



EPS

Escola Politècnica

UdG

Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol: Disseny i optimització d'un rodet hidràulic d'un molí fariner de meitat del segle XX situat a Besalú

Document: Resum

Alumne: Jordi Solà Codony

Director/Tutor: Josep Ramon González

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Juny de 2008

Besalú és un municipi de la comarca de la Garrotxa amb una superfície municipal de 4,81 Km² i una població d'uns 2.200 habitants.

L'àmbit turístic i cultural són els punts de màxim interès en aquesta petita població d'estil medieval, on el patrimoni històric és la principal font d'activació econòmica. És per això que l'Ajuntament de Besalú destina una part molt important dels seus recursos en descobrir, rehabilitar i conservar tot aquest llegat històric que el municipi ens ofereix.

Dins d'aquest gran patrimoni històric de Besalú hi ha les restes d'un molí fariner de rodet horitzontal que va deixar de funcionar a meitat del segle XX. Durant l'any 2004, l'Ajuntament de Besalú va realitzar unes actuacions arqueològiques a la zona dels horts, pròxima al riu Fluvià, que han permès la redescoberta del Molí d'en Subirós, que està propulsat per la força de l'aigua del canal de rec, que va paral·lel al riu.

Actualment s'estan duent a terme les obres de reconstrucció de l'edifici del molí amb la intenció que torni a funcionar com ho feia antigament i convertir aquest espai en un petit museu dedicat a aquest antic ofici, en l'actualitat desaparegut.

Per això, cal reconstruir tots els elements que componen el mecanisme del molí. Per poder dur a terme aquesta feina amb el màxim rigor històric s'ha realitzat un treball d'investigació històrica i s'ha comparat amb molins existents a la comarca.

Aquesta comparació i anàlisi de molins existents ha revelat la manca d'estudis tècnics sobre el rodet hidràulic tot i ésser una de les parts fonamentals del molí. D'aquesta forma, és d'esperar que un redisseny adequat del rodet permeti millorar de forma apreciable el rendiment hidràulic del molí.

Per tal de dur a terme aquest objectiu, s'ha dividit el projecte en dues parts, primer hem definit els elements que componen el mecanisme del molí fariner hidràulic de rodet horitzontal i hem analitzat el seu funcionament.

L'estudi de tots els elements que formen el molí s'ha fet mitjançant un disseny 3D fet amb el programa SOLID WORKS. En la figura 1, podem observar aquest disseny 3D.

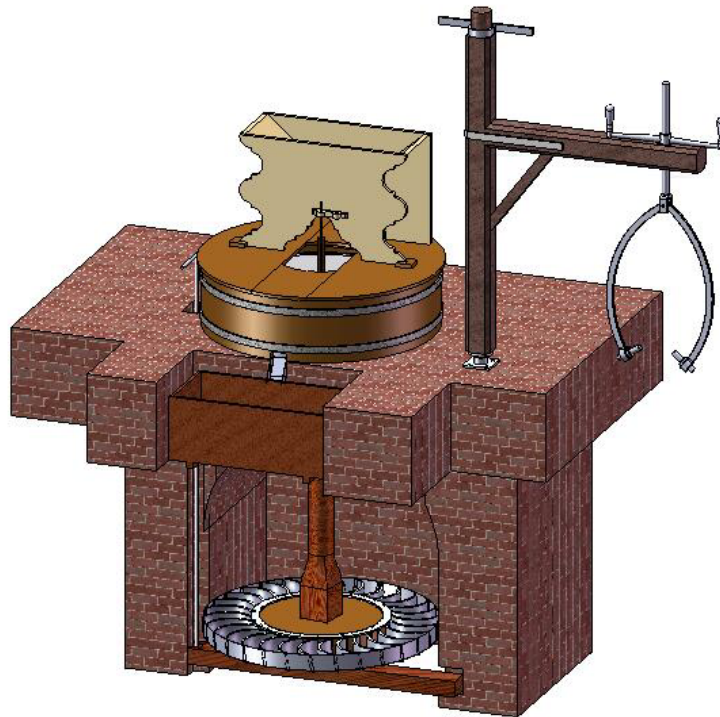


Figura 1: Vista de conjunt del molí fariner de Besalú.

En segon lloc, hem realitzat un estudi tècnic (hidràulic i mecànic) del rodet clàssic (utilitzat en d'altres molins de característiques semblants). D'aquesta forma, som capaços de conèixer no només el seu comportament hidràulic sinó també com podem modificar les variables essencials del mecanisme com potència hidràulica, parell motriu, etc.

L'anàlisi hidràulica dels rodets s'ha realitzat mitjançant una simulació virtual amb un programa de mecànica de fluids computacional anomenat Star-CCM+ de la companyia CD-ADAPCO que actualment disposa l'Àrea de Mecànica de Fluids del Departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial de la Universitat de Girona. Prèviament, però, s'ha realitzat una discretització de la geometria analitzada en petits elements amb el programa ICEM d'ANSYS, que ens permet mallar la geometria que es vol analitzar. En la figura2, s'observa el tipus de simulació que hem realitzat.

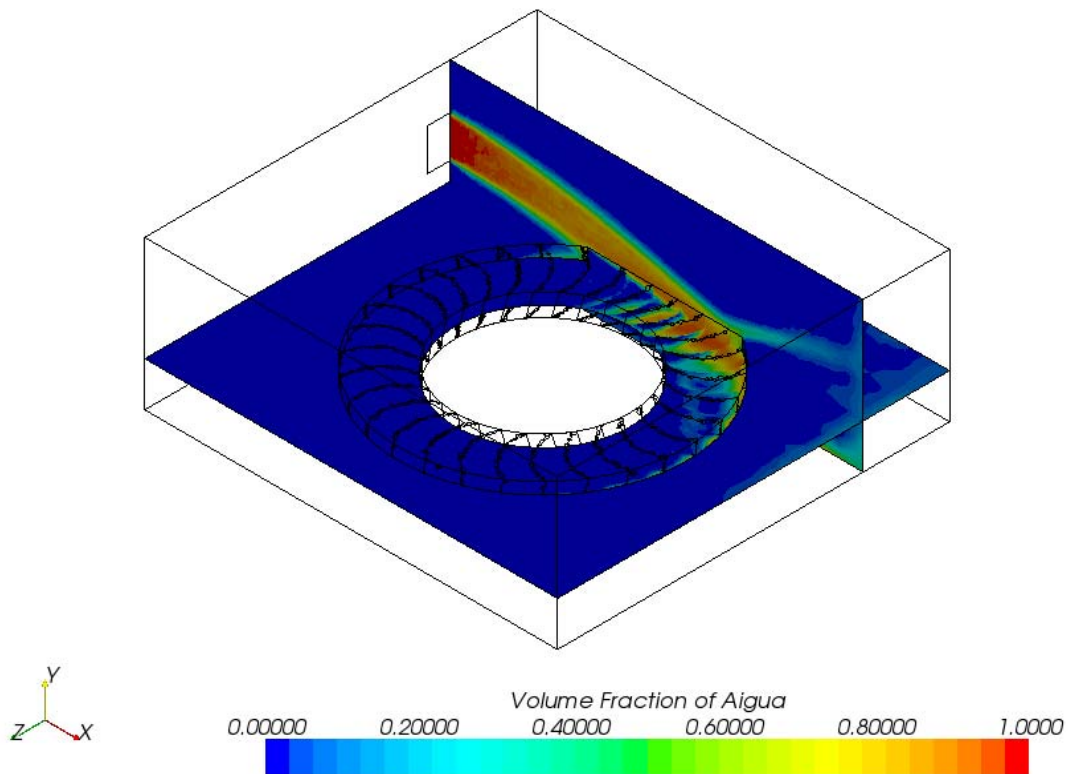


Figura 2: Simulació de la trajectòria que segueix el doll d'aigua i com impacte sobre el rodet. Representant la fracció del volum d'aigua en dos plans significatius.

L'abast d'aquest projecte es limita a la simulació virtual del rodet hidràulic i dels seus posteriors redissenys. Per això, no es preveu la construcció dels rodetes.

S'ha de tenir present que una simulació d'aquestes característiques és particularment complexa ja que correspon a un cas transitori bifàsic de superfície lliure (aire i aigua), amb turbulència, i amb parts sòlides en moviment (el rodet). Tot això comporta uns requisits computacionals importants, que s'han pogut assolir mitjançant la utilització dels ordinadors Pentium IV amb 4 Gb de memòria RAM que disposa el laboratori de Mecànica de Fluids Computacional de l'àrea de Mecànica de Fluids. Amb tot, una simulació completa pot trigar de 2 a 4 dies en funció del règim de gir, del pes de la geometria, etc. Aquí, a banda de simulacions de dissenys preliminars no mostrats en el present projecte, s'han dut a terme un total de 12 simulacions completes.

Una vegada analitzat el rodet clàssic, i obtinguts els valors de moment hidràulic (utilitzat per fer girar la mola) i potència hidràulica, l'objectiu ha estat millorar-ne

l'eficiència hidràulica, proposant una sèrie de millores que han estat provades virtualment.

En primer lloc s'ha proposat una reducció en el nombre d'àleps (mantenint la forma) per tal d'augmentar el parell d'arrancada. Les simulacions per a un rodet de 15 àleps en comptes del de 30 àleps del rodet clàssic mostren, en efecte, un augment en el parell d'arrancada significatiu. Tanmateix, el comportament per a règims de gir de funcionament no és tan bo com per al rodet clàssic.

La segona modificació proposada ha consistit en modificar la geometria però mantenint el mateix nombre d'àleps que en el rodet clàssic. En aquest cas, els àleps del rodet s'han canviat d'orientació per tal de presentar una superfície el més perpendicular possible al flux d'aigua incident.

Els resultats són especialment satisfactoris per aquest redisseny ja que mostra un augment de parell (i de potència hidràulica) molt substancial en comparació amb el del disseny clàssic (un 55% superior en mitjana per al moment hidràulic). D'aquesta forma, el redisseny proposat obté una distribució de moments i potència hidràuliques molt semblants als que s'obtenen en el símil d'una turbina Pelton amb angle de sortida de les culleres de 90°. En la figura 2, podem observar les corbes característiques de potència en cada cas.

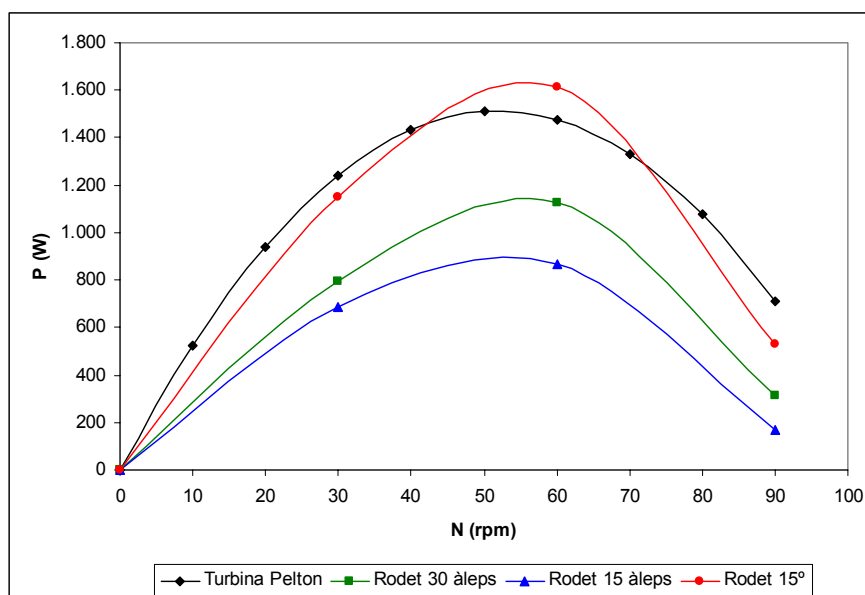


Figura 3: Comparativa de les corbes de potència de cada rodet simulat en el present projecte en funció de la velocitat de gir del rodet (rpm).

D'aquesta forma, les simulacions amb CFD ens permeten afirmar que la principal millora en el rendiment hidràulic del rodet correspon a un disseny dels àleps amb una superfície central que sigui el més perpendicular possible al doll incident d'aigua. Això, però, no permet una estandarització del rodet ja que la velocitat de sortida de l'aigua i, en conseqüència, la seva trajectòria, depenen de cada molí fariner.

Finalment, cal comentar que aquest projecte ha permès demostrar que la combinació de les noves tècniques de càlcul amb CFD i els nombrosos recursos computacionals que disposa en l'actualitat l'Àrea de Mecànica de Fluids de l'Escola Politècnica Superior són més que suficients per realitzar complexes simulacions que, d'altra banda, només podríem obtenir realitzant càlculs analítics que només serien aproximacions al cas real.