
Concorso pubblico anno accademico 2024/2025 per l'accesso al
Corso di dottorato in Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni
(ING_ENE01_B)
(BANDO B, bandito con decreto rettorale n. 1043/2024 del 16 maggio 2024)

Prova scritta (01/07/2024) - Written test (01/07/2024)

TEST A

Traccia 1 - Assignment #1

L'impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale è stato oggetto di crescente attenzione negli ultimi 20 anni. Si rilevano, infatti, in ambito scientifico sempre più studi incentrati sulla riduzione del rischio e sulla salvaguardia del patrimonio culturale dai cambiamenti climatici, con la definizione di strumenti per la quantificazione del danno, l'identificazione di indicatori di vulnerabilità, la produzione di scenari a breve e lungo termine e la messa a punto di strategie di protezione. Ciò nonostante, solo pochi paesi hanno provveduto alla definizione di strumenti e politiche per la salvaguardia del patrimonio culturale, rendendo il tema ancora di grande rilevanza e attualità. La candidata/il candidato esprima le sue considerazioni sul tema, con particolare riferimento al patrimonio costruito, evidenziando aspetti critici ancora in essere e possibili sviluppi di ricerca in riferimento allo stato dell'arte.

The impact of climate change on cultural heritage has received increasing attention over the past 20 years. In fact, more and more studies focusing on risk reduction and safeguarding cultural heritage from climate change are noted in the scientific field, with the definition of tools for quantifying damage, identifying vulnerability indicators, producing short- and long-term scenarios and developing protection strategies. Nevertheless, only a few countries have provided for the definition of tools and policies for safeguarding cultural heritage, making the issue still highly relevant and topical. Please express your thoughts on the topic, with particular reference to the built heritage, highlighting critical aspects and possible research developments with reference to the state of the art.

Traccia 2 - Assignment #2

“Gli edifici sono responsabili del 40% del consumo finale di energia nell'Unione e del 36% delle emissioni di gas a effetto serra associate all'energia, mentre il 75% degli edifici dell'Unione è tuttora inefficiente sul piano energetico. [...] La riduzione del consumo energetico e il maggior utilizzo di energia da fonti rinnovabili, in particolare l'energia solare, rappresentano inoltre strumenti fondamentali per ridurre la dipendenza energetica dell'Unione dai combustibili fossili.” (Direttiva UE 2024/1275 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 24 aprile 2024 sulla prestazione energetica nell'edilizia – EPBD 2024)

Si discutano le strategie realizzabili per il miglioramento dell'efficienza energetica nel parco edilizio europeo, di cui una percentuale rilevante (35-40%, a seconda degli Stati) è costituita da edifici costruiti più di 60 anni fa. Si metta in evidenza, inoltre, come si può aumentare l'impiego di fonti rinnovabili nell'edilizia, con particolare riferimento alle tecnologie che sfruttano energia solare.

“Buildings account for 40% of final energy consumption in the Union and 36% of its energy-related greenhouse gas emissions while 75 % of Union buildings are still energy-inefficient. [...] Reduced energy consumption and an increased use of energy from renewable sources, especially solar energy, also have a key role to play in reducing the Union’s energy dependency on fossil fuels overall” (Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings – EPBD 2024)

Discuss the feasible strategies for improving energy efficiency in the European building stock, a significant percentage (35-40%, depending on the country) of which consists of buildings constructed over 60 years ago. Additionally, highlight how the use of renewable sources in buildings can be increased, with particular reference to technologies that utilize solar energy.

Traccia 3 - Assignment #3

Le tecnologie 4.0 offrono nuove opportunità per ripensare i processi operativi in ottica sostenibile. Si tratti il tema indicato, illustrando un potenziale progetto di ricerca finalizzato in tale ambito.

4.0 Technologies offer new opportunities to rethink operational processes from a sustainable perspective. The candidate deals with the indicated topic, illustrating a potential research project in this area.

Traccia 4 - Assignment #4

Si descriva l'utilità dei metodi numerici in ambito elettromagnetico; inoltre se ne descriva in particolare uno a scelta e, possibilmente, se ne identifichi una applicazione.

Explain the usefulness of numerical methods in Electromagnetics and focus on one of them, giving additional explanations and possibly describe an application.

Traccia 5 - Assignment #5

Il passaggio ad una mobilità terrestre a più bassa emissione di CO₂ impone scelte di diversa natura, tra le quali l'utilizzo di combustibili alternativi a quelli fossili, come l'idrogeno. Si descrivano le problematiche e le prospettive correlate all'utilizzo dell'idrogeno come combustibile nel settore dei trasporti.

The transition to land mobility with lower CO₂ emissions requires choices of a different nature such as the use of alternative fuels to fossil fuels, including hydrogen. The candidate describes the problems and prospects related to the production and use of hydrogen as a fuel for the transport sector.

Traccia 6 - Assignment #6

Condizionamenti ambientali e sostenibilità nell'ingegneria civile: aspetti innovativi di interesse nella ricerca scientifica di settore

Environmental and sustainability issues in civil engineering: innovative aspects of interest in sector-specific scientific research

Traccia 7 - Assignment #7

Si descrivano le principali problematiche inerenti alla modellazione elettromagnetica dei sistemi facendo riferimento ad un sistema di interesse, discutendo le opportunità nell'ambito della progettazione e/o del monitoraggio del funzionamento derivanti dalla disponibilità di modelli accurati.

The applicant should describe the main challenges related to the electromagnetic modelling of the systems with reference to a particular one, also discussing the chances in terms of the design and/or the operation monitoring related to the availability of accurate models.

**Concorso pubblico anno accademico 2024/2025 per l'accesso al
Corso di dottorato in Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni
(ING_ENE01_B)
(BANDO B, bandito con decreto rettorale n. 1043/2024 del 16 maggio 2024)**

Prova scritta (01/07/2024) - Written test (01/07/2024)

TEST B

Traccia 1 - Assignment #1

Nell'ultimo decennio in ambito internazionale si è assistito ad un sempre crescente utilizzo delle ICT ai fini della fruizione e valorizzazione del patrimonio culturale, nelle sue molteplici espressioni (siti naturali, edificati e archeologici, musei, edifici storici e monumentali, città storiche, opere d'arte, letterarie, musicali, audiovisive e digitali, tradizioni dei popoli ecc.). La candidata/il candidato esprima le proprie considerazioni sul tema della digitalizzazione del patrimonio culturale, evidenziando gli aspetti che possono essere oggetto di approfondimento scientifico, in riferimento agli ambiti del patrimonio culturale di proprio interesse.

The last decade at the international level has witnessed an increasing use of ICTs for the purpose of the fruition and enhancement of cultural heritage, in its multiple expressions (natural, built and archaeological sites, museums, historic and monumental buildings, historic cities, works of art, literary, musical, audio-visual and digital works and the traditions of peoples). The candidate expresses her/his considerations on the topic of digitization of cultural heritage, highlighting the aspects that can be the subject of scientific investigation, with reference to the areas of cultural heritage of her/his interest.

Traccia 2 - Assignment #2

Si discutano le potenzialità e le sfide poste dalla progettazione e dalla gestione integrata e ottimizzata di più sistemi e apparati energetici, utilizzando differenti tecnologie, anche a fonti rinnovabili, per ridurre le richieste energetiche e le emissioni climalteranti legate alla produzione di caldo e di freddo. Si discutano le prospettive, le tecnologie più promettenti ad essere integrate tra loro, le modalità di progettazione e utilizzo, ma anche le criticità legate alla diffusione di impianti termotecnici integrati ai fini del raggiungimento degli obiettivi previsti dalla legislazione europea, come ad esempio la transizione verso edifici a energia quasi zero (NZEB).

Discuss the potential and challenges of the integrated and optimized design and management of multiple energy systems and devices, utilizing different technologies, including renewable sources, to reduce energy demands and climate-altering emissions associated with the production of heating and cooling. Discuss the perspectives, the most promising technologies to be integrated, the design and usage methods, as well as the critical issues related to the widespread adoption of integrated thermal systems in order to achieve the objectives set by European legislation, such as the transition towards Nearly Zero Energy Buildings (NZEB).

Traccia 3 - Assignment #3

La sostenibilità dei servizi sanitari rappresenta una delle sfide più importanti per i paesi industrializzati. Si tratti il tema indicato, illustrando un potenziale progetto di ricerca finalizzato in tale ambito.

The sustainability of health services represents one of the most important challenges for industrialized countries. The candidate deals with the indicated topic, illustrating a potential research project in this area.

Traccia 4 - Assignment #4

Si spieghi il significato della parola bioelettromagnetismo. Con particolare attenzione verso un aspetto specifico e/o applicazione, se ne descrivano gli aspetti teorici e tecnici.

Explain what the word bioelectromagnetism means. In addition to this, focus on a specific aspect and/or application explaining its theoretical and technical details.

Traccia 5 - Assignment #5

Il solare termico a concentrazione rimane uno dei settori chiave nella produzione di energia da rinnovabili. Si descrivano le criticità e le prospettive connesse alla scelta del sistema più idoneo, compresa l'analisi degli aspetti critici correlati alla tipologia di inseguimento solare e alle prestazioni termiche del ricevitore ad alta temperatura.

Concentrated solar thermal remains one of the key sectors in the production of energy from renewables. The candidate describes the critical issues and perspectives related to the choice of the most suitable system, including the analysis of both the tracking system issues and the high-temperature receiver thermal performance.

Traccia 6 - Assignment #6

La sperimentazione e la modellizzazione numerica nel campo dell'ingegneria civile: rilevanza e attualità nella ricerca scientifica di settore

Experimentation and numerical modelling in the field of civil engineering: relevance and topicality in sector-specific scientific research

Traccia 7 - Assignment #7

La transizione verso la mobilità elettrica presenta sia nuove interessanti opportunità che problematiche che devono essere affrontate. Si concentri la discussione su uno specifico aspetto, e si propongano soluzioni a problemi ancora aperti e che possano destare interesse nella comunità del settore.

The transition toward the electric mobility presents both new exciting opportunities and challenges that need to be addressed. The applicant should focus on a specific aspect and propose solutions to open problems that can arouse interest within the industry community.

**Concorso pubblico anno accademico 2024/2025 per l'accesso al
Corso di dottorato in Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni
(ING_ENE01_B)
(BANDO B, bandito con decreto rettorale n. 1043/2024 del 16 maggio 2024)**

Prova scritta (01/07/2024) - Written test (01/07/2024)

TEST C

Traccia 1 - Assignment #1

Sia in Italia che all'estero, una parte rilevante delle Aree interne – caratterizzate da una fitta rete di centri rurali e montani, borghi storici e aree di valore ambientale e paesaggistico - ha subito gradualmente, dal secondo dopoguerra, un progressivo processo di abbandono causato da molti fattori, come la distanza dai servizi essenziali (di istruzione, salute e mobilità), la scarsa accessibilità e la crescente attrattività delle città. Diversi studi e iniziative evidenziano la rilevanza del problema e la necessità di intervenire per contrastare il fenomeno, rilevando il potenziale sviluppo che strategie di valorizzazione delle aree interne possono offrire, creando lavoro, realizzando inclusione sociale e riducendo i costi dell'abbandono del territorio. La candidata/il candidato esprima le proprie considerazioni sul tema della marginalizzazione delle aree interne, evidenziandone problematiche e aspetti che possono essere oggetto di approfondimento scientifico, anche in riferimento allo stato dell'arte e a *best practices*.

Since the post-World War II period, both in Italy and abroad, a significant part of the Inner Areas - characterized by a dense network of rural and mountain centres, historic villages and areas of environmental and landscape value - has gradually undergone a progressive process of abandonment caused by many factors, such as distance from essential services (of education, health and mobility), poor accessibility and the increasing attractiveness of cities. Several studies and initiatives highlight the relevance of the problem and the need for action to contrast the phenomenon, noting the potential development that strategies to enhance inner areas can offer, creating jobs, realizing social inclusion and reducing the costs of land abandonment. The candidate expresses her/his considerations on the topic of marginalization of inner areas, highlighting problems and aspects that can be the subject of scientific study, also with reference to the state of the art and best practices.

Traccia 2 - Assignment #2

La conversione, l'utilizzo e il recupero dell'energia nelle applicazioni industriali, commerciali e residenziali, così come le nuove tecnologie legate ai calcolatori elettronici, comportano sempre processi di scambio termico. Ne sono esempi la generazione di vapore e la condensazione nelle centrali elettriche, il riscaldamento e il raffreddamento nei processi chimici, le trasformazioni del refrigerante nei sistemi di condizionamento dell'aria, il raffreddamento nei motori e nei dispositivi elettronici. Gli operatori del settore termico sono da sempre attivi nella ricerca e sviluppo e diverse tecniche attive e passive per potenziare il trasferimento di calore ("heat transfer enhancement"), in modo da ottenere risparmi energetici, di materiale, costi e impatto ambientale. Si discutano le principali tecniche per il miglioramento dello scambio termico, concentrandosi poi su un'applicazione specifica (ad esempio: superfici estese, corrugate, turbolatori, materiali a cambiamento di fase, nanofluidi...) evidenziando il loro potenziale impatto sull'efficacia di scambio termico e eventuali problematiche che ne possono limitare la convenienza e la diffusione.

The conversion, use, and recovery of energy in industrial, commercial, and residential applications, as well as new technologies related to electronic computers, always involve heat exchange processes. Examples include steam generation and condensation in power plants, heating and cooling in chemical processes, refrigerant transformations in air conditioning systems, and cooling in engines and electronic devices. Thermal sector operators have always been active in research and development, employing various active and passive techniques to enhance heat transfer ("heat transfer enhancement") to achieve energy, material, cost, and environmental savings.

Discuss the main techniques for improving heat exchange, then focus on a specific application (e.g., extended surfaces, corrugated surfaces, turbulators, phase change materials, nanofluids...), highlighting their potential impact on the effectiveness of heat exchange and any issues that may limit their feasibility and widespread adoption.

Traccia 3 - Assignment #3

La digitalizzazione rappresenta una delle leve fondamentali per il miglioramento dei processi operativi in ambito pubblico e privato. Si tratti il tema indicato, illustrando un potenziale progetto di ricerca finalizzato in tale ambito.

Digitalization represents one of the fundamental levers for improving operational processes in the public and private sector. The candidate deals with the indicated topic, illustrating a potential research project in this area.

Traccia 4 - Assignment #4

Si descrivano le possibili applicazioni del machine learning in elettromagnetismo.

Show what the possible applications of machine learning in electromagnetism are.

Traccia 5 - Assignment #5

In riferimento al contesto energetico attuale e alle trasformazioni in atto per le attività umane, si discuta l'importanza della gestione efficace degli asset nei sistemi energetici, concentrandosi principalmente sul ruolo crescente delle tecnologie digitali e dell'utilizzo dell'intelligenza artificiale (IA) nel settore energetico. In riferimento ad una tecnologia digitale di sua scelta il/la candidato/a analizzi possibili applicazioni e benefici, casi studio, sfide e prospettive future. Infine, il/la candidato/a discuta quale può essere il ruolo della ricerca e dell'innovazione per superare le sfide evidenziate e migliorare l'efficacia della gestione dei sistemi energetici.

Regarding the current energy context and the ongoing transformations in human activities, the candidate should discuss the importance of effective asset management in energy systems, focusing primarily on the growing role of digital technologies and the use of artificial intelligence (AI) in the energy sector. Referring to digital technology of their choice, the candidate should analyze possible applications and benefits, case studies, challenges, and future prospects. Finally, the candidate should discuss the role of research and innovation in overcoming the highlighted challenges and improving the effectiveness of energy system management.

Traccia 6 - Assignment #6

Ottimizzazione delle risorse energetiche e territoriali nel campo dell'Ingegneria civile: aspetti innovativi di interesse nella ricerca scientifica di settore

Optimization of energy and land resources in the field of Civil Engineering: innovative aspects of interest in sector-specific scientific research

Traccia 7 - Assignment #7

I futuri sistemi elettrici saranno caratterizzati da una quota sempre crescente di energia prodotta da fonti rinnovabili non programmabili, molte delle quali interfacciate con la rete mediante sistemi di conversione statica. Si illustrino le peculiarità di tali sistemi e ci si soffermi sugli strumenti utili a garantirne un corretto e sicuro funzionamento, illustrando anche gli elementi economici delle soluzioni identificate.

The upcoming electric power systems will be characterized by an increasing share of energy that will be produced by renewable sources, often connected to the grid through power electronics converters. The applicant should describe the key features of these systems considering the tools for ensuring correct and secure power system operation and referring to the economic aspects related to these solutions.