

# Course: Introduction to geostatistics

Prof. J. Jaime Gómez-Hernández

## Syllabus

<b>Anno Offerta/Year</b>	2024
<b>Periodicità/Frequency</b>	Una sola volta/ONCE
<b>Corso di Studio</b>	Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura/PhD programme in Civil Engineering and Architecture
<b>Regolamento Didattico</b>	Regolamento SDIA ver. 02.07.2012
<b>Tematica</b>	INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE E DEL TERRITORIO (INFR)/ Infrastructures and Environmental Engineering
<b>Insegnamento/Course</b>	Introduction to geostatistics
<b>Lecturer</b>	prof. J. Jaime Gómez-Hernández
<b>Sede/Location</b>	Campus Universitario/ University Campus
<b>Tipo attività Formativa/ Type of Training activity</b>	Insegnamenti avanzati erogati dai Corsi di Dottorato afferenti alla SDIA (ICD)/ Advanced courses provided by PhD programmes related to SDIA (ICD)
<b>CFU/Credits</b>	5 CFU
<b>Ore Attività Frontali/Hours in class lectures</b>	30 (1 CFU = 6 h frontali) (1 ECTS = 6 h in class lectures)

<b>Tipo Testo/ Text Type</b>	<b>Obbligatorio/ Compulsory</b>	<b>Italian</b>	<b>English</b>
----------------------------------	-------------------------------------	----------------	----------------

<b>Lingua insegnamento/Teaching Language</b>	Si/Yes	Inglese	English
<b>Contenuti/Contents</b>	Si/Yes	<p>Il corso si propone di introdurre i concetti di base e la teoria della Geostatistica, le sue principali applicazioni nella stima dei processi, la modellazione dell'incertezza e le simulazioni stocastiche.</p> <p>Il corso combina teoria e applicazione con l'analisi pratica di un caso di studio. I partecipanti verranno introdotti all'uso del pacchetto software open source SGeMS (Stanford geostatistical modelling software) che verrà usato durante le esercitazioni.</p>	<p>The course aims at introducing the basic and theoretical concepts of Geostatistics, its main applications in estimation processes, uncertainty modelling and stochastic simulations.</p> <p>The course combines theory and practice, with the hands-on analysis of a case study. The attendees will be introduced to the open-source geostatistical package SGeMS (Stanford geostatistical modelling software) that will be used during the practical exercises.</p>
<b>Testi di riferimento/Textbooks</b>	Si/Yes	<p>Recommended texts.</p> <p>In-depth texts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geostatistics for Environmental Scientists, 2nd Edition, Richard Webster, Margaret A. Oliver, Wiley Ed., ISBN: 978-0-470-02858-2, November 2007.</li> <li>2. Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications, Hans Wackernagel, ISBN: 978-3-662-05294-5, Springer, 2003.</li> </ol> <p>Ulteriore materiale didattico: copia delle slide</p>	<p>Recommended texts.</p> <p>In-depth texts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geostatistics for Environmental Scientists, 2nd Edition, Richard Webster, Margaret A. Oliver, Wiley Ed., ISBN: 978-0-470-02858-2, November 2007.</li> <li>2. Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications, Hans Wackernagel, ISBN: 978-3-662-05294-5, Springer, 2003.</li> </ol> <p>Further didactic material: copy of the slides</p>

<b>Obiettivi formativi/ Learning objectives</b>	Sì/Yes	<p><b>Conoscenze e capacità di comprensione:</b></p> <p>Dopo aver completato il corso, lo studente deve aver acquisito le nozioni fondamentali sulla geostatistica e le sue principali applicazioni.</p> <p><b>Competenze:</b></p> <p>Alla fine del corso lo studente deve essere in grado di implementare problemi di interpolazione spaziale e modellazione stocastica utilizzando i software SGeMS.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b></p> <p>Alla fine del corso, lo studente deve essere in grado di valutare la rilevanza della scelta degli iperparametri, e delle funzioni di covarianza e variogramma. Sarà in grado di appurare l'affidabilità del processo stocastico.</p> <p><b>Capacità comunicative:</b></p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b></p> <p>After completed the course, the student shall have gained insight into the geostatistical theory and main applications.</p> <p><b>Skills:</b></p> <p>At the end of the course the student shall be able to implement spatial interpolation problems and stochastic modelling using SGeMS.</p> <p><b>Autonomy of judgment:</b></p> <p>At the end of the course, the student shall be able to evaluate the relevance of the choice of the hyperparameters, the covariance and variogram function. He shall be able to assure the reliability of the stochastic process.</p> <p><b>Communication skills:</b></p>
-----------------------------------------------------	--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>Alla fine del corso lo studente acquisirà confidenza con la terminologia comune nell'ambito della geostatistica.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b></p> <p>Alla fine del corso, lo studente deve conoscere i concetti di base della geostatistica e dovrebbe essere in grado di applicare autonomamente i moduli del software SGeMS.</p>	<p>At the end of the course the student will be confident with the geostatistical terminology.</p> <p><b>Learning ability:</b></p> <p>At the end of the course, the student shall know the basic concepts of geostatistics and should be able to autonomously apply SGeMS software.</p>
<b>Prerequisiti/ Prerequisites</b>	No	È utile avere familiarità e dimestichezza con i computer. È utile avere conoscenze di algebra lineare.	It is helpful to have familiarity with computers. It is helpful a background in linear algebra.
<b>Metodi didattici/ Didactic methods</b>	Sì/Yes	<p>Il corso è organizzato in video-lezioni a distanza che lo studente potrà seguire da solo in un periodo di accessibilità di tre giorni. Ogni due/tre lezioni verranno svolte, insieme al Docente, esercitazioni e tutoraggio in presenza presso il Campus dell'Università degli Studi di Parma.</p> <p>La teoria del corso sarà illustrata mediante diapositive. Il computer sarà utilizzato per le esercitazioni pratiche.</p>	<p>The course is organized in remote video-lessons that the attendant can follow by alone in an accessibility period of three days. Every two/three lessons, practice sessions and tutoring held in presence at the Campus of the Parma University by the teacher will be carried out.</p> <p>The theory of the course will be illustrated by means of slides. Computer will be used for the practical exercises.</p>
<b>Altre informazioni/ Further information</b>	No	Frequenza obbligatoria. I partecipanti al corso sono tenuti a portare il proprio laptop per le esercitazioni pratiche (meglio con Windows).	Mandatory class attendance. Course attendees are required to bring their own laptop for the practical exercises (better running Windows).

<b>Modalità di verifica dell'apprendimento/ Learning verification mode</b>	Sì/Yes	<p><b>Spiegazione della procedura d'esame:</b> Report scritto su uno o più esercizi assegnati</p> <p><b>Criteri di valutazione:</b> La positiva valutazione finale verrà attribuita allo studente che durante il corso abbia seguito almeno il 70% delle lezioni teoriche e le esercitazioni pratiche e abbia raggiunto un'adeguata conoscenza dei contenuti del corso dimostrata dallo svolgimento degli esercizi assegnati.</p> <p><b>Valutazione:</b> esame superato/ non superato</p>	<p><b>Explanation of the test procedure:</b> Written report on one or more assigned exercises</p> <p><b>Evaluation criteria:</b> The positive final evaluation will be attributed to the student who has attended at least 70% of the theoretical and practical lessons and has reached a proper knowledge of the course contents demonstrated by solving the assigned exercises.</p> <p><b>Evaluation:</b> exam passed/exam failed</p>
<b>Programma esteso/ Extended program</b>	Sì/Yes	<p>SESSIONE 1 VIRTUALE. Introduzione. Richiami di statistica univariata e bivariata. Il perché della statistica spaziale. 4 ore.</p> <p>SESSIONE 2 VIRTUALE. Caratterizzazione della continuità spaziale. Il variogramma. Modelli di variogramma. 4 ore.</p> <p>SESSIONE 3 IN PRESENZA. Domande e risposte sulla sessione 1. Introduzione a SGeMS. Esercizio pratico sul calcolo delle statistiche di base e sulla modellazione del variogramma. 2 ore.</p> <p>SESSIONE 4 VIRTUALE. Modellazione della continuità spaziale. Il modello di funzione random. Stazionarietà ed ergodicità. Il modello di funzione multigaussiana. 2 ore.</p>	<p>SESSION 1 VIRTUAL. Introduction. Recall of univariate and bivariate statistics. The need of spatial statistics. 4 hours.</p> <p>SESSION 2 VIRTUAL. Characterization of spatial continuity. The variogram. Variogram models. 4 hours.</p> <p>SESSION 3 IN-PERSON. Q&amp;A on Session 1. Introduction to SGeMS. Hands-on exercise on basic statistics calculation and variogram modeling. 2 hours.</p> <p>SESSION 4 VIRTUAL. Modeling spatial continuity. The random function model. Stationarity and ergodicity. The multiGaussian random function model. 2 hours.</p>

		<p>SESSIONE 5 VIRTUALE. Stima. Kriging ordinario. Altre tipologie di kriging. 6 ore.</p> <p>SESSIONE 6 IN PRESENZA. Domande e risposte sulle sessioni 3 e 4. Esercizio pratico di stima. 3 ore.</p> <p>SESSIONE 7 VIRTUALE. Modellazione dell'incertezza locale. Kriging multigaussiano. Kriging indicatore. Modellazione dell'incertezza globale. 3 ore.</p> <p>SESSIONE 8 VIRTUALE. Simulazione stocastica. Campionamento da un modello di funzione random. Simulazione sequenziale. 3 ore.</p> <p>SESSIONE 9 IN PRESENZA. Domande e risposte sulle sessioni 6 e 7. Esercizio pratico di simulazione. 3 ore.</p>	<p>SESSION 5 VIRTUAL. Estimation. Ordinary kriging. Other flavors of kriging. 6 hours.</p> <p>SESSION 6 IN-PERSON. Q&amp;A on Sessions 3 and 4. Hands-on estimation exercise. 3 hours.</p> <p>SESSION 7 VIRTUAL. Modeling local uncertainty. MultiGaussian kriging. Indicator kriging. Modeling global uncertainty. 3 hours.</p> <p>SESSION 8 VIRTUAL. Stochastic simulation. Sampling from a random function model. Sequential simulation. 3 hours.</p> <p>SESSION 9 IN-PERSON. Q&amp;A on Sessions 6 and 7. Hands-on simulation exercise. 3 hours.</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------