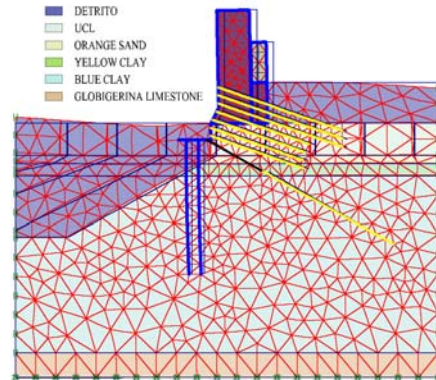
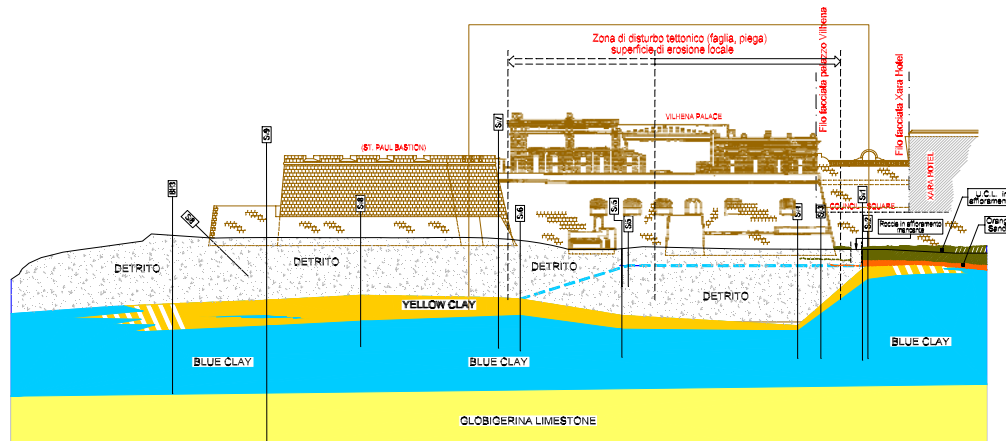


Committente	Republic of Malta – Ministry of the Environment Works Division Restoration Unit		
Lavoro	Studio delle condizioni di stabilità del palazzo Vilhena e dei fenomeni deformativi e relative cause che stanno coinvolgendo alcune parti del palazzo prospiciente la fortificazione perimetrale della città di M'Dina (Malta).		
Tipologia di lavoro	Programmazione delle indagini geognostiche in sito e installazione di una rete di monitoraggio geotecnico e strutturale sulle strutture interessate dai dissesti. Analisi geotecnica dei terreni di fondazione attraverso i test di laboratorio, le indagini geognostiche ed indagini storiografiche (case histories). Analisi mediante modellazione FEM (codice di calcolo PLAXIS) del progetto preliminare di consolidamento delle mura di fortificazione sottostanti Council Square.		
Incarico	Consulenza geotecnica propedeutica alla progettazione di interventi di consolidamento in fondazione e nelle strutture in elevazione.		
Data, periodo	2001 – Luglio 2003	Stato del lavoro	Terminato



Deformed Mesh
 Extreme total displacement: $12.69 \cdot 10^{-3}$ m
 (displacements scaled up 100.00 times)



Committente	Republic of Malta – Ministry of the Environment Works Division Restoration Unit
Lavoro	Studio delle condizioni di stabilità del palazzo Vilhena e dei fenomeni deformativi e relative cause che stanno coinvolgendo alcune parti del palazzo prospiciente la fortificazione perimetrale della città di M'Dina (Malta).

Descrizione sommaria:

L'analisi dei dissesti emergenti sulle architetture difensive sud-orientali di M'dina, antica capitale di Malta, ha motivato l'attivazione di una campagna di indagini geotecniche-conoscitiva, al fine di interpretare e monitorare l'aggravio dei fenomeni di instabilità in particolare dello storico Palazzo Vilhena e delle strutture murarie ad esso collegate. Negli ultimi anni, il quadro fessurativo ed il degrado in cui versano monumentali strutture murarie come il Bastione di San Paolo, Vilhena Palace, Council Square, e Xara Palace, hanno mostrato un sensibile progresso, fino a raggiungere una condizione di precarietà statica.

La campagna geognostica conoscitiva effettuata a partire dal luglio 2001 ha permesso una dettagliata ricostruzione della stratigrafia locale inquadrata perfettamente nella più generale geologia maltese del Plateau Iboneo; l'effettuazione di una serie di test di laboratorio ed indagini in situ ha permesso la caratterizzazione geo-meccanica delle formazioni locali affioranti, costituenti il terreno di fondazione delle architetture difensive orientali di M'dina. L'attivazione di una rete di monitoraggio geognostico (inclinometri e piezometri), e strutturale (fessurimetri potenziometrici, estensimetri a filo, ed inclinometri di parete), ha permesso di indagare l'evoluzione nel tempo dei principali cinematismi di instabilità.

Come inquadrato dallo stato di avanzamento delle indagini e del monitoraggio, la zona in cui le problematiche statiche divengono critiche appare l'area della Council Square (a nord del Vilhena Palace: presenza di una zona di debolezza tettonica) e delle connessioni murarie ad essa adiacenti. Il monitoraggio fessurimetrico, in tale area, ha messo in evidenza una stretta correlazione tra parametri ambientali esterni (piovosità, temperatura) e l'evoluzione annuale del quadro fessurativo, tale relazione è strettamente legata al comportamento ciclico contraente-rigonfiante delle Blue Clay maltesi (evoluzione della suzione matriciale dei terreni non saturi). L'interpretazione delle letture inclinometriche e le elaborazioni numeriche riguardanti la stabilità generale del versante, sia con i metodi dell'equilibrio limite (mediante codice di calcolo STABL5), sia con le elaborazioni agli elementi finiti (mediante codice di calcolo PLAXIS v.8), hanno escluso una problematica di stabilità globale del versante su cui insistono le architetture. Dalle compiute analisi effettuate è plausibile definire il problema come inquadrabile in un fenomeno di plasticizzazione localizzata del substrato plastico, al piede delle cinta murarie in esame: i fenomeni di instabilità della placca calcarea (Upper Coralline Limestone) su cui sorge M'dina (Malta) rientrano tra i cosiddetti "fenomeni di instabilità per ribaltamento secondario", in particolare "toppling and slumping of columnar rock by weathering of underlying material" causati da alterazioni che agiscono sul versante sottostante.

Sono state proposte in via preliminare alcune soluzioni in merito al consolidamento delle strutture di fondazione e della prima parte delle strutture in elevazione. La soluzione legittimata riguarda un'ipotesi progettuale per la messa in sicurezza delle strutture murarie sottostanti Council Square (come primo stralcio funzionale), intervento mediante la tecnologia di rinforzo attraverso inclusioni: nel caso specifico trattasi di pali di grande diametro, ancoraggi a trefoli in acciaio armonico, chiodature passive, ed iniezioni. L'efficacia dell'intervento proposto è stata saggiata attraverso elaborazione numerica agli elementi finiti (PLAXIS v.8), modellando i vari organi dell'intervento per mezzo degli elementi strutturali messi a disposizione dal codice di calcolo stesso. Al prototipo in tal modo generato sono state successivamente applicate due condizioni di carico: un battente idrostatico a tergo delle mura, ed un evento sismico (sollecitazione pseudo-dinamica) di seconda categoria, secondo quanto prescritto dalla normativa italiana. Il confronto tra gli stati deformativi emergenti dal modello sollecitato privo di intervento per la messa in sicurezza, e con l'inserimento delle opere, ha messo in luce:

- Nella prima condizione di carico (spinta idrostatica), una riduzione del 95% delle deformazioni indotte.
- Nella seconda condizione di carico (sollecitazione pseudo-dinamica), una riduzione del 80-85% delle deformazioni indotte.
- Stabilizzazione dei fenomeni di "bulging" dei paramenti murari.
- Omogeneizzazione del sistema terreno-struttura nei riguardi di azioni esterne ordinarie e non.