



NOTE SULLA STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO DEL PALAZZO REALE DI PALERMO

RENATO GIARRUSSO¹ - RUGGERO LONGO²

Between 2010 and 2015, the Royal Palace of Palermo was the subject of several scientific investigations, with diagnostic, archaeometric and archaeological purposes. Among the different outcomes, these surveys allowed us to acquire new data on stratigraphy of the subsoil in this area. In particular, recent observations and geological surveys allowed us to identify a heretofore unknown litho-stratigraphic unit attributable to the Middle Pleistocene of marine polymictic para-conglomerates and well-cemented calcarenites, which indeed constitutes the geological substratum of rock (paleo-soil) on which the Royal Palace is founded. The same material was quarried in situ and employed in the Hellenistic period (3rd century BC) for the strengthening of the defensive walls of the Punic era (5th century BC).



Keywords: **Norman Palermo, Royal Palace, tell, subsoil stratigraphy, Hellenistic walls, para-conglomerate calcarenite.**

INTRODUZIONE

Il Palazzo Reale di Palermo costituisce un palinsesto architettonico straordinario che ripercorre l'intera storia della città, dall'insediamento fenicio-punico fino ai nostri giorni³. L'eccezionale continuità d'uso dell'area in esame sin dall'antichità ha determinato una sovrapposizione di fasi architettoniche che contraddistinguono il monumento (fig. 1). Il rinvenimento al di sotto della Sala Montalto delle mura di epoca punica ed ellenistica della città⁴, fondate ad un'altitudine di ca. 29-30 m s.l.m., ha rivelato la quota altimetrica assoluta del paleosuolo nell'area del palazzo. Le relazioni tra il substrato geologico e le strutture di fondazione nelle altre aree del complesso monumentale rimangono tuttavia ignote. Pressoché ignoto è anche lo spessore reale del tell, lo strato di depositi antropici che in taluni casi innalza il piano di calpestio fino ad una quota massima di 43 m s.l.m.

Tra il 2010 e il 2015, l'area del Palazzo Reale è stata in più occasioni oggetto di investigazioni conoscitive con finalità diagnostiche, archeometriche e archeologiche⁵.

¹ Geolab S.r.l. Laboratorio di ricerca e sperimentazione sui materiali. Carini (PA), renatogiarrusso@hotmail.it

² Università della Tuscia. longorughi@gmail.com

³ CALANDRA 1991; ANDALORO 2010.

⁴ CAMERATA SCOVAZZO 1990.

⁵ Ci si riferisce in particolare a GIARRUSSO, LONGO 2013, ai 'Rilievi, indagini in situ e prove di laboratorio effettuati sulla Torre Pisana dalla Protezione Civile di Palermo' (2012) (entrambe le relazioni sono depositate presso l'Ufficio Tecnico dell'ARS), i cui esiti sono stati presentati nel convegno 'Il percorso di conoscenza della Torre Pisana al Palazzo dei Normanni finalizzato alla valutazione della vulnerabilità sismica. Scuola Politecnica - Aula Magna Palermo 15 aprile 2016', ed al più recente progetto di 'Valorizzazione e fruizione turistica del Palazzo Reale di Palermo' (2014-2015), ente appaltante ARS, R.u.p.: arch. Stefano Biondo, Direzione dell'esecuzione, arch. Pasquale Riggio, Direzione Scientifica: prof. William Tronzo, coordinamento dr. Ruggero Longo. Alcuni saggi archeologici sono stati eseguiti negli stessi anni dalla Soprintendenza Beni Culturali e Ambientali di Palermo, Unità Operativa 5, Beni Archeologici, per i quali si rimanda a: VASSALLO *et alii* 2016.

Gli autori, in qualità di consulenti esterni dell'Assemblea Regionale Siciliana nel periodo 2011-2015, hanno avuto accesso al database dell'Ufficio Tecnico dell'ARS, contenente le schede di caratterizzazione dei materiali presi in esame nell'ambito del presente lavoro. L'accesso al database ha consentito di riesaminare i dati, arricchendo le informazioni acquisite dagli scriventi e necessarie alle interpretazioni qui esposte. Cogliamo l'occasione per ringraziare la Presidenza dell'Assemblea Regionale Siciliana che ha concesso la fruizione del database e la pubblicazione dei dati preliminari qui presentati. Ringraziamo inoltre il dr. Stefano Vassallo (Soprintendenza beni culturali e ambientali di Palermo) che ha raccolto con interesse queste note preliminari, pubblicandole nel



Tra i diversi esiti, queste indagini hanno dato l'opportunità di rilevare alcuni aspetti inediti sui materiali costituenti le murature in fondazione, e contestualmente acquisire nuovi dati sulla stratigrafia del sottosuolo nell'area in esame. In questa nota sono riportati i risultati di un recente sondaggio geognostico finalizzato alla verifica di alcune ipotesi di lavoro scaturite grazie alle osservazioni e ai dati acquisiti di volta in volta nel corso delle indagini. Le ricerche sul campo sono state affiancate da una disamina della letteratura scientifica inerente aspetti geologici, topografici, archeologici e architettonici dell'area presa in esame⁶.

Si è in tal modo pervenuti all'identificazione di un livello geologico mai registrato nell'area in oggetto, ascrivibile al Pleistocene Medio, rappresentato da paraconglomerati poligenici passanti a calcareniti ben cementate, a luoghi vacuolari, che costituisce di fatto il substrato roccioso sul quale è fondato il Palazzo Reale di Palermo. Il nuovo dato riveste particolare importanza non soltanto per l'ambito geologico: esso fornisce elementi utili alla conoscenza archeologica, topografica e architettonica dell'area investigata, permettendo altresì di definire meglio le relazioni esistenti tra il sistema geologico e quello antropico.

LA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI: UN LITOTIPO INEDITO

Le indagini qui esposte prendono avvio a partire dal rinvenimento di un peculiare litotipo impiegato nei muri di fondazione della Torre Pisana (fig. 1, n.8). Tra Settembre e Ottobre del 2012, nell'ambito del progetto *Rilievi, indagini in situ e prove di laboratorio effettuate sulla Torre Pisana dalla Protezione Civile di Palermo*⁷, tra i numerosi esami diagnostici e archeometrici volti alla definizione del quadro strutturale della Torre Pisana, in relazione alla valutazione del rischio sismico, furono effettuati 3 carotaggi stratigrafici orizzontali finalizzati alla caratterizzazione del materiale costitutivo e alla valutazione degli spessori murari. Contestualmente, i tre carotaggi hanno avuto l'obiettivo di indagare le strutture in fondazione della Torre Pisana, permettendo di verificare se alle quote inferiori della torre fossero presenti dei deambulatori perimetrali analoghi a quelli che si osservano al livello dell'attuale biblioteca dell'ARS. Quest'ultimo livello, infatti, a quota ca. 46 m s.l.m., costituisce di fatto il più basso dei livelli accessibili della torre. Fa eccezione un corridoio sul lato orientale, attestato ad una quota di ca. 42 m s.l.m. Il piano di calpestio di Piazza del Parlamento, sullo stesso lato orientale della torre, si trova invece 7 metri più in basso, ad una quota di ca. 35,50 m s.l.m.

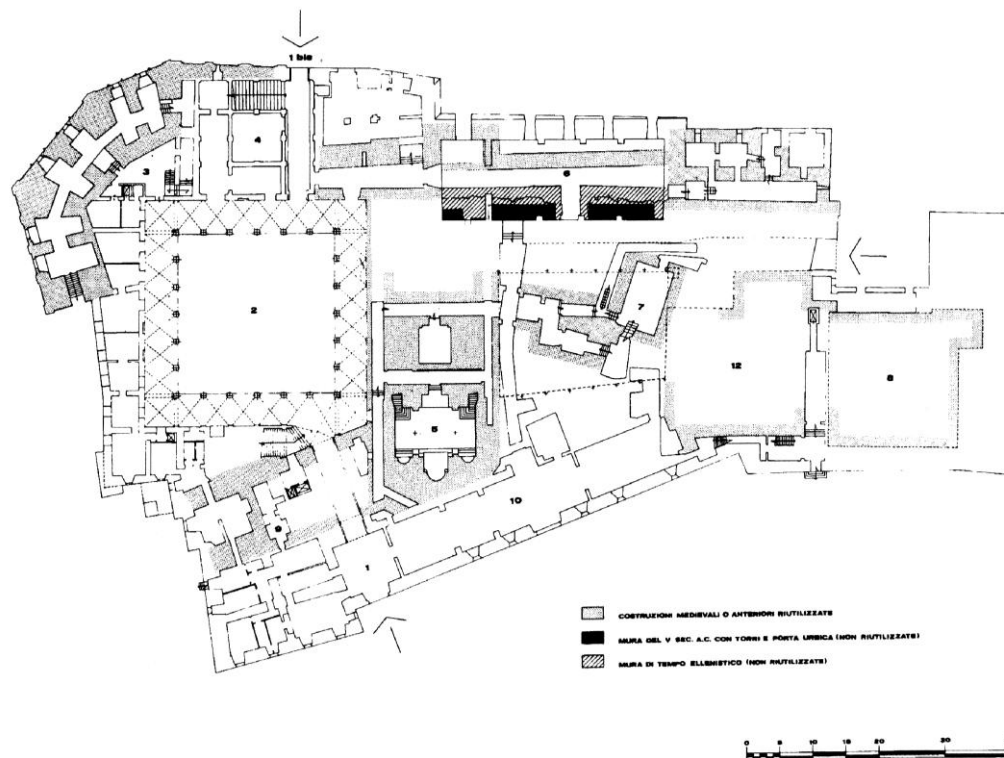


Fig. 1 Palermo, Palazzo Reale, planimetria con indicazione delle strutture medievali superstiti (grigio) e delle mura puniche (nero e rigettato). Al numero 8 la Torre Pisana (CALANDRA 1991)

presente numero del *Notiziario Archeologico della Soprintendenza di Palermo*. Desideriamo infine ringraziare il collega e amico dr. geol. Giovanni Sorci per il proficuo scambio di idee e per la gentile collaborazione.

⁶ COLUMBA 1910; BELVEDERE 1987; TODARO 1988, TODARO 1995; SPATAFORA 2000; GUELI 2002; SPATAFORA 2004; TODARO 2004a; TODARO 2004b; SPATAFORA 2005; *Database GEOHERITAGE-GIS*: MAJORANA, GIAMMARINARO 2007.

⁷ Direzione lavori arch. Pasquale Riggio e arch. Silvia Occhipinti, esecuzione ditta "Officina per le arti opera" in collaborazione con la ditta Geolab S.r.l. di Carini (PA).

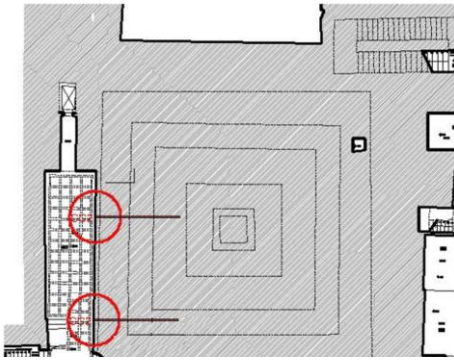


Fig. 2 Planimetria con indicazione dei due carotaggi CC2 (al centro) e CC3 (in basso) eseguiti sul muro meridionale al pian terreno della Torre Pisana, alle quote di ca. 37,85 e 37,65 m s.l.m.

Fig. 3 Aspetto macroscopico della calcarenite conglomeratica intercettata nei carotaggi in figura 2 (©ARS)



Al di là del significato stratigrafico delle carote, la caratterizzazione dei materiali costituenti le murature ha rappresentato l'elemento di maggiore interesse. Infatti, la natura litologica della pietra (fig. 3) è subito apparsa estranea rispetto alle varietà dei materiali calcarenitici in opera nel Palazzo Reale, già studiati e classificati dagli scriventi in occasione delle menzionate ricerche intorno alla Rampa San Michele⁸. Si tratta di una calcarenite con abbondanti ciottoli calcarei dolomitici e silicei, eterometrici, con dimensioni che vanno dalla ghiaia fine alla ghiaia molto grossolana (max. 130 mm). Petrograficamente, il litotipo è definibile come paraconglomerato o conglomerato 'poligenico', in relazione alla maggiore o minore prevalenza di matrice calcarenitica. Nel litotipo si individuano resti di bivalvi e gasteropodi. Talvolta la matrice appare molto compatta e di aspetto travertinoide. In altri casi può presentare macrovuoti da dissoluzione carsica, concrezioni calcaree e riempimenti secondari di terra rossa.

Sotto il profilo meccanico, il litotipo in oggetto, d'ora in avanti definito "calcarenite conglomeratica", ha buone caratteristiche: resistenza a compressione: 15-32 MPa; modulo di elasticità: 20-37 x 10³ MPa, e risulta di difficile lavorazione anche per la presenza dei ciottoli grossolani che ne rendono arduo il taglio.

A seguito del ritrovamento ora descritto, ci si è interrogati sul possibile luogo di provenienza della pietra. La ragguardevole mole dei conchi in opera induce a ritenere che il luogo di estrazione debba individuarsi negli

⁸ I materiali calcarenitici da costruzione del Palazzo Reale di Palermo possono essere suddivisi in 4 classi ascrivibili tutte da un punto di vista litologico alla formazione "Calcareniti di Marsala" (Pleistocene inferiore), classificate in: Calcarenite a grana media tendenzialmente grossolana e grado di cementazione disomogeneo; Calcarenite a grana media tendenzialmente fine e grado di cementazione omogeneo; Calcarenite a grana grossolana scarsamente cementata; Calcarenite 'nodulare'.

immediati dintorni del Palazzo Reale. Le ricognizioni mirate effettuate nelle note cave storiche presenti nell'area intorno al Palazzo (Fossa della Garofala e Danisinni) non hanno dato però alcun esito in tal senso.

L'individuazione dello stesso litotipo in questione in un'altra area del Palazzo ha rappresentato un importante passo in avanti nelle nostre indagini. In particolare, la 'calcarenite conglomeratica' è stata individuata tra i conci delle mura di epoca ellenistica presenti sotto la sala del Duca Montalto (figg. 4-5).



Figg. 4-5 Palermo, Palazzo Reale. Porzione di calcarenite conglomeratica nelle mura ellenistiche di Sala Montalto (foto: Ruggero Longo)

Grazie ad un'attenta ricognizione dei luoghi, è stato infine possibile verificare che lo stesso litotipo costituisce il substrato roccioso sul quale si ergono le mura di epoca punica ed ellenistica, alla quota di ca. 29 metri s.l.m. (figg. 6-7). Pertanto è ragionevole supporre che questa pietra sia stata cavata *in situ* e utilizzata a partire dall'epoca ellenistica (III sec. a.C.) per il rafforzamento delle mura di V. sec. a.C.⁹



Fig. 6 Palermo, Palazzo Reale. Varco d'accesso dell'antica porta punica ove il substrato roccioso calcarenitico costituisce il piano stradale (foto: Ruggero Longo)

Fig. 7 Palermo, Palazzo Reale. Varco d'accesso dell'antica porta punica. Il substrato roccioso calcarenitico costituisce il piano di fondazione delle mura puniche (foto: Ruggero Longo)

A differenza delle mura più antiche, dove l'efficace esecuzione ad orditure regolari di conci necessitava della ricerca mirata di una pietra dalle caratteristiche tessiturali molto omogenee, nel caso del più tardo rafforzamento ci troviamo di fronte ad un'operazione dalle finalità schiettamente difensive, approntata rapidamente con i materiali disponibili in loco, dalle qualità certamente idonee alla realizzazione di grandi conci tenaci, ancorché grossolanamente squadriati.



⁹ CAMERATA SCOVAZZO 1990; DI STEFANO 1999, p. 171. È il caso qui di segnalare che i conci impiegati per la fabbrica delle mura puniche (V sec. a.C.) sono costituiti da un materiale calcarenitico diverso, la cui provenienza è ancora da definire.

L'identificazione della "calcarenite conglomeratica" quale litotipo costituente i conci delle mura di epoca ellenistica assume un rilevante valore sotto il profilo archeologico in quanto consente di riconoscere agevolmente la *facies* ellenistica delle mura in quest'area, permettendo altresì di identificare l'eventuale reimpiego degli stessi conci in epoche successive. In tal senso è alquanto significativa l'identificazione dello stesso litotipo nelle murature alla base della Torre Pisana. In quest'ultimo caso però, a differenza dell'apparecchio murario di epoca ellenistica, nei giunti tra i conci è stato riscontrato l'impiego di malta. Si può dedurre pertanto che le porzioni basamentali della Torre Pisana possano essere state realizzate tramite il massiccio reimpiego di conci di epoca ellenistica recuperati dalle antiche mura.

L'ESTENSIONE DELL'ORIZZONTE "CONGLOMERATICO"

La presenza della 'calcarenite conglomeratica' quale elemento costituente il substrato roccioso sul quale è fondato il Palazzo Reale non trova riscontro nelle sezioni geologiche ricostruite sulla base dei sondaggi geognostici effettuati in quell'area¹⁰. Nella sezione proposta da Todaro (fig. 8), al di sopra delle calcareniti pleistoceniche, giace il «tell»: «un accumulo di detriti e di resti archeologici che mascherano completamente la formazione calcarenitica di base, primitivo e generale supporto al lento innalzamento storico del suolo»¹¹.

Nella sezione schematica tratta dalla banca dati *Geo Heritage – GIS*, al di sopra di «calcareniti a luoghi pseudonodulari e sabbie calcaree» e di livelli di «calcareniti stratonodulari», il tell è indicato come «materiale di riporto», con uno spessore che varia da 5 metri a 20 metri ca. Nelle sezioni prese in esame, la 'calcarenite conglomeratica' non è rilevata.

Con l'intento di valutare l'estensione reale di questo orizzonte roccioso, le indagini sono state approfondite, permettendo di individuare la 'calcarenite conglomeratica' anche in zone limitrofe al Palazzo.

La "calcarenite conglomeratica" è stata intercettata nel pozzo esistente nel Cortile Maqueda. In occasione del progetto di 'Valorizzazione e fruizione turistica del Palazzo Reale di Palermo', il pozzo è stato infatti analizzato mediante una documentazione video acquisita tramite camera ad alta risoluzione calata lungo ciascuna delle quattro pareti all'interno del pozzo per tutta la lunghezza dello stesso (19,30 m). Lo strato conglomeratico è stato intercettato ad una profondità compresa tra m 7 e m 8, corrispondente alle quote tra i 30 e i 29 m. s.l.m., coincidenti con quelle del substrato roccioso individuato al di sotto delle mura puniche nella Sala Montalto.

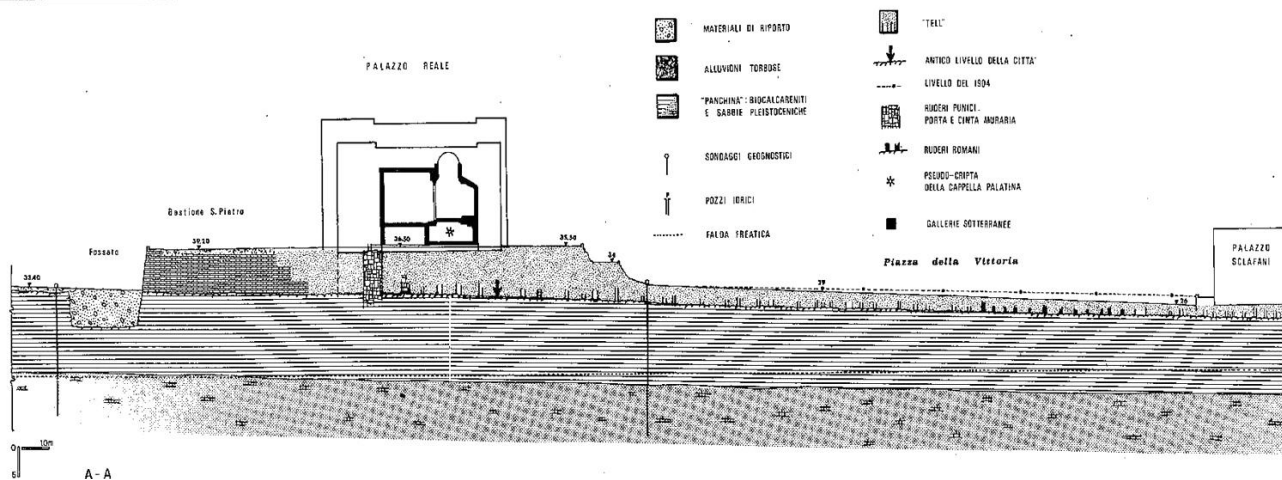


Fig. 8 Sezione geologica del sottosuolo del Palazzo Reale di Palermo (da TODARO 1995)

Gli stessi depositi conglomeratici sono identificabili nella sponda destra del fiume Kemonia, in corrispondenza del luogo dove sorgono la Chiesa di San Giovanni degli Eremiti e l'Ospedale "Di Cristina"¹², a quote di ca. 24 m. s.l.m. In particolare, a San Giovanni degli Eremiti, lo strato conglomeratico appare ben esposto nell'ambiente ipogeo, le cui pareti ad occidente e a meridione sono parzialmente rappresentate da roccia in posto, riconducibile ad un antico fronte di cava (figg. 9-10).

Verosimilmente è ascrivibile allo stesso orizzonte stratigrafico il livello paracon-glomeratico intercettato in un sondaggio effettuato in via D'Ossuna, sulla sponda sinistra del Papireto, ad un intervallo altimetrico tra i 27 e i 30 m s.l.m.¹³, paragonabile a quello dei livelli riscontrati nell'area del Palazzo Reale. D'altra parte, altri

¹⁰ TODARO 1995, pp. 20 -21, e sezioni stratigrafiche dell'area in esame (Palazzo Reale) tratte dalla banca dati *Geo Heritage – GIS* (MAJORANA S., GIAMMARINARO M.S. 2007)

¹¹ TODARO 1995, p. 21.

¹² Dato quest'ultimo confermato nel corso di scavi in fondazione per le opere di manutenzione dell'ospedale tra il 2014 e il 2015

¹³ TODARO 1995, sondaggio n. 186; strato conglomeratico «CON» a quota 27-30 m.s.l.m. Si veda anche l'ubicazione dei sondaggi, *ivi*, Tav. I.

affioramenti di 'calcarenite conglomeratica' possono essere osservati, a quote leggermente più basse (ca. 22 m s.l.m.), nelle pareti e sul soffitto delle catacombe paleocristiane di via D'Ossuna (figg. 11-12).

Alla luce di queste osservazioni è possibile concludere che lo strato conglomeratico costituisce un'ampia plaga, estesa in direzione Nord-Sud, comprendente anche l'area del Palazzo Reale, incisa dagli alvei dei fiumi Kemonia e Papireto, e attestata ad una quota abbastanza definita, compresa grossomodo tra i 25 e i 30 m. s.l.m. (fig. 13).



Fig. 9 Palermo, chiesa di San Giovanni degli Eremiti. Ambiente sotterraneo dove sono esposte le vestigia degli antichi fronti di cava, nei quali è visibile l'orizzonte paraconglomeratico del Pleistocene medio e le sottostanti calcareniti del Pleistocene inferiore (foto: *Gaetano Alfano*)



Fig. 10 Palermo, chiesa di San Giovanni degli Eremiti. Ambiente sotterraneo con vestigia degli antichi fronti di cava. Particolare del fronte meridionale dove è ben visibile la superficie di discordanza che separa le calcareniti del Pleistocene inferiore dai depositi paraconglomeratici del Pleistocene medio (foto: *G. Alfano*)



Fig. 11 Palermo, Catacombe di Via D'Ossuna. Gli ambienti ipogei risultano scavati negli strati calcarenitici del Pleistocene inferiore. Nei soffitti affiora invece l'orizzonte paraconglomeratico del Pleistocene medio (foto: *Ruggero Longo*)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Occorre a questo punto contestualizzare l'orizzonte roccioso oggetto dell'indagine nell'ambito del più generale assetto geomorfologico della piana di Palermo. Quest'ultima è caratterizzata dalla presenza di una sequenza di terrazzi di abrasione marina, localizzati a varie altezze. La loro origine è connessa all'interazione fra il sollevamento tettonico e le oscillazioni climatiche, con conseguente trasgressione e regressione marina che, nel corso del Pleistocene Medio e Superiore, hanno interessato la Sicilia nord-occidentale. Il fenomeno ha determinato la formazione di una successione di terrazzi sui depositi calcarenitici del Pleistocene Inferiore.

Nel complesso sono stati individuati 11 terrazzi marini che in ordine cronologico si sviluppano progressivamente dalle quote più elevate di ca. 200 m. s.l.m. ai livelli più recenti presenti alle quote inferiori, tra 1 e 7 m. s.l.m.¹⁴ Sulla superficie dei terrazzamenti giacciono a luoghi depositi di spiaggia, rappresentati da conglomerati o areniti eterogenee fossilifere, che corrispondono alle fasi di stazionamento alto del mare. I depositi conglomeratici del Pleistocene Superiore (Tirreniano) affioranti nell'area del Palazzo Chiaramonte (Steri) ad una quota di ca. 5 m. s.l.m., costituiscono un esempio dei livelli di formazione più recente¹⁵.

Nel quadro geomorfologico descritto, la 'calcarenite conglomeratica' affiorante nell'intorno del Palazzo Reale è litostratigraficamente riconducibile ai depositi marini del terrazzo a quota 25-35 m. s.l.m., ascrivibile al Pleistocene medio – parte superiore (Sintema di Buonfornello – Campofelice, sub-sintema Torrettonda)¹⁶.

CAROTAGGIO STRATIGRAFICO E SEZIONE INTERPRETATIVA

Alla luce delle osservazioni fin qui illustrate, appare evidente che il complesso architettonico del Palazzo Reale di Palermo non sia fondato su "Calcarenite a luoghi pseudonodulari e sabbie calcaree", come finora indicato nella letteratura di riferimento, bensì su di un bancone roccioso, litologicamente eterogeneo, localmente carsificato, ma generalmente più cementato, e dunque dalle caratteristiche meccaniche complessivamente migliori in termini di resistenza a compressione e modulo elastico. Per meglio chiarire le relazioni stratigrafiche tra il bancone roccioso, il tell e il costruito, si è ritenuto necessario eseguire una verifica geognostica tramite carotaggio stratigrafico continuo a conservazione di nucleo per una profondità di 30 metri.



Fig. 12 Palermo, Catacombe di Via D'Ossuna. Dettaglio con aspetto macroscopico dello strato paragonglomeratico (foto: *Ruggero Longo*)

¹⁴ Si veda DI MAGGIO 2000, 2009.

¹⁵ TODARO 1995, sondaggi nn. 6, 23, 36, 41, 46, 47, 48, 57, 59, 62. Si veda anche l'ubicazione dei sondaggi, *ivi*, p. 12, fig. 3 e Tav. I; NOCILLA *et alii* 2004.

¹⁶ *Carta Geologica e Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Scala 1:50.000. Foglio 595 Palermo*, pp. 97-98. ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, a cura di R. Catalano, G. Avellone, L. Basilone, A. Contino, M. Agate.

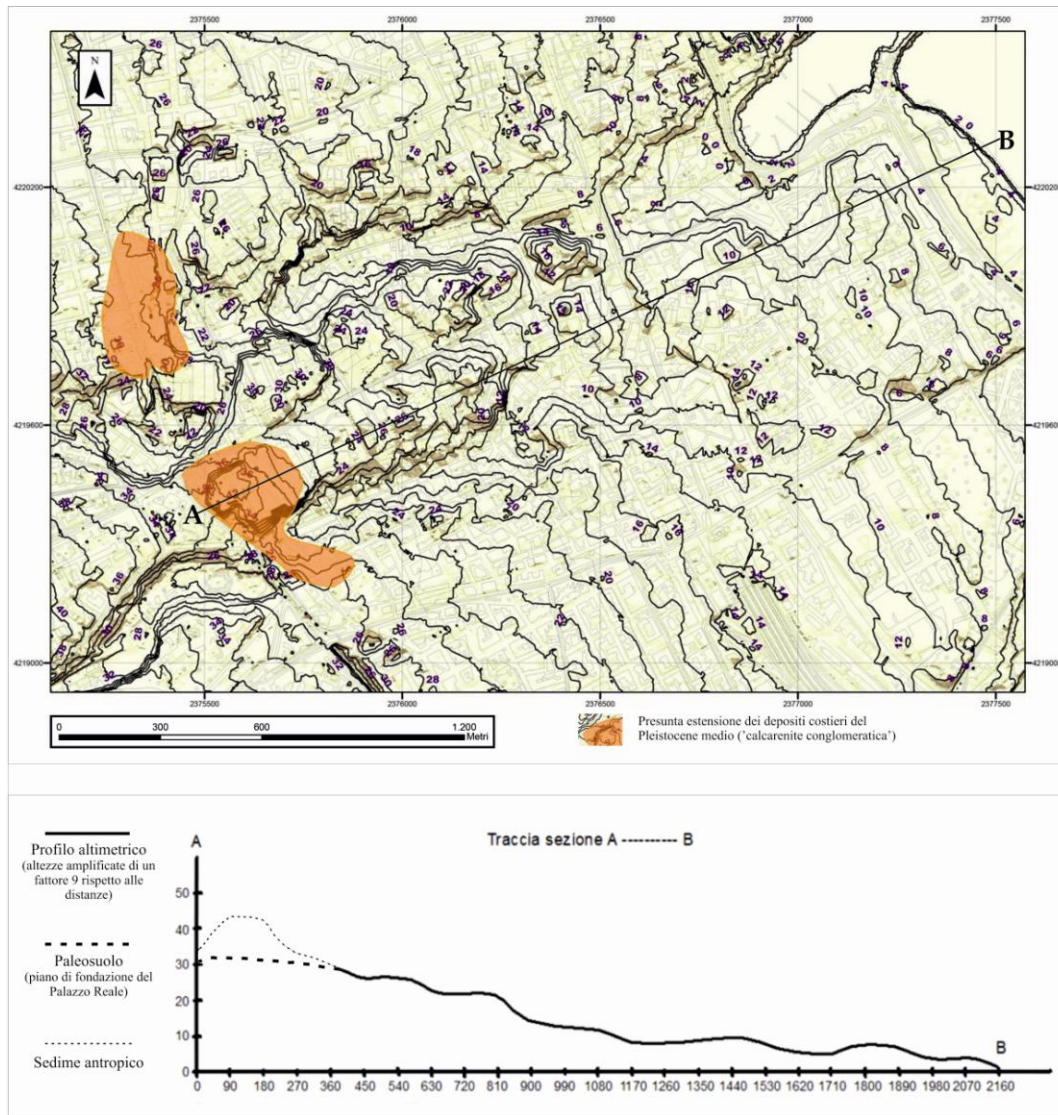


Fig. 13 Topografia del Centro Storico di Palermo, con indicazione approssimativa degli orizzonti paracon-glomeratici (depositi di terrazzo marino) del Pleistocene medio. Nella parte inferiore della figura è riportato il profilo altimetrico A-B (graphic: © Giovanni Sorci)

L'ubicazione più favorevole per l'esecuzione dell'indagine è stata scelta in prossimità della Torre Pisana, sul lato verso il Bastione di San Pietro (Piazza Indipendenza), uno dei punti più elevati dell'area, ad una quota di 43,25 metri s.l.m., tale da interessare il massimo spessore dello strato antropico (fig. 14). Inoltre la prossimità della Torre Pisana ha consentito di acquisire informazioni utili alla conoscenza delle porzioni in fondazione della stessa torre. Le carote sono state accuratamente fotografate, è stato prodotto un log stratigrafico e una relativa sezione geologica interpretativa (fig. 15).

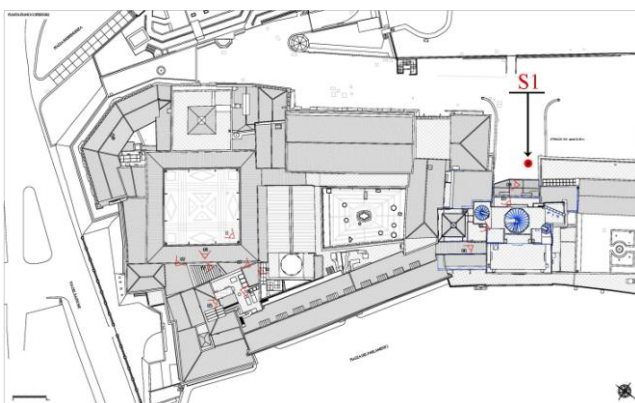


Fig. 14 Ubicazione del sondaggio geognostico S1 effettuato in prossimità della Torre Pisana

L'indagine ha verificato la presenza del suddetto substrato roccioso, ad una profondità compresa tra 11,75 e 15,10 metri (fig. 16), ad una quota tra 31 e 28 m s.l.m., corrispondente a quella rilevata negli altri affioramenti precedentemente individuati. Questa quota di fatto rappresenta il piano di fondazione delle strutture più antiche del Palazzo.

E' stato possibile dunque definire meglio la stratigrafia del sottosuolo del Palazzo Reale di Palermo, e sono stati altresì acquisiti nuovi ed inediti dati per la geologia del sottosuolo di Palermo (fig. 17).

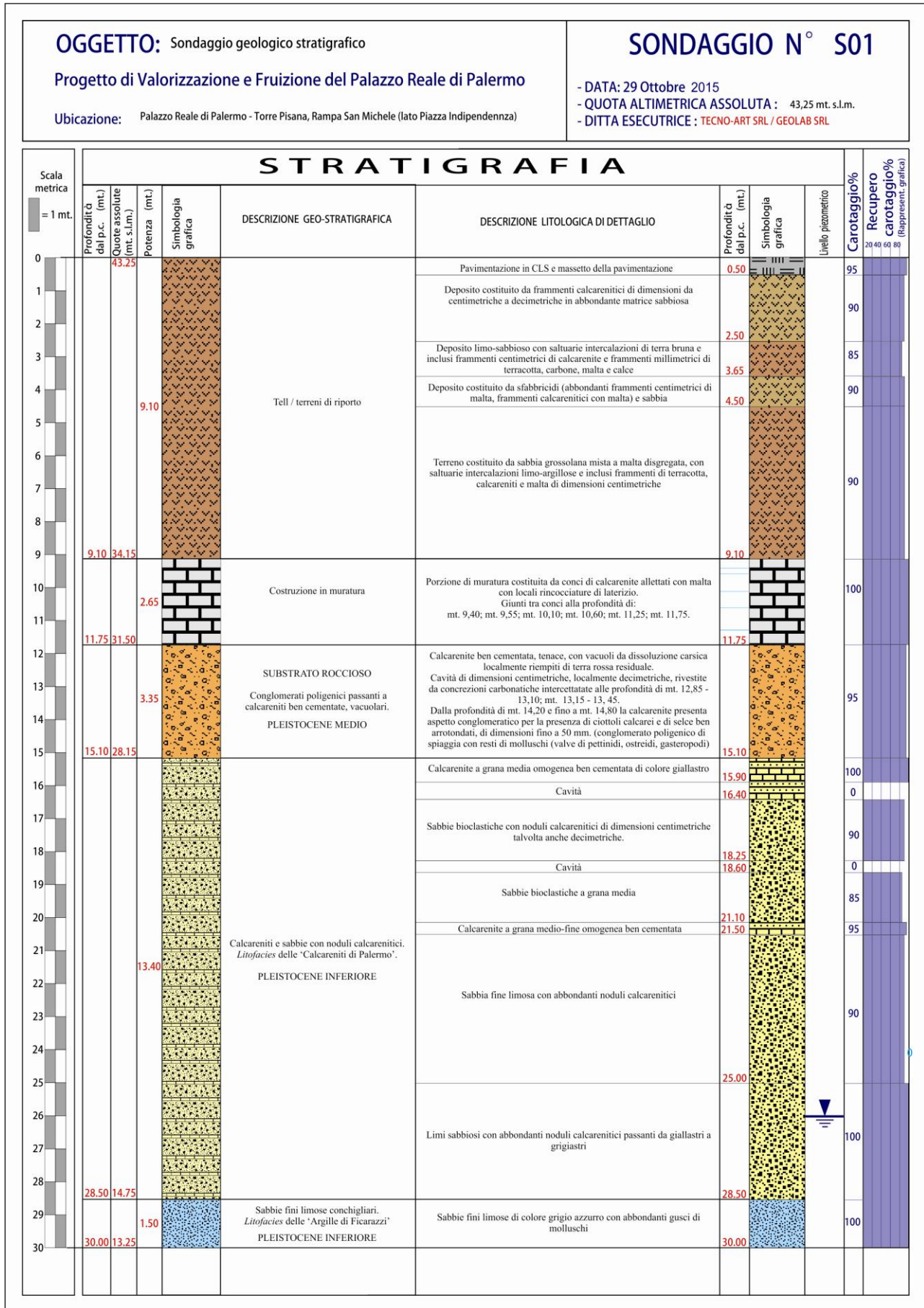


Fig. 15 Log stratigrafico del sondaggio geognostico S1 (©ARS)



Fig. 16 Calcarenite conglomeratica intercettata nel carotaggio S1, ad una profondità compresa tra 11.75 e 15.25 m. Le frecce indicano i caratteristici ciottoli inclusi nella matrice calcarenitica (©ARS)

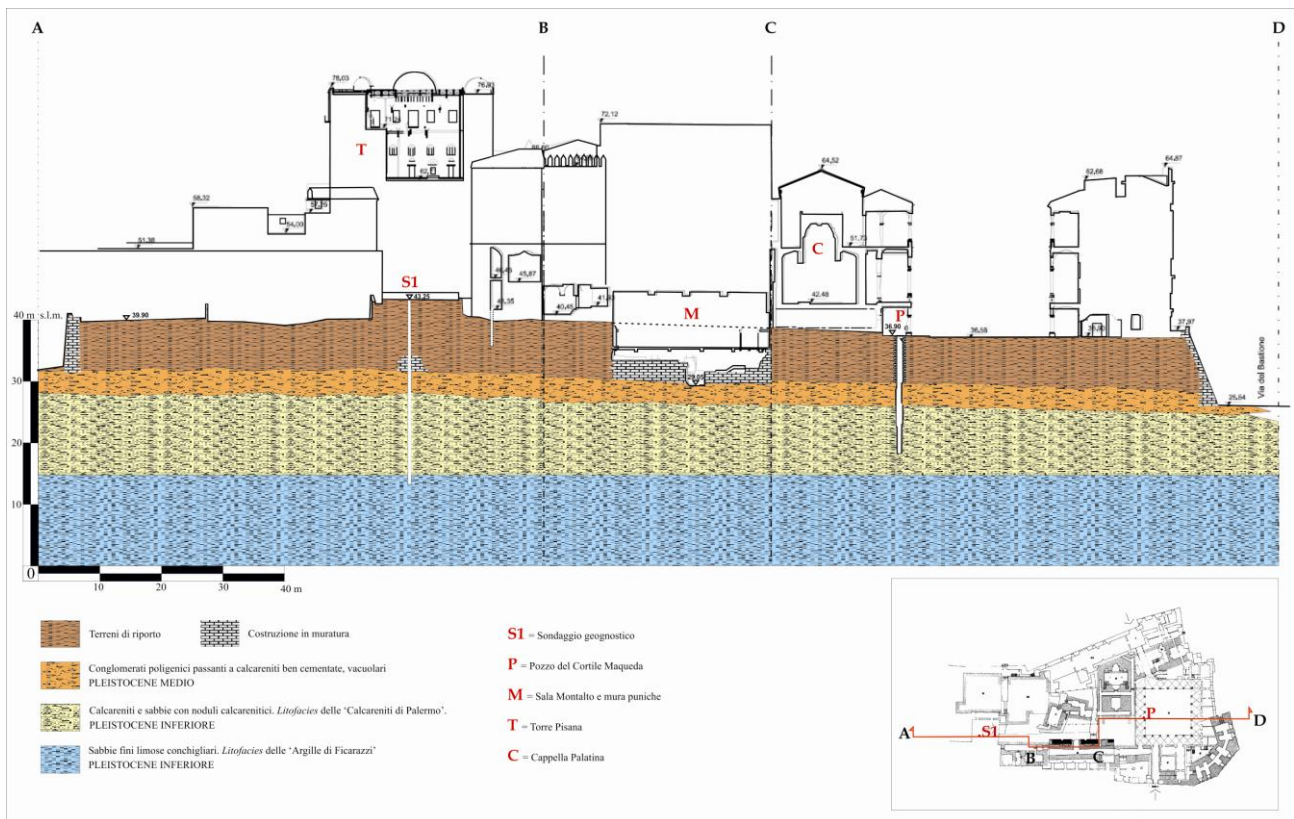


Fig. 17 Sezione geologica Nord-Sud del sottosuolo del Palazzo Reale di Palermo (graphic: © Ruggero Longo)

IL PALEOSUOLO DEL PALAZZO REALE. OSSERVAZIONI E IMPLICAZIONI ARCHEOMETRICHE

Le analisi ora esposte consentono di meglio definire la conformazione topografica originaria del sito prima delle attività antropiche, permettendo altresì di delineare il profilo del paleosuolo, che si attesterebbe ad una quota compresa tra 29 e 32 m s.l.m. Ne desumiamo la consistenza reale del tell, dallo spessore mediamente compreso tra i 7 e i 9 metri, fino ad un massimo di 12 metri.

Un altro elemento rilevante scaturito dalle indagini è rappresentato dalla caratterizzazione del substrato di fondazione, costituito non da calcareniti più o meno sabbiose, come in genere si rileva, ma da un orizzonte roccioso complessivamente ben cementato e dalle caratteristiche meccaniche ben più elevate, che costituisce una sorta di platea naturale sulla quale è fondato il Palazzo Reale. Un elemento in grado di fornire nuovi dati anche in termini di valutazione della vulnerabilità sismica del Palazzo Reale.

Il riconoscimento degli stessi caratteri litologici tra i materiali da costruzione più antichi impiegati nell'area del Palazzo, ovvero nelle apparecchiature murarie di epoca ellenistica, suggerisce che tale litotipo, ritenuto idoneo per la sua tenacità alla costruzione di opere di difesa, sia stato cavato in loco e impiegato prevalentemente per il rafforzamento delle mura urbane. Una tra le più antiche cave della 'calcarenite conglomeratica' può individuarsi presso la chiesa di San Giovanni degli Eremiti, dove appaiono nettamente evidenti i segni dell'attività estrattiva.

L'elaborazione della sezione stratigrafica presentata in figura 17 ha consentito di sviluppare ulteriori considerazioni che riguardano le relazioni tra il paleosuolo del Palazzo Reale e le strutture di fondazione del palazzo stesso. La sezione in effetti, nell'evidenziare il notevole spessore del tell, permette di rilevare la consistenza delle aree ignote al livello delle strutture di fondazione del palazzo. Una prima considerazione trae spunto dall'osservazione del pozzo del Cortile Maqueda, scavato a mano *ab antiquo* verosimilmente a partire da quote inferiori agli attuali 37 metri s.l.m. Le pareti del pozzo costruite in muratura devono essersi accresciute nel corso dei secoli parallelamente all'innalzamento del suolo¹⁷. In ogni caso, il piano di calpestio in epoca medievale doveva essere ragionevolmente più basso rispetto all'attuale. D'altra parte, risulta significativo osservare la presenza del setto murario individuato nel sondaggio geognostico S1, ad una quota tra i 31.50 e i 34.15 m s.l.m., ovvero immediatamente al di sopra dello strato roccioso. La malta di allettamento individuata in questo tratto murario è ascrivibile ad una fase edilizia medievale, anteriore al secolo XIV¹⁸. La natura petrografica del materiale calcarenitico, la pezzatura dei conci e la stessa collocazione ne escludono tuttavia la pertinenza alle strutture della Torre Pisana.

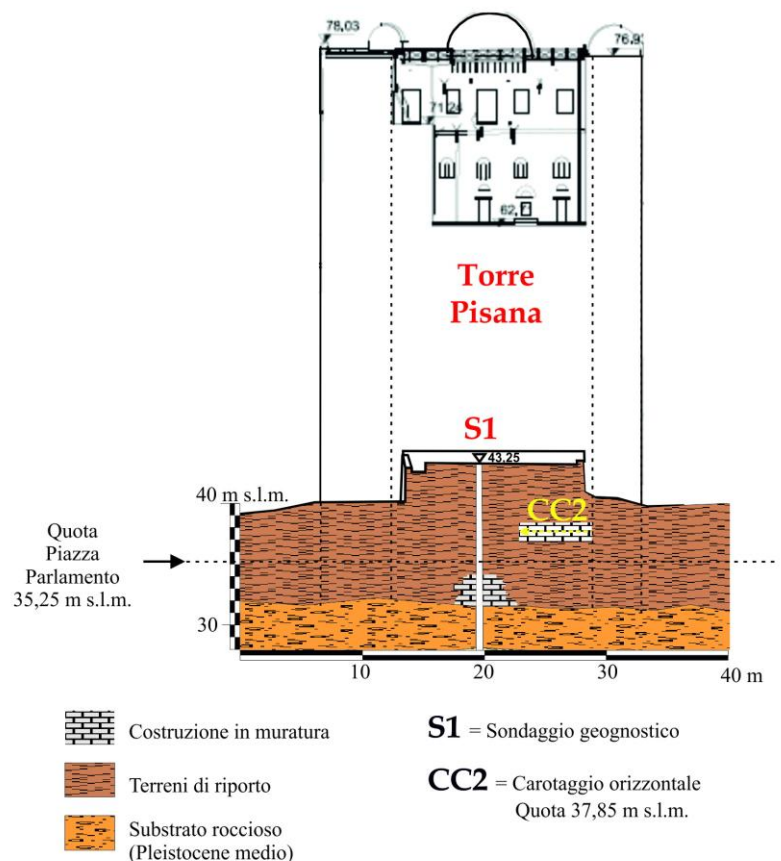


Fig. 18 Sezione geologica del sottosuolo in corrispondenza della Torre Pisana, con proiezione della carota CC2 eseguita ad una quota di 37,85 m s.l.m. (graphic: © Ruggero Longo)

¹⁷ Tale ipotesi appare plausibile ove si consideri che l'apparecchio murario delle pareti mostra una certa disomogeneità per materiali e pezzatura dei conci. Potrebbe essere proficuo esplorare con maggiore dettaglio le pareti del pozzo, verificandone eventuali differenti fasi costruttive.

¹⁸ Nel corso delle indagini archeometriche svolte nell'ambito del progetto 'Valorizzazione e Fruizione del Palazzo Reale di Palermo' (cfr. *supra*, nota 5), coordinate dal dr. Ruggero Longo e condotte dal dr. Renato Giarrusso (Geolab S.r.l. Palermo), la malta di allettamento dei conci rinvenuti nel saggio S1 (campione S1m), ha rivelato una composizione analoga a quella di altre malte ascrivibili ad epoca medievale, ante secolo XIV, differendo piuttosto da quelle databili con certezza ad epoca moderna. Si veda in proposito *Indagini archeometriche ... Rampa San Michele*, cit..., p. 36.

Appare comunque ragionevole supporre che in epoca medievale le fondazioni dei muri portanti dei corpi di fabbrica, ivi comprese quelle della Torre Pisana, venissero realizzate a diretto contatto con il substrato roccioso, ad una quota di ca. 29-31 m s.l.m.¹⁹

Alla luce di questa osservazione, i carotaggi CC2 e CC3, effettuati ad una quota di oltre 37.50 m s.l.m., appaiono eseguiti in una porzione muraria localizzata in elevato e non in fondazione, a oltre 6 m di altezza dal paleosuolo (fig. 18). Inoltre, la presenza della 'calcarenite conglomeratica' in questi apparecchi murari, allettati con malta, rivelerebbe il probabile reimpiego di conci prelevati dalle antiche mura nel corso delle successive fasi costruttive del Palazzo. Rimane da chiedersi se tale reimpiego sia da ricondurre alla costruzione normanna della torre o ad una verosimile fase costruttiva precedente.

Per il resto, osservando la sezione, predomina una sconcertante carenza di dati sulle strutture di fondazione. Allo stato attuale delle conoscenze, tale carenza di dati architettonici e strutturali al di sotto dell'edificio si unisce ad un'insufficienza di dati geologici e stratigrafici ad occidente e ad oriente dell'area investigata, costituendo di fatto un ostacolo oggettivo per l'elaborazione di una sezione trasversale in direzione Est-Ovest. Pertanto, l'elaborato presentato in figura 19 è da considerarsi mera rappresentazione ipotetica del possibile andamento del sottosuolo verso Piazza del Parlamento²⁰.

Nell'elaborato, il substrato roccioso prosegue lungo una superficie leggermente inclinata verso Sud-Est, che via via va assottigliandosi. Sul lato destro della sezione è ben visibile la Sala Montalto, con le mura puniche e medievali fondate direttamente sul substrato roccioso. Allo stesso modo, si presuppone che il piano di fondazione della Torre Pisana corrisponda allo stesso substrato roccioso, attestandosi ad una quota compresa tra 29 e 31 m s.l.m. Nella stessa sezione sono infine indicati i carotaggi CC1, CC2 e CC3 precedentemente descritti, che pur aggiungendo preziose informazioni sulle porzioni ignote della torre, rappresentano soltanto esigue tessere di un puzzle appena iniziato²¹.

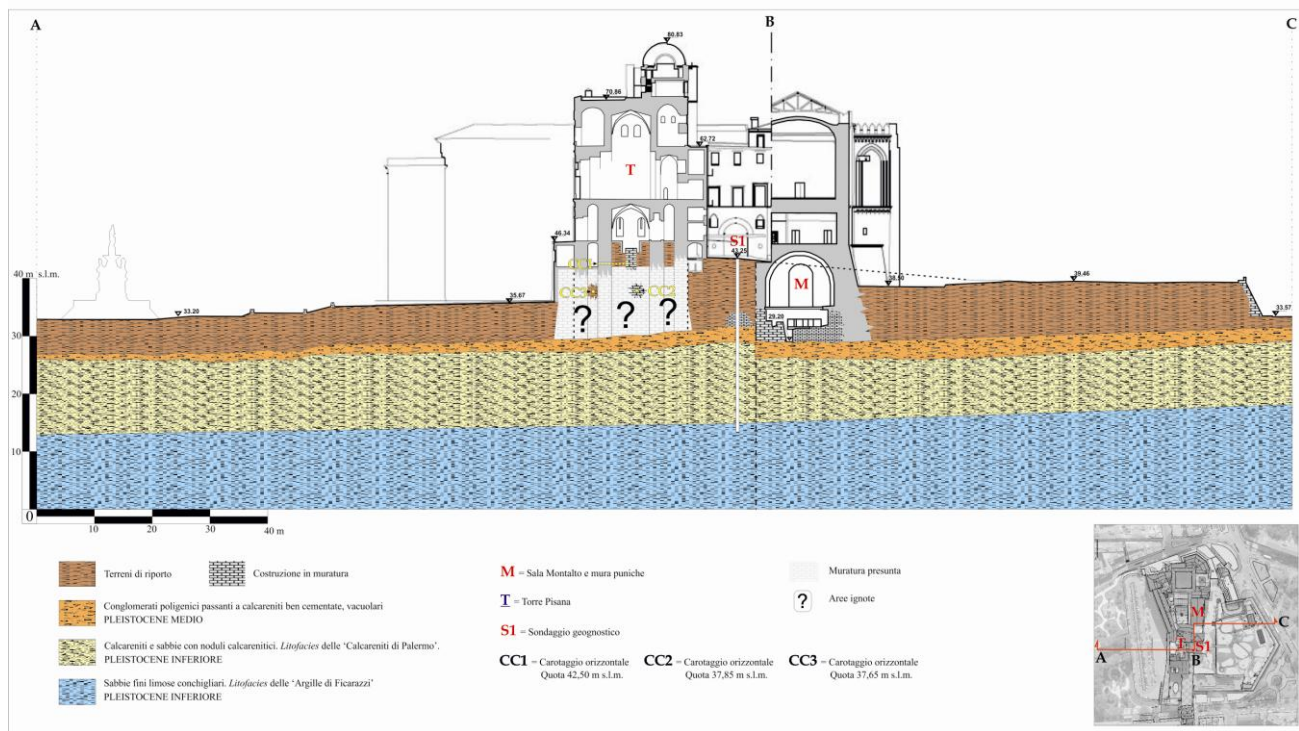


Fig. 19 Sezione geologica est-ovest del sottosuolo del Palazzo Reale di Palermo (graphic: © Ruggero Longo)

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la dott.ssa Elena Pezzini e il dott. Stefano Vassallo per l'attenta lettura del manoscritto, le puntuali osservazioni e gli utili suggerimenti che hanno contribuito alla stesura definitiva del lavoro.

¹⁹ Le osservazioni archeologiche condotte da Mario Guiotto nel 1947 hanno mostrato che le fondazioni della stessa Cappella Palatina si attesterebbero ad una profondità di ca. 8 metri rispetto alla quota del piano di calpestio della chiesa inferiore. Cfr.: GUIOTTO 1947. Sui più recenti saggi archeologici cfr.: VASSALLO *et alii* 2016.

²⁰ Cogliamo l'occasione per ringraziare Stefano Vassallo (Soprintendenza di Palermo) che ha incoraggiato l'elaborazione della sezione est-ovest in fig. 19.

²¹ Per una possibile interpretazione delle strutture individuate alla base della Torre Pisana si rimanda nuovamente a LONGO 2016.

BIBLIOGRAFIA

- ANDALORO M. 2011 (a cura di), *Il Palazzo Reale di Palermo*, Modena.
- BELVEDERE O. 1987, *Appunti sulla topografia antica di Panormo*, in *Kokalos* 33 (1987), pp. 289-304
- CALANDRA R. et alii 1991, *Palazzo dei Normanni*, Palermo.
- CAMERATA SCOVAZZO R. 1990, *Delle antiche cinte murarie di Palermo e di altri rinvenimenti archeologici effettuati tra il 1984 ed il 1986*, in *Panormus*, pp. 95-104.
- COLUMBA G. M. 1910, *Per la topografia antica di Palermo*, in *Centenario della nascita di Michele Amari*, vol. II, Palermo.
- MAJORANA S., GIAMMARINARO M.S. 2007 (a cura di), *GEOHERITAGE-GIS, sito web del patrimonio monumentale del Centro Storico di Palermo*.
- DI MAGGIO C. 2000, *Morphostructural aspects of the central northern sector of Palermo Mountains (Sicily)*, in *Memorie Società Geologica Italiana*, pp. 55, 353-361.
- DI MAGGIO C., AGATE M., CONTINO A., BASILONE L., CATALANO R. 2009, *Unità a limiti inconformi utilizzate per la cartografia dei depositi quaternari nei fogli CARG della Sicilia Nordoccidentale*, in *Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences*, 22(2), pp. 345-64.
- DI STEFANO G. 1999, *La topografia*, in La Duca R. (a cura di), *Storia di Palermo 1: Dalle origini al periodo punico-romano*, Palermo, pp. 165-190.
- GUELI D. 2002, *Palermo sotterranea. Per il recupero, la salvaguardia, la conoscenza della città nascosta*, Palermo.
- GIARRUSSO R., LONGO R. 2013 (a cura di), *Indagini archeometriche relative alle strutture architettoniche rinvenute nell'area della Rampa San Michele. Palazzo Reale di Palermo – Relazione interpretativa delle indagini in situ e delle analisi in laboratorio*, attività 2011-2013. Relazione depositata presso l'Ufficio Tecnico dell'ARS. Palermo.
- LONGO R. 2016, *In loco qui dicitur Galca. New observations and hypotheses on the Norman Palace in Palermo*, in *Journal of Transcultural Medieval Studies* 3, pp. 225-317.
- NOCILLA N., VALORE C., ERCOLI L., SPATAFORA F., CANZONERI E., SORCE A. 2004, *Un approccio integrato allo studio dei terreni di fondazione e al restauro delle Carceri dei Penitenziati del complesso di Palazzo Steri di Palermo*, in *XXII Convegno Nazionale di Geotecnica*, Palermo.
- Rilievi, indagini in situ e prove di laboratorio effettuati sulla Torre Pisana dalla Protezione Civile di Palermo (2012)*. Relazione depositata presso l'Ufficio Tecnico dell'ARS. Palermo.
- SPATAFORA F. 2000, *Nuovi dati sulla topografia di Palermo*, in *Quarte Giornate Internazionali di Studi sull'Area Elima*, Erice, 1-4 dicembre, Palermo.
- SPATAFORA F. 2004, *Nuovi dati preliminari sulla topografia di Palermo in età medievale*, in *MEFRM* 116, vol 1, pp. 47-78.
- SPATAFORA F. 2005, *Da Panormos a Balarm, Nuove ricerche di archeologia urbana*, Palermo.
- Sistema CityGIS dell'area urbana di Palermo
- TODARO P. 1999, *Palermo sotterranea*, in La Duca R. (a cura di), *Storia di Palermo 1: Dalle origini al periodo punico-romano*, Palermo pp. 238-255.
- TODARO P. 1988, *Il sottosuolo di Palermo*, Palermo.
- TODARO P. 1995, *Palermo. Geologia del centro storico. Atlante geologico stratigrafico*, Palermo.
- TODARO P. 2004a, *Cave, arte e cultura. Studi e ricerche sulla calcarenite, dalla cava al suo utilizzo nelle fabbriche del territorio palermitano e isolano in genere*, Palermo.
- TODARO P. 2004b, *Le cave di calcarenite sotterranee e a cielo aperto di Palermo. Approccio alla catalogazione e mappatura delle aree a rischio*, in *Valutazione delle condizioni di sicurezza e adeguamento delle opere esistenti*, Atti del XII Convegno Nazionale di Geotecnica, Palermo 22-24 Settembre 2004, Bologna, pp. 181-191.
- VASSALLO S, ALEO NERO C., BATTAGLIA G., CALASCIBETTA G., CHIOVARO M., CUCCO R. M., SAPIA R. 2016, *Attività 2015 della Sezione per i Beni Archeologici della Soprintendenza di Palermo*, in *Notiziario Archeologico della Soprintendenza di Palermo*, n. 9.