

Nome	Aerotermodinamica, Propulsione e Sperimentazione Spaziale
Acronimo	
Responsabile	Raffaele Savino
Membri	Anselmo Cecere Stefano Mungiguerra Antonio Esposito Studenti di Dottorato e Post-docs
Links	
Obiettivo	
Aerotermodinamica In questo campo, proseguendo una lunga tradizione che risale ai primi studi sull'aerotermodinamica degli anni '60 e '70 ed a programmi internazionali quali Hermes, Tethered Space Mail, USV e EXPERT, negli anni '90 e 2000, vengono condotte attività di ricerca su configurazioni innovative di sistemi di trasporto spaziale, nell'ambito di programmi di Agenzie Spaziali (Agenzia Spaziale Italiana (ASI) ed Agenzia Spaziale Europea (ESA)). Ad esempio, nel periodo 2005-2010 è stato coordinato il programma europeo "High Lift over Drag Vehicles for Earth Reentry" in collaborazione con OHB Systems, e più recentemente sono stati condotti studi numerici e sperimentali nell'ambito del programma europeo IXV (Intermediate Experimental Vehicle). Attualmente la ricerca è rivolta allo studio di innovative capsule di rientro a geometria variabile e di velivoli ipersonici di nuova generazione, in collaborazione con CIRA, ASI, ESA, imprese ed istituti di ricerca nazionali ed internazionali. Sono inoltre condotte ricerche finalizzate allo sviluppo di protezioni termiche in materiali ceramici ultrarefrattari per bordi d'attacco alari e per applicazioni aero-propulsive, in collaborazione con il Centro Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienza, Tecnologia e Sostenibilità per lo Sviluppo dei Materiali Ceramici (CNR-ISSM, ex CNR-ISTEC). In questo campo è stato condotto un recente progetto europeo Horizon 2020 (C3harme). Ulteriori sviluppi sono stati poi realizzati in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana e nell'ambito di progetti europei di difesa. Inoltre, nel novembre 2024, con il supporto dell'Agenzia Spaziale Europea, campioni di materiale ceramico sviluppati dal CNR e testati presso l'Università sono stati lanciati a bordo della Stazione Spaziale Internazionale per un'esposizione a lungo termine all'ambiente dell'orbita terrestre bassa. Alle ricerche teoriche e numeriche, che comprendono anche sviluppi avanzati di Aerodinamica molecolare sono costantemente affiancate attività sperimentali. Sono attive collaborazioni internazionali con enti spaziali come DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), con centri di ricerca e università in Europa, negli Stati Uniti nonché con importanti industrie come AIRBUS, OHB, Thales. Il laboratorio di Aerotermodinamica dispone tra l'altro di una galleria ipersonica ad arco per studi di flussi ipersonici e test su materiali di protezione termica. Recenti attività di ricerca riguardano la caratterizzazione delle condizioni termiche e chimiche di non equilibrio del flusso di plasma ipersonico, avvalendosi anche di dispositivi spettroscopici. Propulsione Aerospaziale Nel campo della Propulsione Spaziale la ricerca, in collaborazione con il Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA), Avio ed altre aziende ed enti nazionali ed internazionali, è focalizzata sullo studio di endoreattori a propellenti ibridi e monopropellenti, proseguendo le esperienze condotte presso il Dipartimento in precedenti programmi finanziati dalla Comunità europea nel 7° Programma Quadro. In tale ambito è possibile studiare approfonditamente la balistica interna di endoreattori e le performance ottenute mediante l'utilizzo di diversi combustibili (HDPE, HTPB, Paraffina) e ossidanti (Ossigeno, Protossido d'Azoto, Perossido di Idrogeno). In particolare, sono analizzate la stabilità di combustione, l'efficienza di combustione, l'interazione dei modi acustici nella camera di combustione con fenomeni di vortex shedding, la variazione della velocità di regressione col flusso di massa dell'ossidante e delle modalità di iniezione dell'ossidante stesso. Presso l'aeroporto militare di Grazzanise (CE) è disponibile un laboratorio dove, con la collaborazione dell'accademia Aeronautica, è stato allestito un banco prova per poter effettuare test su razzi a propellenti ibridi e monopropellenti. Le attività sono effettuate sviluppando diversi motori completi di ugelli, con cui è possibile effettuare test con spinte dell'ordine di 1 kN, con pressioni in camera di combustione fino a 35 atm, verificare le caratteristiche degli endoreattori e dei relativi sistemi di iniezione ed accensione, validare diversi sottosistemi, studiare materiali per la protezione termica, analizzare l'erosione della gola degli ugelli. Recenti	

attività sono state svolte con l'Agenzia Spaziale Italiana per lo sviluppo di motori a razzo ibridi su piccola scala (classe 10N) per applicazioni Cubesat. Le attività sperimentali sono supportate dallo sviluppo di accurati modelli di Fluidodinamica Computazionale per la previsione della balistica interna dei razzi. In tale ambito sono sviluppate tesi di laurea magistrale e di dottorato.

Microgravità e sperimentazione spaziale

Nel campo della Microgravità, l'attività è focalizzata sulla Fisica dei Fluidi ed alcune tra le linee di ricerca più interessanti riguardano lo studio di fenomeni di convezione libera, naturale e indotta da forze di tensione superficiale; modellistica fluidodinamica di sistemi multifase; effetti di accelerazioni residue durante esperimenti di Scienza dei Fluidi e dei Materiali. All'Università Federico II esiste una consolidata esperienza su tali tematiche che risale agli anni '80 e '90 con diversi esperimenti di fisica dei fluidi in microgravità sullo Space Shuttle e su razzi sonda. Nell'ambito di tali studi vengono concepiti e realizzati esperimenti a bordo di piattaforme microgravitazionali, tra cui aerei in voli parabolici, laboratori spaziali pressurizzati, satelliti orbitanti. La sperimentazione è condotta con diversi sistemi diagnostici (tra cui termografia e interferometria) ed è integrata da simulazioni numeriche ottenute con codici di calcolo dei campi fluidodinamici. Il gruppo di ricerca sviluppa queste attività in collaborazione con ASI, ESA, e la National Aeronautics and Space Administration (NASA), con centri di ricerca e con diverse Università all'estero (in Europa, negli Stati Uniti, in Canada, Cina e Giappone). Un filone di ricerca molto attivo riguarda lo studio, sulla Stazione Spaziale Internazionale, di processi di scambio termico in sistemi multifase, in particolare per lo sviluppo di dispositivi di scambio termico e di raffreddamento ad elevata efficienza come heat pipes e heat spreaders. In tale ambito il gruppo ha coordinato un progetto finanziato dall'ESA su "Innovative Wickless Heat Pipes", e collabora anche con gruppi di ricerca dello Shibaura Institute of Technology di Tokyo ed altre Università in Giappone. Sono inoltre in corso studi sulla possibilità di utilizzare tecniche di Additive Manufacturing per la realizzazione di scambiatori di calore bifase ad alta efficienza.

Per quanto riguarda le attività didattiche nella laurea magistrale in Ingegneria Aerospaziale, dal 2016 gli studenti che frequentano il Corso di Space Experiments hanno la possibilità di provare l'esperienza del volo parabolico e della microgravità con aerei ultraleggeri.