

PER RIPRENDERE (IN SICUREZZA) LA SFIDA LOCALE DI ANTONELLI

MARCO DEZZI BARDESCHI

La lunga attività costruttiva di Antonelli nel Piemonte pre e postunitario sembra tutta ispirata ad una stessa ostinata, caparbia gara (con sé stesso): quella di spingere oltre ogni possibile limite, il più in alto possibile, il cantiere tradizionale di costruzione. La sua figura sembra incarnare, fino all'ossessione, il lontano mito di Nembrod: obiettivo comune di entrambi quello di lanciare una inappagata, prometeica sfida verso il cielo. Altri, dopo, di loro, hanno proseguito la corsa verso il cielo nel sempre aperto Guinness dei primati in altezza. Il provocatorio progetto del grattacielo alto un miglio di Frank Lloyd Wright (1956) è ancor oggi il referente verso cui si tende, dopo lo *Shanghai World Financial Centre* (492 m.) del 2008, la *Mecca Royal Tower* (539 m.) del 2011, la *Lotte World Tower* di Seul (555 m.) del 2016 ed il *Burj Khalifa* di Dubai (636 m. con antenna fino a 828 m.) che al momento è, con i suoi 170 piani, l'edificio più alto del mondo. E sta per essere raggiunto (e superato) dalla torre di *Kohn Pedersen Fox* a Tokyo, una megacittà con 500.000 persone che sarà ultimata solo nel 2045.

Se il geniale impegno personale di Antonelli, nella sua lunga e geniale attività progettuale, è tutto volto ad esaltare il progresso tecnico-scientifico nel secolo del *Ballo Excelsior* e della torre Eiffel, sembra proprio che oggi invece, nel nome convenzionale e normativo (e dunque riduttivo) della "sicurezza", si faccia, al contrario, proprio di tutto per limitare la ricerca a tranquilli standard precauzionali di sicurezza assolutamente privi di qualunque rischio (è il computer che li stabilisce?), rinunciando in tal modo ad ogni stimolo e conseguente impegno nella sperimentazione creativa. Col paradosso che una medesima nuova opera pubblica progettata negli anni Ottanta e

positivamente collaudata dal calcolo e dall'uso nel tempo (è un'esperienza personale quella cui qui faccio riferimento: l'ampliamento della Sala comunale di Campi Bisenzio a Firenze) oggi, per la sopraggiunta nuova normativa che ha alzato i coefficienti di cautela sismica, si è avanzata l'ipotesi che debba essere pesantemente rinforzata (e dunque alterata).

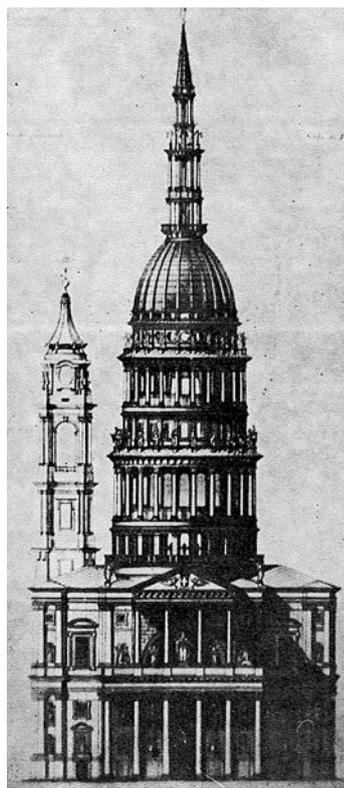
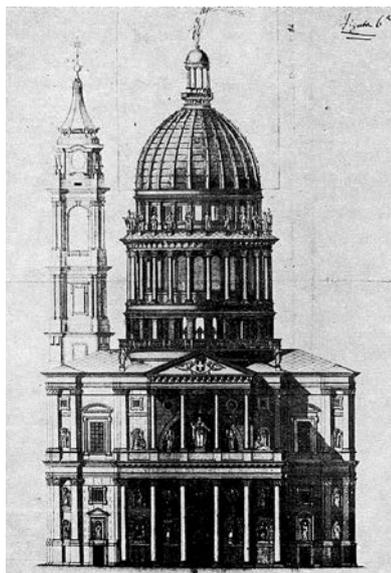
Se ciò accade per le nuove architetture, ancor più di frequente ciò avviene, come si può ben immaginare, per il costruito storico, soprattutto nel caso, classico – ad esempio – dei violenti traumi istantanei prodotti dalle sollecitazioni sismiche.

Di solito i buoni medici mettono al primo posto come loro concreto obiettivo sia clinico che deontologico la buona vita ulteriore di qualunque paziente sia affidato alle loro cure. Lo stesso scopo dovrebbe coerentemente condividere un tecnico (architetto, ingegnere, specialista) che si è formato ed operi sulle patologie del costruito esistente. Ma in questo campo, purtroppo, quella che dovrebbe essere una buona regola di buon senso troppo spesso, alla prova dei fatti, diventa solo una possibile eccezione: invece di correre in aiuto del documento materiale offeso, che costituisce con evidenza un patrimonio materiale autografo in copia unica della collettività, dunque da salvare, si preferisce saltare a piè pari il problema e togliere di mezzo lo stesso imbarazzante testimone di pietra, sostituendolo con una sua approssimativa, fredda replica al vero (com'era/dov'era). Come ad esempio è appunto accaduto di recente proprio in Emilia dopo il recente terremoto che l'ha colpita. Ed è davvero un autentico paradosso che la Soprintendenza, la quale per sua stessa definizione sarebbe chiamata a

salvaguardare e a proteggere ad oltranza quella singolare eredità materiale ferita che dà corpo ad un Bene comune per eccellenza, cedendo al parere di discutibili esperti, abbia invece in quel caso autorizzato non il consolidamento e il recupero di numerosi campanili e torri civiche, che rappresentano i simboli evidenti della storia materiale e dell'identità stessa dei rispettivi luoghi, mostrando alle popolazioni già fortemente provate dagli eventi naturali la propria sostanziale indifferenza alla doverosa strenua conservazione dovuta a quegli autentici ed eloquenti testimoni parlanti sopravvissuti.

Ecco, mi piace pensare che questo Quaderno, che ben documenta la ricerca PRIN condotta sulle architetture verticali del Piemonte, contribuendo alla loro approfondita conoscenza diretta, possa efficacemente contribuire a riprendere ed affinare le storiche, qui sperimentate, metodologie d'intervento di salvaguardia e di consolidamento delle strutture snelle. Ce n'è proprio bisogno, oggi in cui, a fronte del grande avanzamento della ricerca scientifica e tecnologica (dal mondo del press'a poco all'universo della precisione: per citare la fortunata espressione di Koyré), mentre abbiamo realizzato con successo traguardi dall'antichità sempre solo sognati (le avventure spaziali, lo sbarco sulla luna), il cantiere edile storico è rimasto in

prevalenza in mano della nota rozzezza di imprenditori interessati unicamente alla quantità delle voci di capitolato, confuso nella continua polvere (altro che universo di precisione!) di remozioni sbrigative e di altrettanto sommarie ricostruzioni massimaliste e senza qualità.



Da sinistra a destra: il secondo progetto di Antonelli del 1855 per la cupola di San Gaudenzio a Novara, a confronto con il campanile preesistente; la soluzione finale realizzata; il Next Tokio nella baia di Tokio in costruzione



CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI PIEMONTESI

D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010

Classificazione sismica entrata in vigore a seguito dell'approvazione della D.G.R. n.4-3084 del 12/12/2011 (B.U.R.P. n. 50 del 15/12/2011)

LEGENDA

▭ Limiti provinciali

▭ Zona 3: comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della D.G.R.

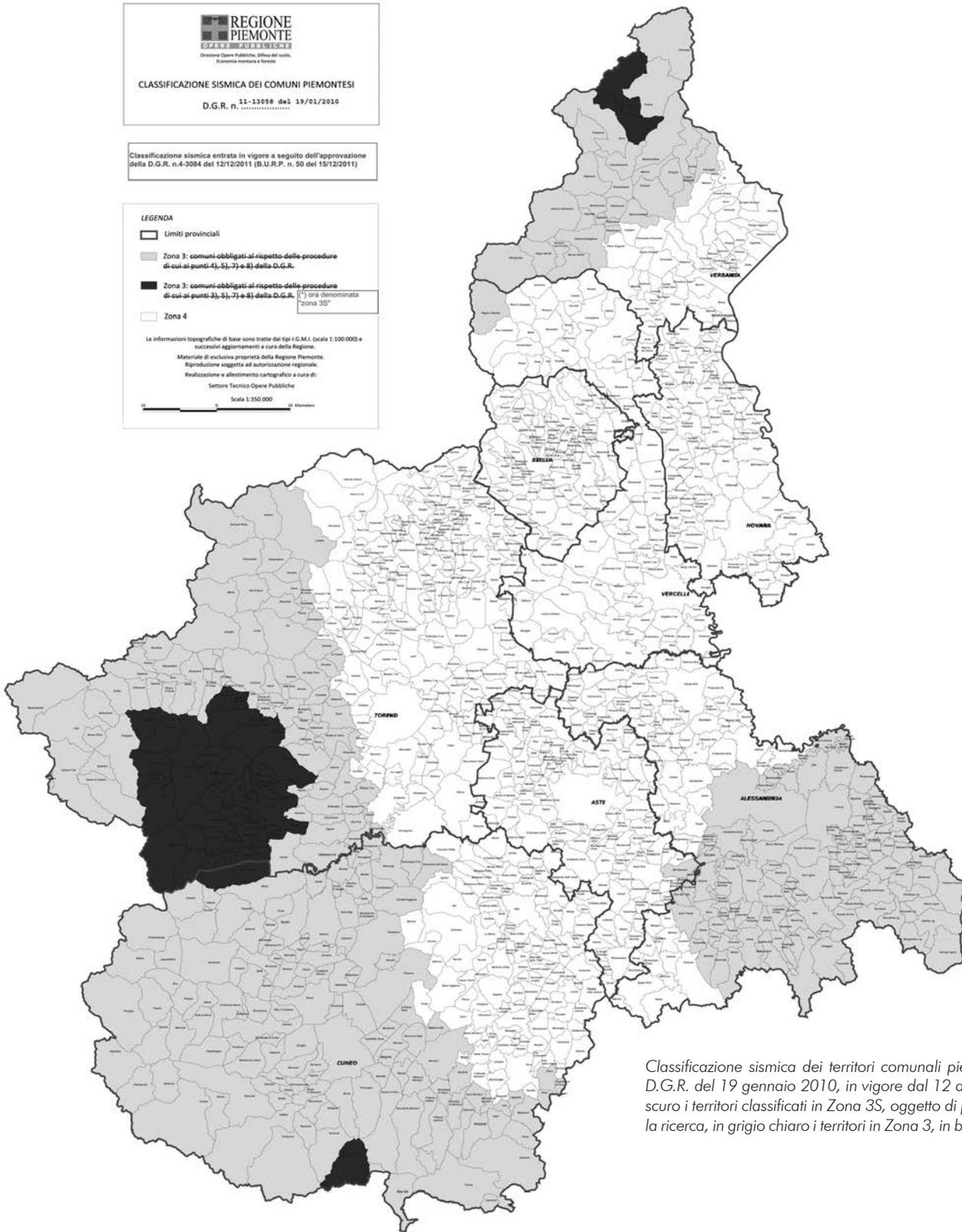
▭ Zona 3: comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 3), 5), 7) e 8) della D.G.R. (*) ora denominata zona 3S

▭ Zona 4

Le informazioni topografiche di base sono tratte dai tipi I.G.M.I. (scala 1:100.000) e successivi aggiornamenti a cura della Regione.
Materiale di esclusiva proprietà della Regione Piemonte.
Riproduzione soggetta ad autorizzazione regionale.
Realizzazione e allestimento cartografico a cura di:
Settore Tecnico Opere Pubbliche

Scala 1:150.000

0 10 20 chilometri



Classificazione sismica dei territori comunali piemontesi espressa dalla D.G.R. del 19 gennaio 2010, in vigore dal 12 dicembre 2011: in grigio scuro i territori classificati in Zona 3S, oggetto di particolare indagine della ricerca, in grigio chiaro i territori in Zona 3, in bianco i territori in Zona 4

L'ESPERIENZA DI UNA DIAGNOSI DI VULNERABILITÀ

ROSALBA IENTILE

Abstract: *The study concerns historic buildings, specifically towers and bell-towers, situated in a part of the Piedmont region, Italy, with a seismic risk grade denominated 3S and 3. This study has been carried-out in a research project of national interest (PRIN): «Operative protocols for the knowledge and preservation of cultural heritage from seismic risk in pursuance of the Direttiva 12 Ottobre 2007 (G.U. n.24 del 29/01/08)». The research outcome aimed at better specifying the Italian Guidelines and in particular the topic «Assessment of seismic safety on a territorial scale». It also aimed at updating the knowledge about the seismic risk of these historic buildings. By means of several case studies, this research shows that, in order to obtain more suitable evaluations of risk, both the level of knowledge and the structural analysis of the existing buildings have to be brought to the LV3 level of the Guidelines already on a territorial scale.*

L'analisi sulle architetture verticali, nello specifico su quel patrimonio storico che comprende torri e campanili, al fine di discutere della loro conservazione a fronte di una

vulnerabilità sismica, è stata sviluppata, attraverso un percorso di indagini, nell'ambito di una ricerca PRIN (1) dal titolo: *Protocolli operativi per la conoscenza e la tutela*

In questa pagina seguono le immagini di alcune architetture verticali oggetto di analisi. Da sinistra: campanile della chiesa dei Santi Benedetto e Donato a Garzigliana (To) (a sinistra), campanile della chiesa di San Donato a Frossasco (To) (al centro) e il campanile della chiesa di Santa Maria del Borgo a Vigone (To) (a destra)





Campanile del tempio valdese, Bobbio Pellice (To)

dal rischio sismico del patrimonio culturale in applicazione della Direttiva 12 ottobre 2007 (G.U. n.24 del 29/01/08): Protocolli operativi per la valutazione e la riduzione del rischio sismico di torri.

In particolare, l'attenzione è stata fissata sull'analisi di quelle tipologie che fanno parte del patrimonio storico del territorio piemontese posto in area sismica 3 e 3s (2). L'esito della ricerca vuole essere un contributo di approfondimento ai punti 2.1, 4.1 e 5.3.1 delle Linee Guida (3), poi recepite dalla DPCM 2011, sulle specifiche emergenze a sviluppo verticale, oltre che di un aggiornamento del quadro conoscitivo attuale di dette fabbriche, per

quanto concerne la valutazione della sicurezza sismica a scala territoriale, associando dunque a «dati puramente "anagrafici" una serie di informazioni desunte dal rilievo e dall'analisi diretta e indiretta, riconducibili ai criteri di lettura suggeriti dalla *Direttiva*» (4), fino alla valutazione del coefficiente sismico per alcuni casi tipologicamente significativi. Sono state adottate prassi di conoscenza e procedimenti operativi per certi aspetti "riletti", riguardo alle indicazioni delle Linee Guida, ma allo stesso tempo, in accordo alla "finalità" delle stesse e cioè "un programma per il monitoraggio dello stato di conservazione dei beni architettonici tutelati" (5), mettendo particolare accento alla necessità di "investire di più" in conoscenza, già nella fase di valutazione a scala territoriale. E si precisa che "investire" non si riferisce al significato meramente economico del verbo bensì all'economia del risultato finale. È stata, ad esempio, accertata sul campo, l'efficacia di procedure quali metodi di rilievo speditivi, eseguiti con strumenti che consentono una rapida e accurata restituzione. Queste procedure, sviluppate con metodi geomatici indiretti che impiegano sistemi innovativi della fotogrammetria digitale, richiamate dalle Linee Guida per «le difficoltà del rilievo geometrico...legate all'accessibilità di alcuni spazi...oppure all'eccessiva altezza degli elementi» (6), pur complesse nella loro restituzione tridimensionale, risultano vantaggiose e a basso costo. Richiedono alcuni dati preliminari acquisiti per via topografica, ma «la produttività e i tempi di realizzazione confrontati con le capacità informative sono del tutto a favore» (7) delle tecniche più nuove. E ancora, nella sezione di conoscenza riferita alla «ricostruzione dell'intera storia costruttiva del bene culturale tutelato, ossia del processo di costruzione e delle successive modificazioni nel tempo» (8), si è privilegiata la lettura di quei documenti d'archivio che si pensa possano fornire l'acquisizione di informazioni dirette sulla vulnerabilità. La conoscenza è passata dalle stratificazioni della fabbrica e dalla sua risposta a situazioni atipiche accadute nel tempo, alla valutazione di un possibile sapere antisismico, già trasmesso dalla memoria materiale attra-

verso particolari costruttivi eseguiti in fase di realizzazione, anche attraverso le rappresentazioni storiche efficaci e le annotazioni che rendono concreto un documento. Le procedure di calcolo per la determinazione dell'indice di sicurezza, sono state svolte criticamente, ricercando quale possa essere l'iter essenziale da seguire, nel tentativo di evitare successive iterazioni.

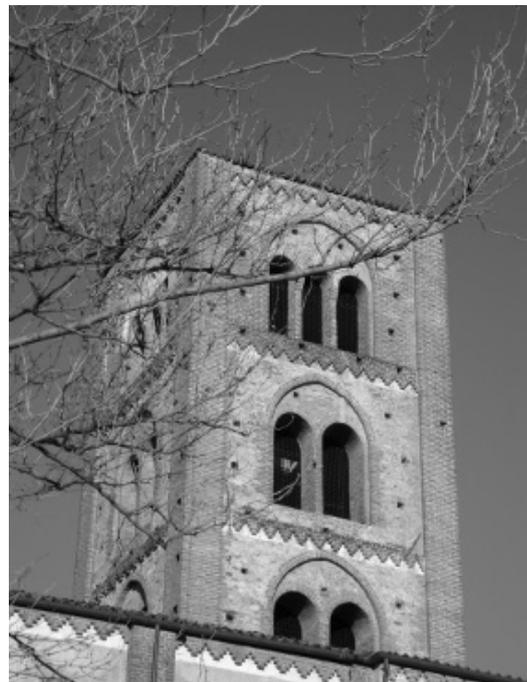
Si è dunque condotta una ricognizione sul territorio finalizzata alla specifica conoscenza delle architetture verticali, si è intrapresa la costruzione di un atlante (9), implementabile con successive informazioni, allo scopo di creare uno strumento di supporto alla pianificazione antisismica, come previsto dalle Linee Guida con la costruzione di una banca dati dei beni architettonici tutelati (Sistema valutazione rischio sismico o SIVARS). Tutto ciò si è portato avanti non utilizzando dati qualitativi, bensì analisi accurate che non hanno richiesto, peraltro, impegno particolarmente oneroso.

Necessariamente estesa a una serie numerosa di architetture storiche distribuite su un'area territoriale della regione Piemonte a grado di rischio 3 e 3s (10), per la sua ampiezza, per il numero di casi osservati, essa si pone come attenta riflessione sul tempo di vita di questi beni. E ciò, nella consapevolezza che queste architetture rappresentano, nella loro originalità e nella specificità materica, archivi depositari di identità, dunque unici e irripetibili. La scelta di un territorio d'indagine, pur a media pericolosità sismica, è stata dettata dalla consapevolezza della naturale vulnerabilità delle fabbriche realizzate in muratura, quali in massima parte sono quelle analizzate. E anzi si può ritenere che queste debbano essere considerate ad alto rischio, perché riuniscono le ragioni connesse ai materiali costituenti, con quelle di essere state costruite con limitate misure antisismiche. I manufatti storici cui è diretto lo studio, sono, proprio per la geometria verticale e per le caratteristiche strutturali, particolarmente sensibili alle azioni del sisma e portano in se stessi, come del resto tutto il patrimonio esistente, un carattere intrinseco di continuo deperimento che li può condurre a danno



Scorcio del campanile della chiesa di San Maurizio, Pinerolo (To)

inesorabile. Essi «come gli uomini e come tutti i corpi, portano fino dal loro concepimento il principio della loro distruzione, la quale deve esser dall'arte tenuta più lungi che si può» (11). Così Francesco Milizia sottolinea la fatale fragilità del bene architettonico. La coscienza di questa realtà ha mosso coloro che si interrogano sulla sorte del costruito, ad una programmazione di interventi volti a porne rimedio. E l'avvicinamento progressivo di studiosi e di norme alla conservazione ha condotto a successivi approfondimenti che tendono a un sostanziale cambiamento di rotta, attraverso affinamenti della prassi di intervento. Così oggi la stessa nozione di "miglioramento"



Priorato di San Maurizio, Villar Pellice (To); campanile del Priorato, Torre Pellice (To); scorcio campanile di San Domenico, Pinerolo (To)

indirizza a procedure che non dovrebbero modificare gli elementi caratterizzanti, evidenzia la necessità di verifiche a tempi stretti, indicando il protrarsi della vita nominale (12) sino a 50 anni, e consente, anzi, in via transitoria, come ammissibili, anche valori della stessa di soli 20 anni (13). E ciò al fine di considerare interventi meno invasivi atti a garantire la sicurezza (14). Le architetture verticali rappresentano, per altro, un tassello peculiare del territorio in esame, basi riconosciute per la misurazione, emergenze svettanti considerate punti trigonometrici privilegiati sin dalle prescrizioni per gli accertamenti catastali dallo stesso Rabbini, elementi importanti per la morfologia, per la comprensione territoriale, puntuale e indicativa “annotazione” costruita che scandisce il paesaggio (15). L’attualità dell’esperienza condotta, rafforzata dalla recente attività sismica sul territorio italiano, subita dall’esistente in modo più traumatico di quanto non ci si sarebbe at-

teso, motiva un esame critico della zonizzazione in aree diversamente sismiche di suddivisione del territorio italiano al fine di fornire nuove riflessioni alla valutazione del rischio (16). Ciò anche, avendo rilevato che le fabbriche in esame hanno subito, durante i terremoti accaduti nella loro esistenza, soglie di accelerazione di considerevole entità, in rapporto ai valori oggi proposti dalla norma. La vulnerabilità delle architetture verticali è peraltro marcata, perché legata da un lato a fattori dimensionali particolari, quale il rapporto altezza/dimensione minima di base, e dall’altro a caratteristiche peculiari quali le proprietà meccaniche dei materiali, il grado di ammorsamento delle pareti, la presenza di manufatti contigui che possono costituire vincoli orizzontali, -la posizione territoriale, gli stessi elementi formali che caratterizzano l’espressione architettonica, lo stato di conservazione. Questi fattori sono stati esaminati quali matrici fondamentali di conoscenza



Campanile della chiesa di Santa Maria Maddalena, frazione Talucco, Pinerolo (To); campanile della chiesa di Santa Maria Maddalena, Macello (To); campanile della chiesa di San Giovanni Battista, frazione Costa, Cumiana (To)

nella procedura di valutazione di vulnerabilità, cercando di dar significato al nodo centrale della questione sempre aperta: la congruenza tra esigenza di intervento ai fini della sicurezza nei tempi di vita nominale della fabbrica e la garanzia di salvaguardia dei beni. E a questo proposito, sul tema dei tre livelli di valutazione sismica, individuati dalle Linee Guida, e differenziati «in funzione delle caratteristiche proprie dei manufatti e del loro uso, e quindi delle conseguenze più o meno gravi di un loro danneggiamento per effetto di un evento sismico» (17), si potrebbe leggere, in chiave di conservazione, una discriminante riguardo alla rilevanza delle diverse fabbriche. E ancora sul criterio di attribuzione del termine “più significativo”, a proposito di una graduatoria di rischio, «stilata assumendo per tutti i beni un unico valore della vita nominale (ad esempio $V_N = 50$ anni)...oppure associando ai manufatti diversi valori della vita nominale, in modo

da mettere in evidenza, a parità degli altri fattori, un maggiore rischio di perdita per i manufatti più significativi» (18) si potrebbe esprimere qualche perplessità. In tutto ciò appaiono chiari differenti termini di livello tra valori di testimonianza, di memoria, che ammetterebbero stime diverse, soprattutto nella fase di valutazione a scala territoriale. Ciò è fuorviante e porterebbe, come conseguenti, gradi di attenzione regolati da presunte scale di valore del patrimonio culturale. E a proposito si vuole replicare con altra voce condivisa: «Questo giudizio di valore, anzi di disvalore, fra “maggiore” e “minore” (che, alla fine, facilmente si trasforma in una pesante discriminazione selettiva, del tipo positivo-negativo, “questo sì, questo no”), proviene dalla cultura dei grandi storici dell’Arte – quella con la A maiuscola – che distinguevano, non a caso appunto, tra Arti maggiori e arti minori. Ed è una distinzione, questa, che ci piace davvero poco perché alla base di un

tale distinguo (come di quello, parallelo, tra “poesia” e non “poesia”), spunta chiaramente un giudizio di qualità che aspirerebbe a costituirsi come oggettivo e definitivo, espresso e confermato una volta per tutte, ma che invece è fatalmente relativo, soggettivo e mutevole nel tempo» (19). Con queste parole Marco Dezzi Bardeschi rivolge il suo invito a «cercare di annullare o rimuovere le differenze» (20). Ancora, a proposito dei tre livelli di valutazione della sicurezza sismica, il livello LV1 proposto dalle Linee Guida per la fase a scala territoriale, è apparso carente, perché viziato da eccessive assunzioni qualitative. Questa considerazione scaturisce dall’approfondimento effettuato nei casi studio, dove il calcolo è stato eseguito adottando un’analisi dinamica modale a elementi finiti, prevista come metodo di valutazione sismica al livello LV3 per la fase di progetto. In particolare per le strutture esaminate, questa risulta attendibile e non si può invocare a suo sfavore un maggior onere di tempo o di costo, poiché gli strumenti di calcolo necessari sono oggi di dominio comune. Sempre a proposito dell’LV1, il concetto riportato dalle Linee Guida per cui «se, l’azione sismica allo SLV risulta significativamente inferiore a quella attesa nel sito, assunto un periodo di riferimento compatibile con le caratteristiche e le condizioni d’uso del manufatto, ciò determina la necessità di eseguire una valutazione più accurata ed eventualmente intervenire entro un intervallo di tempo più breve del periodo di riferimento» (21), sta a dimostrare l’esigenza di seguire, già in questa fase, una valutazione più accurata. Bisogna infatti premunirsi, se la valutazione non è attendibile, non solo quando «l’azione sismica allo SLV risulta significativamente inferiore a quella attesa» (22), ma anche quando è superiore, nel qual caso l’indice di sicurezza sarebbe positivo e l’edificio non richiederebbe interventi di miglioramento (23). Una ulteriore considerazione può essere fatta a proposito del coefficiente di confidenza che le Linee Guida richiedono di assumere pari al valore massimo nella valutazione a scala territoriale. Una conoscenza accurata della fabbrica, come si vorrebbe alla luce dei risultati dell’analisi qui riferita, permetterebbe di affinare

il valore del coefficiente. Ciò consentirebbe un esito del calcolo meno sfavorevole anche ai fini della “conservazione”. Dunque, poiché l’obiettivo della procedura di calcolo, già nella fase di valutazione territoriale, è di arrivare alla determinazione dell’indice di sicurezza che è uno degli elementi chiave che governano le decisioni, appare chiara l’esigenza di utilizzare un approccio adeguato.

Per ritornare alle architetture studiate, circa cinquanta, di cui si dirà in appresso (24), alcune, quelle antiche come quelle riedificate in tempi più recenti, lasciano percepire alla luce delle analisi fatte, sofferenza per vetustà, qualche volta per l’essere state testimoni di eventi traumatici, ma soprattutto per negligenza di una generale manutenzione. Si scorge, dunque, un’esigenza di maggiore protezione per un patrimonio sotto certi aspetti debole.

Delle architetture indagate sino alla determinazione dell’indice di sicurezza sismica, alcune, con rapporto altezza/minima dimensione di base compreso tra 3 e 4, che coprono la grande maggioranza di quelle esaminate, presentano un indice di sicurezza soddisfacente, con riferimento ad una vita nominale di 50 anni. Altre, con rapporto altezza/minima dimensione di base superiore a quattro, presentano indice di sicurezza soddisfacente, con riferimento ad una vita nominale di 20 anni.

Non si ritiene che sul numero di casi esaminati, ma neanche sull’auspicata banca dati SIVARS (25), si possano fare facili estrapolazioni di tipo matematico-statistico. Ciò non di meno, considerazioni dedotte dall’analisi, permetterebbero di riversare indicazioni di comportamento su gruppi di tipologie, senza con questo dimenticare l’autenticità di ciascuna fabbrica, quell’unicità che ne contraddistingue il palinsesto.

1. La ricerca è stata svolta da docenti delle università di Parma e Catania e dei Politecnici di Milano e Torino, con l’obiettivo di approfondire il «percorso di conoscenza» definito nelle *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale – allineamento alle nuove Norme tecniche per le costruzioni*. I risultati di una parte della ricerca sono già stati pubblicati sul volume a cura di C. Biasi, *Architettura storica e terremoti. Protocolli operativi per la conoscenza e la tutela*, Wolters Kluwer, Milanofiori Assago, 2013.

MEMORIE SISMICHE E PROCESSUALITÀ STORICHE: UN QUADRO DI CONOSCENZE PER LA SALVAGUARDIA DELL'IDENTITÀ MATERIALE DI TORRI E CAMPANILI

MONICA NARETTO

Abstract: *Seismic memories and historical processes of vertical architectures at risk: a framework of knowledge to safeguard the tangible identity of towers and bell towers. Vertical architectures, in the area of study catalogues as 3 and 3S by the current regional seismic classification of Piedmont, are investigated as tangible memories which express states of art and constructive schedule responding, over time, in different ways to the action of the seism. The understanding of their stratification is a significant moment of knowledge for the conservation and defense against risk. After an excursus on the protocols of address which form the state of the art of reference for research, the seismic memory of the places and constructions is expanded with reports that record the effect of earthquakes on the area (the most traumatic and broadly documented of which took place in the Pinerolo district in 1808). It is also used the historical iconographic source on the towers resulting from surveying campaigns in that first phase of examination of the heritage for cognitive and protective purposes between the last quarter of the 19th and the first half of the 20th centuries: sketches, drawings, photographs and descriptive notes by Alfredo d'Andrade, Riccardo Brayda and others, which document situations which are now sometimes latent or overwritten, highlighting important elements for preventive risk assessment.*

La prevalente “dimensione verticale” dell'architettura e la prevenzione dal rischio sismico: protocolli, breve excursus.

Se è possibile riconoscere, discriminare e approcciare le “architetture a prevalente dimensione verticale” da un punto di vista principalmente strutturale, come suggerisce la normativa vigente in relazione alla valutazione del rischio sismico, oppure, al contrario, secondo l'interpretazione dei loro caratteri funzionali, compositivi, morfologici – facendo ad esempio riferimento al tentativo di costruzione di un lessico delle torri (1) –, va chiarito che la ricerca qui delineata vuole *in primis* considerarle beni architettonici irripetibili e identitari, in relazione con il contesto storico e paesaggistico, ovvero elementi “apicali” del patrimonio costruito. In questo senso, appare sempre più indifferibile la concertazione tra l'obiettivo culturale della loro conservazione, nel rispetto dei palinsesti e delle unicità materiche che ne costituiscono l'essenza autentica, e la necessità di conseguire adeguati livelli di sicurezza preventiva in relazione

al rischio sismico: una sfida particolarmente urgente, che invoca un approccio multidisciplinare e multiscalare.

Nei recenti protocolli normativi e di indirizzo italiani sul tema, a partire dalla *Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni* promulgata il 12 ottobre 2007 (2) – che ha contemperato il rispetto degli statuti costruttivi del patrimonio architettonico con la urgente esigenza della sua messa in sicurezza preventiva dal rischio sismico, affidando a un'istituzione unica di riferimento la competenza in materia (3) – un particolare paragrafo dei «Modelli di valutazione per tipologie» è dedicato a «Torri, campanili ed altre strutture a prevalente sviluppo verticale» (4).

Lo stesso approccio è stato ribadito dalle successive *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale tutelato* recepite dalla Direttiva del 2011 (5), espresse «con l'intento di specificare un percorso di conoscenza, valutazione del livello di sicurezza nei

confronti delle azioni sismiche e progetto degli eventuali interventi, concettualmente analogo a quello previsto per le costruzioni non tutelate, ma opportunamente adattato alle esigenze e peculiarità del patrimonio culturale; la finalità è quella di formulare, nel modo più oggettivo possibile, il giudizio finale sulla sicurezza e sulla conservazione garantite dall'intervento di miglioramento sismico» (6). Il documento, va specificato, è riferito soltanto alle costruzioni in muratura, ovvero al costruito storico tradizionale. «Nel caso dei manufatti architettonici appartenenti al patrimonio culturale esistono oggettive difficoltà a definire procedure di verifica dei requisiti di sicurezza analoghe a quelle applicate per gli edifici ordinari, in quanto la loro varietà tipologica e singolarità costruttiva (anche dovuta alle trasformazioni subite nel corso della storia dell'edificio e allo stato di conservazione) non consentono di indicare una strategia univoca ed affidabile di modellazione ed analisi. In queste valutazioni spesso si riscontrano incertezze in merito sia al modello di comportamento, sia ai parametri che lo definiscono» (7). È dunque proprio assumendo a riferimento la "singolarità costruttiva", ovvero la natura di palinsesti dei beni nella loro unicità – e irriproducibilità – che occorre costruire il quadro delle conoscenze propedeutico al giudizio complessivo ai fini della sicurezza e della conservazione delle architetture verticali storiche a rischio sismico. Alla base della enunciazione del giudizio risiede un'adeguata conoscenza del comportamento statico dell'architettura, formulato attraverso un'approfondita analisi delle stratificazioni, della consistenza materiale e dimensionale, dei processi di alterazione, dei trascorsi strutturali e delle cause perturbatrici. «L'interpretazione qualitativa del funzionamento sismico viene [...] basata su una lettura per macroelementi, ovvero individuando parti architettoniche caratterizzate da un comportamento in una certa misura autonomo rispetto al resto della costruzione. Su ciascun macroelemento possono essere individuati uno o più possibili meccanismi di collasso, valutando la maggiore o minore vulnerabilità in relazione alla presenza di presidi antisismici di tipo tradizionale (catene metalliche,

contrafforti, ammorsamenti ecc.) o moderno; deve anche essere considerata la maggiore vulnerabilità eventualmente indotta da trasformazioni, dissesti ed interventi di consolidamento non corretti» (8).

In questo recente quadro metodologico e normativo la disciplina del restauro istituisce un "progetto di conoscenza" specificamente applicato alle architetture storiche a rischio sismico (considerate nel loro contesto diacronico-territoriale) e assume la regia culturale e tecnica del progetto di valutazione e intervento (che prevederà il "miglioramento" o meno dei manufatti), entro un approccio multidisciplinare. L'istanza che guida questo approccio olistico è la conservazione: «coloro che oggi si occupano di salvaguardia dell'edificato storico affrontano il tema di un fenomeno disastroso e improvviso, nello specifico del sisma, con lo studio degli interventi di protezione e di cura, secondo i parametri della conservazione. Ciò porta a condurre un'analisi di vulnerabilità sismica, ossia a mettere in atto un processo di conoscenza dell'edificato e a valutarne la vocazione a subire crisi per effetto del sisma stesso. Significa, dunque, studiare i sistemi costruttivi, le sequenze d'archivio materiale del luogo, per ottenere un chiaro indirizzo nell'individuazione dei meccanismi di equilibrio o di possibile danno» (9). L'approccio del consolidamento è dunque doverosamente rivolto, connesso e integrato alla conservazione del patrimonio che intende tutelare, di cui mira a prolungare «le prestazioni e la vita nel tempo. [...] oggi un nuovo concetto entra a far parte dei numerosi tasselli che scandiscono il linguaggio comune tra consolidamento e conservazione e che deriva dalla necessità di valutazione della vulnerabilità sismica delle costruzioni e degli interventi idonei a garantirne le prestazioni» (10) in relazione alla nozione di vita nominale della costruzione, un concetto e termine di verifica che contribuisce ad attuare la salvaguardia dell'unicità e irriproducibilità dei beni (11), se correttamente supportato da azioni di cura diacronica.

Per formulare un giudizio preliminare sul livello di rischio sismico delle architetture a prevalente sviluppo verticale, la

Bagnolo

Il campanile della parrocchiale di San Pietro in Vincoli a Bagnolo Piemonte, in una fotografia d'autore anonimo che documenta una fase di restauro delle strutture di copertura della chiesa. Galleria d'Arte Moderna e Contemporanea Torino [d'ora in poi GAM], Gabinetto disegni e stampe, Fondo d'Andrade, inv. fot/2387 (F 671): s.a. Bagnolo Piemonte. Campanile, stampa fotografica, [fine XIX - inizio XX secolo]



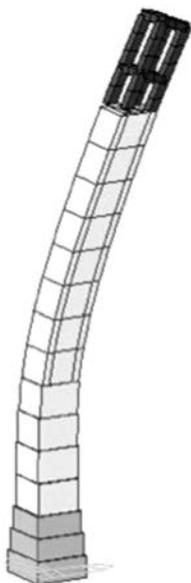
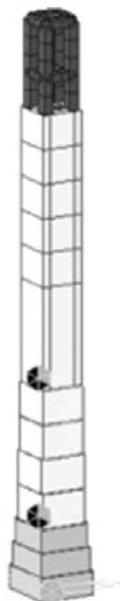
671

Direttiva del 2011 prevede l'applicazione, come per altri sistemi di beni, di "una metodologia per la conoscenza e il monitoraggio dello stato di consistenza dei beni architettonici tutelati da realizzarsi nei prossimi anni attraverso un diffuso e capillare programma di schedatura ed analisi. Considerato l'elevato numero di manufatti che costituiscono tale patrimonio, gli strumenti di valutazione devono essere rigorosi ma sufficientemente agili da essere applicati a scala territoriale; essi sono basati su una scrupolosa raccolta di informazioni attraverso moduli schedografici, sull'accertamento del comportamento strutturale a seguito della conoscenza e sulla formulazione di un preliminare giudizio qualitativo sul livello di rischio" (12). Questi aspetti sono stati presi in considerazione e trattati criticamente nella ricerca sulle architetture verticali del Piemonte, mediando tra le indicazioni fornite dalla Direttiva per il percorso di conoscenza del livello LV1 e del livello LV3, conseguendo una procedura agile e, allo stesso tempo, rigorosa. È necessario però preparare in anticipo, con consapevolezza, le fasi da percorrere. In questo capitolo si illustrano in particolare gli aspetti che hanno riguardato la costruzione del quadro della conoscenza, con la perlustrazione della storia delle fabbriche in rapporto alla sismicità storica.

Anche nella valutazione del rischio sismico alla scala degli aggregati urbani, affrontata in fase sperimentale dal recente *Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici* del 20 aprile 2012, promosso dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (13), le emergenze verticali entrano naturalmente a pieno titolo nella fase di analisi e valutazione, sia come elementi del tessuto urbano stesso, sia come "manufatti snelli" puntuali e pertanto più di altri potenzialmente a rischio, quali ad esempio campanili e torri isolate, ciminiere, serbatoi dell'acqua, canne fumarie o comignoli di particolare altezza libera.

Entro questi assunti di metodo, la ricerca ha voluto appuntarsi secondo un criterio geografico sull'analisi delle emergenze verticali nei territori ad alta classificazione sismica (3S) del Piemonte: il Pinerolese, con sconfinamenti

a Bagnolo e Limone Piemonte in provincia di Cuneo, e l'Alto Verbano, nello specifico i comuni di Crodo e Bacceno – come emerge dal catalogo curato da Francesca Lupo in questo volume –, e prende altresì in considerazione casi sui territori a rischio 3. Nello specifico, le architetture verticali sono analizzate facendo riferimento allo stato dell'arte sulla conoscenza della costruzione storica in muratura, che "è un presupposto fondamentale sia ai fini di un'attendibile valutazione della sicurezza sismica attuale sia per la scelta di un efficace intervento di miglioramento. Le problematiche sono quelle comuni a tutti gli edifici esistenti, anche se, nel caso del patrimonio culturale tutelato, ancora più importante risulta conoscere le caratteristiche originarie della fabbrica, le modifiche intercorse nel tempo dovute ai fenomeni di danneggiamento derivanti dalle trasformazioni antropiche, all'invecchiamento dei materiali e agli eventi calamitosi; tuttavia, in relazione alla necessità di impedire perdite irrimediabili, l'esecuzione di una completa campagna di indagini può risultare troppo invasiva sulla fabbrica stessa. Si ha pertanto la necessità di affinare tecniche di analisi ed interpretazione dei manufatti storici mediante fasi conoscitive dal diverso grado di attendibilità, anche in relazione al loro impatto" (14). Queste considerazioni, riportate nella Direttiva del 2011, sono l'esito di una riflessione diacronica che ha fra i capisaldi gli studi di Antonino Giuffrè sui centri storici in area sismica, a partire dall'ultimo quarto del secolo scorso (15). "Alla base della formulazione metodologica di Giuffrè sono presenti due assunti [...]: la convinzione che ogni area culturale sia caratterizzata da proprie peculiarità tecnico-costruttive dalle quali derivano sia la configurazione strutturale d'assieme dell'organismo edilizio che le possibilità di degrado e di danno; l'assunzione che le tecniche di intervento finalizzate al miglioramento sismico e alla contemporanea conservazione del portato storico culturale del centro storico debbano essere precisate all'interno della logica costruttiva muraria" (16).



midas Gen POST-PROCESSOR DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	4.781E-002
NODE=	17
Y-DIR=	-7.041E-004
NODE=	40
Z-DIR=	2.104E-003
NODE=	15
COMB.=	4.786E-002
SI: ventox	
MAX :	17
MIN :	1
FILE:	trana1-a-v-
UNIT:	m
DATE:	10/08/2012
VIEW-DIRECTION	
X:	-0.483
Y:	-0.837
Z:	0.259



midas Gen POST-PROCESSOR VIBRATION MODE	
FREQUENCY (CYCLE/SEC)	
	0.662720
NATURAL PERIOD (SEC)	
	1.508934
MPM(%)	
DX=	29.150181
DY=	0.002342
DZ=	0.000000
SV=	0.000000
Mode 1	
MAX :	37
MIN :	1
FILE:	trana2-a-v-
UNIT:	[cps]
DATE:	10/07/2012
VIEW-DIRECTION	
X:	-0.483
Y:	-0.837
Z:	0.259

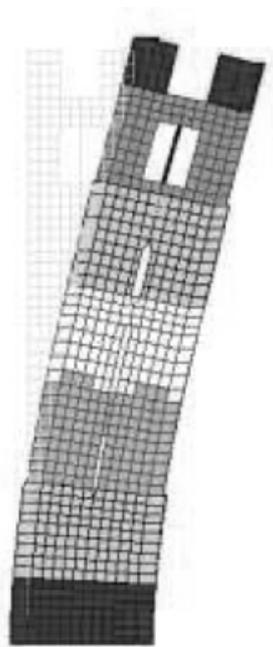
Sopra: schema della struttura con un modello a elementi beam con indicazione dei punti di vincolo all'edificio adiacente, a quota +5.6 e +16.5 m; rappresentazione della deformata prodotta dall'azione del vento in direzione x, con freccia massima di 47.8 mm; per il modello formato da elementi bidimensionali sono stati impiegati elementi a 4 nodi che sommano un comportamento membranale ad uno flessionale, in grado di fornire valori di tensione al paramento esterno e a quello interno delle pareti. L'analisi modale consente di valutare i modi di vibrare. Si rappresenta la deformata per il primo modo di vibrare, con $T_1=1.509$ sec.. Sotto: deformata per il secondo modo di vibrare con $T=1.481$ sec.; deformata per il terzo modo di vibrare con $T=0.322$ sec.



midas Gen POST-PROCESSOR VIBRATION MODE	
FREQUENCY (CYCLE/SEC)	
	0.675060
NATURAL PERIOD (SEC)	
	1.481349
MPM(%)	
DX=	0.002437
DY=	28.443341
DZ=	0.000000
SV=	41.771839
Mode 2	
MAX :	37
MIN :	1
FILE:	trana2-a-v-
UNIT:	[cps]
DATE:	10/07/2012
VIEW-DIRECTION	
X:	-0.483
Y:	-0.837
Z:	0.259



midas Gen POST-PROCESSOR VIBRATION MODE	
FREQUENCY (CYCLE/SEC)	
	3.102758
NATURAL PERIOD (SEC)	
	0.322294
MPM(%)	
DX=	8.475674
DY=	0.002945
DZ=	0.000000
SV=	0.000000
Mode 3	
MAX :	33
MIN :	1
FILE:	trana2-a-v-
UNIT:	[cps]
DATE:	10/07/2012
VIEW-DIRECTION	
X:	-0.483
Y:	-0.837
Z:	0.259



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
1.001053

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.554984

MPH(%)
DX= 0.000019
DY= 57.234667
DZ= 0.005535
RW= 11.810000

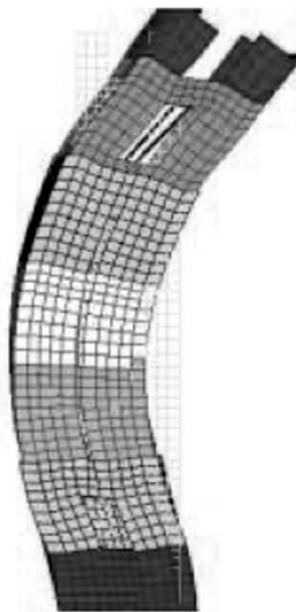
Mode 1

MAX : 279
MIN : 2062

FILE: sgiacomo6
UNIT: [cps]
DATE: 09/09/2012

VIEW-DIRECTION
X: 1.000
Y: 0.000
Z: 0.000

```



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
4.760813

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.147911

MPH(%)
DX= 20.516506
DY= 0.000004
DZ= 0.000071
RW= 4.000000

Mode 4

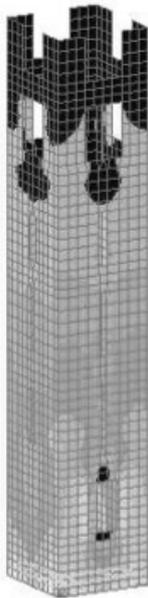
MAX : 2038
MIN : 2062

FILE: sgiacomo6
UNIT: [cps]
DATE: 09/09/2012

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 1.000
Z: 0.000

```

Sopra: Primo modo di vibrare con modellazione ad elementi shell; quarto modo di vibrare; sotto: Tensioni verticali sul paramento esterno per la combinazione di carico p.p. e -SLV e p.p.; tensioni verticali sul paramento esterno per la combinazione di carico p.p. e +SLV



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
PLN STS/PLT STRS

SIG-ZZ TOP

-5.70342e-001
-1.22996e+002
-2.45421e+002
-3.67846e+002
-4.90272e+002
-6.12697e+002
-7.35122e+002
-8.57548e+002
-9.79973e+002
-1.10240e+003
-1.22482e+003
-1.34725e+003

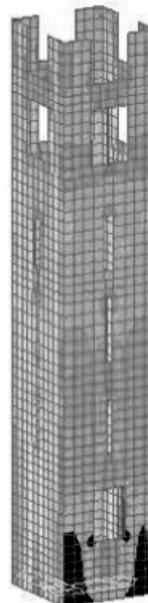
CB: p-slv

MAX : 799
MIN : 2331

FILE: sgiacomo6
UNIT: kN/m^2
DATE: 09/10/2012

VIEW-DIRECTION
X: -0.483
Y: -0.837
Z: 0.259

```



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
PLN STS/PLT STRS

SIG-ZZ TOP

1.50054e+002
1.13313e+002
7.65717e+001
3.98307e+001
0.00000e+000
-3.36514e+001
-7.03924e+001
-1.07133e+002
-1.43874e+002
-1.80615e+002
-2.17356e+002
-2.54098e+002

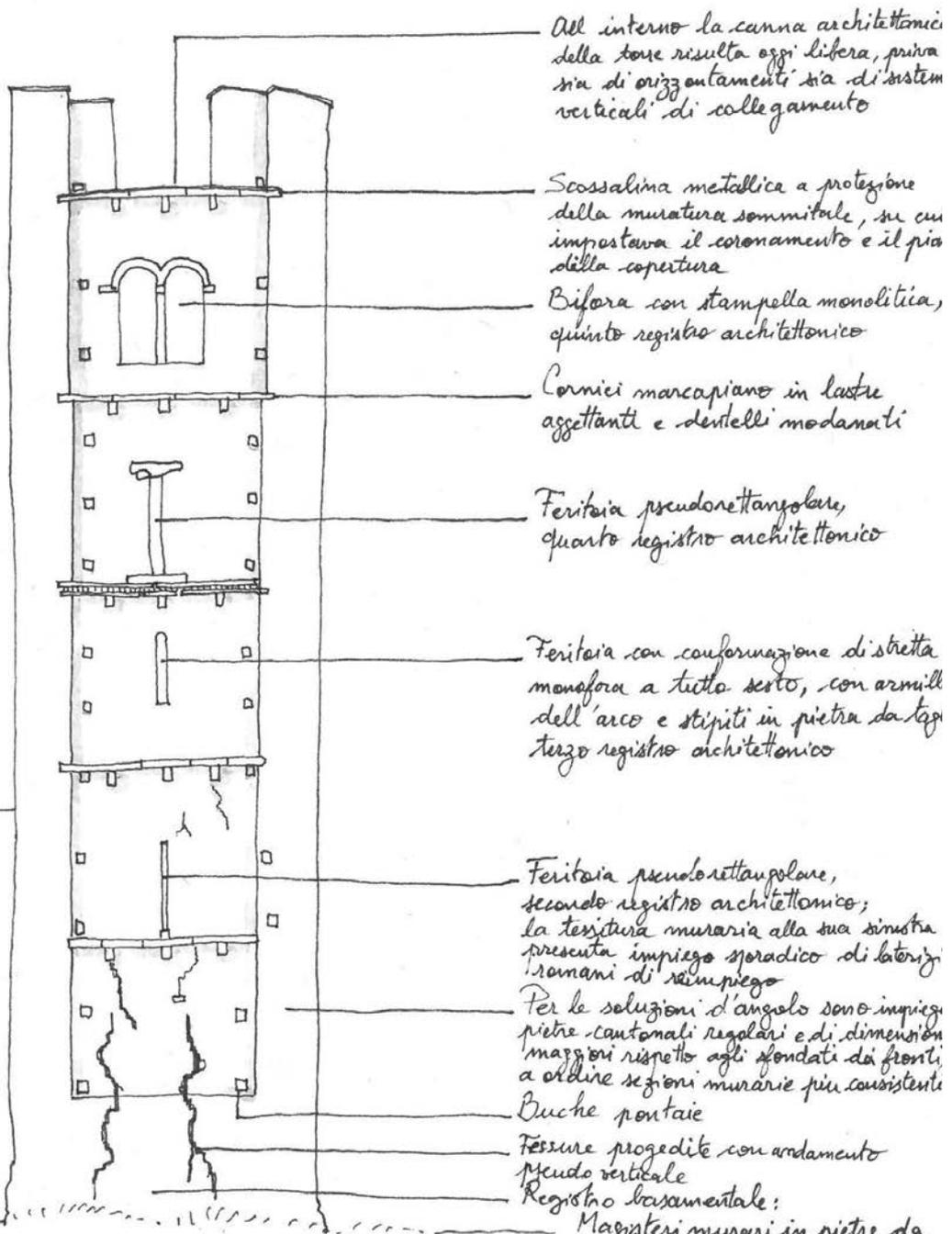
CB: p+slv

MAX : 2309
MIN : 1233

FILE: sgiacomo6
UNIT: kN/m^2
DATE: 09/10/2012

VIEW-DIRECTION
X: -0.483
Y: -0.837
Z: 0.259

```



All'interno la canna architettonica della torre risulta oggi libera, priva sia di orizzontamenti sia di sistemi verticali di collegamento

Scossalina metallica a protezione della muratura sommitale, su cui impostava il coronamento e il pia della copertura

Bifora con stampella monolitica, quinto registro architettonico

Cornici marcapiano in lastre assettanti e dentelli modanati

Feritoia pseudorettagonolare, quarto registro architettonico

Feritoia con conformazione di stretta monofora a tutta sesto, con armill dell'arco e stipiti in pietra da tagli terzo registro architettonico

Feritoia pseudorettagonolare, secondo registro architettonico; la texture muraria alla sua sinistra presenta impiego sporadico di laterizi romani di riimpiego

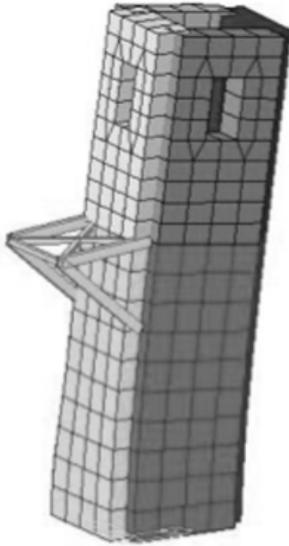
Per le soluzioni d'angolo sono impiegate pietre cantonali regolari e di dimensioni maggiori rispetto agli sfondati di fronti; a ordine sezioni murarie più consistenti

Quche pontate

Fessure prodite con ordamento pseudo verticale

Registro basamentale:
Magisteri murari in pietre da spacco e da taglio di medie e grandi dimensioni; evidente mancanza diffusa della malta di allettamento

San Giacomo di Tavernette
fronte sud-ovest



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
4.038223

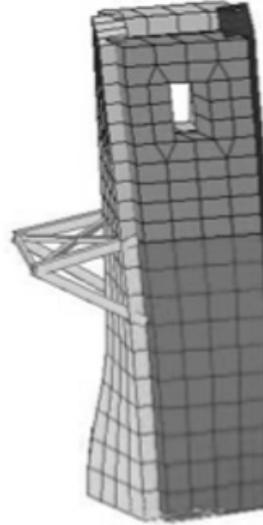
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.247634

MPN(%)
DX= 66.299396
DY= 0.000903
DZ= 0.000072
RV= 0.000000

Mode 1
MAX : 383
MIN : 1
FILE: spervasio2-
UNIT: [cps]
DATE: 09/30/2012

VIEW-DIRECTION
Xi:-0.483
Yi:-0.837
Zi: 0.259

```



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
10.803946

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.092559

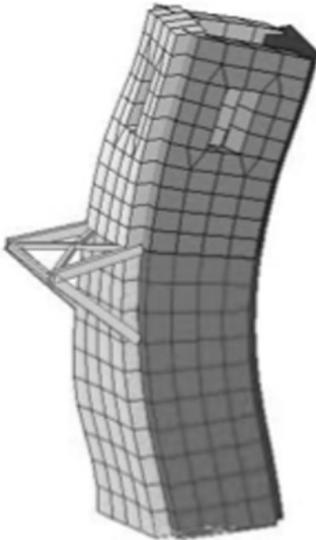
MPN(%)
DX= 0.970853
DY= 0.000744
DZ= 0.000021
RV= 0.000000

Mode 3
MAX : 381
MIN : 1
FILE: spervasio2-
UNIT: [cps]
DATE: 09/30/2012

VIEW-DIRECTION
Xi:-0.483
Yi:-0.837
Zi: 0.259

```

Rappresentazione del 1 modo di vibrare e del 3 modo di vibrare; nella pagina successiva: rappresentazione del 4 modo di vibrare; rappresentazione del 5 modo di vibrare



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
14.422731

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.069335

MPN(%)
DX= 18.559085
DY= 0.000930
DZ= 0.000126
RV= 0.000000

Mode 4
MAX : 11
MIN : 1
FILE: spervasio2-
UNIT: [cps]
DATE: 09/30/2012

VIEW-DIRECTION
Xi:-0.483
Yi:-0.837
Zi: 0.259

```



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
15.964879

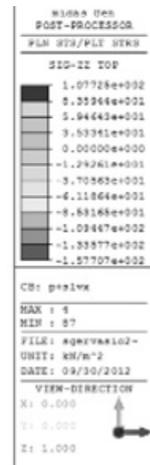
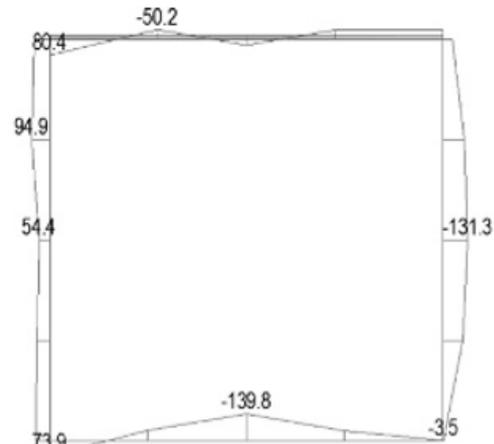
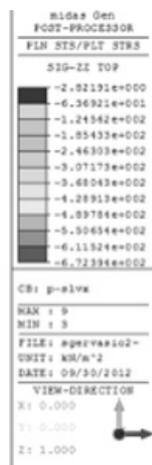
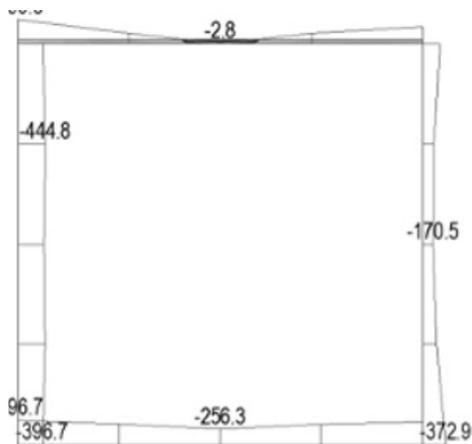
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.062638

MPN(%)
DX= 0.000374
DY= 21.895500
DZ= 0.098876
RV= 0.000000

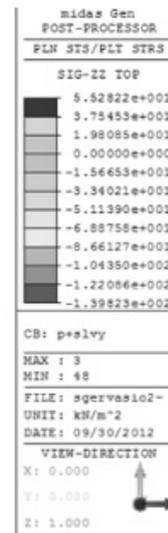
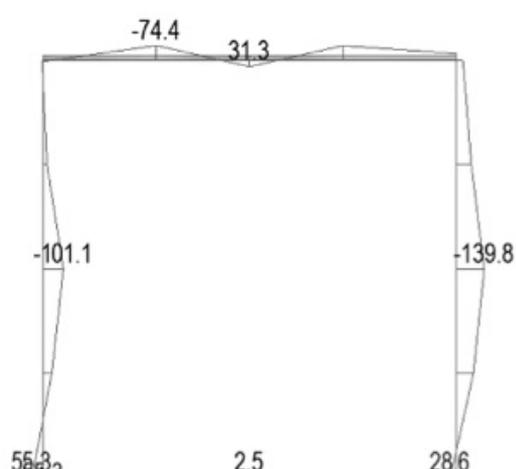
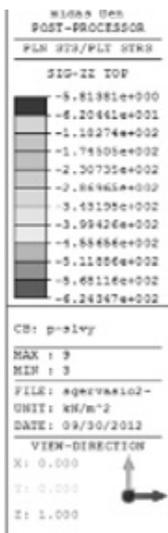
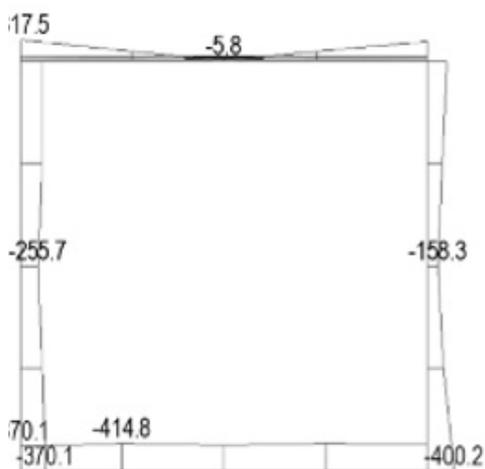
Mode 5
MAX : 383
MIN : 1
FILE: spervasio2-
UNIT: [cps]
DATE: 09/30/2012

VIEW-DIRECTION
Xi:-0.483
Yi:-0.837
Zi: 0.259

```



Sopra: rappresentazione degli andamenti tensionali nella sezione di base del campanile di San Gervasio per la combinazione di sisma SLV; tensioni verticali di compressione nel paramento esterno per il sisma in direzione $-x$; di fianco: tensioni verticali di trazione nel paramento esterno della sezione di base per la combinazione di sisma SLV in direzione $+x$; sotto, a sinistra: diagramma delle tensioni verticali di compressione nella sezione di base per la combinazione di sisma SLV in direzione $-y3$; sotto, a destra: diagramma delle tensioni verticali di trazione nella sezione di base per la combinazione di sisma SLV in direzione $+y$



PROVINCIA DI
TORINO

INVERSO
PINASCA



Campanile della Chiesa di San Francesco de Sales (Borgata Clot)

Epoca costruzione XVIII sec.
Destinazione d'uso Torre campanaria

Pianta quadrangolare
Sistema costruttivo muratura in pietra a vista per i primi quattro piani e intonacata per gli ultimi due livelli
Elementi architettonici significativi presenza di 4 ordini di feritoie; cella campanaria con monofore sui 4 lati; copertura a 4 falde

3.3

Centro abitato

Parte di complesso architettonico; parzialmente inglobato alla chiesa lungo due lati, in posizione d'angolo sull'abside



LUSERNA SAN
GIOVANNI



Campanile della Chiesa di San Giacomo

Epoca costruzione XI sec.
Destinazione d'uso Torre campanaria

Pianta quadrangolare
Sistema costruttivo muratura in pietra a vista con elementi decorativi in cotto; cella campanaria in muratura intonacata
Elementi architettonici significativi presenza di feritoie e buche pontale; cella campanaria con monofore sui 4 lati; copertura a 4 falde

Centro abitato

Parte di complesso architettonico; parzialmente inglobato alla chiesa in posizione laterale



Campanile dell' ex Chiesa della Confraternita di Santa Croce

Epoca costruzione XVII sec.
Destinazione d'uso Torre campanaria

Pianta quadrangolare
Sistema costruttivo muratura intonacata
Elementi architettonici significativi cella campanaria con monofore sui 4 lati; copertura a cupolotto impostato su cornicione aggettante

Centro abitato

Parte di complesso architettonico; inglobato alla chiesa in posizione d'angolo in facciata



Torre del Convento di San Francesco

Epoca costruzione XVII sec.
Destinazione d'uso In origine Difensiva
Attuale Residenziale

Pianta quadrangolare a sezione variabile
Sistema costruttivo muratura intonacata
Elementi architettonici significativi presenza di aperture irregolari di varia geometria e dimensione; copertura a 4 falde

1.4

Centro abitato

Parte di complesso architettonico; inglobato agli edifici del convento



Campanile della Chiesa di San Giovanni Battista (Frazione San Giovanni)

Epoca costruzione XVIII sec.
Destinazione d'uso Torre campanaria

Pianta quadrangolare
Sistema costruttivo base in muratura mista a corsi alterni in pietra e laterizio; ordini superiori in muratura in laterizio a vista
Elementi architettonici significativi presenza di lesene angolari e marcapiani; cella campanaria con monofore sui 4 lati (in parte tamponate); copertura a 4 falde

Zona extraurbana (margini centro abitato)

Parte di complesso architettonico; inglobato lungo tre lati alla chiesa e all'edificio civile adiacente

