

## **Treball final de grau**

**Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials**

**Títol: Estudi aerodinàmic de cascs de contrarellotge amb apòsits de vòrtex de millora de resistència a l'avanç**

**Document:** Resum

**Alumne:** Francesc Casademont Roqueta

**Tutor:** Dr. Jose Ramón González Castro

**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Mecànica de Fluids

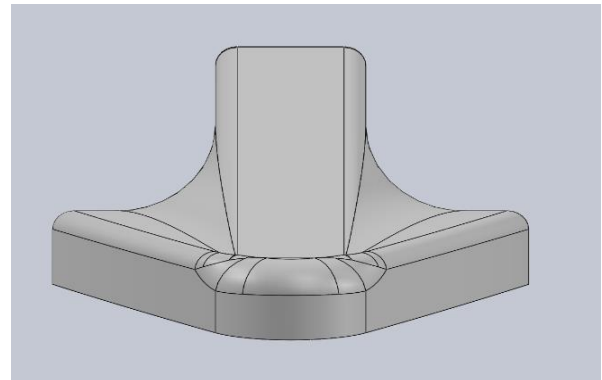
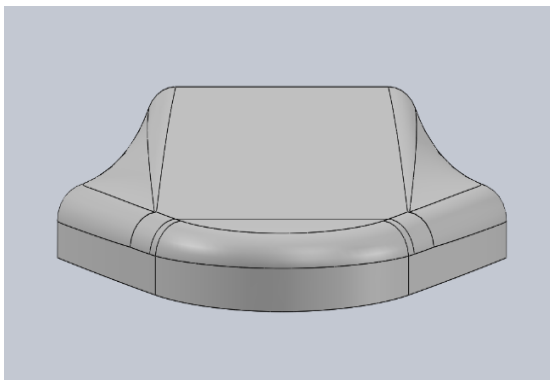
**Convocatòria (mes/any):** Setembre 2023



## RESUM

L'objectiu d'aquest projecte d'estudi és analitzar i comparar aerodinàmicament un casc convencional de ciclista de contrarellotge amb el mateix casc afegint uns apòsits, anomenats generadors de vòrtex, que retarden la separació del flux local aerodinàmic.

D'un costat, es realitza el dibuix de la figura CAD dels dos tipus d'apòsits de vòrtex que s'afegeixen al casc de contrarellotge, mitjançant el software de SOLIDWORKS. Basant-se amb un casc modelat amb SOLIDWORKS de la pàgina web GRABCAD, es determina quin tipus de casc de contrarellotge és el que rep una potència aerodinàmica menor i, per tant, rep una resistència a l'aire inferior que la resta de cascs.



*Figura 1: Disseny i geometria CAD dels dos tipus de generadors de vòrtex estudiats*

D'altra banda, s'elabora un estudi a partir del programa de simulació de dinàmica de fluids computacional (CFD), ANSYS-Fluent. Mitjançant el disseny i creació de túnels del vent, es simula aerodinàmicament les velocitats d'avanç que ha de suportar el casc d'un ciclista de contrarellotge i es comparen els valors obtinguts amb els que s'obtidran afegint els generadors de vòrtex dissenyats amb SOLIDWORKS. S'analitza si aquests apòsits, que es col·loquen a la superfície externa del casc llis, milloren les característiques de resistència a l'avanç del casc.

Per garantir la màxima precisió i rigor en la preparació i disseny dels apòsits i del túnel de vent virtual, s'ha realitzat una investigació detallada dels diversos factors que influeixen en aquesta simulació. Aquests factor inclouen els conceptes de capa límit i "drag" aerodinàmic, les formes

“streamline”, la reducció de turbulències, el concepte de vòrtex i l’eficiència aerodinàmica en general.

Abans de posar en pràctica la simulació de cada un dels casc en el seu respectiu túnel del vent virtual, també es té en compte el treball previ realitzat. En aquest apartat es parla de la geometria del casc base de referència, el disseny dels dos apòsits de vòrtex creats, de les diferents distribucions que tindran aquests apòsits i del principi del túnel del vent.

Un cop definits tots els paràmetres i s’han obtingut tots els resultats numèrics i gràfics de la simulacions en els túnels del vent, s’ha realitzat un anàlisi dels resultats obtinguts.

En primer lloc, s’ha realitzat un estudi comparatiu del coeficient de resistència aerodinàmica  $C_d$ . S’ha observat que els generadors de vòrtex que s’han col·locat a la part davantera del casc són els que generen un  $C_d$  inferior respecte dels que s’han posicionat al mig d’aquest o, en major mesura, els que s’han ubicat a la part de darrera.

Posteriorment, s’ha fet un altre estudi comparatiu comparant els valors de potència obtinguts per al casc base de referència amb els altres 12 cascs dissenyats en funció del tipus d’apòsit afegit al casc, de la seva ubicació i de la quantitat, juntament amb taules i figures gràfiques per a corroborar aquests valors.

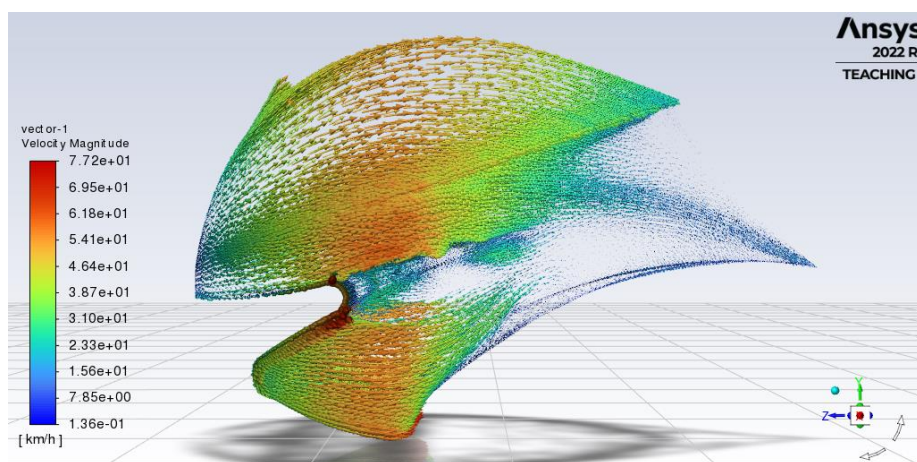


Figura 2: Línies de corrent d'aire de velocitat al voltant del casc amb un apòsit de vòrtex prim davant

En general, es pot observar que la presència i afegit d'aquestes aletes de vòrtex tenen un efecte directe en els valors de les línies de corrent de velocitat i en l'augment o reducció de la potència necessària per mantenir determinades velocitats.

També s'observa que les aletes primes són les que provoquen uns resultats i modifiquen en major mesura els valors de potència i velocitats en funció de la ubicació on són situades, respecte les aletes més gruixudes. Aquests valors de velocitat es poden observar en les figures gràfiques presentades en aquest estudi on es pot veure una relació de que una velocitat màxima menor, contribueix a que el casc rebi una menor potència i, en conseqüència, millori en l'aerodinàmica.

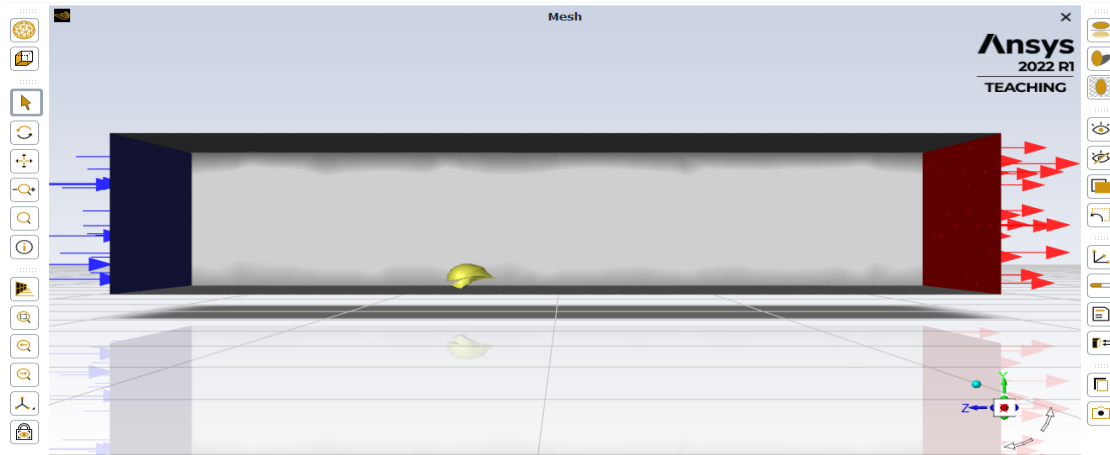


Figura 3: Visualització final del túnel de vent virtual totalment definit

Tot i que estem parlant que el casc és una superfície molt petita en comparació amb la que té el cos d'un ciclista o la pròpia bicicleta, cal tenir en compte que aquesta potència que rep el casc ha de ser contrarestada pel ciclista en esforços continus al llarg de tota la carrera. Per aquest motiu, aquest petit guany diferencial del casc amb 1 apòsit de vòrtex al davant respecte al casc base sense vòrtex de referència, suposa petites millores aerodinàmiques constants al llarg de la cursa, que poden ser determinants en un bon rendiment general o en la victòria.

En definitiva, els resultats obtinguts en aquest estudi amb aquest casc en concret base com a referència i, considerant els dos tipus de generadors de vòrtex dissenyats, la seva ubicació i de si la quantitat d'apòsits és de 1 o 3, es pot concloure que la col·locació d'apòsits de forma d'aleta prima o similars a la part frontal, poden millorar l'eficiència aerodinàmica i, per tant, minimitzar la resistència de l'aire en oposició del casc.

Des d'una perspectiva general, s'ha aconseguit l'objectiu principal d'aquest estudi. Per acabar, cal destacar els temps que s'ha necessitat per a crear els 13 túnels de vent virtuals, i per a les més de 120 simulacions realitzades en aquest estudi.