

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Exposición

ARS MECHANICAE

INGENIERÍA MEDIEVAL EN ESPAÑA

V I S I T A S G U I A D A S

INTRODUCCIÓN

La presente exposición está dedicada a las artes mecánicas durante la Edad Media en España, a las artes útiles y necesarias no sólo para el sustento del individuo sino para el orden y progreso del mundo, al decir de Raimundo Lulio (1232-1316); artes que en muchos casos no estuvieron alejadas de algunas de las artes mayores o liberales pues sin la Aritmética o la Geometría difícilmente la construcción de puentes o la carpintería de armar hubieran podido hacer algo sólido y estable. Artes que siendo mecánicas y útiles participaron del conocimiento racional en un desdibujado límite entre ciencia y práctica.

Estas artes mecánicas, manuales y lucrativas conocieron un espectacular desarrollo durante la Edad Media como fruto inmediato del gran avance que supuso entre los siglos X y XV la conquista de las fuentes de energía, es decir, la animal, la hidráulica y la eólica, que representa la revolución técnica más importante vivida por el hombre con anterioridad a la Revolución Industrial y a la aparición de la máquina de vapor.

Pedro Navascués Palacio

ZONIFICACIÓN

Área O – La herencia romana y el mundo visigodo
Los documentos medievales

Área I – El agua: abastecimientos y regadíos
A: captación, almacenamiento y distribución del agua
B: molinos

Área II – La industria
A: los oficios, los tejidos
B: las artes suntuarias, la moneda, el papel
C: la metalurgia y la pólvora

Área III – La construcción
A: los canteros y la piedra: bóvedas románicas y góticas
B: la madera: artonados, cimbras y apeos
C: el vidrio

Área IV – Los caminos terrestres y marítimos
A: estribos, carros, puentes. El camino de Santiago
B: naves, puertos, atarazanas, instrumentos náuticos
C: el comercio medieval

Área O

La herencia romana y el mundo visigodo

El mundo visigodo fue heredero de la cultura romana y muchas de sus construcciones, como puentes, calzadas y murallas, fueron reparadas y mantenidas durante la monarquía visigoda. Del mismo modo, diversas técnicas industriales, desde los molinos hasta las máquinas elevadoras de agua, deben sus soluciones mecánicas a Roma. Así se explica mejor la presencia de Vitruvio en las *Etimologías* del primer enciclopedista medieval que fue San Isidoro de Sevilla.

Cimacio romano reutilizado como pileta bautismal en época visigoda



La escritura: pizarras y códices

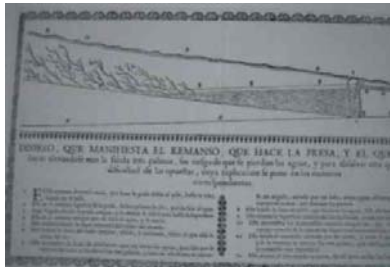


Los documentos medievales

Selección de documentos gráficos y escritos, de época medieval o posterior, que hacen referencia a los diversos temas tratados en la exposición

El agua: abastecimientos y regadíos

Reparto de aguas río Guadix Presa subálvea de Fuente del Oro



En ocasiones se construyeron presas subterráneas, prefiriendo embalsar las aguas bajo la superficie del terreno, evitando en gran parte su evaporación. Podían realizarse en terrenos permeables como gravas y arenas en ramblas secas en superficie pero por las que circulaban aguas subterráneas. Naturalmente, su construcción exigía cimentarla lo suficientemente profunda para asegurar que se asentaba en un terreno impermeable para evitar que el agua se filtrase bajo su base.

Otra ventaja adicional es que estas presas subterráneas si bien actuaban como una pantalla impermeable no tenían que tener gran espesor pues contaban, para resistir el empuje del agua, con la resistencia del terreno situado aguas abajo.
De todas estas grandes estructuras hidráulicas subterráneas, destaca la "Presa de la Fuente del Oro", que embalsaba las aguas subálveas del río Guadalentín para ser aprovechadas en Lorca. Fue construida en época musulmana, siendo donada por Alfonso X el Sabio a Lorca mediante un privilegio fechado en la era de 1307 (año 1269). La presa fue dañada a causa del terremoto de 1674 y por una gran avenida del río Guadalentín en 1704, reparándose en 1721.

Plano de las salinas de Orihuela
Libro de agricultura de Ibn Al-Awwan

La industria

Tejido de seda nazarí decorado en zonas
Libro de horas Virgen Tejedora
Libro de los caballeros de Santiago
Libro de los oficios del monasterio de Guadalupe



Recientemente restaurado por el Instituto del Patrimonio Histórico, este manuscrito es un compendio de las normas que rigen a los diversos oficios que se ejecutaban en el Monasterio de Guadalupe

La construcción

Judíos como esclavos
Libro de Horas de Juana I

Los caminos terrestres y marítimos

Las Obras

Acuerdo sobre las obras de las Atarazanas de Barcelona

El Comercio

Libro de recaudación del Puerto de Barcelona
Póliza seguro Jerónimo de Lita
Libro del Consulado del Mar de Barcelona
Letra de cambio a favor de Antonio Bertran
Letra de cambio de Medina del Campo-La Rochela
Libro aritmética comercial

Este manuscrito incluye no sólo procedimientos de contabilidad sino también fórmulas para el cálculo de la ley de la moneda, es decir, la proporción de los diversos metales que componen su aleación

Área I – El agua: abastecimientos y regadíos

Captación, almacenamiento y distribución del agua

El adagio latino dice *Aqua fons vitae*, el agua fuente de la vida, y el agua tanto para el abastecimiento de las ciudades como para el riego de los campos exigió depuradas técnicas para su captación, conducción, almacenamiento, elevación y distribución. Así, a las tradicionales presas, acueductos, canales, depósitos y pozos, de pasado romano y visigodo, se sumaron las acequias, norias, aljibes, azudas y *qanats*, cuyos términos señalan su origen hispano-musulmán.

Máquinas e instrumentos para elevar el agua

Rueda hidráulica de riego árabe



Un procedimiento al que en ocasiones recurrieron los hispanomusulmanes para abastecer de agua a barrios de ciudades y a baños públicos fue el de las ruedas de paletas o "azudas". A diferencia de las "rotas" romanas, cuya estructura era radial, el aparejo de las ruedas musulmanas medievales es más complejo, adoptando la forma de polígonos estrellados que les confiere un aire muy característico; además, los arcaduces que elevan el agua, no están integrados en la rueda (como ocurre en las ruedas de agua romanas) sino que están formados por vasijas o cangilones exentos, atados a la rueda, y generalmente de madera o cerámica.

Arcaduces de norias

Maqueta del territorio de Calatrava la Vieja

Noria de Imón



Además de las ruedas movidas por la corriente del agua, en época medieval se generaliza la noria de sangre o "saqiya" que también se usaba en los regadíos. La "saqiya" tiene la ventaja de no precisar corrientes de agua, lo que la hace más versátil, y el inconveniente de requerir para su movimiento el uso de bestias de tiro. El mundo medieval cristiano heredó el empleo de estas norias de sangre para usos diversos, además del regadío de las huertas. Se empleó por ejemplo para alumbrar aguas saladas en las salinas de interior, e incluso para el abastecimiento de aguas a baños públicos.

Aunque ya sin uso, se conservan en las salinas de Imón (Guadalajara) cinco notables edificios de piedra, de planta octogonal, techados con estructura de madera y teja, tres de los cuales conservan en su interior norias de madera de inequívoca tradición medieval.

Captación del agua: qanats o viajes del agua

Plano esquemático de qanats de Puerto Lumbreras
Plano de la Rambla de Nogalte

Almacenamiento: aljibes y presas

El aljibe de Mérida
Brocales



Los pozos, llamados "abar" en árabe, fueron una solución muy utilizada en muchas ciudades musulmanas que contaban con niveles freáticos poco profundos. En los reinos cristianos del norte, la construcción de castillos durante la Edad Media, generalmente emplazados en cerros y eminencia, obligó, para garantizar el abastecimiento de agua durante los prolongados asedios, a construir pozos profundos dentro de su recinto fortificado. En los medios urbanos los pozos eran rematados por brocales, que en unas ocasiones eran de piedra, mientras que en otras se utilizaban grandes piezas cerámicas

Distribución: acueductos

Maqueta del acueducto de Valdepuentes-Medina Azahara
Maqueta del acueducto de Sevilla-Caños de Carmona
Maqueta del acueducto de Morella



Además de los pozos, aljibes, norias y azudas, muchas ciudades medievales contaron también con abastecimientos tradicionales, unas veces rehabilitando antiguos acueductos romanos y otras construyendo obras nuevas, unas veces galerías subterráneas y otras canales superficiales o acueductos. Otro acueducto medieval importante fue el de Morella (Castellón) construido en el siglo XIV bajo el impulso del rey de Aragón Jaime II el Justo (1295 -1327), aunque las obras se prolongarían durante el reinado de su hijo Alfonso IV el Benigno (1327 - 1336). Se trata de un corto acueducto - alrededor de 2,5 km - que capta los manantiales de la Fuente de Vianchos y lleva sus aguas hasta la ciudad, en el que destaca el tramo elevado de entrada a la ciudad, del que todavía se conservan algunos arcos apuntados, característicos del periodo gótico.

Legislación

La Carta de los Jurados de Palma de Mallorca



Una ciudad que contó en época medieval con uno de los abastecimientos de agua más notables y mejor documentados fue Palma, en la isla de Mallorca. Durante el periodo islámico, la ciudad y sus almunias se abastecían fundamentalmente de los manantiales de

"Ayn-al-Amir" (la fuente de Amir) que se conducían hasta la ciudad mediante un canal convencional. Tras la conquista de la ciudad por Jaime I en 1229, el acueducto siguió prestando servicio, aunque sustituyendo su nombre árabe por el de "Sequia de la Vila" o acequia de la villa.

Una vez que se consolidó la distribución de agua tras la conquista, los Jurados de la Ciudad, encargados de velar por los negocios del agua, ordenaron elaborar, hacia 1345, un solemne documento en pergamino - la "Carta de los Jurados" - en el que se establecía de manera oficial los derechos que tenían los diferentes usuarios de la Acequia, tanto extramuros de la ciudad (donde se empleaba fundamentalmente para el regadío) como en el interior de su recinto amurallado, donde el agua tenía un uso fundamentalmente urbano. Esta "Carta de los Jurados", que se custodia hoy en la Fundación Bartolomé March Servera de Palma, ha llegado hasta nosotros y constituye el plano medieval más importante de la Península relacionado con los negocios del agua.

Molinos

En la edad Media se generalizó el aprovechamiento de la energía hidráulica, mediante el uso de diversos tipos de molinos, que también utilizaron la fuerza de las mareas y del viento.

Maquetas de molinos mostrando las tres tipologías básicas: rueda vertical de paletas o vitruviana, rueda vertical de cangilones o gravitatoria, rueda horizontal o rodezno



Maqueta de la presa y molinos de Guadalupe



Hay un molino formidable, verdaderamente único, en el que presa y molino forman una unidad integrada, y que parece tomar la disposición de las catedrales góticas, pues utiliza un sistema de arbotantes como arcos de descarga que indudablemente se inspiran en las grandes catedrales que por entonces se levantan en las ciudades - se construye para asegurar el suministro de harina al monasterio de Santa María de Guadalupe, en la provincia de Cáceres.

La buena marcha de la vida de este monasterio de frailes jerónimos - que desde su fundación, a mediados del siglo XIV, había cobrado creciente relevancia como centro espiritual y hospitalario - se describe detalladamente en el extraordinario manuscrito llamado Libro de los Oficios, recientemente restaurado y estudiado por diversos especialistas - animó a los frailes a emprender durante las primeras décadas del siglo XV la construcción de la Presa del Estanque en el cauce del río Guadalupejo. Bajo el mandato del prior fray Gonzalo de Ocaña se levantó una presa de notables dimensiones (63 metros de longitud y alrededor de 14 de altura) con una disposición estructural muy singular. Consta de dos muros paralelos, separados entre sí unos 10 metros; el que se encuentra en contacto con el agua, recibe el empuje hidrostático del agua almacenada y lo transmite al muro situado aguas abajo (de menor altura y robustez, y que actúa como un botarel) mediante arcos o arbotantes situados a dos alturas diferentes. De este modo entre ambos muros quedan dos naves cubiertas, una superior dedicada al cernido, donde se separan las harinas de los salvados y como almacén de grano, y otra inferior o sala de molienda que alberga tres pares de muelas. El muro trasero está a su vez reforzado mediante

contrafuertes o arbotantes rebajados, que ayudan a resistir los empujes recibidos del primer muro, aprovechándose este espacio cubierto para alojar un cuarto molino o "salinilla" dedicado a la molienda de la sal.

Bajo todo lo anteriormente descrito, se encontraban las bóvedas o cárcavos donde se alojaban los rodeznos horizontales de los cuatro molinos, y de donde arrancaba el socaz o canal que evacuaba las aguas fuera del molino.

Maqueta de un molino de viento

Área II – La industria

La Real Academia Española define la **industria** como maña y destreza para hacer algo, así como el conjunto de operaciones para la transformación de los productos naturales. Destreza y transformación se dan cita en estas industrias medievales anteriores a la Revolución Industrial dando vida a buena parte de la actividad laboral, celosamente protegida por los distintos gremios, desde la silenciosa producción cerámica hasta las ruidosas ferrerías hidráulicas.

Los oficios

Emblemas de los gremios

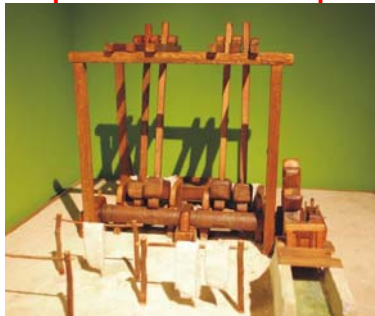


Desde la Edad Media hasta el siglo XVII la práctica de los oficios tuvo un marco legal dentro de los distintos gremios regidos por unas ordenanzas que la ciudad aprobaba. Fuera del gremio nadie podía ejercer oficio alguno, pues el gremio fiscalizaba y regulaba su práctica a través de exámenes que permitían al aprendiz llegar a la maestría pasando, según los casos, por el grado intermedio de oficial.

Los talleres de un mismo gremio solían ocupar una misma calle dándole su nombre, como en Valencia donde aún existen las calles de Corretjeria, Tapissers o Velluters. En sus talleres mostraban, a modo de modernos logotipos, el distintivo gremial sobre una pieza cerámica o similar que garantizaba la calidad y legalidad del producto.

La industria de la lana

Maqueta de un batán de paños



A partir del siglo XI las aceñas o molinos de rueda vertical, que hasta entonces sólo se habían utilizado para moler diversos productos encuentran nuevas aplicaciones en otras industrias que requieren el uso de mazos que golpean mecánicamente aprovechando la energía del agua.

La disposición común de todos estos ingenios medievales consiste en empotrar en el eje o árbol de la rueda motriz un conjunto de levas, de manera que al girar el eje la leva accione un mazo que golpea con fuerza cuando la leva deja de actuar.

Este mecanismo, robusto, sencillo y que carece de engranajes - uno de los elementos más débiles en las máquinas medievales - pronto encontró aplicación en muchas industrias medievales.

Surge así el batán mecánico, una nueva máquina accionada por rueda hidráulica, permitió eliminar la grasa de los paños, y lograr un tejido más compacto o enfurtido. Los nuevos batanes hidráulicos, que ponen fin a un penoso proceso manual, son las primeras máquinas hidráulicas capaces de transformar el movimiento circular de una rueda hidráulica en uno alternativo o de vaivén, capaz de accionar alternativamente unos mazos de madera mediante un conjunto de levas encastradas en el eje de la rueda. A lo largo del siglo XII, los batanes hidráulicos se generalizan en toda Europa; su antigüedad en España se remonta, según Caro Baroja, al año 1151, fecha en que se hace alusión en Cataluña a un "moli draper". En el siglo XIII los batanes eran ya máquinas de uso corriente.

La cerámica

Atifle

Dos platos de Manises en proceso de elaboración

Jarrón con decoración dorada

Pipa de cerámica

El perfume

Ungüentario de vidrio

Esenciero de plata

El cuero

Dedal para el trabajo del cuero

Vídeo

El Papel

Maquetas de prensa manual de papel, satinadora de mazo y pila de mazos

Anillo para lacrar

Anillo signatario árabe de plata

Vídeo

La acuñación de moneda

Monedas del reinado de Sancho VI de Navarra

Acuñadores en la arquivolta de la Iglesia de Santiago en Carrión de los Condes

La metalurgia

Campana de bronce gótica

Espada

Zamarra

Reproducción de una campana de bronce con fases de su fabricación



Maqueta de la ferrería de Mirandaola en Legazpi

Vídeos

Área III – La construcción

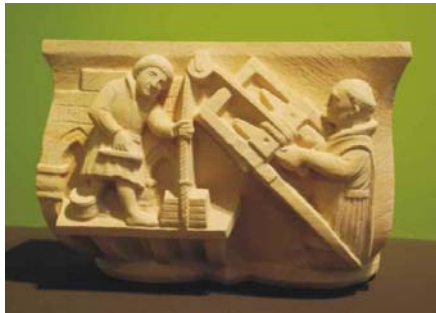
Entre las huellas más notables que la Edad Media nos ha legado se encuentra la actividad constructiva, que exigió conocimientos y técnicas que aseguraran la estabilidad de los edificios que, como las catedrales, aún hoy nos sobrecogen. Fue la solución de sus bóvedas donde mejor puede medirse el proceso de transformación de unos procedimientos constructivos que dejaron de ser romanos para mostrar una imagen distinta y original de la arquitectura.

Los canteros y la piedra

Reproducción en piedra de las fases del proceso labra de un capitel



Cinco reproducciones en piedra de capiteles y frisos mostrando diversos oficios



Colección de herramientas de cantería

Bóvedas

Modelo a escala de una bóveda de arista



Una bóveda de arista es la intersección de dos cañones iguales. A partir del Renacimiento las dovelas que forman la arista serán piezas geoméricamente correctas, con frecuencia con dos ramales, talladas a partir de trazados que prevén el encuentro de las hiladas que se corresponden. Pero en las románicas, cuando son de sillería, las irregularidades hacen evidente que la labra de las piezas de la arista se realiza in situ y tanteando, y en algunos casos da lugar a formas muy complejas, difícilmente previsibles con los medios gráficos del momento. En esta maqueta, que ha tomado como modelo las bóvedas de las naves laterales de San Isidoro de León, las dovelas de uno de los cañones llegan a la arista y quedan cortadas en su extremo para recibir tanto los lechos inclinados como las testas verticales de las hiladas del cañón perpendicular. Una parte sin montar permite ver la complicación de los cortes; en otro sector se ha añadido el relleno de los riñones.

Modelo a escala de una bóveda de crucería en construcción



Es el esquema más sencillo de bóveda nervada, con dos arcos cruceros u ojivos, semicirculares, arcos apuntados en el perímetro –formeros si encuentran a un muro y perpiñones si limitan con otro tramo–, y una clave central. El trabajo de talla concentra la dificultad formal en los enjarjes (arranques) y la clave. Las piezas del enjarje presentan los lechos horizontales –excepto el último– y su forma se controla disponiendo en esos planos las plantillas de los nervios. Las cuatro acometidas de la clave, que reciben y reúnen los nervios, acaban en planos cuya inclinación se comprueba por su ángulo respecto al horizontal. Las piezas de la plementería se han cortado, en este caso, siguiendo las instrucciones del manuscrito de Joseph Gelabert (De l'art de picapedrer, 1653), que siguiendo la tradición medieval explica la talla de lajas alabeadas, enterizas o partidas, que se apoyan en los nervios; pero podría estar compuesta también de hiladas o arcos de piezas pequeñas, sillarejos o ladrillo. La bóveda queda completada con el relleno de los senos con cascotes, a veces aligerado con vasijas cerámicas, y la cubrición de su trasdós con una capa de mortero, como se ve en uno de los cuartos de esta bóveda.

Andamios, apeos y cimbras

Maqueta del refuerzo de un pilar de la catedral de Sevilla

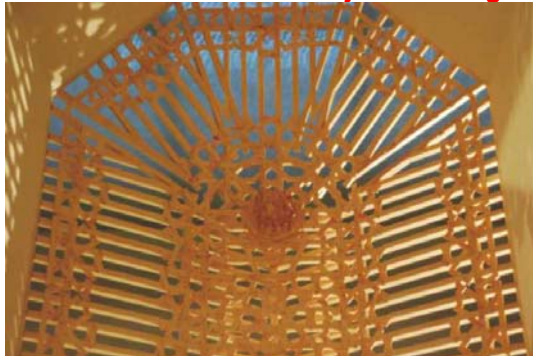
Maqueta del refuerzo de un pilar de la Colegiata de S. Miguel

La catedral gótica

Maqueta de la cabecera de la catedral de Ávila

Construcción en madera

Modelo de armadura mudéjar de una iglesia en construcción



Imágenes de oficios de carpintería en el artesanado de la catedral de Teruel
Piñas mocárabes

Arquitectura musulmana

Ladrillo rayado con inscripción árabe

Relieve de la Alhambra

Capitel de la alcoba de Comares

Zapata morisca

El vidrio

Montea de un rosetón



Vídeo

Área IV – Los caminos terrestres y marítimos

Las comunicaciones terrestres y marítimas forman el sustrato de la cultura de los pueblos, y durante la Edad Media muchas de las antiguas vías romanas y puertos se siguieron utilizando como sucedió con el Camino de Santiago. Pero también se abrieron nuevos caminos que facilitaron el comercio, se construyeron atrevidos puentes, la construcción naval se hizo más sabia en las nuevas atarazanas, y las rutas marítimas más seguras gracias a los nuevos instrumentos de navegación.

Mejoras en la monta y el tiro

Estribos, colleras y espuelas

La Edad Media produjo algunos notables avances en el modo de viajar y de transportar mercancías, entre ellas el temprano descubrimiento del estribo o los nuevos atalajes, como la collera, que permitieron utilizar más eficazmente las bestias de tiro.

Ya los chinos del siglo V d.C. utilizaban el estribo, iniciándose a partir del VI su expansión hacia occidente. En el siglo X, el uso del estribo estaba generalizado en los reinos cristianos de la Península y también entre los musulmanes de Oriente, aunque a juzgar por los reproches de Ibn Haukal, un viajero que recorrió al-Andalus en el siglo X, los hispanomusulmanes lo desdeñaban y apenas lo utilizaban.

El estribo facilitó la complicada tarea de montar y desmontar, tan penosa en el Mundo Antiguo, y al hacer más segura la monta, jinete y caballo se aproximaron al sueño mitológico de los centauros. Se consolida entonces la caballería como formidable arma de combate, haciendo caer en el olvido a los carros utilizados por los egipcios para cazar, por los persas para la guerra y por los romanos en las carreras del circo.

Otra innovación medieval importante fue la espuela para picar las cabalgaduras a voluntad. Una de estas espuelas, la de rodajueta, está documentada por vez primera en un manuscrito español datado hacia el 840 d.C.

Carros

El Camino de Santiago

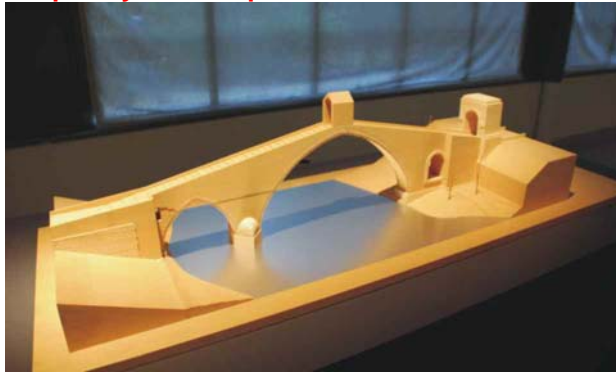
Santiago peregrino

Los puentes

Durante la Baja Edad Media, se abandona temporalmente el arco de medio punto romano, unas veces elevando la clave a imitación de las catedrales góticas, mientras que en otras se construyen arcos rebajados, que en castellano de la época se denominan "arcos de punto hurtado".

Una característica muy notable de los puentes medievales es que con frecuencia se encontraban fortificados con obras defensivas que tenían una doble finalidad. Por una parte, su emplazamiento geográfico revestía generalmente gran importancia militar. Por otra tenía un carácter disuasorio, asegurando el cobro del derecho de paso, que recibía el nombre de "pontazgo" y que servía para financiar, o al menos cubrir los gastos de reparación del puente.

Maqueta del puente de Puente de Puentelarreina
Maqueta y foto del puente del Diablo en Martorell



Maqueta y foto del puente de S. Martín en Toledo



Maqueta del puente de Besalú
Maqueta del puente de Cangas
Maqueta del puente de Guadalajara
Puentes de barcas: el Baño de la Cava

Construcción naval: atarazanas

Eran las atarazanas unas grandes naves industriales, en cuyo interior se podían armar, al abrigo de la intemperie, los barcos de todo tipo. Sebastián de Covarrubias, define una atarazana como "lo mesmo que los venecianos llaman arsenal; donde se fabrican los navíos y se labran y tienen todos los pertrechos pertenecientes a la navegación."

Reproducción de la lápida de las atarazanas de Sevilla

Reproducción de la lápida fundacional de las atarazanas de Tortosa

Maqueta de las atarazanas islámicas de Málaga



Atarazanas de Valencia y Barcelona

Tecnología portuaria

En época medieval los faros helenísticos y romanos comenzaron a ser sustituidos por atalayas que permitían avisar a las poblaciones próximas en caso de peligro, sobre todo en el Mediterráneo, donde la amenaza de la piratería fue frecuente.

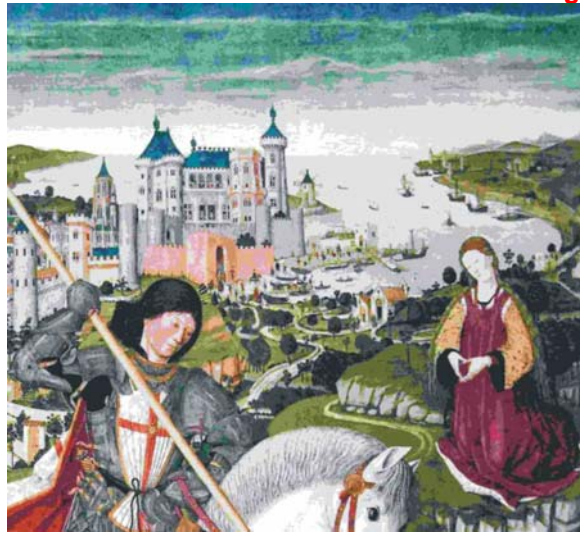
La innovación más importante en estas torres para orientar la navegación tuvo lugar en época tardía, cuando comienzan a erigirse las grandes catedrales góticas que causan admiración por el colorido de sus vidrieras.

Este vidrio suntuario, delicadamente coloreado, hizo aumentar la demanda de vidrios planos para cerramientos, lo que abarató el nuevo producto permitiendo extender su empleo en algunas construcciones utilitarias. Entre ellas los faros, que en época romana iluminaban la entrada a los puertos mediante una gran hoguera, encendida en la plataforma superior que coronaba la torre, y que en la Edad Media son sustituidos por lámparas que queman aceite o saín en vez de leña y están protegidos por fanales que cuentan con cerramientos de vidrio.

El más notable de estos faros medievales españoles, el de Porto Pi, se levantó a la entrada del puerto natural de Palma de Mallorca, probablemente en el siglo XIII. Contaba con 17 lamparillas que consumían aceite de oliva, y se encendía unos siete meses al año, desde San Miguel hasta la Pascua.

El primitivo faro de Porto Pi figura representado - junto a otras tres torres medievales defensivas - en el cuadro que Pere Niçart realizó hacia 1470. En él se aprecia una esbelta torre circular, de un solo cuerpo, con una linterna de vidrios como remate que protegía a las luminarias de la lluvia y del viento.

El Faro de Porto Pi en el Retablo de San Jorge



Los barcos

Hay dos grandes tipos de embarcaciones: la familia de la galera y la familia de la nao, que se diferencian en que las primeras son largas y estrechas, propulsadas a vela y remo, dedicadas básicamente a la guerra, corso y defensa de las costas, mientras que las segundas son cortas y redondas, propulsadas a vela, y dedicadas al comercio y transporte de tropa, víveres y caballos.

Hasta el siglo XIII los barcos propulsados a vela aparecen todos con vela latina, hasta los barcos de comercio de porte mayor, las naos, disponen de dos mástiles a vela latina, además de tener doble timón lateral de espadilla.

Es a partir del primer cuarto del siglo XIV cuando aparecen los primeros barcos mercantes (naos y cocas) con un mástil a vela cuadrada y timón de codaste. La razón de este cambio que afecta principalmente a los barcos mercantes se debe a la conquista del Estrecho de Gibraltar en la segunda mitad del siglo XIII por parte del reino de Castilla y la apertura de la ruta marítima atlántica hacia Flandes, lo cual permitirá que las embarcaciones mediterráneas (catalanas, genovesas y venecianas) naveguen de manera regular hacia el norte de Europa y embarcaciones, principalmente del Cantábrico, hagan la ruta inversa hacia el Mediterráneo.

La revolución naval se produce con el intercambio de tecnología atlántica y mediterránea durante el siglo XIV: del Atlántico llega un nuevo tipo de barco mercante, la coca, a vela cuadrada, con timón de codaste y construido a casco previo y forro a tingladillo; mientras que del Mediterráneo se transfiere al Atlántico la vela latina, el doble timón lateral de espadilla y la construcción de esqueleto. En el siglo XV este barco mercante evolucionará creándose un híbrido, con el casco construido a esqueleto y forro a tope, con tres palos, el de trinquete a proa y el mayor en el centro a vela cuadrada, y el de mesana a popa a vela latina, con timón de codaste, y la recuperación del término nau en detrimento del de coca que desaparece a principios de este siglo. Es el llamado modelo de fragata, el prototipo en el cual se basan

prácticamente todos los tipos navales propulsados a vela hasta el siglo XIX: nao, carraca, galeón, navío, fragata, corbeta... El modelo tridimensional más antiguo de este tipo de aparejo corresponde a la Nao de Mataró, el cual originalmente disponía de los tres mástiles, y que recientemente ha sido datado en torno al 1475.

Ataífor de la nave

Socarrat de techo de Paterna con nave tipo coca

Pieza de solado cerámico con barco

Azulejos con emblema del gremio de pilotos y del gremio de pescadores

Sellos de los concejos de San Sebastián y Fuenterrabía

Modelo de lancha ballenera del siglo XIII

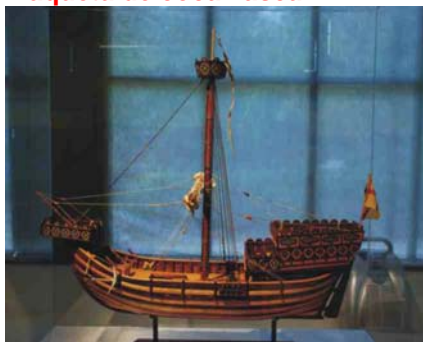
Maqueta de la Coca de Mataró



Maqueta de tarida, nave para el transporte de caballos



Maqueta de coca vasca



Instrumentos náuticos

Cuadrante náutico

Sonda de plomo

El comercio de lujo

Placa de marfil gótico con escena de los Reyes Magos

Naveta de cobre

Incensario de cobre

Relieve de la Visitación en alabastro



Vías comerciales y mercancías

En la Baja Edad Media, naves cántabras, vascas o andaluzas protagonizaron un intenso comercio con los puertos más importantes de Europa, desde donde las mercancías se distribuían por Flandes, Inglaterra o Francia.

El principal producto de exportación fue sin duda una lana fina y rizada - la lana "merina" - de extraordinaria calidad, que por entonces utilizaban las más prestigiosas factorías de paños europeos. Otra mercancía que se exportaba era hierro labrado de excelente calidad, que se obtenía mediante forja en las ferrerías hidráulicas vascas. Cueros, frutos secos y vino, aceite, jabón, rubia y sedas y cordobanes completaban en ocasiones las bodegas de los panzudos cargueros que partían de los puertos de Cantabria y el País Vasco.

De Brujas, el principal puerto de entrada de lana merina de Castilla a mediados del siglo XV, llegaban sobre todo paños de gran calidad. Nantes, capital de Bretaña, era el segundo puerto en importancia tras Brujas. De este gran puerto bretón arribaban las gruesas telas de lienzo, tejidas con lino y cáñamo, excelentes para aparejar las mejores velas de los barcos. También sal, trigo, libros, papel y un producto de gran importancia para teñir los paños de azul, la hierba pastel, que se producía en grandes cantidades en el sur de Francia y cuyo comercio se centralizaba en Toulouse.

De Londres llegaban paños de lana de diversa calidad; los mejores eran los "londres", muy superiores a los paños bastos llamados "bernias". También traían los barcos estaño, escaso en España e imprescindible para fundir piezas de bronce.

Todo este tráfico marítimo de mercancías se organizaba en la segunda mitad del siglo XV desde los Consulados, importantes organismos que gozaban de gran libertad de autogobierno; los cónsules elegidos regulaban la vida económica, social y religiosa (generalmente con capilla propia) de los comerciantes, organizaban la flota, incluyendo los importantísimos seguros de barcos y mercancías.

De ellos el más importante fue el Consulado de Burgos, con sede en esta ciudad, capital de las exportaciones de la lana. Agrupaba, entre otros, a comerciantes de Burgos, Sevilla, Toledo, Segovia, Soria, Valladolid, Medina del Campo, Logroño y Nájera.

Entre sus logros más notables fue la generalización, en la segunda mitad del XV, de la práctica de suscribir pólizas de seguros, un contrato entre comerciantes para asegurar las mercancías y las vidas del comercio marítimo, contrato o póliza de seguros llamada "avería", voz que deriva del árabe al-awariyya, las mercancías estropeadas.

Desgajado del de Burgos en 1455, el Consulado de Vizcaya, agrupaba a comerciantes de Vizcaya, Guipúzcoa, Álava, Santander, Asturias, Galicia y reino de Navarra.

Bajo el amparo del Consulado de Burgos, la colonia comercial de Brujas se instaló en la "Spanjaardstraat" o "Calle de los españoles", contando con instalaciones comerciales propias, como el "Spaanse Loskaai" o "Muelle de los españoles" para la carga y descarga de sus barcos. En esta misma calle, se levantó (entre 1493 y 1503) la "Casa de los Castellanos", un soberbio edificio que contaba con tres lonjas para almacenar la lana, diversas salas para labores de administración y servicios, y alojamiento para los mercaderes castellanos. Por su parte, el Consulado de Vizcaya en Brujas se asentó en "Biskajersplein", la plaza de Vizcaya.