



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Territori della Cultura

Rivista on line Numero 16 Anno 2014

Iscrizione al Tribunale della Stampa di Roma n. 344 del 05/08/2010



Sommario



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Comitato di redazione

5

Studiare il territorio per una corretta gestione
Alfonso Andria

8

Patrimonio culturale, quale futuro
Pietro Graziani

12

Conoscenza del patrimonio culturale

Max Schvoerer Rencontre avec trois Génies sur les
Routes de la Soie

16

Max Schvoerer Le ciel de Samarcande, l'archéologie et
le prince astronome Ulugh Beg (1394-1449)

18

Piero Pierotti Pisa: la Torre sismoresistente

28

Roger-Alexandre Lefèvre Pour la première fois,
l'importance des impacts du changement climatique
sur le patrimoine culturel est soulignée par les experts
des Nations-Unies

38

Cultura come fattore di sviluppo

Aldo Aveta Roberto Di Stefano: il contributo
allo sviluppo della Conservazione e del Restauro,
dalla teoria alla prassi

44

Fabio Pollice Paesaggio e musica: una relazione di
senso. L'esperienza ravellese

52

Metodi e strumenti del patrimonio culturale

Mons. José Manuel del Río Carrasco Las catedrales,
Patrimonio de la Humanidad. Una mirada
teológico-cultural

64

Giovanni Coppola Villa Rufolo: storia, architettura,
archeologia e restauro

88

Matilde Romito 150 anni dalla nascita: Flaminia Bosco,
una vita votata all'arte

102

Comitato di Redazione



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Presidente: Alfonso Andria

comunicazione@alfonsoandria.org

Direttore responsabile: Pietro Graziani

pietro.graziani@hotmail.it

Direttore editoriale: Roberto Vicerè

rvicere@mpmirabilia.it

Responsabile delle relazioni esterne:

Salvatore Claudio La Rocca

sclarocca@alice.it

Comitato di redazione

Jean-Paul Morel Responsabile settore
"Conoscenza del patrimonio culturale"

jean-paul.morel3@libertysurf.fr;

morel@msh.univ-aix.fr

Claude Albore Livadie Archeologia, storia, cultura

alborelivadie@libero.it

Roger A. Lefèvre Scienze e materiali del
patrimonio culturale

lefevre@lisa.univ-paris12.fr

Maria Cristina Misiti Beni librari,
documentali, audiovisivi

mariacristina.misiti@beniculturali.it

Francesco Caruso Responsabile settore
"Cultura come fattore di sviluppo"

francescocaruso@hotmail.it

Piero Pierotti Territorio storico,
ambiente, paesaggio

pierotti@arte.unipi.it

Ferruccio Ferrigni Rischi e patrimonio culturale

ferrigni@unina.it

Dieter Richter Responsabile settore
"Metodi e strumenti del patrimonio culturale"

dieterrichter@uni-bremen.de

Informatica e beni culturali

Matilde Romito Studio, tutela e fruizione
del patrimonio culturale

matilde.romito@gmail.com

Adalgiso Amendola Osservatorio europeo
sul turismo culturale

adamendola@unisa.it

Segreteria di redazione

Eugenia Apicella Segretario Generale

apicella@univeur.org

Monica Valiante

Velia Di Riso

Rosa Malangone

Progetto grafico e impaginazione

Mp Mirabilia - www.mpmirabilia.it

*Per consultare i numeri
precedenti e i titoli delle
pubblicazioni del CUEBC:
www.univeur.org - sezione
pubblicazioni*

*Per commentare
gli articoli:
univeur@univeur.org*

Info

Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali
Villa Rufolo - 84010 Ravello (SA)

Tel. +39 089 857669 - 089 2148433 - Fax +39 089 857711
univeur@univeur.org - www.univeur.org

Main Sponsors:



ISSN 2280-9376



Piero Pierotti

*Piero Pierotti,
Professore a riposo di Storia
dell'Architettura, Università
di Pisa; Membro Comitato
Scientifico CUEBC*

Pisa: la Torre sismoresistente

"...Avanzando sempre più il rumore con forza crescente ecco che la sala comincia dapprima a vibrare; alla vibrazione succede un'agitazione violenta in direzione orizzontale con un rumore vorticoso orribile. Avvezzo a questi fenomeni, che non sono rari nel mio paese natio, dopo vari movimenti incerti, accorro ad una delle finestre che mette nel giardino di una prossima casa, e quivi fui testimone di uno de' spettacoli più terribili che possono occorrere allo sguardo dell'uomo. Le case d'intorno erano agitate in una maniera spaventevole... Questi movimenti associati a quelli della casa in cui era mi produssero una vertigine, la quale mi obbligò ad aggrapparmi alla finestra... In tale terribile situazione cominciano a cadermi addosso calcinacci dalla sala: le grida che si sollevavano dalle case vicine aumentavano l'orrore del flagello. Fu un istante che io credei la città nabissare..."

Leopoldo Pilla si trovava nel museo di storia naturale dell'Università di Pisa, nella sala di mineralogia, quando l'evento si manifestò. Erano le 12.57 del 14 agosto 1846¹.

Molisano di Venafro, Pilla si era trasferito molto giovane a Napoli per compiere i suoi studi. Ebbe un curriculum assai variegato: medico veterinario, medico chirurgo, letterato con Basilio Puoti, infine geologo con Matteo Tondi. In questa materia pubblicò i suoi primi risultati. Alla morte di Tondi sembrava che gli dovesse succedere ma incontrò ostilità. Figlio di un giacobino, frequentatore di circoli liberali, destava sospetto. Nel dicembre 1841 incontrò a Napoli il granduca Leopoldo II di Toscana, che rimase molto interessato dai suoi studi. Poco dopo gli arrivò la lettera di Paolo Savi che, sdoppiando la sua cattedra di scienze naturali, teneva per sé l'insegnamento di zoologia e proponeva di lasciare a lui la sezione di geologia. Pilla, dopo molte incertezze, si risolse a lasciare Napoli e accettò.

Trovò in Toscana un ambiente più liberale e aperto. Divenne in poco tempo uno dei pionieri della geologia in Europa, particolarmente versato nello studio degli eventi sismici. Fra le sue esperienze cita spesso i terremoti molisani, avvertiti nell'infanzia, ma anche l'evento calabrese dell'autunno 1835. I suoi testi si basavano molto sull'osservazione diretta: fu il primo a riferire che, durante un terremoto, le pareti degli edifici si potevano aprire lungo la verticale e poi ricongiungersi senza danno. Purtroppo la sua vita residua fu breve: morì il 29 maggio 1848, a Curtatone, nella sfortunata impresa risorgimentale degli studenti pisani che egli guidava col grado di capitano.

¹ L'evento, noto come "terremoto di Orciano" o "delle Colline Pisane", è assai ben descritto. Le testimonianze dirette sono raccolte in *Il terremoto delle Colline Pisane. Cinque testimonianze coeve*, Pontedera, Tagete Edizioni, 2004, dove si possono leggere, in anastatica, anche i testi di Leopoldo Pilla.



Sull'evento del 14 agosto Pilla pubblicò una prima relazione veloce, scritta quasi in tempo reale e conclusa nel giro di cinque giorni². Non nascose qual era stata la sua curiosità più immediata: "Dopo essermi assicurato della salvezza delle persone più care, il mio pensiero corse al campanile del Duomo. Trassi subito a vedere che cosa ne fosse. Quale fu la mia sorpresa nel vederlo ritto e stabile come innanzi! Che spettacolo doveva presentare nel momento della tempesta! Le persone ch'ebbero l'opportunità di osservarlo durante la scossa mi assicurano che il suo barcollamento era spaventevole cosa a vedere..."

Pilla calcolò che la durata del fenomeno, "contando dal momento che cominciò a farsi sentire il rombo di lontano", fosse fra i 25 e i 30 secondi. I morti, tutti nel contado, furono sessanta e il livello di distruzione fu notevole. Tuttavia "i disastri che la città di Pisa ha sofferti in tale sciagura sono assai pochi in confronto di quelli che poteano accadere. Nessuna persona è perita. Nella chiesa di San Michele è rovinata la volta, ma senza nessun sinistro; s'ella cadea il giorno seguente presso alla medesima ora, in Pisa sarebbe avvenuto un massacro. Nel Duomo una croce del tetto è crollata, e dalla volta di una delle finestre laterali esterne fu svelta una pietra quadra, e scagliata sulla piazza. Il Campo Santo ha patito solamente alcune piccole lesioni. Il Campanile, come si disse sopra, è intatto: rimane a vedere se la sua pendenza è cresciuta. Finalmente non ci ha edificio di Pisa che non sia stato più o meno danneggiato con crepature..."

Questo evento, documentato dalla relazione di un così attento osservatore, fu sicuramente un buon collaudo per la stabilità della Torre di Pisa e la sorpresa di Leopoldo Pilla era legittima. Ma la domanda è: il comportamento asismico del monumento fu casuale, estemporaneo, fortuito, oppure risultato di un progetto?

Possiamo avere alcune risposte, anche se in una certa misura indiziarie. Le prime arrivano da Bernardo Maragone, il più documentato cronista pisano del XII secolo. Nel gennaio 1158 c'era stato un terremoto avvertito in città "cum mugito maximo et inaudito"³. Nel 1161 un sisma distruttivo aveva devastato alcune città della Terrasanta molto frequentate dai pisani e nel 1169 fu duramente colpita la Sicilia orientale, dove pure i pisani avevano importanti basi commerciali (fu distrutta Catania). La Torre fu fondata poco dopo, nel 1173: potevano ben sussistere preoccupazioni sulla capacità dell'edificio di difendersi dai terremoti.

² *Poche parole sul tremuoto che ha desolato i paesi della costa toscana*, Pisa, Vannucchi, 1846.

³ Bernardo Maragone, *Annales Pisani*, ad annum.

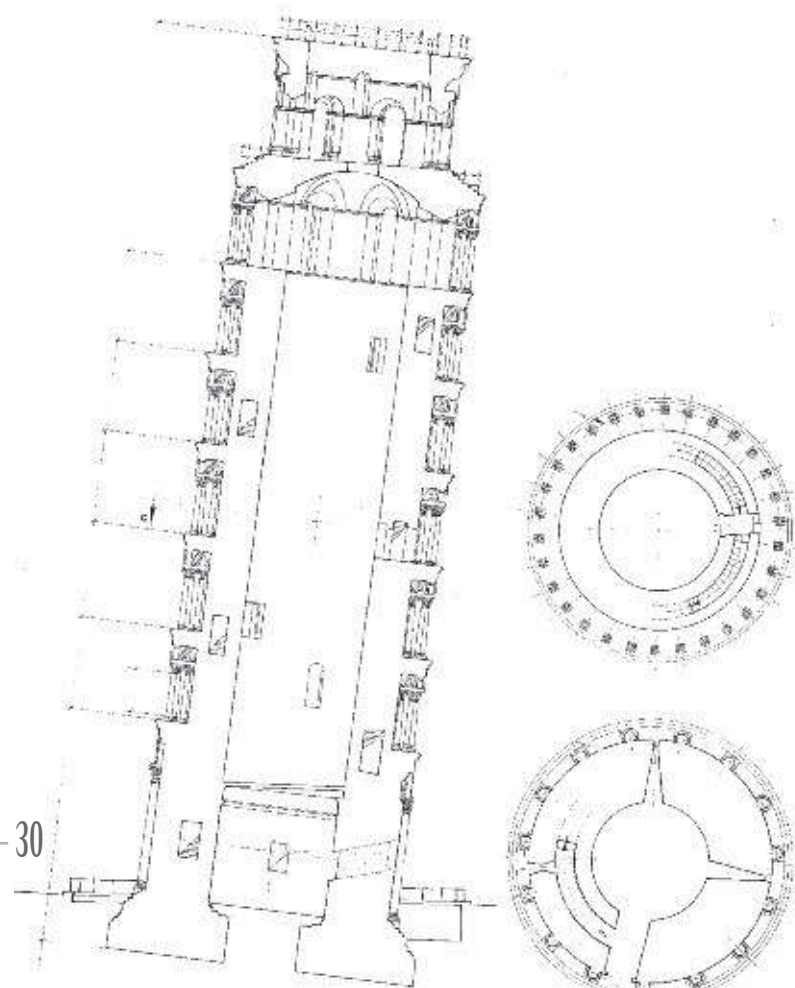


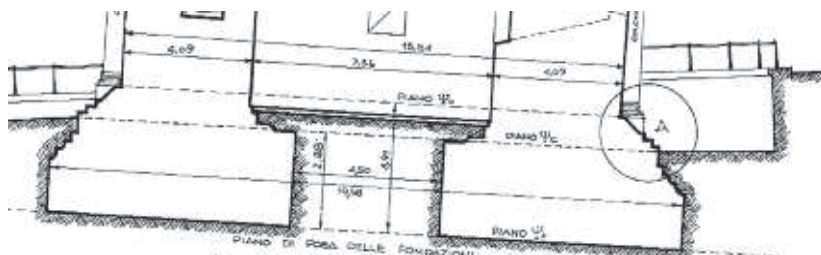
Fig. 1 Il progetto numerico della Torre, ricostruito in base alle misure medievali pisane, è perfetto. La colonnina dei loggiati, alta una pertica, è il modulo dell'intera costruzione.

Un indizio più consistente ci viene dalla forma delle sue fondazioni. Il progetto numerico della Torre, ricostruito in base alle misure medievali pisane, risulta perfetto (fig. 1). Sicuramente anche le fondazioni furono esattamente calcolate (fig. 2), perché il loro diametro è pari a un terzo esatto dell'altezza della Torre (40 piedi pisani su 120). Il loro diametro complessivo, espresso nelle nostre misure, è pari a 19,58 m, ma la sezione del sodo murario circolare che vi poggia le impegna solo per 8,18 m complessivi (4,09 + 4,09)⁴. Non sono però continue: al centro troviamo un foro cilindrico di 4,5 m di diametro. Le funzioni strutturali di questa cavità potrebbero essere anche altre ma è plausibile che si tratti di un pozzo antisismico. Si credeva infatti, e si continuò a credere per molti secoli ancora, che il terremoto fosse provocato da masse d'aria compresse sotto il terreno: queste, impossibilitate a liberarsi, ne avrebbero provocato il sommovimento. Il "muggito", ricordato da Maragone, sarebbe coinciso appunto col momento di sfiato dell'aria sotterranea. Si ricorderà del resto Dante, *Inf.*, III, 127-133:

*"...la buia campagna
tremò sì forte, che de lo spavento
la mente di sudore ancor mi bagna
La terra lagrimosa diede vento,
che balenò una luce vermiglia
la qual mi vinse ciascun sentimento;
e caddi come l'uom cui sonno piglia".*

Del resto lo stesso Leopoldo Pilla dava ancora una spiegazione analoga sull'origine dei ter-

Fig. 2 Anche il diametro delle fondazioni è dimensionato, essendo pari a un terzo esatto dell'altezza (40 piedi pisani su 120).



⁴ I rilievi metrici e grafici sono della Commissione Polvani (1965-71), la conversione in misure pisane è mia.



remoti: "...egli è certo che essa consista in una potenza sotterranea, la quale esercita la sua azione contro le pareti della corceccia terrestre. Se quest'azione è eccessiva e la resistenza delle materie terrestri è di egual vigore, nessun effetto ne succede infino a che l'equilibrio non è rotto..."⁵. Perciò, almeno nelle costruzioni importanti, si riteneva utile costruire degli sfiatatoi profondi che impedissero l'accumularsi di quella "potenza" fino al limite dell'esplosione.

Tuttavia, posto che possiamo conferire attendibilità a questo indizio, esso ci confermerebbe l'intenzione legittima di costruire un campanile sismoresistente: non ancora la capacità tecnica di riuscirci. Ciò induce perciò una seconda domanda: nel XII secolo, a Pisa, potevano esserci conoscenze e competenze di questo livello? Ed esistevano le condizioni per metterle in opera?

Molto probabilmente sì. La repubblica marinara stava attraversando il periodo più florido della sua storia e aveva raggiunto un ruolo politico di notevole rispetto. Il suo arcivescovo Daiberto, già consigliere e collaboratore di Urbano II, dopo la conquista crociata della città era stato investito del ruolo di patriarca latino di Gerusalemme. La città gestiva una quantità considerevole di basi commerciali nel Mediterraneo ("Porto Pisano" o "Cala Pisana" sono toponimi tuttora ricorrenti in molte località costiere). I suoi arsenali erano così produttivi che, specie sulle coste africane spoglie di alberature, i mercanti pisani si potevano permettere di vendere tutto insieme, nave e carico. Ma un episodio soprattutto dà il senso del peso politico che le si attribuiva.

Nel 1134 si svolge a Pisa il concilio che, quasi all'unanimità, riconosce Innocenzo II papa legittimo rispetto all'antipapa Anacleto II, che occupava Roma. Innocenzo era appunto esule a Pisa, dove si trattenne per oltre un anno. Il concilio era stato fortemente voluto da Bernardo di Chiaravalle che, in quell'occasione, scrisse ai consoli e al popolo pisano una lettera importantissima: "...Assumitur Pisa in locum Rome et de cunctis urbibus nobilibus terre ad apostolice sedis culmen eligitur..." ("Si propone Pisa in luogo di Roma e, fra tutte le nobili città della terra, si sceglie a capo della sede apostolica", *Epistola CXXX*).

Non era una proposta retorica. Roma era una città piena di turbolenze e l'autonomia del pontificato dai suoi conflitti interni ne veniva spesso messa in discussione. Nell'idea di Bernardo Pisa poteva offrire tranquillità al governo dei papi, senza per questo dover ricorrere alla rischiosa protezione dell'impero. L'occasione di rendere concreto il proposito si presentò non molti anni dopo, nel 1145, quando fu eletto papa col nome di

⁵ *Poche parole sul terremoto...*, p. 4.



Eugenio III Bernardo Paganelli, monaco cistercense ligio a Bernardo e pisano di origine.

Fu anch'egli un papa esule. Era stato consacrato a Farfa perché, dopo la sua elezione, i movimenti di piazza avevano reso inagibile la sede vaticana. Durante il suo pontificato, durato otto anni, quattro mesi e tre settimane, poté soggiornare a Roma complessivamente soltanto un anno e mezzo scarso. Per lunghi periodi dovette risiedere a Viterbo, a Segni, a Ferentino o a Tivoli, dove morì. Si può comprendere perché una "nuova Roma", ossia una sede politicamente protetta in una città forte e indipendente, poteva rientrare nelle proposte bernardine. Si può anche comprendere l'interesse di Pisa a sviluppare tale forma di collaborazione con il pontificato e a intraprendere la costruzione della nuova sede pontificia. La piazza del Duomo, quale oggi la vediamo, è molto probabilmente il frutto di questo poderoso disegno.

Bernardo di Chiaravalle ed Eugenio III morirono entrambi nel 1153, ossia l'anno stesso in cui si ponevano le fondazioni del Battistero, ma il progetto non si arrestò. Il console Cocco Griffi costruì nel 1155 la cortina di mura intorno alla piazza, dandole una dimensione spaziale definita. Fu ristrutturato e prolungato il duomo, nel 1173 si posero le fondazioni della Torre. Probabilmente era stato decisivo l'impulso bernardino iniziale ma non è determinante averne la conferma, perché il disegno della Piazza, con l'inconfondibile armonia di proporzioni che la distingue, da allora prese ad esistere comunque ed ebbe un autore a noi noto, dalle cui opere possiamo ricavare molte delle risposte che stiamo cercando.

Deotisalvi è l'unico architetto che pone la sua firma sulla Piazza in questo periodo (nel Battistero: "DEOTISALVI MAGISTER HUIUS OPERIS") ma è immaginabile che la città avesse provveduto ad affiancarlo con un gruppo di collaboratori del livello necessario a portare a compimento quell'ambizioso progetto. La quantità e la qualità di conoscenze che la scuola pisana era allora in grado di esprimere, e in certa misura anche la loro provenienza, si ricavano direttamente dai risultati del loro lavoro. Il principale bacino culturale di riferimento è ovviamente il Mediterraneo orientale, dove già i pisani avevano basi commerciali importanti (Akko, fra tutte), ravvivato dalla recente presa di possesso da parte dei Crociati.

Deotisalvi si era presentato a Pisa con una cupola ottagonale perfetta – nella chiesa di San Sepolcro – progettata con lo spiovente del tetto inclinato nella misura che consentiva di costruirla senza centine (fig. 3). L'artificio si ripete nella cupola

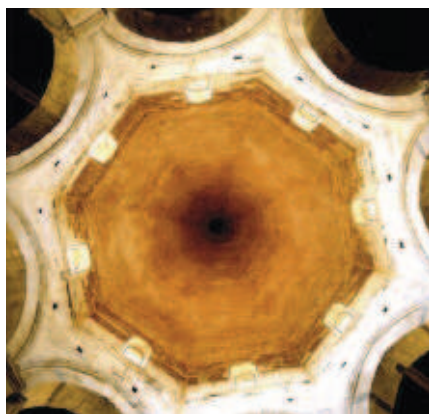


Fig. 3 Pisa, chiesa di San Sepolcro, intradosso della cupola (Deotisalvi).



dodecagonale del Battistero (fig. 4), troncoconica nell'intradosso (fig. 5) e troncopiramidale nell'estradosso. Però qui c'è assai di più, perché l'inclinazione degli spioventi è di 72° , ossia quella della stella a cinque punte (fig. 6), che comporta l'applicazione della proporzione aurea (fig. 7). Anche in pianta troviamo la medesima formula euclidea: il giro del colonnato interno taglia il raggio secondo il rapporto aureo. La suddivisione in base 12 dello spazio circolare dell'intero edificio ne fa inoltre un'ideale macchina del tempo: la numerologia d'insieme del Battistero, che ha come minimo comune multiplo il 60, ci rinvia in maniera non casuale alla tradizione del calcolo mesopotamico nonché, in progressione, alle lancette del nostro orologio. Certe complessità geometriche si confermano a posteriori, ricordando che a Pisa, poco oltre la fine del secolo, scrisse le sue opere Leonardo Fibonacci. Il progetto di architettura s'intreccia in maniera evidente con le conoscenze matematiche e astronomiche del periodo.

Per ammissione comune, la forma interna del Battistero è la rotonda che meglio si raccorda con l'*Anastasis*. Probabilmente, nell'idea del console Cocco Griffi e del *magister* Deotisalvi, stava il proposito di creare anche una "nuova Gerusalemme"⁶. Se ciò ha un significato indubbio per la tradizione religiosa, per noi costituisce anche un indizio importante per la provenienza delle conoscenze possedute dalla progettualità pisana di quel periodo. Nell'area bizantina, sviluppate e arricchite in ambito islamico, non si erano mai interrotte le tradizioni culturali greche e romane, integrate con quelle egizie e indiane. I commerci delle repubbliche marinare, prima ancora che le invasioni crociate, le stavano gradatamente reintroducendo in Europa.



Fig. 4 Pisa, Battistero. L'involucro esterno della cupola è posteriore di circa un secolo (Nicola e Giovanni Pisano).

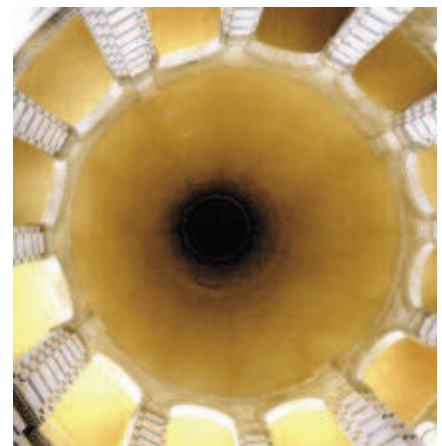


Fig. 5 Battistero: intradosso troncoconico della cupola di Deotisalvi.

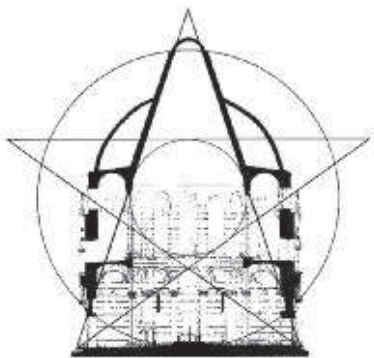


Fig. 6 Sezione della cupola interna del battistero secondo lo schema della stella a cinque punte.

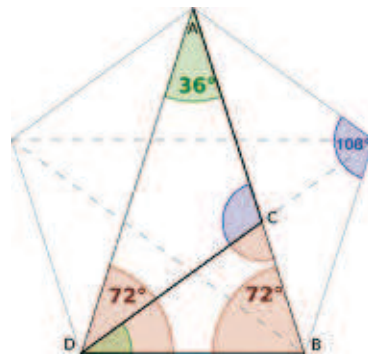


Fig. 7 Costruzione della stella a cinque punte con l'applicazione della proporzione aurea.

⁶ Per approfondire questi argomenti si possono leggere P. Pierotti, L. Benassi, *Deotisalvi. L'architetto pisano del secolo d'oro*, Pisa, Pacini, 2001; M. S. Calò Mariani (ed.), *La Terrasanta e il crepuscolo della crociata*, Bari, Adda, 2001; P. Pierotti et alii (ed.), *Le rotonde del Santo Sepolcro. Un itinerario europeo*, CUEBC, Studio, tutela e fruizione dei beni culturali, 1, Bari, Edipuglia, 2005.



Fig. 8 Etchmiadzin (Armenia), fiancata destra della chiesa di S. Hripsimè, fondata nel 618.



La Torre viene ideata quando quel programma culturale ha raggiunto la sua organicità. Non ci sono casualità nel suo progetto numerico. Non ci sono casualità neppure nelle parti che non si vedono – quelle strutturali cioè – come nel rapporto altezza/diametro di fondazione. Perciò nulla vieta di ammettere che in quel progetto fossero inseriti deliberatamente accorgimenti antisismici. Tutta la fascia mediorientale che si affaccia sul Mediterraneo è fortemente sismica e dunque anche il bacino culturale da cui potevano provenire tali conoscenze è il medesimo. Tuttavia dobbiamo fare una distinzione.

Se percorriamo l'area dove maggiormente si espande l'urbanizzazione tardoromana, ci imbattiamo in una serie considerevole di disastri. In Israele, Giordania, Siria, Libano registriamo gli esiti di una sconfitta costante della battaglia combattuta dall'architettura imperiale contro i terremoti. Benché grandiosa e imponente, essa si rivelò incapace di opporre al sisma la resistenza presumibilmente immaginata dai suoi costruttori. Il tempio di Bacco a Baalbek (Libano attuale) è il culmine della dimostrazione: non c'è struttura megalitica che l'energia del terremoto non sia riuscita a frantumare.

Per trovare un'architettura capace di proporre modelli sismo-resistenti ci si deve spostare poco oltre, ossia nell'Armenia storica. Le affinità tra architettura armena e architettura pisana sono riconosciute ma l'architettura armena è sicuramente il prototipo⁷ e non è improbabile che maestranze armene avessero operato anche a Pisa. Lo conferma il modo di lavorare la pietra, riquadrata e tagliata alla perfezione, anche se durissima e su sezioni ricurve, che in Armenia è assai precoce. L'architettura religiosa armena del medioevo ha caratteristiche costanti che ne evidenziano la natura di presidi antisismici: la preferenza per la struttura a pianta centrale, la ricorrenza dei contrafforti, la frequenza dei corpi tubolari e delle coperture a cupola, i numerosi casi di edifici parzialmente scavati nella roccia, spesso basaltica (fig. 8).

⁷ Vedi per esempio M. Hasratyan, Z. Sargsyan, *Armenia. 1700 years of Christian Architecture*, Yerevan, Moughni, 2001 ma soprattutto Paolo Cuneo, *Architettura armena dal quarto al diciannovesimo secolo*, Roma, De Luca, 1988.



La struttura a cilindro interamente cavo della Torre pisana è molto probabilmente un derivato della tecnica costruttiva armena (fig. 9). Secondo Giorgio Vasari, la ragione della resistenza dell'edificio nonostante la sua inclinazione "...è perché questo edificio è tondo fuori, e dentro è fatto a guisa d'un pozzo vuoto e collegato di maniera con le pietre che è quasi impossibile che rovini... Credo bene che non sarebbe oggi, se fosse stato quadro, in piedi, poiché i cantoni delle quadrature l'harebbono, come spesso si vede avvenire, spinto in fuori, che sarebbe rovinato..." (*Vita di Arnolfo di Lapo*). Anche il baricentro molto basso e lo spessore del sodo murario alla base (4,09 m) possono essere derivati dell'esperienza armena. A questi però l'edificio aggiunge l'espedito della struttura ad albero, resistente nella parte cilindrica e duttile negli snodi dei colonnati, che poteva provenire da altri modelli antisismici orientali (dalla pagoda, per esempio).

La Torre può dunque essere interpretata come una macchina ideale per resistere alle sollecitazioni sismiche dissipando energia. Di fatto, è costruita secondo uno schema a doppia valenza (rigido nel nocciolo centrale e flessibile nel contorno), spesso adottato dall'architettura contemporanea negli edifici in elevazione, grattacieli inclusi. Il confronto che qui si propone con il Taipei 101 di Taiwan – area, come sappiamo, a fortissimo rischio sismico – ci può fare da paradigma (fig. 10).

Torniamo dunque a Leopoldo Pilla che, dopo la prima nota informativa, pubblicò un secondo volume sul terremoto pisano del 14 agosto 1846, preoccupandosi di raccogliere anche testi-



Fig. 9 Chiesa di S. Hripsimè, rinforzo semicilindrico interno.

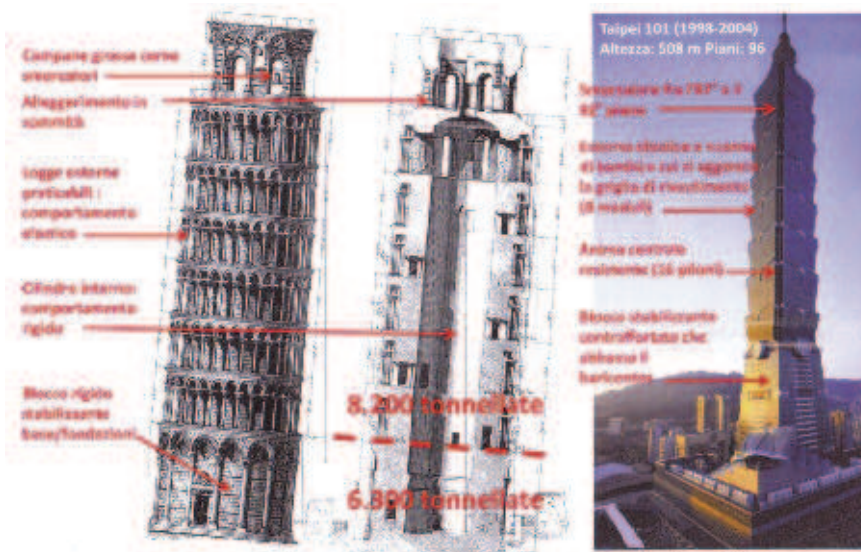


Fig. 10 Confronto strutturale fra la Torre di Pisa e il Taipei 101 di Taiwan. Sono messi in relazione i possibili accorgimenti antisismici.



monianze dirette sul dettaglio che più lo aveva incuriosito, ossia sull'incolumità della Torre. "Per caso – egli riporta – vi si trovarono dentro in quel momento il Sig. Piero Tausch di Livorno in compagnia di alcune Signore forastiere. Siccome molte voci erano corse intorno alle cose osservate dalla detta brigata dentro a quell'edifizio durante la scossa, io mi sono diretto al Sig. Tausch per conoscere da lui medesimo la verità, ed ecco quanto questo gentile giovane mi ha narrato.

"Egli era entrato in compagnia di due Signore dentro la torre pochi minuti prima del tremuoto e trattenevasi con una di esse a leggere le iscrizioni che si trovano nel fondo dell'edifizio, mentre l'altra signora aveva cominciato a salire le scale. In questo il Tausch comincia a provare una sensazione penosa che gli ascendeva come al cuore; poi tanto egli che la compagna si accorsero di un certo moto come vorticoso, che cagionò in entrambi una spezie di vertigine. Allora la Signora la prima disse: *è un tremuoto*. Chiamarono subito l'altra compagna, la quale aveva salito 16 scalini: questa discese nel momento che tutto era finito, e disse non essersi accorta di nulla dentro a quell'angusta scala, ma solamente avere inteso un tocco di campana, il quale le avea messa curiosità di sapere onde movesse. Questo è il genuino racconto fattomi dal Sig. Tausch, e i fatti notati si accordano bene con la posizione in cui erano egli e le sue compagne; in fatti il fondo della torre per il posto che occupa dell'edifizio e parte della sua immensa solidità non dovè patire grandissimo spostamento. Ma se la compagna si fosse trovata su l'alto della torre, certamente avrebbe sentito bene diversi gli effetti del tremuoto: e la pruova ne è l'urto che la sommità di quell'edifizio dovè patire perché il martello potesse picchiare la campana"⁸.

Possiamo commentare il racconto di Pilla, molto preciso, alla luce degli approfondimenti che stiamo conducendo da circa un trentennio sul comportamento sismico dell'edificato⁹, e ne ricaviamo deduzioni interessanti, che possono confermare alcune considerazioni ricavate da altri contesti:

- alcune frequenze dell'onda sismica agiscono direttamente sulle persone e provocano sensazioni del tipo descritto dai due che erano rimasti nell'ingresso: una vibrazione che prende al cuore (è un principio di fibrillazione, ormai lo sappiamo, che talora ha esito letale), un senso di vertigine che non è provocato dallo scuotimento del suolo ma direttamente dal campo di attrazione generato dall'onda;

⁸ L. Pilla. *Istoria del tremuoto che ha devastato i paesi della costa toscana il dì 14 agosto 1846*, Pisa, Vannucchi, 1846, p. 28.

⁹ Vedi in particolare P. Pierotti (ed.), *Manuale di sismografia storica. Lunigiana e Garfagnana*, Pisa, Edizioni Plus, 2003; D. Ulivieri (ed.), *Valtiberina Toscana. Paradigmi di sismografia storica applicata*, Pisa University Press, 2014.



- la signora che ha cominciato a salire le scale incassate nel sodo murario, percorrendo sedici scalini e quindi senza arrivare al livello del primo loggiato, non si accorge del terremoto: in quella sorta di bunker che essa sta percorrendo il sisma non si manifesta, come avevamo già constatato studiando i borghi in galleria della Lunigiana. Lo scuotimento si verifica presumibilmente ai piani superiori della Torre ma non per effetto di un sommovimento della sua base, che nessuno degli interpellati riferisce di avere avvertito;
- probabilmente almeno una delle campane grosse disposte in circolo alla sommità della Torre (fig. 11) si muove con moto ritardato fungendo da smorzatore ("damper") e quindi contrasta i possibili effetti di risonanza. Ha, cioè, lo stesso effetto del gigantesco smorzatore del Taipei 101.

L'esempio della Torre di Pisa, a parte la singolarità dell'evento specifico, può indurre ad alcune riflessioni di carattere più generale. Il sisma è un fenomeno molto complesso, che agisce con più campi di forze a vari livelli e si manifesta in maniera differente anche in ragione dei materiali che ricevono l'onda sismica e della forma degli edifici. Fenomeni di risonanza, che possono interessare sia i terreni sia l'edificato, creano effetti locali di amplificazione dell'onda capaci di produrre esiti distruttivi senza che nuova energia venga aggiunta al sistema. La normativa vigente non incoraggia la conoscenza dell'edificato esistente in funzione della prevenzione del danno e anzi tende a semplificare i dispositivi di legge, come se gli effetti di un terremoto fossero esclusivamente riconducibili alle sollecitazioni indotte dai sommovimenti del suolo. Molti edifici storici, anche di rilievo, negli ultimi decenni hanno subito interventi generici di "messa a norma" in applicazione di quei dispositivi. La domanda è: questi interventi sono stati preceduti da analisi volte ad accertare se in essi già esistessero dei presidi antisismici? E, in caso affermativo, si è valutato preventivamente se la "messa a norma" confortasse tale funzione oppure se, al contrario, ne riducesse l'effetto?

L'esperienza ci dice che, in certi casi almeno, l'ingegneria sismica contemporanea ha dato per scontato che i progettisti di un tempo non possedessero conoscenze valide in materia. Invece, come abbiamo visto, perfino nel più handicappato dei monumenti italiani ciò si è rivelato possibile. La conoscenza non è mai un sovrappiù.



Fig. 11 L'Assunta è la campana più pesante posta alla sommità della Torre (peso: 2,6 tonnellate).