



# Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

## Scheda Insegnamento

Mod. scheda insegnamento v1.2

### Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome

Cognome

### Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano

English

### Aree culturali

### Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A.   L  LM  LM CU

CdS

Codice

Canale

CFU

Lingua

### Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome

Cognome

### Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano

English

### Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

#### Aerospace Digital Mobility Sustainability

##### OBIETTIVI FORMATIVI:

L'insegnamento si prefigge l'obiettivo di fornire agli allievi una formazione scientifica riguardo gli aspetti teorico/pratici della sperimentazione in laboratorio con particolare riguardo **alla valutazione delle prestazioni energetiche e ambientali di dispositivi di conversione di energia e scambio di calore**. A tal fine gli allievi svilupperanno conoscenze approfondite delle principali strumentazioni adottate in tipici esperimenti riguardanti i temi dell'energia nonché competenze pratiche riguardo il loro utilizzo, dalla calibrazione all'analisi dei dati. Particolare attenzione sarà anche posta sulla reportistica inerente, dall'analisi dei dati ottenuti alla produzione di elaborati scientifici, anche **attraverso l'utilizzo di modellazione numerica digitale al fine di complementare e analizzare i dati raccolti in laboratorio** per poter estendere la validità in condizioni operative differenti da quelle di test o per guidare la fase di *design of experiment*. A tal riguardo saranno sviluppate **competenze inerenti tecniche di modellazione data driven e analisi di big data**, essenziali per completare il quadro di competenze necessarie **nell'ambito della sostenibilità energetica**.

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Al termine dell'insegnamento lo studente avrà acquisito conoscenze e competenze relativamente alla realizzazione di setup sperimentali per applicazioni energetiche, l'acquisizione e il trattamento dei dati derivanti da tali esperimenti e la capacità di sintetizzare questi in parametri quantitativi di **performance energetiche e ambientali per valutare la sostenibilità dei processi analizzati**. Saranno inoltre sviluppate conoscenze e capacità di applicazione di **tecniche di modellazione data driven e trattamento di big data**.

Italiano

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Le conoscenze sviluppate saranno applicate attraverso la realizzazione di diversi esperimenti appositamente progettati per verificare la corretta comprensione e capacità di applicazione delle stesse da parte dello studente.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Riguardo le capacità critiche e di giudizio dello studente, queste saranno rafforzate durante due importanti momenti di lavoro: la realizzazione delle prove di laboratorio e la redazione della relazione tecnica. Entrambe le occasioni porranno lo studente di fronte la possibilità di valutare la propria comprensione dei temi trattati e la capacità di trasferirli chiaramente.

ABILITÀ COMUNICATIVE: Capacità di comunicare quanto si è appreso che sarà ulteriormente verificata attraverso la presentazione di fine corso dove lo studente sarà chiamato a presentare i risultati di uno degli esperimenti che saranno trattati durante l'insegnamento.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Al termine dell'insegnamento lo studente avrà dunque appreso e rafforzato nozioni relative alla sperimentazione in campo energetico, valutando criticamente durante il corso il grado della comprensione dei temi trattati e avendo la possibilità di testare la propria capacità di esporlo attraverso una presentazione testuale e orale. Il percorso nel suo complesso, quindi, permetterà allo studente di sviluppare capacità di proseguire tali studi in modo autonomo nel proseguimento della sua carriera universitaria.

English

**LEARNING OUTCOMES:** The course aims to provide students with scientific training regarding the theoretical/practical aspects of laboratory experimentation, with particular emphasis on **evaluating the energy and environmental performance of energy conversion devices and heat exchange**. To this end, students will develop in-depth knowledge of the main instruments used in typical experiments concerning energy topics, as well as practical skills regarding their use, from calibration to data analysis. Special attention will also be given to reporting, from the analysis of obtained data to the production of scientific reports, including **the use of digital numerical modeling to complement and analyze laboratory data** in order to extend validity to different operational conditions or to guide the design of experiments. In this regard, **skills related to data-driven modeling techniques and big data analysis will be developed**, essential to complete the set of **skills required in the field of energy sustainability**.

**KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:** By the end of the course, the student will have acquired knowledge and skills related to the realization of experimental setups for energy applications, the acquisition and processing of data resulting from such experiments, and the ability to synthesize these into **quantitative parameters of energy and environmental performance to evaluate the sustainability of the analyzed processes**. Furthermore, **knowledge and application skills in data-driven modeling techniques and big data processing will also be developed**.

**APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:** The knowledge developed will be applied through the realization of several experiments specially designed to verify the correct understanding and ability to apply them by the student.

**MAKING JUDGEMENTS:** Regarding the critical and self-evaluation skills of the student, these will be strengthened during two important moments of work: the realization of the laboratory tests and the drafting of the technical report. Both occasions will give to the student the opportunity to evaluate their understanding of the topics covered and the ability to transfer them clearly.

**COMMUNICATION SKILLS:** Communication skills that will be further verified through the presentation at the end of the course where the student will be called to present the results of one of the experiments that will be studied during the course

**LEARNING SKILLS:** At the end of the course the student will therefore have learned and strengthened notions related to experimentation in the energy field, critically evaluating during the course the degree of understanding of the topics covered and having the opportunity to test their ability to expose it through a textual and oral presentation. The whole path will therefore allow the student to develop the ability to continue these studies independently in the continuation of his career.



# Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

## Scheda Insegnamento

### Prerequisiti

Italiano

Non sono richieste conoscenze preliminari, anche se nozioni relative alla trattazione dei dati sperimentali, misura, errore possono facilitare la fruizione dell'insegnamento. Le nozioni necessarie al superamento dell'esame saranno in ogni caso sufficientemente trattate nell'ambito dell'insegnamento stesso.

English

No prior knowledge is required, even if notions related to the treatment of experimental data, measurement, and error can facilitate the student. The notions necessary to pass the exam will in any case be sufficiently treated within the course itself.

### Programma

Il programma dell'insegnamento prevede la presentazione e trattazione dei seguenti argomenti:

Presentazione dei principali strumenti di misura in ambito energetico. Termocoppie, flussimetri, anelli amperometri, ed altri.

Introduzione ai sistemi di acquisizione dati tramite PC, componenti, configurazione e software.

Richiami su elementi di sistemi di misura, validità di una misura, definizione di errore, calibrazione degli strumenti, misure dinamiche. Analisi statistica dei dati sperimentali, concetti generali e definizioni, probabilità, stima dei parametri, correlazione di dati sperimentali. Propagazione dell'incertezza di misura.

Linee guida per la pianificazione e la documentazione degli esperimenti anche attraverso l'ausilio di modelli numerici.

Applicazioni nel settore dell'energia. Specifiche esperienze di laboratorio saranno sviluppate durante il corso al fine di consolidare gli aspetti teorici applicandoli a due applicazioni di interesse nel settore energetico. Le applicazioni spazieranno dall'impiego delle biomasse nei processi di conversione termochimica allo sviluppo di powertrain ibridi fuel cell – batteria, dall'utilizzo e il test di sistemi fotovoltaici innovativi al test di materiali innovativi per l'energia in celle a combustibile o batterie a redox flow. Nell'ambito di tali esperimenti saranno applicate le nozioni richiamate durante le lezioni teoriche per la valutazione rigorosa delle performance energetiche dei sistemi oggetti di studio e relativa incertezza sperimentale. Per ogni esperimento effettuato in laboratorio verrà realizzato un modello numerica al fine di sviluppare competenze di analisi critica della modellazione di processi energetici e analisi delle prestazioni energetiche e ambientali attraverso simulazione.

Italiano

The course program includes the presentation and treatment of the following topics:

Presentation of the main measuring instruments in the energy sector. Thermocouples, flow meters, current clamps, and others.

Introduction to PC data acquisition systems, components, configuration and software.

References to elements of measurement systems, validity of a measurement, definition of error, calibration of instruments, dynamic measurements. Statistical analysis of experimental data, general concepts and definitions, probability, estimation of parameters, correlation of experimental data. Propagation of measurement uncertainty.

Guidelines for planning and documenting experiments also using numerical models to guide the design of experiment process.

Applications in the energy sector. Specific laboratory experiences will be developed during the course in order to consolidate the theoretical aspects by applying them to two applications of interest in the energy sector. Applications will range from the use of biomass in thermochemical conversion processes to the development of hybrid fuel cell powertrains, from the use and testing of innovative photovoltaic systems to the testing of innovative energy materials in fuel cells or redox flow batteries. As part of these experiments, the notions mentioned during the theoretical lessons will be applied for the rigorous evaluation of the energy performance of the systems under study and related experimental uncertainty. For each laboratory experiment conducted, a numerical model will be developed to foster critical analysis skills in modeling energy processes and analyzing energy and environmental performance through simulation.

English



# Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

## Scheda Insegnamento

### Modalità di valutazione

- Prova scritta
- Prova orale
- Valutazione in itinere
- Valutazione di progetto
- Valutazione di tirocinio
- Prova pratica
- Prova di laboratorio

### Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano

L'esame di Laboratorio per l'energia prevede una duplice modalità di verifica dell'apprendimento attraverso la stesura di un report riguardante una delle attività di laboratorio effettuata durante il corso (obbligatorio per accedere alla prova orale) e una prova orale in cui verrà presentata una seconda attività tra le rimanenti, contestualmente alla presentazione saranno effettuate delle domande teoriche per completare la valutazione dell'apprendimento delle nozioni acquisite durante il corso.

I parametri di valutazione spazieranno dalla capacità di organizzare discorsivamente la conoscenza acquisita, la capacità di analizzare criticamente i risultati ottenuti durante le prove di laboratorio, la qualità dell'esposizione nel testo scritto e nella presentazione orale, la verifica dell'acquisizione delle competenze acquisite durante l'insegnamento e la propositività dello studente nel proporre soluzioni personalizzate nell'affrontare i temi trattati. La relazione scritta sarà valutata attraverso un giudizio di merito espresso in lettere da A (eccellente) a D (appena sufficiente) – valore necessario per accedere alla prova orale. Il voto finale dell'insegnamento sarà poi il risultato di sintesi dei parametri di valutazione e sarà espresso in trentesimi.

English

The Laboratory for Energy exam provides a dual method of verification of learning through the drafting of a report concerning one of the laboratory activities carried out during the course (mandatory to access the oral exam) and an oral test in which a second activity will be presented among the remaining, at the same time as the presentation theoretical questions will be made to complete the assessment of the learning of the acquired notions during the course.

The evaluation parameters will range from the ability to discursively organize the knowledge acquired, the ability to critically analyze the results obtained during the laboratory tests, the quality of the exposure in the written text and in the oral presentation, the verification of the acquisition of the skills acquired during the teaching and the proactiveness of the student in proposing customized solutions in dealing with the topics covered. The written report will be evaluated through a judgment of merit expressed in letters from A (excellent) to D (just sufficient) – value necessary to access the oral exam. The final grade of the course will then be the result of synthesis of the evaluation parameters and will be expressed in thirtieths.

### Testi adottati

Italiano

Materiale distribuito a lezione. Appunti tratti dalle lezioni.

Testi per consultazione:

J.P. Holman, Experimental Methods for Engineers, McGrawHill

T. Agami Reddy, Applied Data Analysis and Modeling for Energy Engineers and Scientists, Springer

Wheeler A.J, Gandji A.R., Introduction to Engineering Experimentation, Editore: Prentice Hall

English

J.P. Holman, Experimental Methods for Engineers, McGrawHill

T. Agami Reddy, Applied Data Analysis and Modeling for Energy Engineers and Scientists, Springer

Wheeler A.J, Gandji A.R., Introduction to Engineering Experimentation, Editore: Prentice Hall

Optional but useful reference text: Measurement Systems: application and design - Doebelin E. O. - MCGraw-Hill



# Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

## Scheda Insegnamento

### Bibliografia di riferimento

Italiano/  
English

### Modalità di svolgimento

- Modalità in presenza
- Modalità a distanza

### Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

I metodi didattici previsti al fine di raggiungere i risultati di apprendimento attesi saranno miste e prevederanno lezioni frontali, esperienze di laboratorio, la predisposizione di elaborati tecnici di sintesi, l'implementazione di modelli di simulazione in grado di rappresentare coerentemente i dati acquisiti durante le esperienze di laboratorio.



# Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

## Scheda Insegnamento

English

The teaching methods envisaged in order to achieve the expected learning outcomes will be mixed and will include lectures, laboratory experiences, the preparation of synthetic technical papers, the implementation of simulation models able to consistently represent the data acquired during the laboratory experiences.

### Modalità di frequenza

- Frequenza facoltativa
- Frequenza obbligatoria

### Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

La frequenza delle lezioni in aula non è obbligatoria ma è fortemente raccomandata. Durante il corso, gli studenti sono invitati ad interagire con il docente sia all'interno delle lezioni sia durante l'orario di ricevimento per ogni chiarimento o approfondimento di temi relativi l'esame.

English

Course attendance is strongly recommended. During the course, students are invited to interact with the Professor during the class or during office hours for any clarification or insight in specific topics related to the program.