

Titolo della tesi: Modellazione FEM di interventi di stabilizzazione sulla rupe di Civita di Bagnoregio

Tipo di Laurea: Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sessione di Laurea: Maggio

Anno accademico: 2015/2016

Nome Candidato: Matteo Urbani

Matricola: 1234199

Relatore: Prof. Ing. Quintilio Napoleoni

SSD Relatore: ICAR/07

L'abitato di Civita di Bagnoregio è situato su un rilievo a 443 m.s.l.m. in una zona collinare del Lazio settentrionale in provincia di Viterbo. L'area è caratterizzata da un reticolo idrografico profondamente inciso, che ha isolato numerosi rilievi dai versanti piuttosto acclivi. L'antica rocca di età medioevale è collegata al più moderno abitato di Bagnoregio da una stretta sella morfologica i cui versanti sono interessati da frequenti movimenti franosi. Circondata dalle valli dei fossi di Lubriano e Torbido e dagli abitati di Vetriolo e Civitella d'Agliano a Sud e di Lubriano a Nord, Civita è compresa all'interno di un territorio estesamente interessato da fenomeni erosivi di tipo calanchivo. Le frane, che interessano la parte periferica dell'intero colle di Civita, hanno prodotto nel tempo una graduale riduzione della superficie del suo abitato a causa dei numerosi distacchi di roccia e di colate che si sono verificati lungo i versanti argillosi. Il dissesto, negli ultimi anni, sembra evolversi con notevole celerità e gli effetti più immediati di questa situazione sono rappresentati dalla continua riduzione della superficie dell'abitato di Civita, dalla presenza di grosse lesioni che interessano alcune abitazioni ubicate in prossimità del bordo della scarpata tufacea e da alcune depressioni imputabili al crollo di alcune cavità artificiali nel sottosuolo, oltre che a continui fenomeni franosi nella contrada Mercatello, punto strategico per l'accesso al colle di Civita. Negli anni, le condizioni di estrema precarietà che caratterizzano questo borgo e la necessità di salvaguardarne e valorizzarne le caratteristiche artistiche e paesaggistiche hanno spinto le istituzioni, con il supporto di ricercatori, professori, ingegneri e geologici a studiare e caratterizzare le formazioni litoidi, i fenomeni di instabilità e a trovare possibili soluzioni per arginare l'apparente inarrestabile declino, che ha portato, nel tempo, a definire Civita di Bagnoregio come la "Città che muore".

Nella prima parte del seguente lavoro, a partire da un inquadramento geomorfologico e geologico, realizzato attraverso una raccolta di indagini e studi eseguita negli anni ad opera di esperti ricercatori, attraverso il quale è stato possibile comprendere le dinamiche evolutive della rupe di Civita, si procede con il confronto e l'interpretazione delle numerose campagne di indagini geotecniche effettuate in tutta l'area circostante e all'interno dell'abitato di Civita negli ultimi

trent'anni, in modo da ottenere una caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e degli ammassi rocciosi rappresentativa.

Si realizza, inoltre, una raccolta di alcuni degli interventi realizzati negli ultimi anni sulle formazioni argillose e tufacee della rupe, per cercare di mitigare i fenomeni di instabilità, e di una serie di progetti proposti ma mai realizzati sulle medesime formazioni.

Prendendo ispirazione dalle tecniche di realizzazione e dai principi progettuali delle opere già realizzate e cercando di trovare una soluzione globale ai fenomeni di ribaltamento nella formazione tufacea sommitale, si propone una idea progettuale di stabilizzazione della formazione litoide.

Dalle informazioni sulla caratterizzazione geotecnica e sulle diverse opere progettuali, nella seconda parte della tesi, si procede con la modellazione agli elementi finiti degli interventi di stabilizzazione della scarpata tufacea sulla quale sorge l'abitato di Civita, la cui morfologia è stata ricostruita, con precisione, attraverso tecniche di rilievo Lidar. La modellazione ha l'obiettivo di verificare la stabilità dei pendii della rupe sia in condizioni naturali che con l'inserimento di interventi di stabilizzazione. Le sezioni sulle quali vengono eseguite le verifiche in condizioni naturali sono state distribuite lungo tutta l'estensione della rupe, in modo tale da fornire una riproduzione delle reali condizioni su tutti i fronti del colle. La modellazione degli interventi di stabilizzazione è stata eseguita sulle opere già realizzate e posizionate sul fronte Nord della rupe e sulla proposta di intervento, che va a interessare l'intera formazione tufacea.

La modellazione FEM è stata realizzata attraverso il software agli elementi finiti Midas GTS NX, che attraverso un interfaccia grafica innovativa e intuitiva permette di ricostruire bidimensionalmente e tridimensionalmente geometrie complesse quali quelle di un modello morfologico del terreno particolare come quello di Civita. La modellazione agli elementi finiti, oltre che determinare le potenziali superfici critiche, permette di avere una visione della funzionalità degli interventi inseriti nel modello, in quanto restituisce il coefficiente di sicurezza rappresentativo della stabilità del pendio e permette un confronto tra le diverse modalità di intervento, suggerendo la necessità di integrazioni o confermando la funzionalità delle opere.