación general, excepto el molino de El pilar en el que no se conserva el edificio de molienda pero sí sus bajos y el sistema hidráulico.

Se han entrevistado personalmente a todos los propietarios quienes han coincidido en su interés por contemplar la alternativa de transformar sus molinos para la posible producción de energía eléctrica.

En cuanto al Litoral Onubense:

A excepción de dos molinos rehabilitados, el del Pintado y el Tamujar Grande, el resto se encuentran en un estado más o menos ruinoso. No obstante, en algunos casos, a pesar de las ruinas del edificio del molino, se conservan más o menos bien el sistema hidráulico, incluyendo los bajos de los molinos, lo que los hace merecedores de un estudio más profundo en cuanto a posibles emplazamientos de nuevos o reconstruidos “molinos” para producción de energía eléctrica.

Los molinos interesantes desde este punto de vista son:

Molino de Pintado (Ayamonte) - Posibilidad de recuperar la caldera y ponerlo en marcha para hacer una demostración de molienda y producir energía eléctrica para propio consumo, ya que actualmente es un Ecomuseo.

Molino del Tamujar Grande (Isla Cristina) - Reconstruido y utilizado como Centro de interpretación con muy poco éxito. Podría dársele otro destino produciendo energía eléctrica.

Molino de la Higuera (Lepe) - Edificio en ruinas.

Molino de Valletaray (Lepe) - Edificio en ruinas.

No obstante, no se agotan aquí todas las posibilidades de recuperación o emplazamiento de molinos desde el punto de vista de producción energética. Tan solo



se han reseñado los casos más evidentes, consecuencia de un estudio de caracterización y situación de los MM.

Podría asegurarse que cualquier emplazamiento de un MM es bueno para la producción de energía eléctrica, pero la degradación, ya referida, de las marismas y estuarios, lo hacen imposible en algunos casos.

Pero en otros casos, especialmente en la Bahía de Cádiz y en los citados del Litoral Onubense, algunos molinos ruinosos merecen un estudio más riguroso para determinar las posibilidades de aprovechamiento de sus sistemas hidráulicos.

Además sería de gran interés un estudio de los emplazamientos de molinos ya desaparecidos pero que estuvieron situados en lugares adecuados desde un punto de vista de energías maréales, como es el caso, por ejemplo, de la desembocadura del río Tinto donde se situaron numerosos molinos. Por otro lado un análisis detallado de lugares en los que fluyen las mareas y las corrientes sería de gran interés desde el punto de vista de producción de energía eléctrica con otras tecnologías hoy disponibles, distintas a los molinos de marea.



Río Arillo (Cádiz)



El Pintado (Ayamonte, Huelva) En la actualidad Ecomuseo

