

<b>Università</b>	Università degli Studi di MILANO
<b>Classe</b>	LM-79 R - Scienze geofisiche
<b>Nome del corso in italiano</b>	Geofisica <i>modifica di: Geofisica (1415542.)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Geophysics
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	F8B-0
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	23/10/2024
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	12/11/2024
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	27/11/2020 -
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	10/12/2021
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="https://geophysics.cdl.unimi.it/en/">https://geophysics.cdl.unimi.it/en/</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Scienze della Terra 'Ardito Desio'
<b>Altri dipartimenti</b>	Fisica "Aldo Pontremoli"
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	24 - max 24 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-79 R Scienze geofisiche**

#### **a) Obiettivi culturali della classe**

I corsi della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati specialisti nelle Scienze Geofisiche con approfondite conoscenze dei processi che coinvolgono il pianeta Terra, in grado di inserirsi nel mondo del lavoro in posizioni di responsabilità. In particolare, le laureate e i laureati nei corsi della classe devono: - possedere un'approfondita preparazione scientifica nelle discipline delle Scienze della Terra e della Fisica sia negli aspetti teorici sia in quelli sperimentali e tecnico-applicativi; - possedere un'adeguata preparazione scientifica negli aspetti sperimentali e tecnico-applicativi delle discipline della Matematica e dell'Informatica; - avere capacità di elaborare, integrare ed interpretare dati acquisiti sul campo e/o in laboratorio mediante l'applicazione delle principali metodologie e tecniche geofisiche, sia attive sia passive, per la caratterizzazione del sottosuolo e la definizione di modelli concettuali e fisici, anche ai fini della prospezione, per l'utilizzo sostenibile di risorse materiali ed energetiche tradizionali e rinnovabili; - possedere una conoscenza approfondita dei metodi per l'analisi quantitativa e la modellazione fisico-matematica dei processi geofisici e ambientali a varia scala, anche ai fini delle previsioni meteorologiche e oceanografiche e delle simulazioni dell'evoluzione del clima; - possedere una conoscenza approfondita sulle metodologie per la valutazione della pericolosità naturale e ambientale anche finalizzata alla mitigazione dei rischi connessi.

#### **b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe**

I corsi della classe comprendono attività finalizzate all'acquisizione di: - conoscenze nelle discipline geologiche, fisiche, matematiche e informatiche; - conoscenze avanzate, teoriche e applicative, nelle discipline geofisiche, anche attraverso l'utilizzo di metodologie sperimentali di laboratorio e di campo basate su tecnologie digitali; - conoscenze avanzate delle tecniche di programmazione e modellazione, utili alla ricostruzione di modelli spazio-temporali del pianeta Terra e dei processi fisici che ne determinano l'evoluzione al suo interno, in atmosfera, idrosfera e criosfera; - conoscenze avanzate per la valutazione della pericolosità dei fenomeni naturali e ambientali quali terremoti, vulcani, maremoti, eventi meteorologici estremi; - conoscenze avanzate dei metodi geofisici di studio del clima e delle sue variazioni, dell'atmosfera, dell'inquinamento delle acque, del suolo e del sottosuolo; - conoscenze avanzate di geofisica applicata all'ambiente, all'ingegneria civile, ai beni culturali, alle ricerche archeologiche e alla ricerca e valutazione delle risorse naturali.

#### **c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe**

Le laureate e i laureati nei corsi della classe devono essere in grado di: - dialogare efficacemente con esperti di altri settori, comprendendo le prerogative e le necessità degli ambiti in cui si troveranno ad operare, proponendo soluzioni efficaci; - mantenersi aggiornati sugli sviluppi delle scienze e tecnologie; - comunicare efficacemente i risultati delle analisi condotte, in forma scritta e orale.

#### **d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe**

Le laureate e i laureati magistrali potranno trovare occupazione, come lavoratori dipendenti o liberi professionisti, con ruoli di elevata responsabilità nel settore industriale, in enti pubblici e privati, fondazioni, società di servizi e di consulenza. In particolare potranno trovare occupazione nei campi della caratterizzazione geofisica del sottosuolo, dell'atmosfera e dell'idrosfera, della climatologia, della meteorologia, della glaciologia e dell'oceanografia, nelle attività di valutazione della pericolosità da attività sismica, vulcanica, da eventi meteorologici, climatici e da attività antropiche e nelle applicazioni della geofisica ai beni culturali, all'ingegneria civile, alla ricerca e uso sostenibile di risorse naturali, anche rinnovabili.

#### **e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe**

Oltre l'italiano, le laureate e i laureati nei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare fluentemente almeno una lingua straniera, in forma scritta e orale, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

#### **f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe**

L'ammissione ai corsi della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano un'adeguata padronanza di nozioni e strumenti di base nelle discipline fisiche, matematiche, informatiche, geofisiche e geologiche, come conoscenze fondamentali delle discipline caratterizzanti della presente classe.

#### **g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe**

La prova finale deve comprendere un'attività di progettazione o di ricerca, svolta anche presso enti o aziende pubbliche o private, che dimostri la padronanza degli argomenti e degli strumenti propri delle Scienze Geofisiche, nonché la capacità di operare in modo autonomo.

#### **h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe**

I corsi della classe devono prevedere un congruo numero di CFU in attività sul campo e/o laboratorio, dedicate in particolare all'acquisizione, sperimentazione, elaborazione ed interpretazione dei dati nonché all'uso delle moderne tecnologie digitali.

#### **i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe**

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero e in ambito sia pubblico sia privato, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende, studi professionali e amministrazioni.

### **Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni**

La consultazione delle organizzazioni rappresentative si è svolta il giorno 27 novembre 2020 e ha coinvolto 30 partecipanti, in rappresentanza di:

- imprese di piccole, medie e grandi dimensioni (Assolombarda, Thales Alenia Space Italia SpA, ENI SpA, Schlumberger Italiana SpA, SAIPEM SpA, Arianet srl, ANAS Lombardia SpA, Ideam-Meteo Expert, 3BMeteo srl, PASI srl, Codevintec Italiana srl, Centro Epson Meteo, Aarhus geofisica srl),
- amministrazioni regionali (Regione Lombardia, Regione Emilia-Romagna)
- enti pubblici regionali, nazionali e internazionali (European Space Agency, ASI, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, CNR-IGAG, Ordine dei geologi della Lombardia, ARPA Lombardia, Centro Geofisico Prealpino).

Sono stati raccolti anche 12 pareri scritti, tra i quali anche quello del JRC-Ispira.

Tutti i partecipanti hanno espresso parere favorevole all'iniziativa e hanno riconosciuto come la figura professionale che la laurea magistrale intende formare risponde sicuramente ad esigenze di mercato ed è necessaria, in particolare nell'ambito di imprese medio-grandi, enti tecnici e società di servizi. Sulla base della prima bozza di proposta presentata, tutti gli intervenuti hanno fornito indicazioni che sono state considerate con estrema attenzione e largamente recepite.

Vengono qui richiamate le principali osservazioni e le relative azioni introdotte nella progettazione del CdS.

- Erogare il corso di studi, o almeno molti insegnamenti, in lingua inglese, poiché il contesto in cui operano le aziende e gli enti, anche quelli più radicati sul territorio italiano o addirittura lombardo, richiede una capacità di affrontare colloqui tecnico-scientifici, lettura e scrittura di articoli e report in inglese.

Azioni: è stato deciso di erogare il corso in lingua inglese.

- Fornire gli strumenti per poter trattare grandi quantità di dati, con particolare attenzione alla qualità dei dati ed alla loro interpretazione ed integrazione.

Azioni: questi argomenti, già inizialmente previsti in alcune delle attività affini ed integrative, sono meglio esplicitati nei titoli di alcuni insegnamenti ed entrano in modo più diretto nei relativi programmi.

- Dare centralità all'approccio modellistico, che premette uno studio approfondito dei fenomeni fisici interessati, e strettamente legato ad un utilizzo corretto dei dati.

Azioni: questi argomenti costituiscono il nucleo centrale della maggioranza degli insegnamenti previsti tra le attività affini ed integrative.

- Curare la formazione riguardante la comunicazione dei risultati tecnico-scientifici, a diversi livelli e in relazione a platee diverse.

Azioni: molti insegnamenti prevedono attività autonome da parte degli studenti, al termine delle quali è prevista la presentazione dei risultati da parte degli studenti, con diverse modalità, sia tradizionali (relazioni scritte, presentazioni orali), sia multimediali.

- Considerare le problematiche specifiche per uno sbocco nella libera professione e soprattutto per il superamento dell'esame di stato per geologo, ai sensi del DPR 05/06/2001 n.328.

Azioni: questo aspetto è stato esplicitato meglio nella proposta, fornendo indicazioni più puntuali sulla necessità di completare la preparazione accademica per superare l'esame di stato con attività di tirocinio presso studi professionali. A questo riguardo, si segnala la necessità di seguire con particolare attenzione l'applicazione della Legge 8 novembre 2021, n. 163 "Disposizioni in materia di titoli universitari abilitanti" (GU n.276 del 19/11/2021).

Il comitato di indirizzo, costituito a seguito della approvazione della istituzione del corso di studio, prevede la partecipazione di alcuni dei portatori di interesse, in modo che sia garantita la rappresentanza di aziende e imprese di diversa dimensione (PMI, grandi imprese), di enti che si occupino di ambiente e territorio a diverse scale (regionale, nazionale, internazionale) e di enti di ricerca.

Il verbale della consultazione con le organizzazioni e le lettere di sostegno sono reperibili al seguente link: [https://unimi2013-my.sharepoint.com/:f/g/personal/mauro\\_giudici\\_unimi\\_it/EnQmWkO2dmBLmtwossVnHwMBov5x2avbUsmyKyzHbd-5cQ?e=mmf8Nb](https://unimi2013-my.sharepoint.com/:f/g/personal/mauro_giudici_unimi_it/EnQmWkO2dmBLmtwossVnHwMBov5x2avbUsmyKyzHbd-5cQ?e=mmf8Nb)

## **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Obiettivo specifico della laurea magistrale in Geophysics è quello di formare dottori magistrali che sappiano svolgere attività di sviluppo e applicazione di modelli matematici e numerici dei sistemi e dei processi geofisici e ambientali che coinvolgono atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera e interno della Terra e che sappiano progettare e svolgere attività di osservazione ed esplorazione geofisica del pianeta Terra a diverse scale, con particolare riferimento alle indagini geofisiche applicate all'ambiente, ai beni culturali, all'ingegneria civile e infrastrutturale, alla ricerca e sfruttamento di risorse naturali.

Obiettivo della laurea magistrale in Geophysics è altresì quello di formare dottori magistrali in grado di svolgere, autonomamente o in gruppi di lavoro assieme a professionisti con altre specializzazioni, attività di analisi e progettazione per la mitigazione dei rischi naturali e ambientali, anche finalizzate all'intervento in fase di prevenzione e di emergenza, con particolare riguardo al rischio sismico e ai rischi associati agli eventi meteorologici estremi.

In questo quadro, la laurea magistrale si prefigge di fornire un'approfondita preparazione ad ampio spettro in geofisica, basata su una solida conoscenza di fisica e di scienze geologiche.

Ciò avviene attraverso attività caratterizzanti, che si articolano nelle discipline fisiche (12 cfu), nelle discipline geologiche (12 cfu, con ampia attività di terreno) e nelle discipline geofisiche (24 cfu), al fine di fornire conoscenze approfondite comuni. Queste attività forniscono allo studente un'adeguata padronanza del metodo scientifico di indagine, rafforzando le conoscenze acquisite nei corsi di studio di primo livello.

Queste attività caratterizzanti, soprattutto quelle nelle discipline fisiche e geologiche, rivestono un ruolo fondamentale anche perché costituiscono una fase di allineamento della preparazione degli studenti. Infatti, la laurea magistrale in Geophysics può essere frequentata da laureati con una formazione molto diversificata: laureati in fisica, geologia, ma anche in scienze ambientali, ingegneria o altri corsi di studio di area scientifica; laureati provenienti da diverse sedi universitarie e quindi con curricula studiorum differenziati, anche per corsi di studio all'interno della stessa classe di laurea; laureati provenienti da diversi paesi, non solo europei, ma anche di altri continenti. Per facilitare l'allineamento della preparazione degli studenti, le attività didattiche più tradizionali nelle discipline fisiche e geologiche sono affiancate da attività integrative tutoriali, dedicate a sotto-gruppi di studenti, se non addirittura "personalizzate".

Attraverso le attività affini integrative (18 cfu) e a libera scelta (12 cfu) lo studente può acquisire competenze più specifiche, in uno o più dei seguenti aspetti: geofisica della Terra solida (dinamica della litosfera e del mantello terrestre; sismologia); geofisica della Terra fluida (fisica dell'atmosfera; trasporto di contaminanti; circolazione idrica nel sottosuolo e nei mari); geofisica applicata (esplorazione e monitoraggio del sottosuolo, sia per la caratterizzazione di risorse energetiche, idriche, minerarie, del patrimonio culturale e ambientale, sia a supporto dell'analisi dei rischi naturali, ad esempio, sismico e idrogeologico).

Le attività affini e integrative includono esami di area ingegneristica (geomatica), di fisica dell'ambiente e su tematiche giuridiche e/o economico/gestionali. Includono anche esami di discipline geofisiche, ma con un taglio specificamente orientato allo sviluppo e utilizzo di modelli matematici dei processi geofisici e di metodi di analisi dei dati geofisici, anche con l'utilizzo delle più moderne tecniche di data mining e machine learning. Queste attività possono fornire ai dottori magistrali in Geophysics adeguate competenze digitali e di carattere generale nelle discipline STEM (sviluppo e applicazione delle tecniche di analisi ed interpretazione dei dati), ma anche competenze trasversali molto utili per l'occupabilità del dottore magistrale e per la sua capacità di adattarsi ad un mondo del lavoro in rapida e continua evoluzione.

Tra la attività formative a libera scelta, gli studenti possono trovare anche insegnamenti erogati, nell'ambito di apposite convenzioni, da personale di alta qualità tecnica e scientifica di enti e aziende esterne all'ambito universitario (ad esempio, ESA, ENI SpA, Meteo Operations Italia srl – Meteo Expert). Quindi questi insegnamenti forniscono anche una formazione più operativa in ambito professionale e possono includere: Spaceborne Earth Observation; Seismic imaging; Well logging; Introduction to dynamic and synoptic meteorology.

Tutti gli insegnamenti prevedono esercitazioni di laboratorio o sul terreno, per affiancare la formazione "teorica" con attività pratiche, soprattutto per la modellizzazione fisico-matematica dei fenomeni e l'elaborazione e interpretazione geofisica dei dati, anche attraverso lo sviluppo di software dedicato. Queste attività forniscono allo studente avanzate competenze operative sia nell'attività di laboratorio e di raccolta dati geofisici su campo sia nella modellizzazione fisico-matematica e nelle sue applicazioni. Queste attività sono anche orientate a favorire l'acquisizione di capacità trasversali, quali il pensiero critico e innovativo, le capacità di presentazione e comunicazione, le capacità organizzative e di affrontare un lavoro di gruppo, l'autodisciplina.

Lo studente completa la propria preparazione con lo svolgimento di un tirocinio (interno, ovvero presso laboratori dell'Ateneo, o esterno, presso enti esterni, tra i quali molti di quelli che hanno partecipato alla consultazione delle parti interessate), rivolto anche all'affinamento di abilità trasversali, e con la preparazione di una tesi di laurea magistrale che impegna lo studente a lavorare per almeno un semestre su un tema di ricerca, sia di base che applicata. Lo studente può svolgere parte delle attività didattiche, anche per la tesi di laurea magistrale, presso atenei e centri di ricerca stranieri, nell'ambito dei programmi di mobilità internazionale di studenti e docenti.

## **Descrizione sintetica delle attività affini e integrative**

Le attività affini e integrative includono esami di geomatica e/o statistica e di fisica dell'ambiente.

Includono inoltre esami su tematiche giuridiche e/o economico/gestionali, particolarmente dedicate a rafforzare conoscenze e competenze che potranno risultare utili per l'attività del dottore magistrale nel mondo del lavoro.

Includono infine esami di settori geofisici, ma con un taglio specificamente orientato allo sviluppo e utilizzo di modelli matematici e di metodi di analisi dei dati, anche con l'utilizzo delle più moderne tecniche di intelligenza artificiale e machine learning. Queste attività possono fornire al dottore magistrale in

Geophysics adeguate competenze digitali e di carattere generale nelle discipline STEM (sviluppo e applicazione delle tecniche di analisi ed interpretazione dei dati), ma anche competenze trasversali molto utili per l'occupabilità e per la capacità di adattarsi ad un mondo del lavoro in rapida e continua evoluzione.

## **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7).**

### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Il dottore magistrale in Geophysics ha un elevato livello di conoscenza e comprensione critica dei vari aspetti della geofisica e solide basi metodologiche per lo studio e l'analisi dei processi geofisici, che coinvolgono, spesso con interazioni complesse, i diversi comparti della Terra. Il dottore magistrale in Geophysics ha le conoscenze di base di geoscienze e le conoscenze fisiche, matematiche e informatiche per affrontare lo sviluppo e l'applicazione di metodologie di acquisizione ed elaborazione di dati e di modelli numerici di simulazione. Il dottore magistrale acquisisce perciò una capacità di aggiornare le proprie conoscenze e le proprie capacità, in modo tale da affrontare la propria attività professionale, in qualunque settore e con qualunque modalità si espletì, tenendo sempre presente le tematiche d'avanguardia della ricerca scientifica internazionale e sfruttando le metodologie e tecnologie più avanzate per affrontare i problemi posti dalla interazione del pianeta Terra con lo sviluppo della specie umana e della società.

Più nello specifico, attraverso la scelta di un opportuno piano degli studi, lo studente della laurea magistrale in Geophysics può acquisire conoscenze avanzate in uno o più dei seguenti campi:

- 1) Geofisica della Terra solida e sismologia (dinamica della litosfera e del mantello terrestre, terremoti);
- 2) Geofisica della Terra fluida (fisica dell'atmosfera; meteorologia; climatologia; fisica dell'idrosfera continentale e marina; fisica della criosfera);
- 3) Geofisica applicata (pianificazione ed esecuzione di campagne geofisiche; elaborazione dei dati; modellistica "in avanti"; inversione ed interpretazione).

Le conoscenze e le capacità di comprensione indicate precedentemente sono conseguite tramite la partecipazione alle lezioni, alle esercitazioni, allo studio individuale, come previsto nel Regolamento del corso di laurea.

L'accertamento delle conoscenze e capacità di comprensione avviene tramite esami, scritti e/o orali.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Il dottore magistrale in Geophysics è in grado di applicare le conoscenze acquisite in diverse direzioni.

Dal punto di vista delle tecniche di indagine e di analisi, egli è in grado di:

- 1) Progettare, realizzare e gestire stazioni e reti di monitoraggio del sistema Terra;
- 2) Progettare e realizzare campagne di misura sperimentale e di esplorazione della Terra;
- 3) Gestire ed elaborare grandi insiemi di dati attraverso tecniche matematiche e informatiche, specificatamente sviluppate per le geoscienze;
- 4) Sviluppare e applicare modelli numerici di simulazione con diverse finalità:
  - a. L'avanzamento delle conoscenze sui meccanismi fisici che regolano il "funzionamento" e l'evoluzione del pianeta Terra;
  - b. L'interpretazione, anche con soluzione di problemi inversi, dei dati osservativi e sperimentali;
  - c. La previsione dell'evoluzione futura del pianeta Terra, a diverse scale spaziali e temporali, anche con l'obiettivo ultimo di contribuire alla gestione sostenibile delle risorse naturali e alla mitigazione dei rischi naturali e antropici.

Dal punto di vista delle possibili applicazioni, il dottore magistrale in Geophysics è in grado di fornire un contributo di alta qualità scientifica e tecnica in diversi settori, riguardanti, ad esempio:

- 1) Le risorse naturali (idriche, energetiche, minerarie,...);
- 2) I rischi naturali (sismico, idro-meteorologico, subsidenza,...);
- 3) La qualità dell'ambiente (aria, acqua e suolo);
- 4) Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle attività umane, sulle risorse naturali e sui rischi naturali e artificiali.

Le capacità di applicare conoscenza e comprensione indicate precedentemente sono conseguite tramite la partecipazione alle lezioni degli insegnamenti curricolari, in particolare nell'ambito delle esercitazioni, anche con attività in laboratori sperimentali o di calcolo e in campo, delle attività autonome degli studenti e nel corso del tirocinio e della preparazione della tesi di Laurea magistrale.

L'accertamento dell'acquisizione di queste capacità avviene attraverso gli esami orali e/o scritti, nei quali lo studente deve dimostrare la padronanza di strumenti e metodologie e delle loro applicazioni. Per molti insegnamenti, le prove d'esame prevedono modalità di valutazione di questa capacità ancora più approfondite, ad esempio, attraverso la redazione di relazioni scritte, o altre forme di comunicazione anche multimediale, riferite a progetti svolti dagli studenti, anche con un certo grado di autonomia.

Un accertamento complessivo delle capacità di applicare quanto appreso nei diversi insegnamenti avviene con la preparazione e la stesura della tesi di Laurea, relativa ad una attività di ricerca originale di carattere teorico o sperimentale rivolta alla soluzione di un problema fisico e svolta in autonomia presso gruppi di ricerca.

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

Nel corso di laurea magistrale lo studente è guidato in ogni attività formativa ad acquisire una forte autonomia di giudizio, che lo renda capace di:

- 1) Analizzare un problema (sia teorico che applicativo), anche attraverso ricerche bibliografiche per esaminare lo stato di avanzamento della ricerca scientifica e delle tecnologie disponibili;
- 2) Focalizzare i punti chiave per affrontare la soluzione di un problema tecnico-scientifico, alla luce delle conoscenze, delle metodologie e delle tecnologie più avanzate;
- 3) Disegnare un percorso di lavoro efficace ed efficiente per la soluzione del problema, attraverso la progettazione, la realizzazione e la gestione di complessi piani di acquisizione e/o trattamento dati e/o di modellizzazione, tenendo conto anche degli eventuali aspetti normativi, economici e gestionali;
- 4) Lavorare in un gruppo di ricerca o in un laboratorio inter-disciplinare;
- 5) Organizzare il lavoro sia all'interno di un gruppo sia individualmente;
- 6) Esaminare i risultati complessivi di una indagine geofisica e valutarne eventuali criticità.

Il grado di raggiungimento di autonomia di giudizio da parte dello studente viene valutato attraverso:

- 1) Prove di esame dei singoli insegnamenti, soprattutto attraverso la valutazione della partecipazione attiva dello studente alle esercitazioni e alle altre attività autonome degli studenti, integrate in tutti gli insegnamenti, momenti di discussione, ai risultati del proprio studio e lavoro autonomo;
- 2) La valutazione del grado di autonomia acquisita dallo studente nel corso del lavoro svolto nell'ambito del tirocinio formativo e della preparazione della tesi di laurea magistrale.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

Nel corso di laurea magistrale lo studente è guidato ad acquisire buone capacità di comunicazione di risultati della ricerca scientifica e di studi tecnico-scientifici. Questo obiettivo viene raggiunto attraverso specifiche attività formative nell'ambito del tirocinio, della tesi di laurea magistrale e delle esercitazioni e delle attività autonome degli studenti integrate in tutti gli insegnamenti del corso di studi.

In particolare, gli studenti sono chiamati ad utilizzare diversi sistemi di comunicazione tecnico-scientifica, rivolti a diverse tipologie di pubblico:

- 1) Comunicazione scritta tradizionale (relazioni tecnico-scientifiche, articoli, ecc.);
- 2) Comunicazione orale;
- 3) Comunicazione multimediale (audio/video);
- 4) Comunicazione sui mezzi di comunicazione digitali (blog, siti web, social network, ecc.).

Queste abilità comunicative riguardano:

- 1) La capacità di esporre un problema scientifico o pratico e delle sue modalità di soluzione con appropriato rigore scientifico;
- 2) La capacità di comunicare i risultati della ricerca scientifica e del proprio lavoro, in modo scientificamente corretto, sia a potenziali portatori di interesse

sia ad un vasto pubblico.

Il grado di raggiungimento delle abilità comunicative da parte dello studente è valutato attraverso:

- 1) La valutazione di relazioni, presentazioni orali o multimediali preparate dallo studente per i singoli insegnamenti, sia nel corso di esercitazioni e attività di laboratorio o sul campo, sia a seguito di approfondimenti autonomi dello studente su argomenti trattati a lezione;
- 2) La valutazione della presentazione del lavoro svolto nell'ambito del tirocinio formativo e della preparazione della tesi di laurea magistrale.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Tutte le attività formative del corso di laurea magistrale in Geophysics guidano lo studente nell'acquisizione di capacità di apprendimento che lo rendano in grado di mantenere aggiornate le proprie conoscenze e le proprie competenze e abilità, anche una volta entrato nel mondo del lavoro. La struttura della laurea magistrale in Geophysics è disegnata secondo uno schema pedagogico, orientato alla impostazione e soluzione dei problemi, che consenta allo studente di acquisire competenze e capacità che possano essere utilizzate sia in contesti lavorativi molto differenti (libera professione, settore pubblico, aziende e imprese, ecc.) sia in attività diverse da quelle strettamente geofisiche. Questo si realizza proprio attraverso una particolare cura nella crescita della capacità di apprendimento dello studente durante il corso di studio.

Il grado di raggiungimento delle capacità di apprendimento da parte dello studente è valutato sia attraverso le prove d'esame dei singoli insegnamenti, sia attraverso la prova finale.

### **Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Per accedere al corso di laurea magistrale in Geophysics è richiesto il possesso di requisiti curriculari relativamente alla Classe della laurea triennale, alle competenze e conoscenze acquisite in specifici settori scientifico-disciplinari, nonché il possesso di una adeguata preparazione personale.

Le discipline matematiche, fisiche e informatiche costituiscono il substrato metodologico utilizzato in ambito geofisico. Adeguate conoscenze relative a tali discipline sono erogate in molti corsi di studio universitari di primo livello in ambito scientifico e ingegneristico.

Pertanto, per accedere al corso di laurea magistrale Geophysics, lo studente deve essere in possesso di una laurea di ambito scientifico o ingegneristico, con ordinamento disciplinato dal DM 270/04 o DM 509/99, o di altro titolo conseguito all'estero riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente, che soddisfi i seguenti requisiti curriculari minimi:

almeno 60 CFU complessivi nei seguenti settori scientifico-disciplinari: FIS/01-08 (fisica); MAT/01-09 (matematica); SECS-S/01-02 (statistica); INF/01 (informatica); ING-INF/01-05, 07 (ingegneria dell'informazione); CHIM/01-07, 12 (chimica); GEO/01-12 (geoscienze); ICAR/01-03, 06-09 (ingegneria civile); ING-IND/01-07, 09-12, 18-20, 28-30 (ingegneria industriale);

di cui almeno

- 15 CFU in settori scientifico-disciplinari degli ambiti fisico e delle geoscienze (FIS/01-08; GEO/01-12);

- 15 CFU in settori scientifico disciplinari dell'ambito matematico, statistico e informatico (MAT/01-09 e SECS-S/01-02; INF/01 e ING-INF/05).

I criteri sopra riportati sono soddisfatti dai laureati nei corsi di laurea della classe L-30 – Scienze e tecnologie fisiche e in molti corsi di laurea della classe L-34 – Scienze geologiche.

Per i candidati in possesso di un titolo italiano con ordinamento diverso da quelli disciplinati dai DM 270/04 e DM 509/99 o in possesso di titolo conseguito all'estero, la verifica dei requisiti minimi curriculari è svolta secondo quanto previsto dal Regolamento didattico del corso di studio.

Lo studente deve inoltre avere un adeguato grado di conoscenza della lingua inglese, confrontabile con il livello B2 del Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER).

Per tutte le categorie di candidati l'adeguata preparazione personale degli studenti e la capacità di comunicare efficacemente in lingua inglese sono elementi determinanti per l'ammissione e sono verificate con le modalità previste dettagliatamente dal Regolamento didattico del corso.

### **Caratteristiche della prova finale (DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

La prova finale consiste nello svolgimento di un'attività di ricerca, nella consegna di un elaborato scritto (tesi di laurea magistrale), e nella presentazione e discussione del lavoro svolto in seduta pubblica.

La tesi di laurea magistrale viene scritta, presentata e discussa in inglese, coerentemente con l'erogazione del corso di studi in lingua inglese.

La tesi di laurea magistrale, elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore, docente del corso di laurea magistrale, deve apportare un contributo originale alla ricerca scientifica, teorica o applicata. La designazione di uno o più correlatori è disciplinata dal Regolamento didattico del corso.

L'attività di ricerca svolta nel corso della preparazione della tesi di laurea magistrale contribuisce alla formazione dello studente, consolidando e completando le conoscenze acquisite durante il corso degli studi, soprattutto nello sviluppo della autonomia di lavoro e di giudizio dello studente, nonché della sua capacità critica e delle sue abilità comunicative e di apprendimento.

### **Comunicazioni dell'ateneo al CUN**

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
<b>Specialista nello studio e nella modellizzazione dei processi geofisici e nella acquisizione e analisi di dati geofisici</b>
<p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b></p> <p>La funzione del dottore magistrale in Geophysics in un contesto lavorativo riguarda l'analisi e la soluzione di problemi di carattere geofisico lato sensu, nonché la ricerca scientifica e gli studi applicativi sugli aspetti geofisici riguardanti il sistema Terra. Tale funzione può espletarsi sia come dipendente all'interno dei ruoli tecnici, anche di elevato livello professionale e dirigenziale, di soggetti pubblici e privati, sia come libero professionista.</p> <p>I dottori magistrali in Geophysics possono infatti esercitare attività di sviluppo e applicazione di modelli matematici e numerici dei sistemi e dei processi geofisici e ambientali che coinvolgono atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera e interno della Terra e possono progettare e svolgere attività di osservazione ed esplorazione geofisica del pianeta Terra a diverse scale, con particolare riferimento alle indagini geofisiche con svariati ambiti applicativi.</p> <p>Gli obiettivi finali, sia in ambito pubblico che privato, possono essere molteplici e includono, a titolo esemplificativo: la produzione di dati elaborati a partire da dati grezzi, questi ultimi ottenuti direttamente dalla strumentazione geofisica relativa alle diverse componenti del sistema Terra e a diverse scale spaziali e temporali; l'elaborazione, attraverso modelli "in avanti", di previsioni dell'evoluzione nel tempo e nello spazio di processi che riguardino diverse componenti del sistema Terra.</p> <p>I dottori magistrali in Geophysics possono inoltre svolgere, autonomamente o in gruppi di lavoro, attività per la mitigazione dei rischi naturali e ambientali, soprattutto in relazione alla pericolosità legata alla sismicità, agli eventi meteorologici estremi, alla contaminazione ambientale. In particolare, possono condividere le proprie competenze con professionisti che abbiano una diversa formazione, come ingegneri, geologi, informatici, al fine di ottimizzare e armonizzare le attività che riguardano le tematiche ambientali, i rischi naturali, la gestione di risorse naturali e quella del territorio, sia nel settore privato sia in quello pubblico. Una figura di questo tipo è particolarmente utile, in quanto può fungere anche da collegamento tra aziende, enti o uffici pubblici con i portatori di interessi (stakeholders) o i decisori politici (decision makers).</p> <p>L'affinamento delle abilità trasversali (transversal skills), quali le capacità di risolvere problemi (problem solving), lavorare in gruppo (team work), programmare codici di calcolo (coding), qualifica i dottori magistrali in Geophysics anche in vista di sbocchi professionali non strettamente legati alla geofisica.</p> <p>Infine, le competenze acquisite in ambito applicativo, operativo e gestionale, unite alla preparazione generale sulle tematiche centrali alla classe di laurea magistrale, possono consentire ai dottori magistrali in Geophysics anche l'assunzione di funzioni di responsabilità e di coordinamento sia nell'amministrazione pubblica che nel privato.</p>
<p><b>competenze associate alla funzione:</b></p> <p>I dottori magistrali in Geophysics sono in grado di utilizzare le più avanzate metodologie per esaminare e descrivere, con estremo rigore scientifico, i fenomeni e i processi fisici che modificano il territorio, in un sistema fortemente integrato tra i comparti della Terra solida, dell'idrosfera, della criosfera e dell'atmosfera. Essi sono in grado di sviluppare la formulazione fisico-matematica dei fenomeni e di implementare tale formulazione in codici di calcolo, attraverso i più efficienti ed avanzati linguaggi di programmazione e sistemi di calcolo ed elaborazione dati. Pertanto, sono in grado di sviluppare una modellistica "in avanti" che permetta di prevedere l'evoluzione e gli effetti sull'ambiente di tali fenomeni, sia a scala globale che alla scala locale, al fine di minimizzare gli eventuali impatti negativi sulla popolazione e sulla società. Nel contempo, i dottori magistrali in Geophysics sono in grado di misurare, mediante le tecniche più sofisticate, i dati osservativi che fanno riferimento alle diverse parti della Terra, al fine sia di monitorarne le modifiche sia di validare il software e gli algoritmi modellistici sviluppati.</p> <p>Le competenze dei dottori magistrali in Geophysics si possono quindi rivolgere ad un ampio spettro di tematiche ambientali, legate al controllo del territorio, al rischio sismico, agli altri rischi naturali, alla gestione di risorse naturali e all'esplorazione geofisica. Tali competenze possono includere anche l'implementazione di algoritmi e codici di calcolo, sviluppati dagli stessi dottori magistrali in autonomia o con la collaborazione di altri professionisti. I dottori magistrali in Geophysics hanno quindi il completo controllo dei risultati del software sviluppato o applicato e ciò li rende fortemente competitivi nel mercato del lavoro, che oggi richiede importanti competenze sia nel campo dello sviluppo di software sia nel trattamento di grandi quantità di dati. I dottori magistrali in Geophysics portano nelle professioni riguardanti il controllo del territorio nuove competenze con una forte base tecnologico-algoritmica, rinnovando e spingendo alla odierna frontiera tecnologica le metodologie per il controllo delle diverse componenti della Terra e del territorio.</p>
<p><b>sbocchi occupazionali:</b></p> <p>Il dottore magistrale può trovare diversi sbocchi professionali immediati: ruoli tecnici presso enti o istituzioni che si occupino esplicitamente di geofisica (ad esempio, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, che conta oltre 1000 unità di personale, circa metà delle quali nei ruoli di ricercatori o tecnologi con contratto di lavoro a tempo indeterminato, e l'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale) e/o di tematiche ambientali, di rischi naturali, di gestione di risorse naturali; posizioni per lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo o di attività tecnico-scientifica in società operanti nei settori della esplorazione geofisica, della protezione dell'ambiente, della meteorologia, dello sviluppo di strumentazione e di software di modellizzazione geofisica e data mining. Il dottore magistrale può svolgere attività di consulenza professionale nei medesimi ambiti e sostenere l'esame di stato per "geologo" (Sezione A dell'albo professionale dell'ordine dei geologi, ai sensi del DPR 05/06/2001, n. 328), per il cui superamento sarà necessario un percorso formativo mirato, attraverso una opportuna selezione degli insegnamenti a scelta libera e attività, anche post-laurea, come tirocinante in studi professionali. Come già richiamato in precedenza, occorrerà seguire con particolare attenzione l'applicazione della Legge 8 novembre 2021, n. 163 "Disposizioni in materia di titoli universitari abilitanti" (GU n.276 del 19/11/2021), che potrebbe introdurre importanti novità su questo aspetto specifico.</p> <p>Il dottore magistrale in Geophysics può anche proseguire gli studi in corsi di dottorato, sia in Italia che all'estero, per avviarsi ad una carriera internazionale nell'ambito accademico, negli enti di ricerca o nei servizi geologici, oppure per intraprendere una carriera nei ruoli tecnico-scientifici di alto livello, anche con responsabilità di progetti, laboratori e strutture, in enti, istituzioni e imprese.</p> <p>Grazie alla formazione flessibile e tecnologica basata sulle più avanzate metodologie di acquisizione dati e di sviluppo software, la professionalità del dottore magistrale in Geophysics può esplicarsi anche in campi più vasti, oltre a quelli relativi alle diverse componenti del sistema Terra a cui il corso di studi è dedicato, con la possibilità di svolgere anche un ruolo dirigenziale.</p> <p>Infine, le competenze acquisite nelle materie matematiche, fisiche e delle scienze in generale, consentono al laureato magistrale di accedere ai percorsi di formazione per l'insegnamento in Italia nelle scuole secondarie di primo grado nelle classi A-28 (Matematica e scienze) e di secondo grado nelle classi A-20 (Fisica) e A-50 (Scienze naturali, chimiche e biologiche). Tale opportunità è subordinata al fatto che lo studente abbia acquisito, nel corso della sua carriera di studi universitari, i CFU minimi richiesti in opportuni settori scientifico disciplinari (si veda la Tabella A allegata al DPR 14 febbraio 2016, n. 19) e 24 CFU nelle discipline antropo-psico-pedagogiche e nelle metodologie e tecnologie didattiche, specificatamente attinenti alla classe per cui si intende presentare domanda di accesso, conformemente alla normativa vigente (D.Lgs. 13 aprile 2017, n. 59).</p>
<b>Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geologi - (2.1.1.6.1)</li> <li>• Idrologi - (2.1.1.6.5)</li> <li>• Geofisici - (2.1.1.6.3)</li> <li>• Meteorologi - (2.1.1.6.4)</li> </ul>

**Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.**

#### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline fisiche, matematiche e ingegneristiche	FIS/01 Fisica sperimentale FIS/02 Fisica teorica modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia FIS/04 Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 Astronomia e astrofisica FIS/07 Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina)	12	12	12
Discipline geologiche	GEO/02 Geologia stratigrafica e sedimentologica GEO/03 Geologia strutturale GEO/04 Geografia fisica e geomorfologia GEO/05 Geologia applicata GEO/06 Mineralogia GEO/07 Petrologia e petrografia GEO/08 Geochimica e vulcanologia GEO/09 Georisorse minerarie e applicazioni mineralogico-petrografiche per l'ambiente e i beni culturali	12	12	12
Discipline geofisiche	FIS/06 Fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre GEO/10 Geofisica della terra solida GEO/11 Geofisica applicata GEO/12 Oceanografia e fisica dell'atmosfera	24	24	18
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 48:</b>		-		

**Totale Attività Caratterizzanti**

48 - 48

#### Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	18	18	12

**Totale Attività Affini**

18 - 18

### Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale		33	33
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	0	0
	Tirocini formativi e di orientamento	6	9
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	0
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d			
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		0	0
Totale Altre Attività		51 - 57	

### Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	117 - 123

### Note attività affini (o Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe)

#### Note relative alle altre attività

Per le studentesse e gli studenti internazionali, è vivamente consigliata l'acquisizione di competenze in lingua italiana, necessarie agli sbocchi occupazionali e professionali, tra quelli previsti per il CdS, limitatamente al contesto nazionale italiano.

Purché coerente con gli obiettivi formativi e gli sbocchi professionali del percorso formativo, dunque, il conseguimento di 3 cfu di "conoscenze linguistiche aggiuntive" tramite l'accertamento di lingua italiana (Additional language skills: Italian) diviene una opzione facoltativa, per gli studenti internazionali, da abbinare al tirocinio di 6 cfu, in sostituzione del tirocinio di 9 cfu. Le studentesse e gli studenti internazionali potranno sostenere un test di posizionamento A2 e, in caso di non superamento, frequentare un corso di italiano A2 e superare il relativo test finale.

#### Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 28/11/2024