

## PROGRAMMA DEL CORSO DI GREEN COMPUTING

### SETTORE SCIENTIFICO

INF/01 (INFO-01/A)

### CFU

6

### AGENDA

/\*\*/

Obiettivo del corso è fornire gli strumenti metodologici e pratici per comprendere, misurare e valutare la sostenibilità del settore digitale, con particolare riferimento ai consumi energetici e idrici, e alle emissioni di gas serra riconducibili ad applicazioni energivore come l'Intelligenza Artificiale, nonché analizzare le tecniche allo stato dell'arte per mitigare il relativo impatto.

Obiettivi formativi:

Comprendere le dimensioni della sostenibilità dell'ICT  
Conoscere le metodologie di misurazione dell'impatto dei sistemi digitali  
Analizzare le più recenti evidenze empiriche sull'impatto dei sistemi digitali energivori  
Conoscere i metodi di mitigazione dell'impatto ambientale dell'ICT

### OBIETTIVI FORMATIVI PER IL RAGGIUNGIMENTO DEI RISULTATI DI APPRENDIMENTO PREVISTI NELLA SCHEDA SUA

Obiettivo del corso è fornire gli strumenti metodologici e pratici per comprendere, misurare e valutare la sostenibilità del settore digitale, con particolare riferimento ai consumi energetici e idrici, e alle emissioni di gas serra riconducibili ad applicazioni energivore come l'Intelligenza Artificiale, nonché analizzare le tecniche allo stato dell'arte per mitigare il relativo impatto.

Obiettivi formativi:

1. Comprendere le dimensioni della sostenibilità dell'ICT
2. Conoscere le metodologie di misurazione dell'impatto dei sistemi digitali
3. Analizzare le più recenti evidenze empiriche sull'impatto dei sistemi digitali energivori
4. Conoscere i metodi di mitigazione dell'impatto ambientale dell'ICT

### ATTIVITÀ DIDATTICA INTERATTIVA (DI)

*/\*\*/*

Le attività di Didattica Interattiva (TEL-DI) consistono, per ciascun CFU, in 2 ore erogate in modalità sincrona su piattaforma Class, svolte dal docente anche con il supporto del tutor disciplinare, e dedicate a una o più tra le seguenti tipologie di attività:

sessioni live, in cui il docente guida attività applicative, stimolando la riflessione critica e il confronto diretto con gli studenti tramite domande in tempo reale e discussioni collaborative; webinar interattivi, arricchiti da sondaggi e domande dal vivo, per favorire il coinvolgimento attivo e la costruzione della conoscenza; lavori di gruppo e discussioni in tempo reale, organizzati attraverso strumenti collaborativi come le breakout rooms, per sviluppare strategie di problem solving e il lavoro in team; laboratori virtuali collettivi, in cui il docente guida esperimenti, attività pratiche o l'analisi di casi di studio, rendendo l'apprendimento un'esperienza concreta e partecipativa;

Tali attività potranno essere eventualmente supportate da strumenti asincroni di interazione come per esempio:

forum; wiki; quiz; glossario.

Si prevede l'organizzazione di almeno due edizioni di didattica interattiva sincrona nel corso dell'anno accademico. Si precisa che il ricevimento degli studenti, anche per le tesi di laurea, non rientra nel computo della didattica interattiva.

### **ATTIVITÀ DIDATTICA EROGATIVA (DE)**

*/\*\*/*

Le attività di Didattica Erogativa consistono, per ciascun CFU, nell'erogazione di 5 videolezioni della durata di circa 30 minuti. A ciascuna lezione sono associati:

una dispensa (PDF) di supporto alla videolezione oppure l'indicazione di capitoli o paragrafi di un ebook di riferimento, scelto dal docente tra quelli liberamente consultabili in piattaforma da studentesse e studenti; un questionario a risposta multipla per l'autoverifica dell'apprendimento.

### **TESTO CONSIGLIATO**

*/\*\*/*

Building Green Software

by Anne Currie, Sarah Hsu, Sara Bergman

Released March 2024

Publisher(s): O'Reilly Media, Inc.

ISBN: 9781098150624

Si specifica che i testi consigliati sono solo per approfondimento volontario, e che essi non saranno oggetto specifico di esame, essendo il modello didattico basato sull'utilizzo delle dispense del docente.

### **MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO**

*/\*\*/*

L'esame può essere sostenuto sia in forma scritta che in forma orale. L'esame orale consiste in un colloquio con la Commissione sui contenuti dell'insegnamento. L'esame in forma scritta consiste nello svolgimento di un test composto

da 31 domande. Per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte. Solo una risposta è corretta e, in caso di risposte errate o mancanti, non sarà attribuita alcuna penalità. Rispondendo correttamente a tutte le 31 domande, si consegnerà la lode.

Oltre alla prova d'esame finale, il percorso prevede attività di didattica interattiva sincrona e prove intermedie che consentono alle studentesse e agli studenti di monitorare il proprio apprendimento, attraverso momenti di verifica progressiva e consolidamento delle conoscenze.

La partecipazione alle attività di didattica interattiva sincrona consente di maturare una premialità fino a 2 punti sul voto finale, attribuiti in funzione della qualità della partecipazione alle attività e dell'esito delle prove.

Per accedere alle prove intermedie è necessario aver seguito almeno il 50% di ogni ora di didattica interattiva. Le prove intermedie possono consistere in un test di fine lezione o nella predisposizione di un elaborato. Le prove intermedie si considerano superate avendo risposto correttamente ad almeno l'80% delle domande di fine lezione.

In caso di prove intermedie che prevedano la redazione di un elaborato, il superamento delle stesse ai fini della premialità sarà giudicata dal docente titolare dell'insegnamento. I punti di premialità, previsti per le prove intermedie, sono sommati al voto finale d'esame solo se la prova d'esame è superata con un punteggio pari ad almeno 18/30 e possono contribuire al conseguimento della lode.

Le modalità d'esame descritte sono progettate per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di applicazione delle stesse e consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dalla studentessa e dallo studente. Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate anche attraverso le interazioni dirette che avranno luogo durante la fruizione dell'insegnamento.

## RECAPITI

/\*\*/

roberto.vergallo@unipegaso.it

claudio.tomazzoli@unipegaso.it

## OBBLIGO DI FREQUENZA

/\*\*/ A studentesse e studenti viene richiesto di partecipare ad almeno il 70% dell'attività di didattica erogativa (70% della TEL-DE).

## AGENDA

/\*\*/

Nella sezione Informazioni Appelli, nella home del corso, per ogni anno accademico vengono fornite le date degli appelli d'esame.

Le attività di didattica interattiva sincrona sono calendarizzate in piattaforma nella sezione Class.

Le attività di ricevimento di studenti e studentesse sono calendarizzate nella sezione Ricevimento Online.

## PROGRAMMA DIDATTICO: ELENCO VIDEOLEZIONI/MODULI

Ingegneria del software sostenibile Metriche Carbon Intensity Demand shifting e demand shaping I principi del green software Esperimenti di green computing Software Carbon Intensity Impact Framework Efficienza energetica dei linguaggi di programmazione Design pattern ed efficienza energetica Energy pattern per applicazioni mobili Carbon-aware data centers Red AI e Green AI Green data-centric AI Strategie di training AI carbon-aware Fine tuning, transfer learning e model distillation Tecniche di quantizzazione dei modelli AI Tecniche di pruning dei modelli AI Computing e impatto sulla salute umana Bias nei modelli LLM Metriche per la reingegnerizzazione sostenibile dei processi Reingegnerizzazione verde basata su LLM Green networking Critical raw material, obsolescenza programmata ed e-waste Green IoT Blockchain: impatto e alternative energy-efficient L'impatto del digitale sul regno animale Intervista a esperto di settore sugli standard di sostenibilità nell'informatica Intervista a esperto di settore su Web sostenibile Intervista a esperto di settore sul mercato dell'innovazione a impatto

## PREREQUISITI

E' consigliabile avere conoscenze di Fisica, Architettura dei Calcolatori, Programmazione e Cloud computing. Eventualmente utili le competenze in Intelligenza artificiale e Machine Learning. Gradite conoscenze di Economia.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione (Descrittore di Dublino 1 - A4. b.2)

Conoscenze di tecniche di valutazione degli impatti ambientali relativi allo svolgimento di attività civili e industriali (Ob. 1-2-3-4)

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (Descrittore di Dublino 2 - A4.b.2)

Capacità di applicare le conoscenze per realizzare e/o verificare progetti e/o interventi in materia di sicurezza e impatto ambientale relativi a impianti, strutture, infrastrutture e processi al fine di garantire un idoneo livello di sicurezza delle persone e dell'ambiente (Ob. 2-3) Capacità di applicare le conoscenze sulla gestione delle infrastrutture e dei sistemi industriali orientate al rispetto dei principi di sostenibilità (Ob. 1) Capacità di applicare la comprensione di processi complessi e di proporre strategie di reingegnerizzazione atte a favorire un'ottimizzazione degli stessi (Ob. 4)

Autonomia di giudizio (Descrittore di Dublino 3 - A4.c)

Capacità di analisi delle complessità per la mitigazione dei rischi e una riformulazione sostenibile di processi e sistemi (Ob. 1-4) Capacità di integrare conoscenze tecniche, ambientali e gestionali per prendere decisioni autonome in contesti complessi (ob. 2-3-4)

Abilità comunicative (Descrittore di Dublino 4 - A4.c)

Capacità di dialogare efficacemente con professionisti di diversi settori, esprimendo concetti tecnici con precisione e adattando il linguaggio al livello di competenza dell'interlocutore (Ob. 1-2-3-4) Capacità di presentare analisi e redigere rapporti tecnici in modo accurato per garantire una corretta comprensione e utilizzo delle informazioni (Ob. 2-3-4)

Capacità di apprendere (Descrittore di Dublino 5 - A4.c)

Capacità di apprendere ed utilizzare tecniche di monitoraggio per l'analisi dei rischi e la minimizzazione degli impatti ambientali (Ob. 1-3-4)