



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

- UNESCO Chair on the Prevention and Sustainable Management of Geo-Hydrological Hazards, University of Florence, Italy

# Corso di formazione

## Prof. Lorenzo Borselli

Ph.D. Earth and Soil Scientist

Professor of Geotechnics and Applied Geology, Instituto de Geologia  
Universidad Autonoma de San Luis Potosì - Mexico

### Corso Generale impiego del software SSAP (Slope Stability Analysis Program) versione 4.9.9 - 2019, FREeware)

Programma di calcolo per l'analisi della stabilità dei pendii

<https://www.ssap.eu/>

Aula Arcetri  
Largo E. Fermi n.2 Firenze

9, 16, 23, 30 Ottobre  
2019 ore 9:00-17:00

# DOCENTE

Il corso sarà tenuto dal Dott. Geol. Lorenzo Borselli, sviluppatore del programma.

Il Dr. Geol. Lorenzo Borselli, Ph.d. è dal 2011 Full Professor di Geotecnica e Engineering Geology presso la Facoltà di Ingegneria, Università Autonoma di San Luis Potosí (UASLP); San Luis Potosí, Messico (già ricercatore CNR-IRPI e responsabile della sezione IRPI di Firenze, fino al luglio 2011).

Attualmente è Visiting Professor al Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, dove collabora con il Professor Nicola Casagli.

Pagina Web personale di Lorenzo Borselli: <http://www.lorenzo-borselli.eu>.

CV: <http://www.lorenzo-borselli.eu/LORENZO-BORSELLI-CV-IT.pdf>

# OBIETTIVI

Illustrare le basi teoriche e pratiche delle tecniche di verifica della stabilità dei pendii mediante i Metodi dell'Equilibrio Limite Avanzati (ALEM) facendo uso del nuovo software freeware SSAP 2010 versione 4.9.9-2019 ([www.ssap.eu](http://www.ssap.eu)).

SSAP2010 è un software freeware completo per la verifica della stabilità dei pendii naturali e artificiali o con elementi di rinforzo. È uno strumento che mette a disposizione degli Utenti un set di strumenti originali per effettuare in modo approfondito verifiche di stabilità utilizzando metodi di calcolo rigorosi e innovativi, sviluppati in maniera originale dall'autore, nella panoramica dei software per la verifica della stabilità dei pendii, come: Motore (sniff random Search) di generazione e ricerca delle superfici ( con minore Fattore di Sicurezza (Fs), caratterizzate da forma generica; modulo speciale per la gestione degli acquiferi: falde in pressione, piezometriche, falde sospese e acquicludi; mappe a colori del fattore di sicurezza locale ottenute con nuovo metodo ibrido integrato qFEM-LEM; moduli di gestione delle interazioni con strutture Palificate, tiranti, terre armate, gabbionate, ecc. Nel corso verrà data una panoramica completa di innovative strategie di analisi di stabilità dei pendii e di progettazione in alternativa alle tecniche classiche sviluppate e adottate nel secolo XX. Alcuni dei temi affrontati sono nuovi nel panorama geotecnico dei metodi di verifica della stabilità dei pendii. Una interfaccia Windows 10x e una serie di strumenti per l'assemblaggio del modello del pendio, per la visualizzazione grafica e il reporting completano il software.

<https://www.ssap.eu/>

# ARGOMENTI

- Tecniche e metodi di base per la verifica della stabilità dei Pendii
- Strategie innovative per la analisi della stabilità: comparazione con le strategie classiche accademiche
- Tecniche innovative di analisi e progettazione per il secolo XXI
- Installazione di SSAP2010
- Descrizione delle funzionalità del codice SSAP2010
- Esercitazioni con esempi pratici: costruzione modelli del pendio con superfici semplici e complesse e analisi verifica di stabilità dei pendii
- Applicazione di SSAP2010 in ammassi rocciosi fratturati e rocce tenere: uso del criterio di rottura Hoek et al. (2002,2006) + Barton & Bandis(1990).
- Inserimento e verifiche di stabilità con opere di sostegno (palificate, tiranti, terre rinforzate, gabbionate, reti in aderenza)
- Carichi esterni statici inclinati e con distribuzione trapezoidale
- Applicazione di SSAP a casi reali e confronto tra metodi di verifica di stabilità
- Mappe qFEM del fattore di sicurezza locale
- Verifiche di stabilità dei pendii alla luce delle NTC 2018
- Gestione pressioni neutre e acquiferi
- Verifiche in condizioni sismiche e Post-Sismiche (metodo pseudo-statico, metodo degli Spostamenti, verifica in condizioni di liquefazione totale e/parziale).
- Combinazioni di criteri di rottura (Mohr-coulomb, tresca, Hoek, Hoek+Barton, post-liquefazione)
- Modellazione condizioni drenate e non drenate e pericoli della modellazione in condizione non drenate.
- Modello geotecnico con alternanza di condizioni drenate e non drenate
- Back analysis e problemi applicativi della verifica secondo una superficie singola predefinita
- Verifica della capacità portante con SSAP (in pendio e Non) in condizioni di stratificazione e distribuzione di carichi complessa
- Un nuovo metodo LEM rigoroso (Borselli ,2016).
- Uso della documentazione ufficiale (Manuale di SSAP e dei video nel canale YOUTUBE)

## NOTA IMPORTANTE

È necessario dotarsi di un pc portatile (più prolunga per attacco) da utilizzare nelle applicazioni pratiche di uso del programma SSAP che potranno essere effettuate dai partecipanti in parallelo con il docente. Si consigliano pc portatili con sistema operativo Windows 7,8x,10 e processori 64bit. Il materiale didattico (programma di installazione ed esempi di applicazione utilizzati nel corso) verrà distribuito ai partecipanti mediante chiavi USB 2.0.

# I Parte: 9 Ottobre 2019

**Ore 8:30 - 9:00** - Registrazione partecipanti

**Ore 9:00 - 9:10** - Presentazione corso

**Ore 9:10 - 11:00** - Introduzione generale Cenni sulle tecniche e sui metodi di base per la verifica della stabilità:

- Le problematiche della verifica di stabilità dei pendii e il superamento delle Tecniche classiche di analisi e progettazione con i nuovi paradigmi e strumenti di lavoro;
- Definizione rigorosa del modello del pendio;
- Strategie innovative per la analisi della stabilità: comparazione con le strategie classiche accademiche.

**Ore 11:00 - 11:15** - Procedure di installazione di SSAP2010

**Ore 11:15 - 13:00** - Descrizione delle funzionalità del codice SSAP, per mezzo di esempi di applicazione pratici.

**Ore 13:00 - 15:00** - Pausa pranzo

**Ore 15:00 - 17:00** - Esercitazioni con esempi pratici: costruzione modelli del pendio con superfici semplici e complesse e analisi verifica di stabilità

# II Parte: 16 Ottobre 2019

**Ore 9:00 - 10:30** - Applicazione di SSAP2010 in ammassi rocciosi fratturati e rocce tenere: uso del criterio di rottura Hoek et al. 2002, 2006 e del criterio di Barton (Barton & Bandis (1990), con esempi di applicazione.

**Ore 10:30 - 11:30** - Le verifiche di stabilità dei pendii alla luce delle NTC 2018, con applicazioni pratiche

**Ore 11:30 - 13:00** - Verifiche di stabilità con opere di sostegno (palificate, tiranti) con esempi di applicazione

**Ore 13:00 - 15:00** - Pausa pranzo

**Ore 15:00 - 17:00** - verifiche di stabilità con opere di sostegno (Terre armate, gabbionate, Muri, reti in aderenza) con esempi di applicazione



# III Parte: 23 Ottobre 2019

**Ore 9:00 - 11:30** - Applicazione di SSAP a casi reali e confronto tra metodi di verifica di stabilità - (pendii naturali, artificiali e/o con opere di sostegno): mappe qFEM del fattore di sicurezza locale .

**Ore 11:30 - 13:00** - Criteri di rottura diversi (Mohr -Coulomb, Tresca, Hoek, Hoek +Barton) nella pratica:

- modellazione in presenza contemporanea di strati litoidi e terreni (combinazione di criteri di rottura);
- modellazione condizioni drenate e non drenate e pericoli della modellazione in condizione non drenate;
- modello geotecnico con alternanza di condizioni drenate e non drenate;
- stato di progetto in condizioni sismiche: condizioni a breve e lungo termine.

**Ore 13:00 - 15:00** - Pausa pranzo

**Ore 15:00 - 17:00** - Modellazione dei fenomeni di liquefazione in pendio e resistenza al taglio dei terreni in condizioni di post-liquefazione,( criterio rottura post-liquefazione)

# IV Parte: 30 Ottobre 2019

**Ore 9:00 – 10:30** - Acqua e pressioni neutre:

- modellazione in presenza di falda e gestione acquiferi in sovra-pressione e con moti di filtrazione;
- modellazione di arginature e sponde in condizione di pendio sommerso e di svaso rapido.

**Ore 10:30 – 12:00** - Verifiche su superfici predefinite: - back analysis e problemi applicativi della verifica secondo una superficie singola predefinita. Applicazione di SSAP su Frane attive:

**Ore 12:00 – 13:00** - Condizioni sismiche:

- metodo pseudo-statico e ricerca del  $K_c$  critico secondo Sarma (1973), generalizzato per tutti i metodi di calcolo rigorosi.;
- metodo degli spostamenti implementato in SSAP.

**Ore 13:00 – 15:00** - Pausa pranzo

**Ore 15:00 – 17:00** - Altri temi:

- forma delle superfici: i risultati di una nuova ricerca (con SSAP);
- carichi esterni statici inclinati e con distribuzione trapezoidale
- verifica della capacità portante con SSAP (in pendio) in condizioni di stratificazione e distribuzione di carichi complessa;
- un nuovo metodo LEM rigoroso (Borselli ,2016).