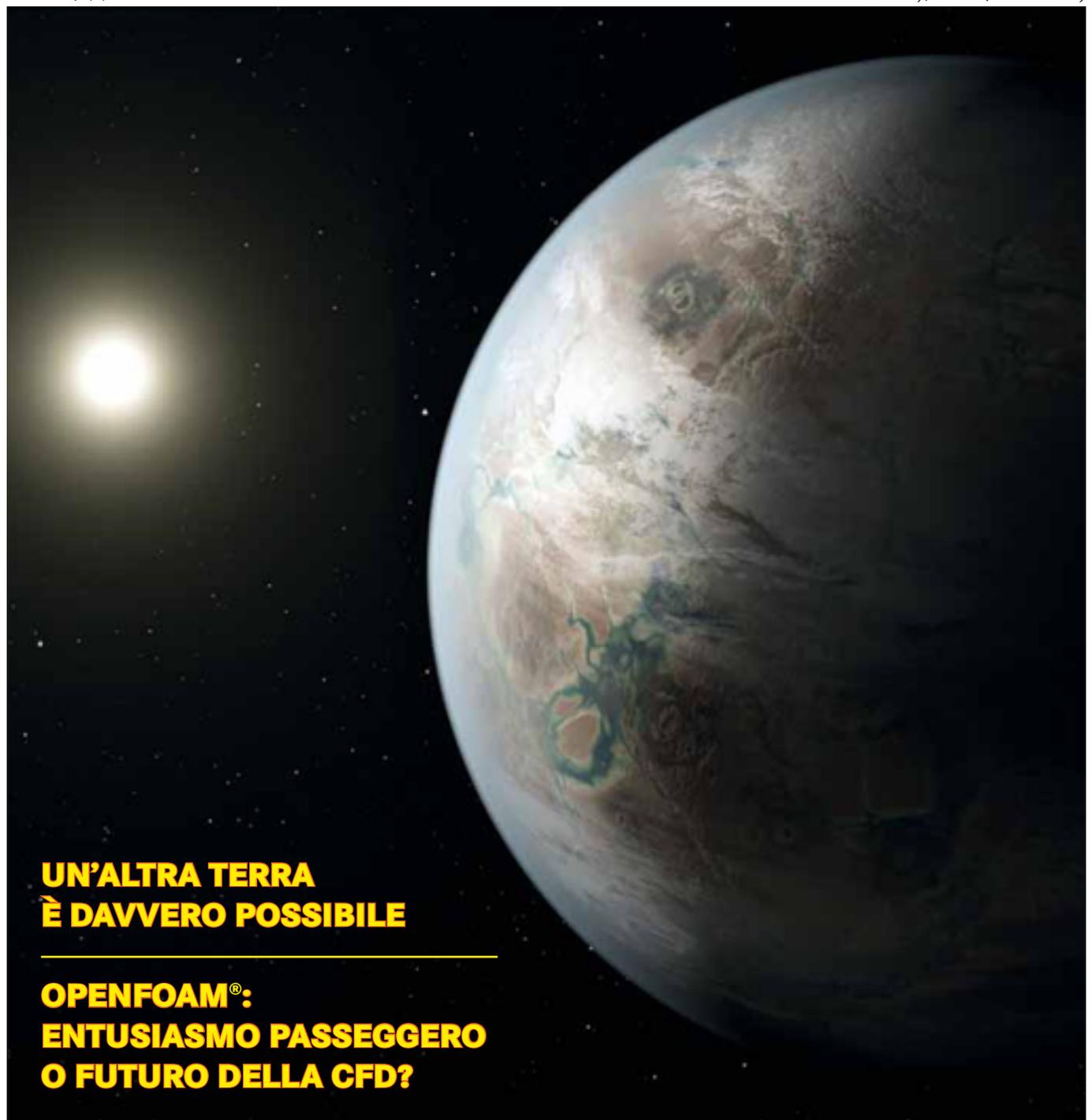


AEC

ANALISI E CALCOLO

ISSN 1128-3874

NUMERO 69, LUGLIO/AGOSTO 2015



**UN'ALTRA TERRA
È DAVVERO POSSIBILE**

**OPENFOAM®:
ENTUSIASMO PASSEGGERO
O FUTURO DELLA CFD?**

VOGLIA DI RECORD: IL PROGETTO “ARION1 LAND SPEED BICYCLE” DELL’UNIVERSITÀ DI LIVERPOOL

MARCO EVANGELOS BIANCOLINI

*Università di Roma - Dipartimento di Ingegneria
dell’Impresa “Mario Lucertini”.*

L’obiettivo è battere il record di velocità utilizzando una bicicletta dove la sola potenza disponibile è quella dell’atleta. Sedici studenti del Masters of Mechanical Engineering lavorano intensamente alla progettazione dell’ARION1, il mezzo con il quale contano di battere record mondiali maschili e femminili, rispettivamente 133.78 km/hr (2013) e 121.81 km/hr (2010).

Il software RBF Morph (www.rbf-morph.com) è nato nel 2008 su richiesta di un top team di Formula 1: avevano bisogno di una tecnologia di mesh morphing in grado di rimodellare molto rapidamente la forma delle superfici bagnate dal fluido che consentisse di aggiornare in modo rapido ed efficace i modelli di calcolo fluidodinamici (CFD) in un ambiente di supercalcolo (HPC). Strumento prezioso per i calcoli di ottimizzazione di flussi interni ed esterni alla

monoposto. In questi ultimi anni la tecnologia di RBF Morph è stata molto apprezzata in tutte le applicazioni dove la vera sfida consiste nel battere un cronometro di qualche millisecondo. Fra le sponsorizzazioni attive merita un’attenzione speciale il progetto “ARION1 Land Speed Bicycle” portato avanti dal team di studenti (fig. 1) dell’università di Liverpool (ulvteam.co.uk). “University of Liverpool Velocipede Team (ULV Team)” è la prima iniziativa di questo tipo nata in



un ateneo inglese; l'obiettivo è di battere il record di velocità utilizzando una bicicletta dove la sola potenza disponibile è quella dell'atleta. Sedici studenti del Masters of Mechanical Engineering lavorano intensamente alla progettazione dell'ARION1. Al momento i record mondiali maschili e femminili sono rispettivamente 133.78 km/hr (2013) e 121.81 km/hr (2010). Questo record di velocità è gestito dalla *International Human Powered Vehicle Association (IHPVA)* che ospita un evento annuale negli States a Battle

Mountain (Nevada) chiamato "*The World Human Powered Speed Challenge*".

La ARION1 parteciperà il prossimo Settembre 2015 cercando di battere sia il record maschile che quello femminile.

La riduzione della penetrazione aerodinamica gioca un ruolo fondamentale nella progettazione dei veicoli da Land Speed Record (LSR). Nel progetto ARION1 si è realizzata una versione digitale (CAD) della carenatura e da questa si è preparato un modello fluidodinamico (CFD)

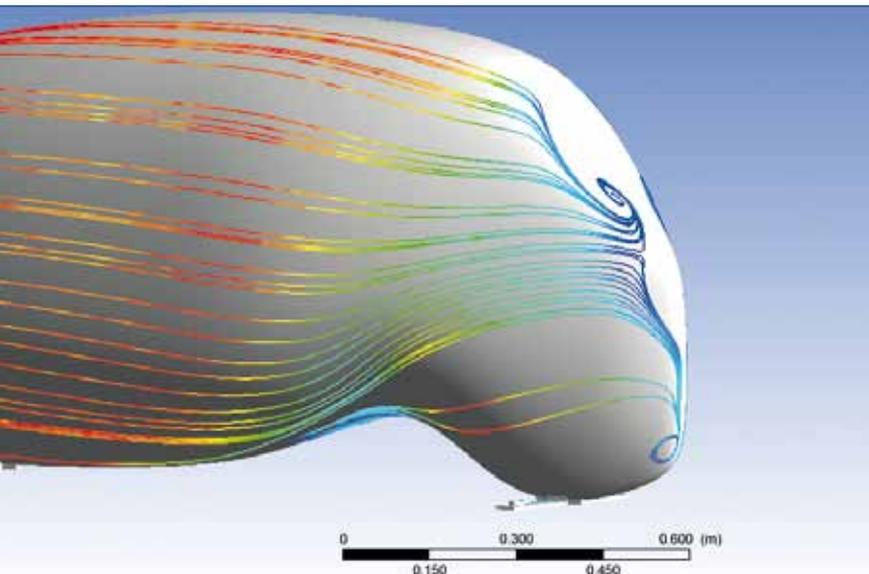


Figura 2: il modello digitale (CAD) della carenatura viene utilizzato per generare la griglia di calcolo del modello di fluidodinamica numerica (CFD) immerso in una galleria del vento virtuale. Un esame accurato dei meccanismi di generazione del drag consente di valutare sia le forze risultanti che di individuare le zone più critiche dove è necessario intervenire rimodellando la forma al fine di migliorare le prestazioni.

per il solutore ANSYS Fluent. L'analisi numerica su HPC (High Performance Computing) consente di valutare con grande precisione il valore quantitativo della resistenza, aiutando a capire i meccanismi fluidodinamici che concorrono alla sua generazione. In questo modo il progettista può individuare quali siano le aree critiche dove intervenire con l'ottimizzazione.

Seguendo le pratiche consolidate in questo settore, la preparazione prevede diverse fasi per la preparazione del modello CFD a partire dal CAD (figura 2). Il CAD deve essere prima di tutto aggiornato al fine di rappresentare la forma desiderata, quindi si procede alla generazione della griglia di calcolo la quale deve poi essere trasferita sul supercomputer per lo svolgimento del calcolo numerico; alla fine del calcolo si passa all'esame dei risultati della simulazione (post processing) valutando l'effetto della variante di forma esaminata. Se si utilizza un approccio innovativo basato sul mesh morphing (figura 3) la procedura cambia in modo sostanziale; in questo caso si può procedere all'esame automatico di numerose varianti di forma intervenendo direttamente nell'ambiente HPC senza dover rige-



nerare ogni volta il modello numerico dal CAD. Questo consente di accelerare lo studio di un fattore 13x (13 volte più veloce!) considerando che con la procedura standard si ottengono i risultati relativi ad una singola forma in circa 17.5 ore mentre 20 variazioni di forma possono essere analizzate in 28.5 ore grazie al metodo innovativo (circa 1.5 ore per ogni variante studiata).

Le analisi automatizzate hanno consentito al team di ottimizzare in modo molto mirato la carenatura come spiega Benjamin Hogan, il Team Leader dell'ULV Team: "The team used RBF Morph in conjunction with ANSYS Fluent and Workbench on our University Super Computer. We did two CFD design studies in total. Firstly we investigated the effects of tail length and height on drag coefficient and secondly we investigated the effects of nose height on coefficient of lift". Ben crede che questo approccio possa fare una grande differenza: "Our University has not used RBF Morph before and the team were overwhelmed at its simple user interface. The team look forward to using RBF Morph in future CFD design studies". L'effetto della lunghezza della coda sul drag è riassunto nel grafico car-

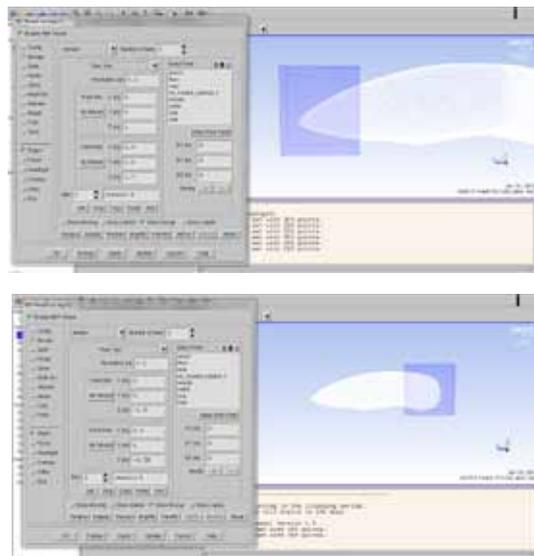
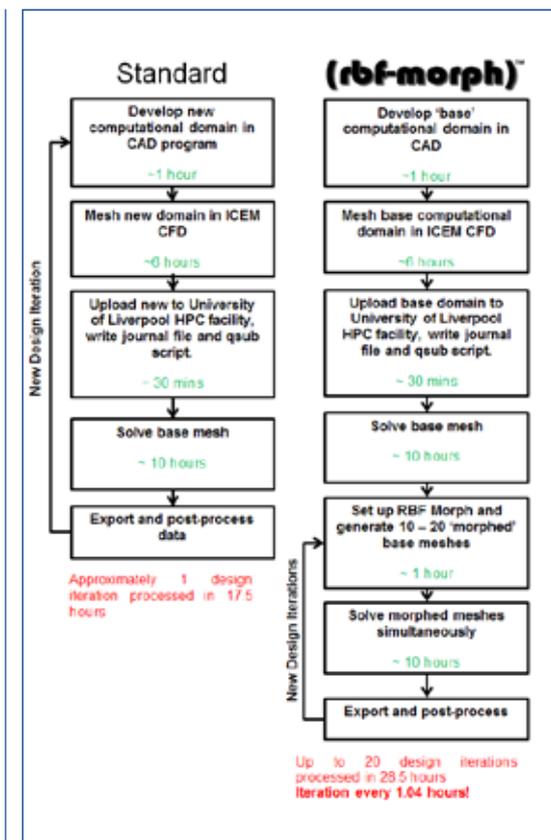
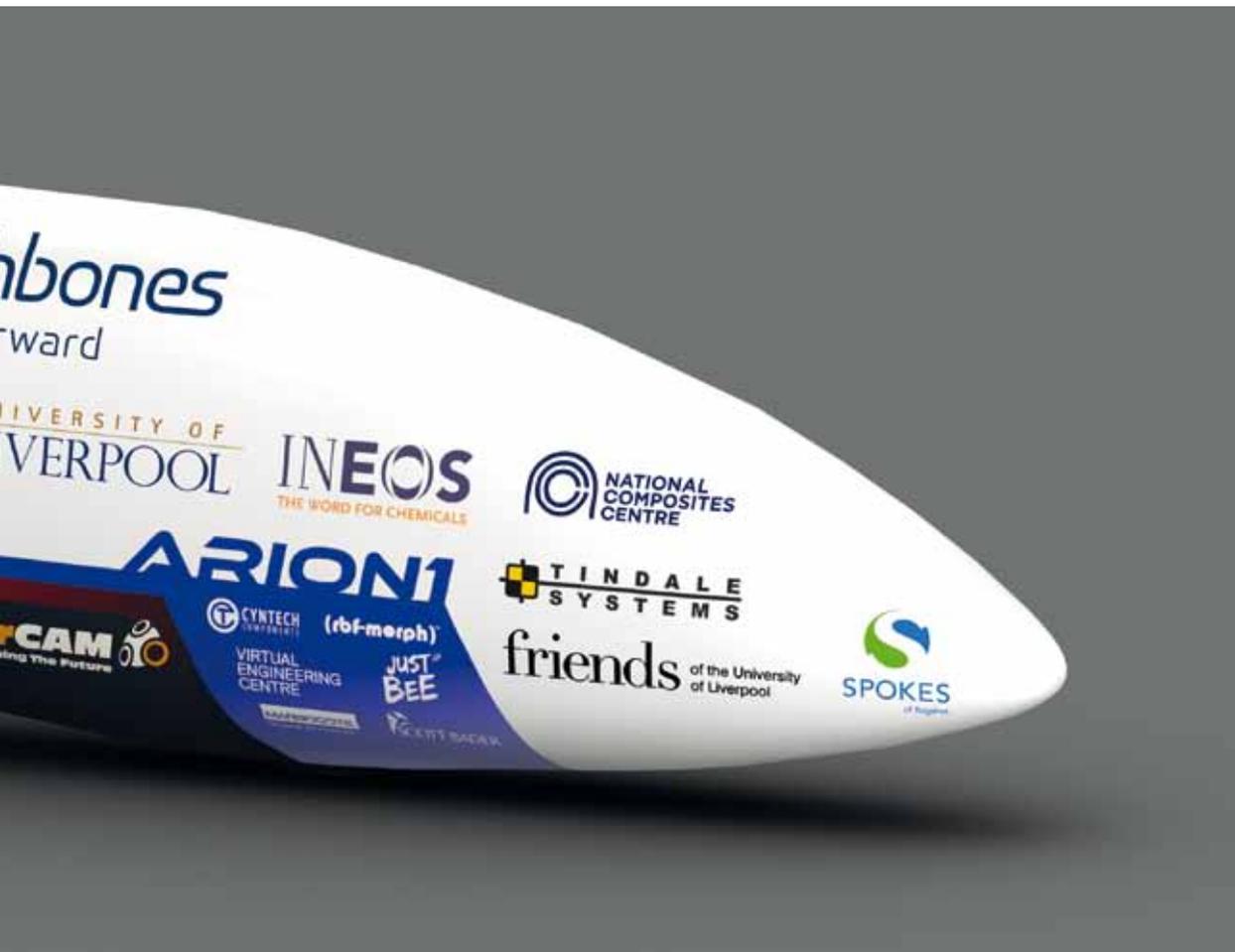


Figura 3: il workflow standard e il workflow innovativo basato sul mesh morphing a confronto. L'esiguo tempo aggiuntivo per il set-up del morphing viene ampiamente ripagato dall'automazione che consente di analizzare numerose varianti di forma in modo completamente automatico. Il costo complessivo per l'esame di una singola forma (caso di venti varianti) passa da 17.5 ore a circa 1.5 ore con uno speed up prossimo a 13x.



Figura 1: l'ULV Team (fondato nel 2013) è composto da sedici studenti di ingegneria dell'Università di Liverpool che si occupano di progettare la ARION1 Land Speed Bicycle, sponsorizzati da Rathbone Investment Management. Tutti i membri del team partecipano al Masters of Mechanical Engineering dell'Università di Liverpool.

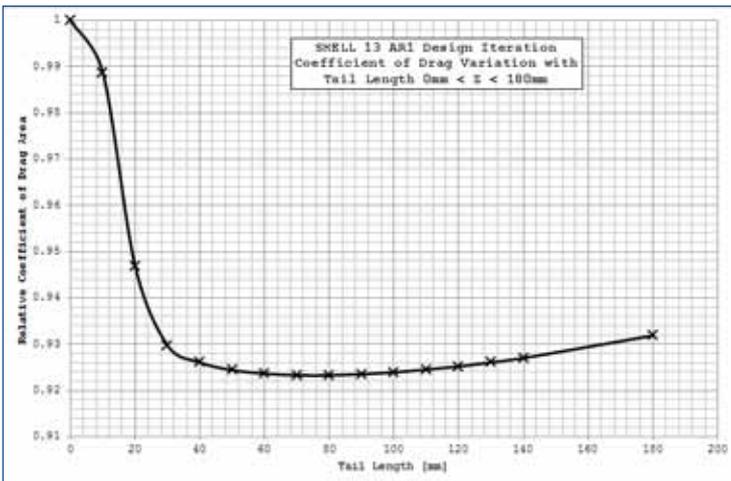


Figura 4: analisi dell'effetto della lunghezza della coda sul drag. Il calcolo parametrico ha consentito di individuare facilmente la zona ottima per la progettazione di questo parametro.

tesiano della figura 4 dove la variazione del drag rispetto alla forma iniziale viene riportato in funzione dell'intensità della variazione di forma. Si nota un valore ottimo che cade in una regione piuttosto piatta, garanzia della robustezza della soluzione ottenuta. La configurazione ottimale ottenuta con i calcoli CFD e il mesh morphing è stata poi verificata passando dalla galleria del vento virtuale alla galleria del vento fisica presso le strutture della MIRA dove l'ARION1 ha dimostrato come la sua forma smussata e ottimizzata consentano di avanzare velocemente nell'aria con perdite bassissime. L'ULV Team è ora pronto per la sfida contro il cronometro che li aspetta nel prossimo settembre 2015 in Nevada. Il team di RBF Morph augura agli studenti un grande successo; a prescindere dal fatto che riescano o meno a battere il record di velocità questi ragazzi hanno sicuramente già vinto una sfida molto importante: hanno iniziato una brillante carriera nel mondo dell'ingegneria e delle competizioni.

