

Indice

	Quasi una premessa. Organizzazione conoscitiva e ringraziamenti	pag. 9
	<i>Giuseppe Giorgianni</i>	
PARTE PRIMA		11
■ 1.1	Dalle disposizioni normative sul rischio sismico alle azioni avviate dal MiBACT	13
	<i>Stefano D'Amico</i>	
■ 1.2	Le verifiche di vulnerabilità sismica su edifici storici di interesse culturale. Una questione di metodo	23
	<i>Maria Agostiano</i>	
■ 1.3	Principi metodologici e nuove acquisizioni. Il differenziale di restauro, la microzonizzazione sismica e la fisiologia strutturale. Firenze, le Gallerie, il David e il terremoto del 1895	35
	<i>Giuseppe Giorgianni</i>	
■ 1.4	Origine di un complesso museale. Le principali fasi costruttive dal XIV al XIX secolo	65
	<i>Daniela Mignani</i>	
■ 1.5	La Galleria misurata	85
	<i>Grazia Tucci, Valentina Bonora, Alessandro Conti, Lidia Fiorini</i>	
PARTE SECONDA		107
■ 2.1	Il sottosuolo della Galleria dell'Accademia	109
	<i>Massimo Coli</i>	
■ 2.2	La caratterizzazione meccanica delle murature	115
	<i>Maria Teresa Cristofaro, Mario De Stefano</i>	
■ 2.3	Le strutture lignee: Sala del Colosso e Crociera del David	131
	<i>Nicola Macchioni, Maria Diodato</i>	
■ 2.4	Le indagini termografiche	141
	<i>Vito Basile</i>	
PARTE TERZA		151
■ 3.1	Identificazione dinamica della struttura e analisi degli effetti di sito attraverso misure sismiche della Galleria dell'Accademia di Firenze	153
	<i>Maurizio Ripepe, Giorgio Lacanna</i>	
■ 3.2	Valutazione finale della risposta sismica del complesso della Galleria dell'Accademia di Firenze e livelli di valutazione LV1, LV2 e LV3	171
	<i>Maria Teresa Cristofaro, Mario De Stefano</i>	

Contents

	Almost a foreword. Fact-finding organization and acknowledgements <i>Giuseppe Giorgianni</i>	pag. 9
PART ONE		8
■ 1.1	From the regulatory provisions on seismic risk to the interventions initiated by MiBACT <i>Stefano D'Amico</i>	12
■ 1.2	Seismic vulnerability checks on historic buildings of cultural interest. A question of method <i>Maria Agostiano</i>	22
■ 1.3	Methodological principles and new acquisitions. The differential of restoration, seismic micro-zoning and structural physiology. Florence, the Galleries, the David and the earthquake of 1895 <i>Giuseppe Giorgianni</i>	34
■ 1.4	Origin of a museum complex. The main construction phases from the 14th to the 19th century <i>Daniela Mignani</i>	64
■ 1.5	The Gallery measured <i>Grazia Tucci, Valentina Bonora, Alessandro Conti, Lidia Fiorini</i>	84
PART TWO		106
■ 2.1	Geology of the Galleria dell'Accademia underground <i>Massimo Coli</i>	108
■ 2.2	The mechanical characterization of masonry <i>Maria Teresa Cristofaro, Mario De Stefano</i>	114
■ 2.3	Timber structures: Sala del Colosso and Crociera del David <i>Nicola Macchioni, Maria Diodato</i>	130
■ 2.4	Thermographic investigations <i>Vito Basile</i>	140
PART THREE		150
■ 3.1	Dynamic identification of the structure and analysis of site effects through seismic measurements of the Galleria dell'Accademia in Florence <i>Maurizio Ripepe, Giorgio Lacanna</i>	152
■ 3.2	Final evaluation of the seismic response of the Galleria dell'Accademia complex in Florence and evaluation levels LV1, LV2 and LV3 <i>Maria Teresa Cristofaro, Mario De Stefano</i>	170

Pagine 10-11:

TAV. I A-B Rapporto Del Moro 21 maggio 1895, prot. 1560/792, cc. 1r, 3r, filza A, Pos. 1, Ins. 21, Esercizio 1895, Archivio delle RR. Gallerie e museo Nazionale di Firenze, Direzione, Guasti prodotti dal terremoto ed affari relativi / Pos. O, Ins. 20, Archivio del R. Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monu-

menti della Toscana, Affari diversi e generali, 1895, Danni ai Monumenti arrecati dal terremoto, in Archivio Storico della Galleria degli Uffizi, (su concessione MiBACT, vietata riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo) (in G. Giorgianni, *Principi metodologici e nuove acquisizioni*, p.47)

Pages 10-11:

TAB. I A-B Report of 21 May 1895 by Del Moro, prot. 1560/792, sheets 1r, 3r, row A, item 1, insert 21, period 1895, Archives of R. National Galleries and Museums of Florence, Directorate, Earthquake Faults and Related Affairs / item O, insert 20, Archives of the R. Office for the Conservation of the Monuments of

Tuscany, Different and General Affairs, 1895, Damage to Monuments caused by the earthquake, in *Historical Archives of the Galleria degli Uffizi* (courtesy of Ministry of Cultural Heritage and Activities and Tourism, all rights reserved) (in G. Giorgianni, *Methodological principles and new acquisitions*, p.48)

ALMOST A FOREWORD

Fact-finding organization and acknowledgements

Included by MiBACT – Ministry of Cultural Heritage and Activities and Tourism – in November 2013 in the update “Dialogue on Cultural Heritage and Cultural Activities”, discussed in March 2013 and March 2014 at the XX and XXI Salon of Arts, Restoration and Conservation of Cultural and Environmental Heritage in Ferrara, the results were presented on 16 December 2013 at the Galleria dell'Accademia and on 19 November 2014 at the Auditorium of the State Archives in Florence. The special thanks to everyone is due to the willingness shown at each stage of the long-lasting experimental period of implementation of the Guidelines. Started by the General Secretariat Roberto Cecchi and then continued by Antonia Pasqua Recchia and the General Directorate with Mario Lolli Ghetti and Maddalena Ragni, the experimental application for the Galleria dell'Accademia complex in Florence was made possible in particular by Maria Agostiano and her colleagues at the ex-Regional Directorate, now Regional Secretariat. Contributions were provided by the Florentine museums with the Historical Archive, the Photographic Department of the Uffizi and the Galleria dell'Accademia, with whom the investigations into the "Ratto" by Giambologna were initiated, along with Cristina Acidini, Franca Falletti, Francesca Fiorelli, Daniela Parenti, Simona Pasquinucci, Maria Sframeli, Marilena Tamassia, Cristina Valenti, and all the technical staff and custodians, the Architectural Heritage Authorities of Florence with Alessandra Marino, Andrea Cipriani, Antonio De Crescenzo, Giustino Di Sipio, Claudio Paolini, Rossano Tursi, as well as the State Archives of Florence, the National Central Library, the Marucellian Library and the Historical Archives of the City of Florence with Luca Brogioni. The three levels of evaluation (LV1, LV2, LV3), carried out between 2009 and 2013 by the Construction and Restoration Department (now the Architecture department) of the University of Florence with the support of the Materials Testing Laboratory, were coordinated by the scientific director Mario De Stefano with Maria Teresa Cristofaro, Valerio Alecci, Giampiero Barbetti, Francesco Cristofaro, Angelo D'Ambrisi, Giancarlo Fagone, Francesco Focacci, Alessandra La Brusco, Valentina Mariani, Maria Pianigiani, Tommaso Rotunno, Claudia Sarri, Marco Tanganelli and the graduate Tayla Biagi, as well as Nicola Macchioni and Maria Diodato of the CNR IVALSA Institute for the timber structures.

The 2009 survey campaign started by the General Directorate with Laura Moro and Antonella Neri for the Tribuna del David and the adjacent rooms through the ISCR (Conservation and Restoration School) of Rome and directed by Stefano D'Amico, Mara Bucci, Cesare Crova and Angelo Rubino, preceded the 2011 survey campaign of the entire Galleria dell'Accademia complex conducted within the Constructions and Restorations Department by Grazia Tucci (then transferred to another dept.) with Francesco Algostino, Valentina Bonora, Laura Bucalossi, Alessandro Conti, Lidia Fiorini (who produced the reference plans of the building in this volume), Nadia Guardini, Alessia Nobile and Salvatore Colucci of the GeCo laboratory.

The 2011-2012 seismic microzoning commissioned by MiBACT to the Constructions and Restorations Department was reconstructed together with Massimo Coli and Letizia Guerri from the University of Florence Earth Sciences Department, and carried out by Georisorse Italia society with Gianfranco Censini and Francesco Russotto.

The dynamic measurements and the vibration levels of the 2011 campaign and of the Addendum 2012 have been processed by the Earth Science Department in the person of its scientific director Maurizio Ripepe with his group consisting of Giorgio Lacanna, Dario Delle Donne, Giuseppe De Rosa, Letizia Giurra, Emanuele Marchetti, Pasquale Poggi and Giacomo Ulivieri.

The 2009 historical campaign for reconstruction of the constructive phases and the cartography was completed by Daniela Mignani in 2010, and was then followed by the 2011 historical survey carried out by the Regional Directorate, now the Regional Secretariat, with the avail of the previous collaboration together with the support of Patrizia Naldini at the suggestion of the Galleria dell'Accademia.

The 2011 thermographic campaign was offered by Franco Adduci of the Department of Natural Physical Mathematical Sciences of the University of Bari together with Vito Basile and Rosario Piergianni of hoTspot snc.

Also involved, of course, with great commitment, were the Accademia di Belle Arti with Giuliana Videtta and Claudio Rocca, the Luigi Cherubini Musical Conservatory with Paolo Biordi and Roberto Volpe, the Opificio delle Pietre Dure with Maria Alberta Zuffanelli and Francogino Adimari, the Osservatorio Ximeniano with Andrea Cecconi and Elisabetta Cioppi, the Palazzo Budini Gattai Administration, the Eredi Augusto Lorenzini with Mario Occhiolini and Alfredo for assistance in investigations.

Florence, May 2017

the technical-scientific coordinator and director
Giuseppe Giorgianni

QUASI UNA PREMESSA

Organizzazione conoscitiva e ringraziamenti

Inseriti dal MiBACT – Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo – nel novembre 2013 tra gli aggiornamenti “Dialogando sui beni culturali e intorno le attività culturali”, discussi nel marzo 2013 e marzo 2014 ai saloni XX^o e XXI^o dell’Arte, del Restauro e della Conservazione dei Beni Culturali e Ambientali di Ferrara, i risultati sono stati presentati il 16 dicembre 2013 presso la Galleria dell’Accademia e il 19 novembre 2014 all’Auditorium dell’Archivio di Stato di Firenze. Il particolare ringraziamento nasce dalla disponibilità mostrata da ciascuno in ogni fase del lungo percorso sperimentale di applicazione delle Linee guida.

Avviata dal Segretariato generale Roberto Cecchi e poi seguita da Antonia Pasqua Recchia e dalla Direzione generale con Mario Lolli Ghetti e Maddalena Ragni, l’applicazione sperimentale per il complesso della Galleria dell’Accademia di Firenze si è avvalsa in particolare di Maria Agostiano e dei colleghi della Direzione regionale, oggi Segretariato regionale.

Hanno collaborato il Polo museale fiorentino con l’Archivio Storico, il Gabinetto Fotografico degli Uffizi e la Galleria dell’Accademia con cui si sono iniziate anche le indagini al Ratto del Giambologna, con Cristina Acidini, Franca Falletti, Francesca Fiorelli, Daniela Parenti, Simona Pasquinucci, Maria Sframeli, Marilena Tamassia, Cristina Valenti, insieme a tutto il personale tecnico e di custodia, la Soprintendenza per i beni architettonici di Firenze con Alessandra Marino, Andrea Cipriani, Antonio De Crescenzo, Giustino Di Sipio, Claudio Paolini, Rossano Tursi, e inoltre l’Archivio di Stato di Firenze, la Biblioteca Nazionale Centrale e la Biblioteca Marucelliana, l’Archivio Storico del Comune di Firenze con Luca Brogioni.

I tre livelli di valutazione LV1, LV2, LV3 conseguiti tra il 2009 e il 2013 dal Dpt Costruzioni e Restauro (oggi di Architettura) dell’Università di Firenze con il supporto del Laboratorio Ufficiale Prove Materiali sono stati coordinati dal responsabile scientifico Mario De Stefano con Maria Teresa Cristofaro, Valerio Alecci, Giampiero Barbetti, Francesco Cristofaro, Angelo D’Ambrisi, Giancarlo Fagone, Francesco Focacci, Alessandra La Brusco, Valentina Mariani, Maria Pianigiani, Tommaso Rotunno, Claudia Sarri, Marco Tanganelli e la laureanda Tayla Biagi oltre Nicola Macchioni e Maria Diodato del CNR IVALSa per le strutture lignee.

La campagna di rilievo 2009 iniziata dalla Direzione Generale con Laura Moro e Antonella Neri per la Tribuna del David e sale adiacenti attraverso l’ISCR di Roma e seguita da Stefano D’Amico, Mara Bucci, Cesare Crova e Angelo Rubino, ha preceduto la campagna di rilievo 2011 di tutto il complesso della Galleria dell’Accademia condotta all’interno del Dpt Costruzioni e Restauro da Grazia Tucci (poi afferente ad altro Dpt) con Francesco Algostino, Valentina Bonora, Laura Bucalossi, Alessandro Conti, Lidia Fiorini (che ha curato le planimetrie guida del presente volume), Nadia Guardini, Alessia Nobile, Salvatore Colucci del laboratorio GeCo.

La microzonizzazione sismica 2011-2012 affidata dal MiBACT al Dpt Costruzioni e Restauro è stata ricostruita insieme a Massimo Coli e Letizia Guerri del Dpt Scienze della Terra UniFi, ed eseguita da Georisorse Italia sas con Gianfranco Censini e Francesco Russotto.

Le misurazioni dinamiche e i livelli di vibrazione della campagna 2011 e dell’Addendum 2012 sono stati processati dal Dipartimento di Scienza della Terra attraverso il responsabile scientifico Maurizio Ripepe col gruppo Giorgio Lacanna, Dario Delle Donne, Giuseppe De Rosa, Letizia Giurra, Emanuele Marchetti, Pasquale Poggi, Giacomo Ulivieri.

La campagna storica 2009 per la ricostruzione delle fasi costruttive e la cartografia è stata conclusa da Daniela Mignani nel 2010; poi è seguita l’indagine storica 2011 condotta dalla Direzione regionale oggi Segretariato regionale avvalendosi della collaborazione precedente insieme al supporto di Patrizia Naldini su suggerimento della Galleria dell’Accademia.

La campagna termografica 2011 è stata offerta da Franco Adduci del Dipartimento di Scienze Matematiche Fisiche Naturali dell’Università di Bari insieme a Vito Basile e Rosario Piergianni di hoTspot snc.

Naturalmente coinvolti con grande impegno l’Accademia di Belle Arti con Giuliana Videtta e Claudio Rocca, il Conservatorio Musicale Luigi Cherubini con Paolo Biordi e Roberto Volpe, l’Opificio Pietre Dure con Maria Alberta Zuffanelli e Francogino Adimari, l’Osservatorio Ximeniano con Andrea Cecconi ed Elisabetta Cioppi, l’Amministrazione di Palazzo Budini Gattai, gli Eredi Augusto Lorenzini con Mario Occhiolini e Alfredo per l’assistenza alle indagini.

Firenze, maggio 2017

il coordinatore e responsabile scientifico
Giuseppe Giorgianni

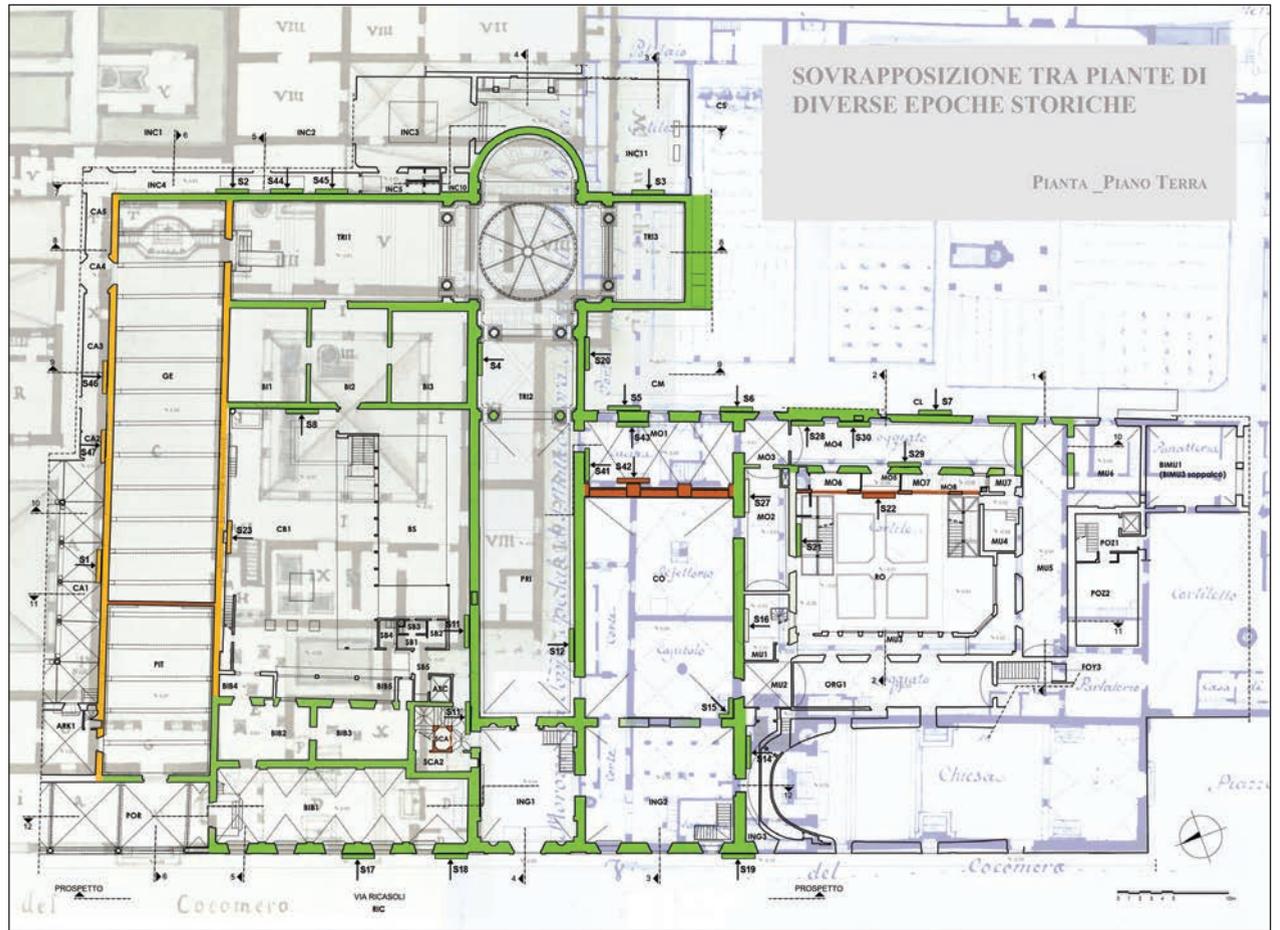
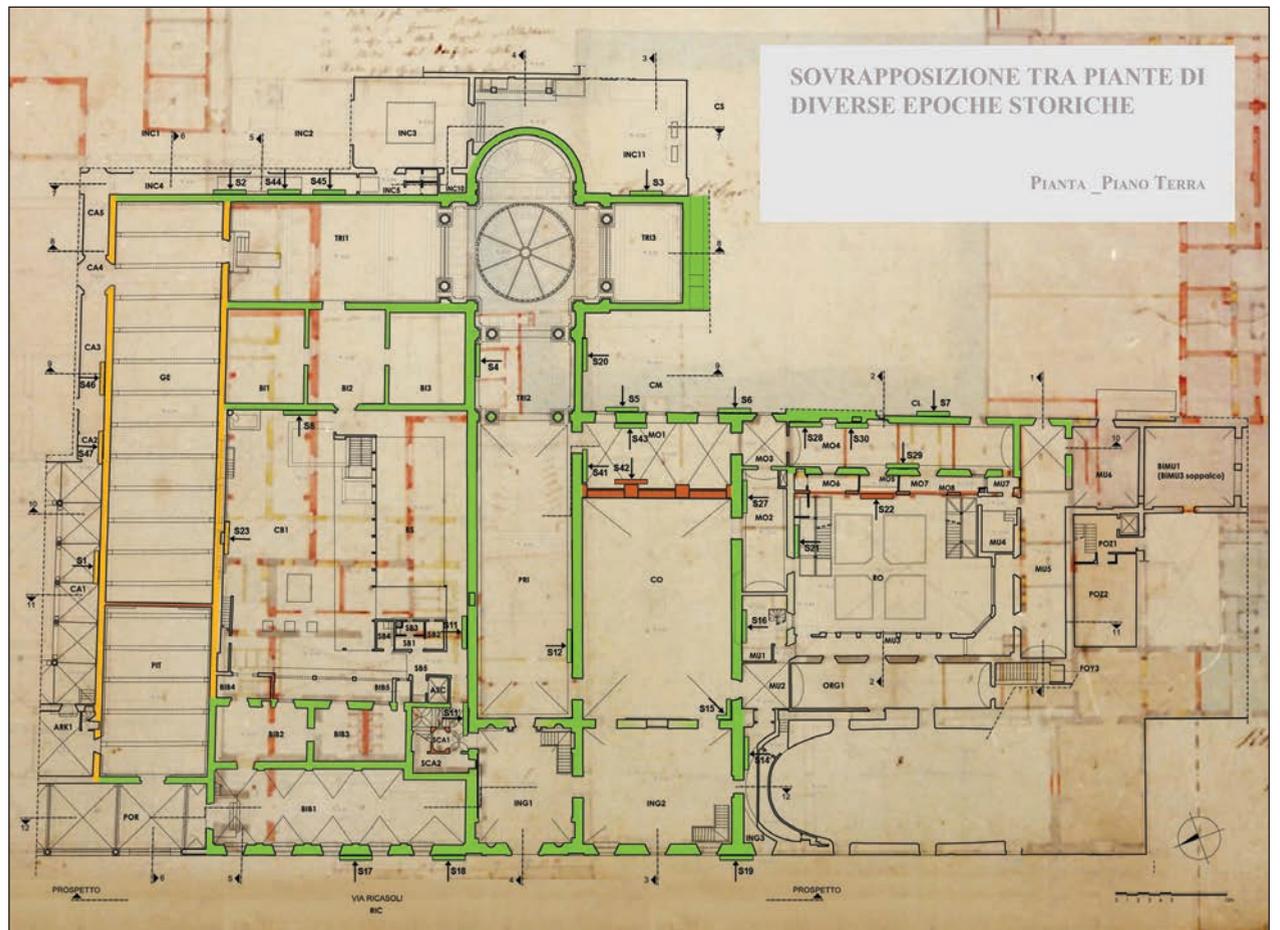


FIG.3A-B Complesso della Galleria dell'Accademia (in giallo, verde e rosso): sovrapposizione [da Tesi 2013] dello stato di fatto attuale (rilievo 2011) su cartografia del XVIII sec (A) e del XIX sec. (B) (campagna storica 2009)

Galleria dell'Accademia complex (in yellow, green and red): superimposition [Tesi 2013] of the 2011 survey on 18th century (A), and 19th century cartography (B) (2009 historical campaign)



conosciuti. Spesso indicato come «lieve, leggero, sporadico, limitato», il terremoto del 1895 aveva provocato «danni estesi ma non gravi nei quartieri del centro storico [...] l'edilizia monumentale, ecclesiastica e pubblica, di grandissima rilevanza storica e artistica subì complessivamente danni non gravi» [BOSCHI ET AL. 2000] finendo con l'assegnare, secondo Deliberazione G.R. Toscana n. 431 del 19 giugno 2006, una Classe 3S con grado di cautela pari a zero ovvero senza nessuna particolare cautela. Veniva tuttavia sostenuto che la città «non può essere comunque ritenuta un'area a rischio sismico nullo o comunque molto basso risentendo della relativa vicinanza di importanti sorgenti sismiche» [VANNUCCI ET AL. 2001]. Il *Documento conoscitivo del rischio sismico 2016* della Regione Toscana ha stimato al VII-VIII MCS i sismi elencati dal 1900 in poi e in particolare dal 1895. La previsione per il comune fiorentino si basa, tra gli altri, anche sul terremoto del 18 maggio 1895, sebbene non inserito. I dati necessari per definirlo erano stati tratti dall'archivio dell'Osservatorio Ximeniano degli Scolopi di Firenze curati da padre Giovanni Giannozzi (1860-1928) astronomo e sismologo. Altri erano in parte reperiti in raccolte di articoli dell'epoca, nell'Archivio Storico del Comune di Firenze o nell'Archivio di Stato, ma non presso gli archivi degli uffici ministeriali destinati alla conservazione del patrimonio monumentale qui analizzati. Inoltre gli studi non comprendevano tra gli edifici danneggiati il complesso della Galleria dell'Accademia né ai terremoti del 1895 veniva associato il David assunto a *totem* circuito da un vuoto temporale di circa 130 anni. Il periodo andava dal 1873 quando venne spostato da piazza della Signoria alla Galleria dell'Accademia sino al 2003 con la ripresa delle ipotesi di pericolosità [cfr. BORRI 2005, 47]. Di certo i terremoti di riferimento del 1895 come quello del 1453 o ancora del 1554 e 1919 avevano investito nel complesso della Galleria le più antiche strutture risalenti alla fine del XIV sec. mentre altri avevano sollecitato l'opera michelangeloese dopo la sua realizzazione nel 1501-1504. Durante la scossa del 18 maggio 1895 e la replica del 6 giugno con i cretti al broncone e alle caviglie, il David già collocato dal 1873 nella Tribuna mostrava il proprio comportamento sismico durante il terremoto che da un quarto di secolo orienta le previsioni di massima azione attesa nel sito. I cretti o piccole lesioni erano stati descritti da tre commissioni (1852, 1866-1869, 1872) appositamente nominate dopo la prima manifestazione di timori per eventuali danni sismici (1851). In base ai loro resoconti le indagini sulla vulnerabilità e rischio sismico della statua hanno ritenuto che l'ampiezza delle lesioni si sia ridotta nel periodo compreso tra il 1870 e il 2003 «si può osservare che la lesione più importante, evidenziata nel 1871, è richiusa, avendo ora [2005] una apertura inferiore a quanto venne indicato dall'Ing. Del Sarto (1mm)» [IVI 2005, 47-48] paradossalmente dopo aver risposto a un terremoto classificato VII-VIII MCS magnitudo 4,8 coefficiente di amplificazione 1.65-1.7, oltre quello del 1919. La tesi che il David abbia evitato «non essendo ancora “nato”, il terremoto di intensità massima sperimentato per Firenze nel passato conosciuto (7° MCS nel 1414)» [IVI, 73], oltre quello del 1895, reclama opportune valutazioni sebbene sembri pacificamente accolta dalla comunità accademica e dalle esercitazioni sul comportamento sismico della scultura [cfr. BETTI ET AL. 2015] nell'apparente contraddizione di un rischio sismico da affrontare in una città d'arte con grado di cautela pari a zero.

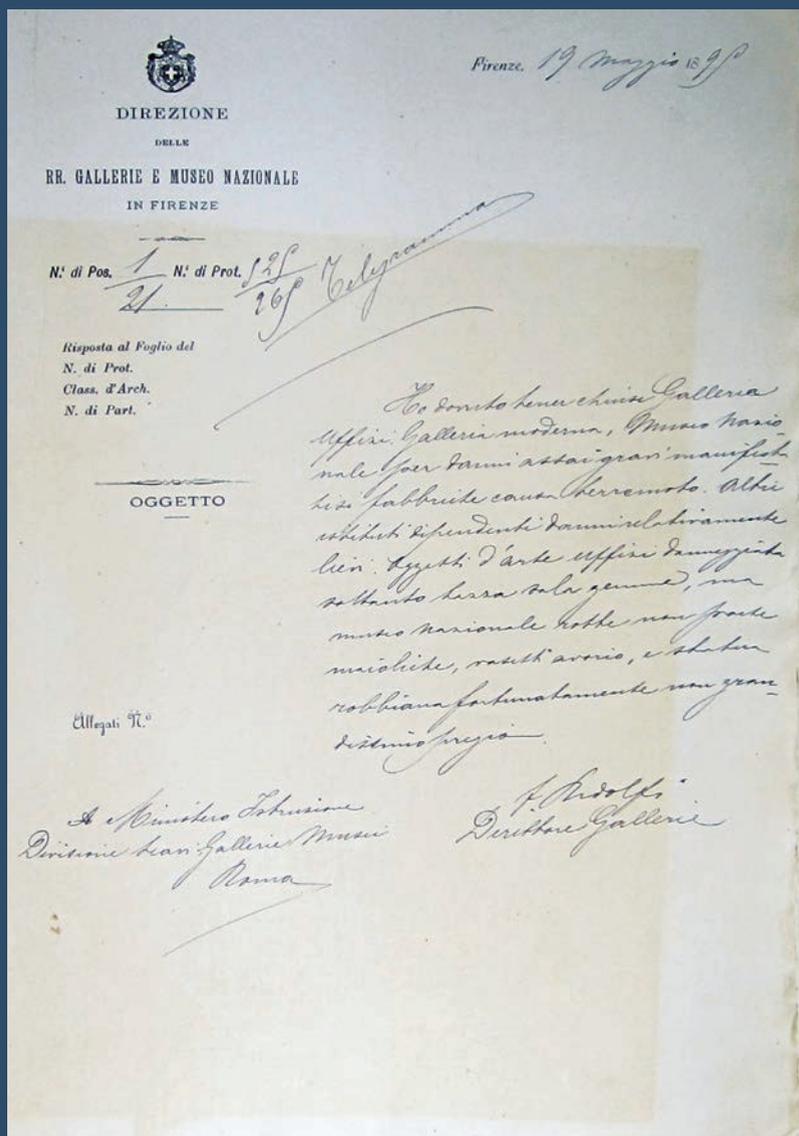
Firenze, la Galleria dell'Accademia col David e gli Uffizi nei documenti del sisma del 1895

La tipologia dei danni decritti nel 1895 per i grandi complessi fiorentini rimandava a quelli probabili subiti da fabbricati di dimensioni analoghe e strutture paragonabili al complesso della Galleria la cui destinazione museale e le importanti collezioni d'arte conservate di sicuro ne avevano attirato l'attenzione. Dedotte le modalità di studio insite nella microzonizzazione culturale, il responsabile ritenne opportuno procedere direttamente al reperimento degli elementi di novità sui terremoti del 1895 di cui erano note le conseguenze in città con pochi feriti, nessuna vittima e centinaia di persone evacuate dalle loro inagibili abitazioni [cfr. CIOPPI 1995; BOSCHI ET AL. 2000]. Alle porte di Firenze era avvenuto il più importante crollo. Il chiostro settentrionale della Certosa del Galluzzo trascinava con sé colonne, volte, coperture, arcate e terrecotte robbiane. Il duomo di santa Maria del Fiore aveva registrato importanti cedimenti tra cui la rottura di una catena in metallo nella navata sinistra e l'allargamento di antiche lesioni. In vario modo risultavano colpiti interi quartieri del centro storico, Santa Croce, Santo Spirito, San Lorenzo, Oltrarno e in particolare Santa Maria Novella. Negli Uffizi, alla caduta di intonaci e degli stucchi nella Sala della Niobe, possiamo aggiungere i frammenti sparsi e gli scollegamenti in molte sale tra cui l'ex Aula del Senato ricavata nell'antico Teatro Mediceo. Nell'area in cui sorge il complesso della Galleria dell'Accademia le costruzioni più importanti riportavano dissesti, cedimenti e crolli parziali, il portico dei Servi di Maria, il convento e la chiesa dell'Annunziata, il portico, chiesa e Ospedale degli Innocenti. Tra maggio e giugno 1895 i Musei di san Marco, della Crocetta o Archeologico e Nazionale oggi Bargello registravano danni e perdite di opere d'arte. Nel ricercare gli elementi di novità dal punto di vista sismico, verificando e completando i dati in un passo trascritto da Naldini dal *Rapporto 21 maggio 1895* sulla

1919: «We can observe that the most important crack, highlighted in 1871, has closed and now [2005] has an opening that is smaller than that indicated by the engineer Del Sarto (1 mm)» [Ivi 2005, 47-48]. The hypothesis that David had avoided «the earthquake of maximum intensity experienced in Florence in the known past (7° MCS in 1414), having not yet been 'born'» [Ivi, 73], besides the one of 1895, calls for appropriate assessments, although it seems to have been peacefully welcomed by the academic community, and from the seismic behaviour trials on the sculpture [cf. BETTI ET AL. 2015] in the apparent contradiction of a seismic risk to be faced in a city of art with a zero degree of caution.

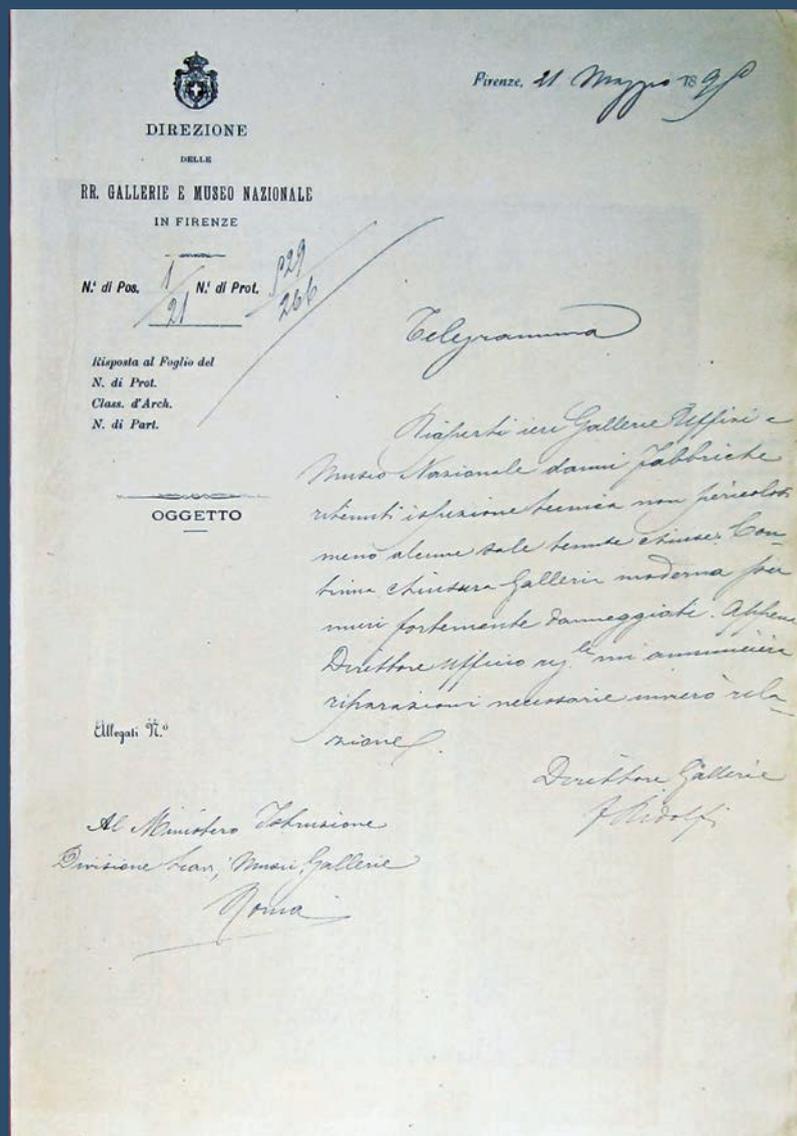
Florence, the Galleria dell'Accademia with the David and the Uffizi in the documents of the earthquake of 1895

The type of damage described in 1895 in the large Florentine complexes most likely refers to buildings of similar sizes and structures that are comparable to the Galleria complex whose museum and important collections of art conserved there had certainly attracted attention. Having deduced the study method underlying the cultural micro-zoning, the manager considered investigating directly to find additional information about the 1895 earthquakes, the consequences of which were known in the city as there having been few wounded, no victims and hundreds of people evacuated from their condemned homes [cf. CIOPPI 1995; BOSCHI ET AL. 200]. The most significant collapse was at the gates of Florence. The northern cloister of the Certosa del Galluzzo brought down columns, vaults, roofs, arcades and Della Robbia terracotta works with it. The cathedral of Santa Maria del Fiore suffered significant structural damage including the breakage of a metal cross beam in the left nave and the widening of older cracks. The entire neighbourhoods of the historic centre, Santa Croce, Santo Spirito, San Lorenzo, Oltrarno and in particular Santa Maria Novella were affected in various ways. In the Uffizi, to the plaster and stucco that fell in the Sala della Niobe, we can add scattered fragments and detachments in many rooms including the former Senate Room contained within the ancient Teatro Mediceo. In the area where the Galleria dell'Accademia complex is situated, the most important constructions, including the portico of the Servants of Mary, the convent and the Annunziata church, the portico, the church and the Ospedale degli Innocenti, suffered falls, subsidence and partial collapses. Between May and June 1895, the Museums of San Marco, the Crocetta or Archaeological Museum and the National Museum, now known as the Bargello, reported damage and loss of works of art. When looking for new elements from a seismic point of view, by verifying and completing the data in a passage transcribed by Naldini from the *Report of 21 May 1895* on the Galleria requested for the earthquake surveys in 1895, at the Historical Archive, now at the Galleria degli Uffizi, the manager was able to find and transcribe a whole group of documents, reports and telegrams that had until then been unknown or in any case considered to be of little interest and not consulted. Contained in two folders in row A, Direction, 1895, item 1, insert 21 / item 0, insert 20 a bureaucratic account book lists the effects of the 1895 earthquake, expanding our understanding also from the point of view of the Ministry of Public Education, at that time responsible for the preservation of monuments and historical-artistic works. The group of documents is one of the first appraisal procedures aimed at the operational intervention and the allocation of funds by the Ministry of Public Education, which included that of Cultural Heritage, to be used for historical-artistic buildings belonging to or directly managed by the State and in the case of catastrophic events. The first telegram (see p.6) signed by the Regional Office for Conservation item 025 prot. no.1566/773 of 22 May 1895 was sent on 18 May at 12 pm after the powerful earthquake of 20:55'40" by Inspector Guido Neri Carrocci of the Royal Inspectorate of Excavations of Antiquities and Monuments of Florence and was addressed to the architect Luigi Del Moro, director of the Royal Regional Office for the Conservation of the Monuments of Tuscany, at the Hotel Inghilterra in Venice. He referred to the «discovery among the ruins of ruined Della Robbia works on the west side of the monumental Certosa del Galluzzo» and damage to other buildings including the Duomo, the Galleria degli Uffizi, San Miniato al Monte, and the National (or Bargello) Museum where «the large majolica collection was ruined». Unable to be found at the Hotel Inghilterra, the second telegram no.462 at 5.30 pm was sent from Florence on 19 May by Carrocci to Del Moro at the Institute for Fine Arts in Bologna, with a part of the text that had previously been sent to Venice: «The Certosa, from whence we come, has considerable damage. West side of the great cloister completely ruined, entire monument destroyed. Dangerous parts must be seen to. Carrocci Neri». Recorded by the Regional Office for Conservation item 23 prot.1548/782 of 21 May, telegram no.347 by Minister Guido Baccelli: «I heard with regret the news of the earthquake damage to these monuments especially the Certosa Galluzzo and praise your lordship for the thoughtfulness



TAV. IV Telegramma 19 maggio 1895 del direttore delle Regie Gallerie di Firenze Enrico Ridolfi al ministro dell'Istruzione Pubblica Guido Baccelli, prot. 525/565, comunicante l'avvenuta chiusura della Galleria degli Uffizi, Galleria Moderna e Museo Nazionale di Bargello e alcuni danni alle collezioni, filza A, pos. 1, ins. 21, esercizio 1895, Archivio delle RR. Gallerie e museo Nazionale di Firenze, Direzione, Guasti prodotti dal terremoto ed affari relativi / pos. O, ins. 20, Archivio del R. Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Toscana, Affari diversi e generali, 1895, Danni ai Monumenti arrecati dal terremoto, in Archivio Storico della Galleria degli Uffizi (su concessione MiBACT, vietata riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo) (in G. Giorgianni, *Principi metodologici e nuove acquisizioni*, p.49)

TAB. IV Telegram of 19 May 1895 by Enrico Ridolfi, Director of the Royal Galleries of Florence, to Guido Baccelli, minister for public education, prot. 525/565, informing about the closure of the Galleria degli Uffizi, the Galleria Moderna and National Museum, or Bargello, and about damages to the collections, row A, item 1, insert 21, period 1895, Archives of R. National Galleries and Museums of Florence, Directorate, Earthquake Faults and Related Affairs / item O, insert 20, Archives of the R. Office for the Conservation of the Monuments of Tuscany, Different and General Affairs, 1895, Damage to Monuments caused by the earthquake, in *Historical Archives of the Galleria degli Uffizi* (courtesy of Ministry of Cultural Heritage and Activities and Tourism, all rights reserved) (in G. Giorgianni, *Methodological principles and new acquisitions*, p.50)



TAV. V Telegramma 21 maggio 1895 del direttore delle Regie Gallerie di Firenze Enrico Ridolfi al ministro dell'Istruzione Pubblica Guido Baccelli, prot. 529/266, comunicante la riapertura della Galleria degli Uffizi e del Museo Nazionale o Bargello e la continuata chiusura della Galleria Moderna, filza A, pos.1, ins.21, esercizio 1895, Archivio delle RR. Gallerie e museo Nazionale di Firenze, Direzione, Guasti prodotti dal terremoto ed affari relativi / pos.O, ins.20, Archivio del R. Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Toscana, Affari diversi e generali, 1895, Danni ai Monumenti arrecati dal terremoto, in Archivio storico della Galleria degli Uffizi (su concessione MiBACT, vietata riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo) (in G. Giorgianni, *Principi metodologici e nuove acquisizioni*, p.49)

TAB. V Telegram of 21 May 1895 by Enrico Ridolfi, Director of the Royal Galleries of Florence, to Guido Baccelli, minister for public education, prot. 529/266, informing about the reopening of the Galleria degli Uffizi and National Museum, or Bargello, and about the extension of the closure of the Galleria Moderna, row A, item 1, insert 21, period 1895, Archives of R. National Galleries and Museums of Florence, Directorate, Earthquake Faults and Related Affairs / item O, insert 20, Archives of the R. Office for the Conservation of the Monuments of Tuscany, Different and General Affairs, 1895, Damage to Monuments caused by the earthquake, in *Historical Archives of the Galleria degli Uffizi* (courtesy of Ministry of Cultural Heritage and Activities and Tourism, all rights reserved) (in G. Giorgianni, *Methodological principles and new acquisitions*, p.50)



UFFICIO REGIONALE
PER LA
CONSERVAZIONE DEI MONUMENTI
DELLA TOSCANA

Firenze, Maggio 1895.

Visita 1^a.

Posizione
N. di Prot. Gen.
N. di Partenza

Risposta al Foglio del
Dir.
Pos.
N. di Prot.
N. di Part.

Oggetto

Galleria degli Uffizi -

Allegati N.º

Al L.º Direttore
dell'Ufficio Regionale

Visitati tutti i locali della
galleria degli Uffizi ho
riconosciuto esservi manifestati
dei cretti di scollamento in
seguito alla scossa di terremoto
in tutte le pareti delle sale
che ritestano al muro che
forma la parete della
loggia che corona il fabbricato
degli Uffizi. Però questi cretti
non presentano oggi segni
allarmanti e non appaiono
compromettenti la solidità
dell'edificio.

Solo credo che debbasi
porre attenzione e mandare
a visitare la loggia che
testiene l'andito che pone
in comunicazione la galleria
con il quartiere del custode
che prospetta sulla via
Lambertucci e ripararla.

gli altri restanti potranno essere eseguiti
a poco per volta senza che il ritardo possa
arrecare danno o compromettere la stabilità
del fabbricato.

Anche nel corridore che congiunge
la galleria degli Uffizi con la galleria Palatina
si sono manifestati dei piccoli cretti, ma non
sono che i sentimenti di quelli che prima
esistevano. Lo stato dell'impiantito dal
muro nel tratto del corridore che è sopra al
Ponte Vecchio è cosa antica, e non mi è
apparso che presentasse segni di nuovi
scollamenti da richiedere opere di
consolidamento.

La sala della Niche è la sola che non ho visitata
perchè chiusa.

C. Spighi

TAV. VI A-B Rapporto della visita 1^a, 19-20 maggio 1895, di Cesare Spighi al Regio Direttore Regionale per la Conservazione dei Monumenti di Firenze Luigi Del Moro, sulle condizioni della Galleria degli Uffizi dopo la scossa del 18 maggio 1895, allegato al prot.1717/875 filza A, pos.1, ins.21, esercizio 1895, Archivio delle RR. Gallerie e museo Nazionale di Firenze, Direzione, Guasti prodotti dal terremoto ed affari relativi / pos.0, ins.20, Archivio del R. Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Toscana, Affari diversi e generali, 1895, Danni ai Monumenti arrecati dal terremoto, in Archivio Storico della Galleria degli Uffizi (su concessione MiBACT, vietata riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo) (in G. Giorgianni, *Principi metodologici e nuove acquisizioni*, p.51)

TAB. VI A-B Report of visit no.1, 19-20 May 1895, by Cesare Spighi to Luigi del Moro, Royal Regional Director for the Conservation of Monuments of Florence, about the state of the Galleria degli Uffizi after the earthquake of 18 May 1895, enclosed to prot.1717/875, row A, item 1, insert 21, period 1895, Archives of R. National Galleries and Museums of Florence, Directorate, Earthquake Faults and Related Affairs / item 0, insert 20, Archives of the R. Office for the Conservation of the Monuments of Tuscany, Different and General Affairs, 1895, Damage to Monuments caused by the earthquake, in *Historical Archives of the Galleria degli Uffizi* (courtesy of Ministry of Cultural Heritage and Activities and Tourism, all rights reserved) (in G. Giorgianni, *Methodological principles and new acquisitions*, p.50)

Galleria richiesto per le indagini sul terremoto 1895, presso l'Archivio Storico, oggi nella Galleria degli Uffizi, il responsabile reperi e trascrisse un intero gruppo di documenti, relazioni e telegrammi sino ad allora rimasti sconosciuti o comunque ritenuti di scarso interesse e non utilizzati. Contenuti in due cartelle nella filza A, Direzione, 1895, pos.1, ins. 21 / pos.0, ins. 20, un'utile burocrazia custodisce ancora la memoria degli effetti sismici del 1895 ampliando il quadro conoscitivo anche dal punto di vista del Ministero dell'Istruzione Pubblica allora competente per la conservazione dei monumenti e delle opere storico-artistiche. Il gruppo documentale rappresenta uno dei primi procedimenti istruttori finalizzati all'intervento operativo e allo stanziamento da parte del Ministero dell'Istruzione Pubblica, da cui discende quello dei Beni Culturali, di fondi da destinarsi a edifici storico-artistici anche appartenenti o direttamente gestiti dallo Stato e derivati da eventi catastrofici. Il primo telegramma (p.6) protocollato dall'Ufficio regionale per la conservazione pos.025 prot. n.1566/773 il 22 maggio 1895, veniva spedito il 18 maggio alle ore 12 p.m. dopo la forte scossa delle 20:55'40" dall'ispettore Guido Neri Carrocci del Reale Ispettorato degli Scavi di antichità e monumenti di Firenze all'architetto Luigi Del Moro direttore del Reale Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Toscana di stanza all'Hotel Inghilterra in Venezia. Riferiva il «rinvenimento tra le macerie delle opere robbiane rovinato col lato di ponente della monumentale Certosa del Galluzzo» e i danneggiamenti in altri edifici tra cui Duomo, Galleria degli Uffizi, san Miniato al Monte, Museo Nazionale o Bargello dove «rovinò gran collezione maioliche». Non reperito all'Hotel Inghilterra, il secondo telegramma n.462 ore 17.30 veniva inviato da Firenze il 19 maggio da Carrocci a Del Moro all'Istituto Belle Arti di Bologna, con parte del testo già diretto a Venezia: «Certosa donde veniamo gravissimi danni. Rovinato completamente lato ponente Chiostro grande intero monumento sconquassato. Occorre provvedere alcune parti pericolanti. Carrocci Neri». Registrato dall'Ufficio regionale per la conservazione pos.23 prot.1548/782 del 21 maggio, il telegramma n.347 del ministro Guido Baccelli «Apprendo con dispiacere notizie danni recati dal terremoto a cotesti monumenti specialmente Certosa Galluzzo e lodo vossignoria per premura dimostrata autorizzo lavori urgenti attendo rapporto. Ministro Baccelli», ne riscontrava uno giunto a Roma da Firenze, pos.023/1867/761, del 21 maggio: «Terremoto danneggiati molti monumenti città non pericolosità. Danni gravissimi Certosa Galluzzo ove crollò lato grande chiostro adorno opere Robbiane: intero monumento sconquassato. Continueremo verifica altri danni annunziati chiese dintorni. Per Ufficio Regionale Neri Carrocci». Nel *Rapporto* 21 maggio 1895 pos.023 prot. Gen.1560 prot. Partenza 792 (tav. I a-d) come richiesto dal ministro Baccelli, Del Moro descriveva difficoltà, entità e tipologia dei danneggiamenti in cui versavano Firenze, circondario e musei tra cui Uffizi e Galleria qui stralciati per la comune destinazione d'uso e le similitudini nel comportamento sismico-strutturale di murature, solai e coperture sotto l'impatto del terremoto ritenuto di progetto:

«la gravità delle notizie che di momento in momento mi venivano telegrafate dall'Ufficio di Firenze [...] controllare la massima parte dei danni cagionati nei monumenti di Firenze dal fortissimo terremoto del 18 corrente [...] pur troppo le conseguenze del moto tellurico sono manifestate in una zona così vasta e in alcuni luoghi in modo tanto grave da rendere impossibile in poco iato di tempo di mettermi in grado di riferire ampiamente [...] i risultati di ispezioni che si compiono a tutte le chiese dei dintorni della città e in specie del centro di maggior importanza [...] quel che è rimasto delle opere d'arte in edifici per la massima parte rovinati o cadenti, tenuto conto di quanto io stesso [Del Moro] ho esaminato ed ho appreso dalle relazioni dei funzionari d'ufficio da me infine incaricati [...] si può dire che, in Firenze, nessun edificio sia immune da scollegamenti e da screpolature. Gli edifici pubblici pure, ne paventano tutti, nessuno però di tale entità da minacciare seriamente la struttura a rovina e da richiedere provvedimenti immediati [...] Il fabbricato degli Uffizi ha lievissime tracce di scuotimenti nella parte di recente ricavata dalla già Aula del Senato, nonché nella parete già costruita della nuova rampa di scala d'accesso al vestibolo. I corridoi corrispondenti al Loggiato degli Uffizi, quali corpi di leggera costruzione e ben collegati, pure non è molto fu fatto, col resto dell'edificio, salvo la caduta di numerosissimi piccoli frammenti d'intonaco spinti dallo scuotimento, non hanno lesioni apparenti. Una visita nella soffitta che ho immediatamente ordinata porrà in nudo e rimedierà al possibile slittamento di quelle parti della armatura di legname. La Tribuna è rimasta salda ma le sale che le fanno seguito parallelamente al cortile paventano nello stesso senso uno spacco di qualche entità al punto di sottotetto dei muri di divisione normale a quello del cortile. Uno spacco identico di minore importanza ricorre pure nelle sale al di là del cortile di ponente, ove il corpo fu delineato da una pianta più larga e una più solida costituzione. Gli antichi cretti dei locali accessori di passaggio da via Lambertesca si sono riaperti; vi sono sconnesse pareti di separazione fra una e l'altra sala dei disegni; ma nessun segno di preoccupazione, se nuove scosse non avvengono, per la stabilità dell'edificio [...] [nella Galleria Antica e Moderna e Tribuna del David] nessun danno, eccettuato l'apertura di un' arco, di nessuna conseguenza immediata, dovuta dallo sbilancio dei corpi del fabbricato rispetto al vuoto centrale del lucernario, ha subito la tribuna del David e nemmeno la statua [del David], per quanto ho potuto da terra constatare. Il fabbricato ove si trova la sezione moderna della Galleria [sopra la Sala dei Prigioni e le Sale espositive] alla quale la tribuna è aggregata, presenta invero gravi lesioni sconnessioni, le quali accennando ad una disorganizzazione alterazione profonda nell'organismo del fabbricato danno ragione a proposte di radicali restauri, quali mi accingo a presentare al S. Direttore [Enrico Ridolfi] della Galleria e del Museo Nazionale di questa città».

demonstrated, I authorize urgent jobs, awaiting report. Minister Baccelli». Another one, sent to Rome from Florence on 21 May, was also found, item 023/1867/761: «Earthquake damaged many monuments city not hazardous. Severe damage to the Certosa Galluzzo where a side of the large cloister adorned with works by Della Robbia collapsed: whole monument destroyed. We will continue checks on other reports of damage to nearby churches. For Regional Office Neri Carrocci». In the *Report* of 21 May 1895 item 023 gen. prot.1560 outbound prot.792 (tab. I a-d) as requested by Minister Baccelli, Del Moro described the difficulties, the magnitude and the type of damage that Florence, the surrounding area and museums, including the Uffizi and the Galleria, were going through, here summarised for use in this project and to find similarities in the seismic and structural behaviour of the masonry, flooring and roofing following the impact of the earthquake:

«the gravity of the news that was continuously wired to me by the Office of Florence [...] checked most of the damage caused to the monuments by the massive earthquake of the 18th of this month [...] unfortunately the consequences of the earthquake can be found in an area so vast and in some places so severe as to make it impossible in a short time for me to be able to report in detail [...] the results of inspections which are taking place in all the churches surrounding the city and in particular in the centre of greatest importance [...] what remained of the artwork in most buildings is damaged or falling, given what I myself [Del Moro] examined and I learned from the reports of officials of the Office appointed by myself [...] we can say that in Florence, no building is free from cracks and detachments. The public buildings as well are all in danger, but none in such magnitude as to seriously threaten the structure and to require immediate action [...] the Uffizi building has very slight traces of shaking in the recently converted section in the Senate Room as well as in the wall with the new flight of stairs to the vestibule. The halls in correspondence to the Open-Galleries of the Uffizi have no apparent damage given that they are structures of light construction and well connected with the rest of the building, except the fall of many small fragments of plaster caused by the tremors. A survey of the attic that I immediately ordered will strip back and remedy as far as possible the shift of the timber parts of the covering. The Tribune has remained steady but the rooms that follow it parallel to the courtyard show a gap of some entity in the same direction at the upper point where the normal dividing walls join those of the courtyard. An identical gap of lesser importance continues in the halls beyond the western courtyard, where there is a larger layout and a more robust construction. The ancient cracks in the ancillary rooms from via Lambertesca have reopened; the dividing walls have separated from each other in the drawings room; but there are no worrying signs for the stability of the building, if new tremors do not occur, [...] [in the Galleria Antica e Moderna and Tribuna del David] no damage, except the opening of an arch, of no immediate consequence, caused by the imbalance of the parts of the building with respect to the central void of the skylight. Neither the Tribuna del David nor the statue [of David] itself have suffered any damage as far as I could see from the ground. The building where the modern section of the Galleria is located [above the Sala dei Prigioni and the Exhibition Halls], to which the Tribuna is connected, indeed has serious damage disjunctures, referring to a disorganization deep alteration of the building's structure, so to require proposals of radical restorations, which I will present to the Director [Enrico Ridolfi] of the Galleria and of th-e National Museum of this city».

Subsequent to the Del Moro *Report*, the *Return* written by Ridolfi, Director of the Royal Galleries (tab. II a-d), of which remains the draft, prot.535/272 dated 22 May 1895, informed the Minister Baccelli that

«the damage caused by the earthquake to the institutions which I have the honour of managing, unfortunately was not minor, however, the situation is not as severity as was believed in the beginning [...] seeing all the halls scattered with rubble and pieces of plaster, some of the stucco from the ceiling, and the walls cracked right through in several places from top to bottom and the many pieces of broken glass, the technical inspection declared that, despite having repaired this detachment between the buildings, they do not pose any danger and that the institutes could remain open to the public, gradually repairing the damage, except for the Sala della Niobe [...] the walls of the Galleria Moderna were particularly detached partly because of their poor construction, for this it was necessary to keep it closed until now and studying the best restoration method because the weight of that building rests poorly on the ceiling of the entrance to the Tribuna del David, showing clear indications of distress on the supporting walls».

With prot.4324 Florence Archive Classification outbound 4857 of 1 June (tab. III), «in reference to what read of 21 December, see prot. 023/1680/847, subject: *Earthquake of 18 May '95. Monuments of Florence*», Rome endorsed the initiatives taken so far in Florence by «Mr. the Director of the Royal Regional Office for the Monuments»:

«I thank your Sir [Del Moro] for the extensive and detailed news I received about the damage caused to monuments following the serious earthquake on 18th of this month. I approve of the emergency measures taken to prevent further damage and I await news in particular of the discovery among the rubble of the ruined west side of the monumental Certosa del Galluzzo of the works of Della Robbia. The Minister Baccelli».

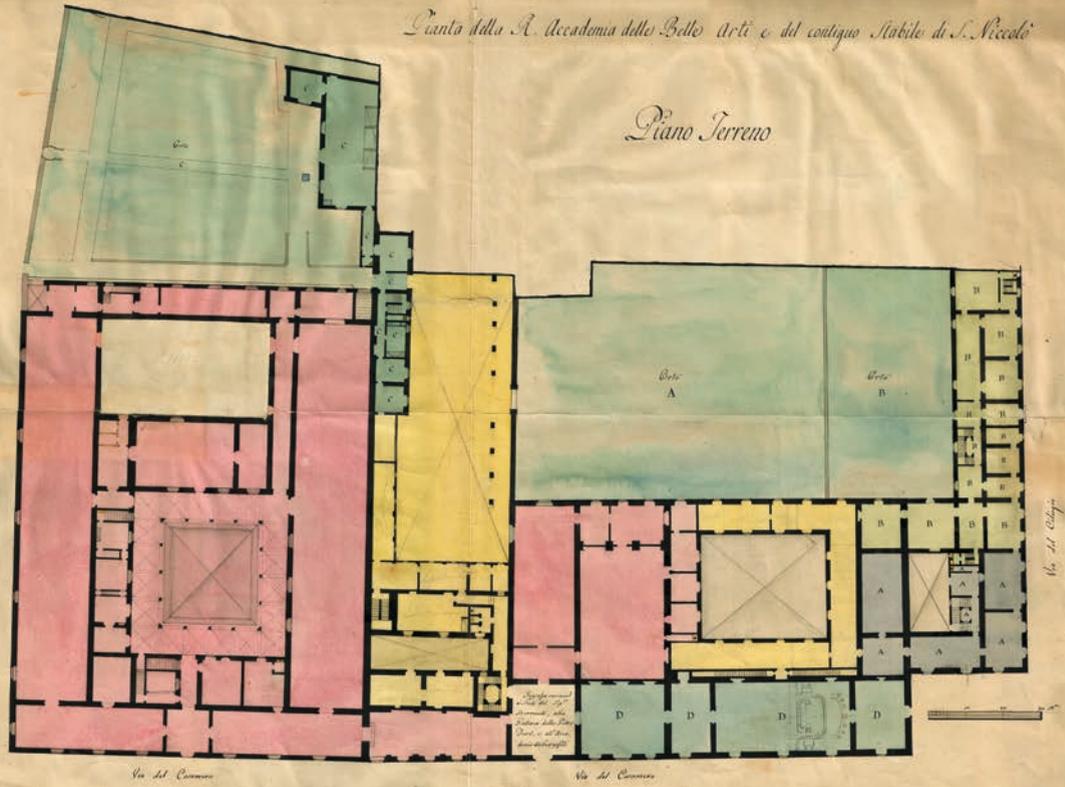
The Florentine correspondence referred to the assets of the former Ministry of Public Education in Rome held in the Central Archive of the

Pianta della R. Accademia delle Belle Arti e del contiguo Stabile di S. Nicolo'

Piano Terreno

Nota

- A. Casa data per abitazioni al Quartiere, come per Decreto del 24. Aprile 1802.
- B. Casa data al Quartiere come per abitazioni per il Quartiere del 24. Aprile 1802.
- C. Casa del Montecavallo che si proponeva dare a S. M. C. come sede al Montecavallo, e quale non propose in Controlli.
- D. Casa data dalla R. Accademia come per Decreto del 24. Aprile 1802.



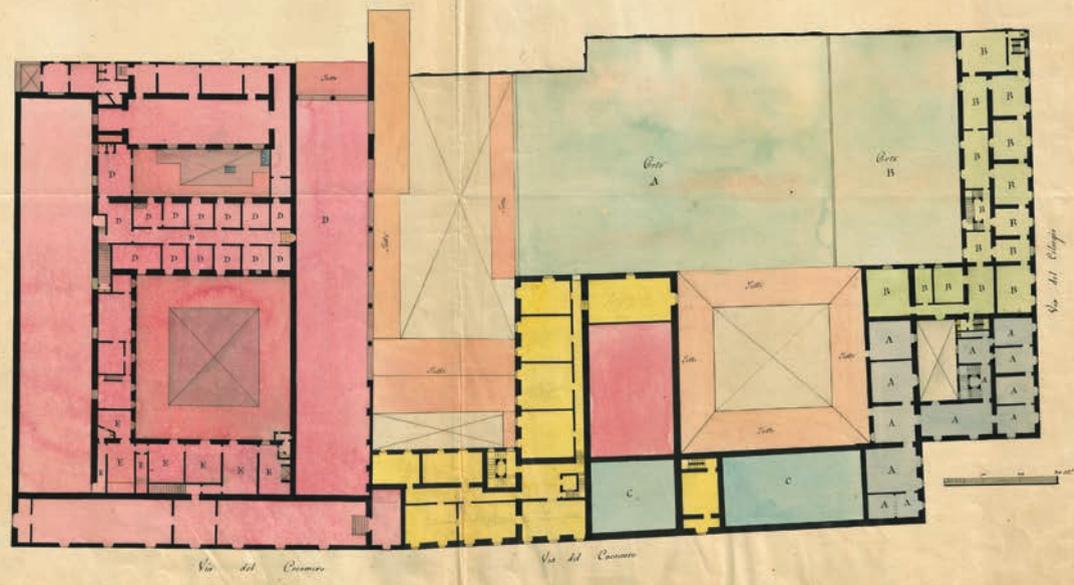
A

Pianta della R. Accademia delle Belle Arti, e del Contiguo Stabile di S. Nicolo'

Piano Superiore

Nota

- A. Casa data dalla R. Accademia come per Decreto del 24. Aprile 1802.
- B. Casa data al Quartiere come per abitazioni per il Quartiere del 24. Aprile 1802.
- C. Casa del Montecavallo che si proponeva dare a S. M. C. come sede al Montecavallo, e quale non propose in Controlli.
- D. Casa data dalla R. Accademia come per Decreto del 24. Aprile 1802.
- E. Casa data dalla R. Accademia come per Decreto del 24. Aprile 1802.



B

Pagina a fianco / previous page:

FIG.11A-B Inizi XIX sec, anonimo, pianta del piano terreno e del piano superiore della Accademia dei Belle Arti e del contiguo stabile dell'ex convento di san Niccolò (ASCFi, AMFCE, 303, cass.8, A. Su concessione dell'Archivio storico del Comune di Firenze)

Beginning of the 19th century, anonymous, plan of the ground floor and the first floor of the Accademia di Belle Arti and the adjoining building of the former convent of san Niccolò (ASCFi, AMFCE, 303, cass.8, A. Courtesy of the Historical Archive of the City of Florence)

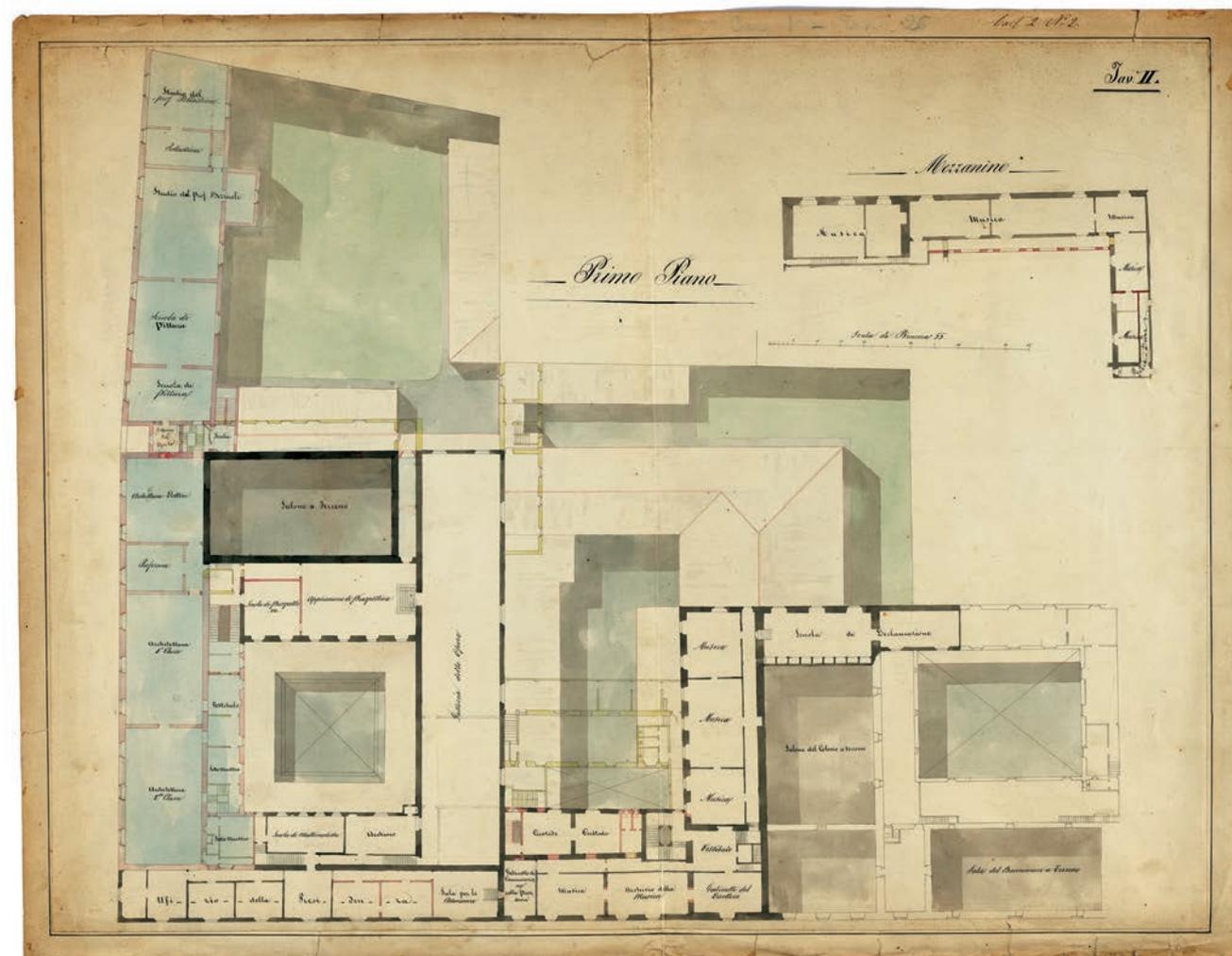
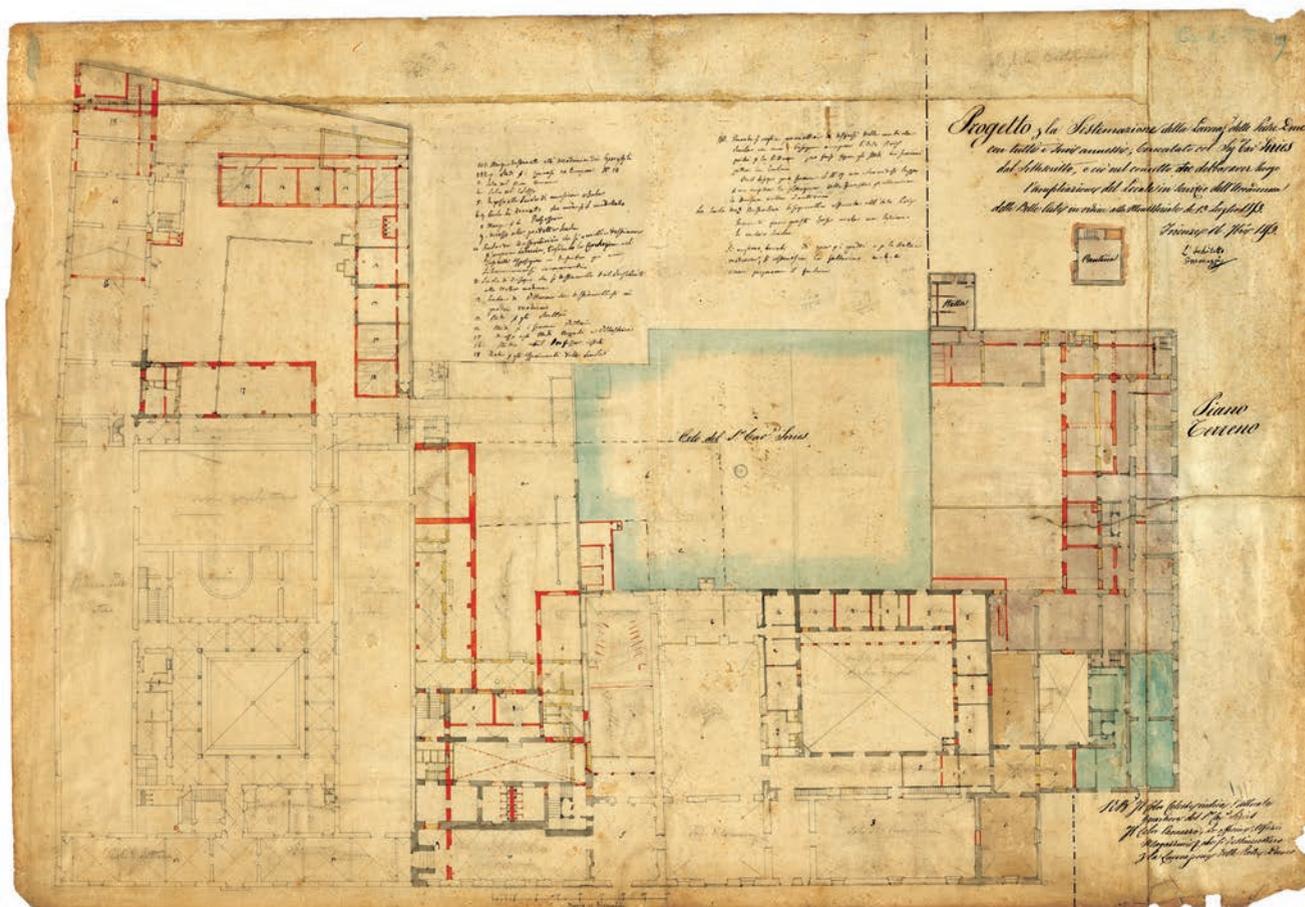
In questa pagina / this page:

FIG. 12 16 settembre 1853, Francesco Mazzei, "Progetto per la sistemazione delle lavorazioni delle Pietre Dure con tutti e suoi annessi, concertate con il Sig. Cav. Siries dal sottoscritto e cioè nel concetto che debba aver luogo l'ampliamento del locale in servizio dell'Accademia di Belle Arti in ordine alla ministeriale del 13 luglio 1853" (ASCFi, AMFCE, 289, cass.8, A. Su concessione dell'Archivio storico del Comune di Firenze)

September 16, 1853, Francesco Mazzei, "A project for the arrangement of the works of the Pietre Dure with all its annexes, established with Sir. Siries by the undersigned, that is, the concept that the extension of the premises of the Accademia di Belle Arti must take place as ordered by the ministry of 13 July 1853" (ASCFi, AMFCE, 289, cass.8, A. Courtesy of the Historical Archive of the City of Florence)

FIG.13 Seconda metà XIX sec. (1853-1856), anonimo, ma con nota: "Progetto del Mazzei da eseguirsi nel 1856". Progetto definitivo per trovare sede in san Niccolò alla scuola di musica e di declamazione. Pianta del primo piano dove si possono già notare le stanze attualmente destinate ai dipinti del Trecento e primo Quattrocento (ASCFi, AMFCE, 291, cass. 8, A. Su concessione dell'Archivio storico del Comune di Firenze)

Second half of the 19th century (1853-1856), anonymous, but with note: "Mazzei's project to be executed in 1856". Final project to locate in san Niccolò the music and recital school. Plan of the first floor where the rooms currently in use for 14th and early 15th century paintings can already be seen (ASCFi, AMFCE, 291, cass. 8, A. Courtesy of the Historical Archive of the City of Florence)

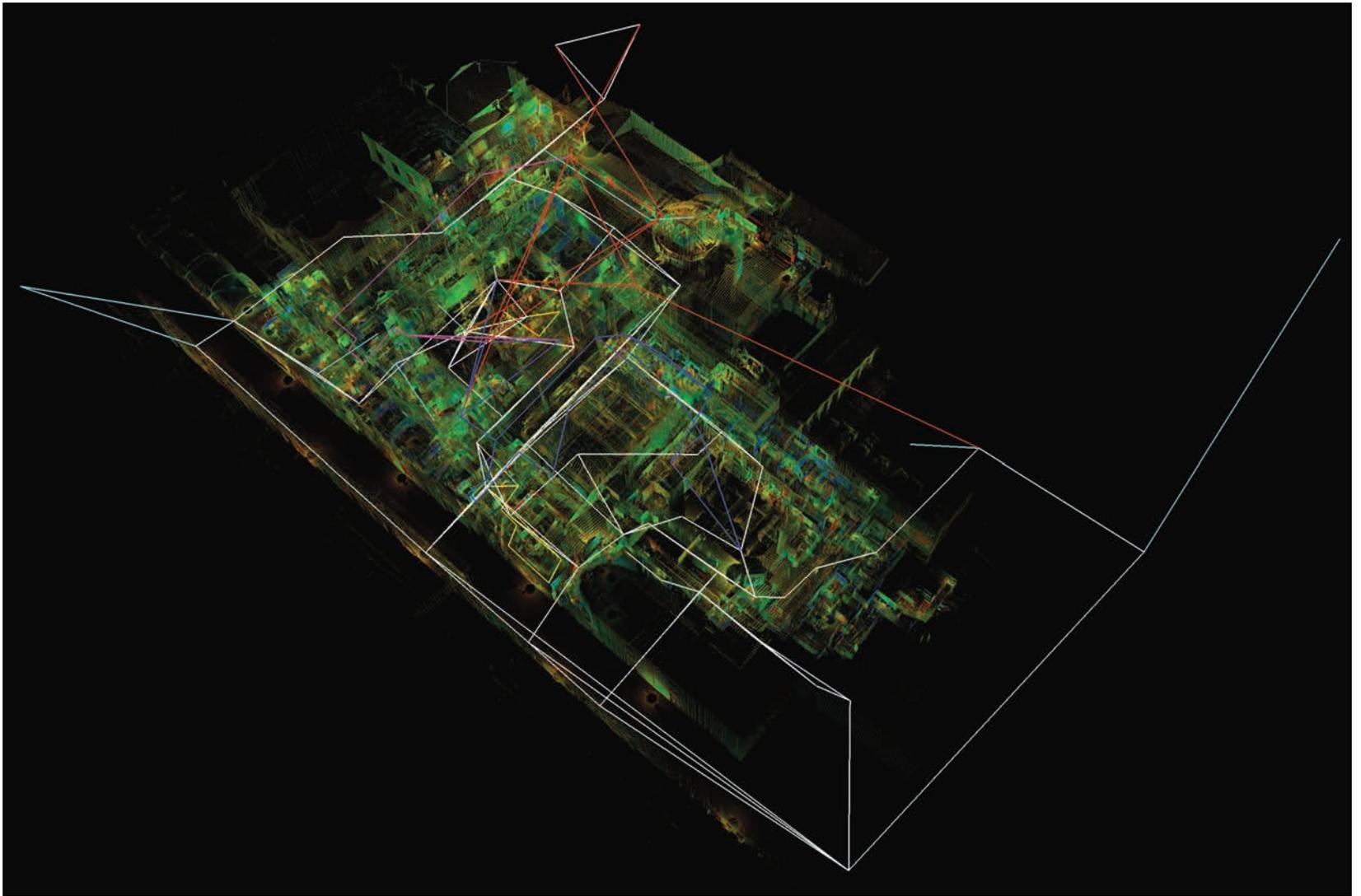


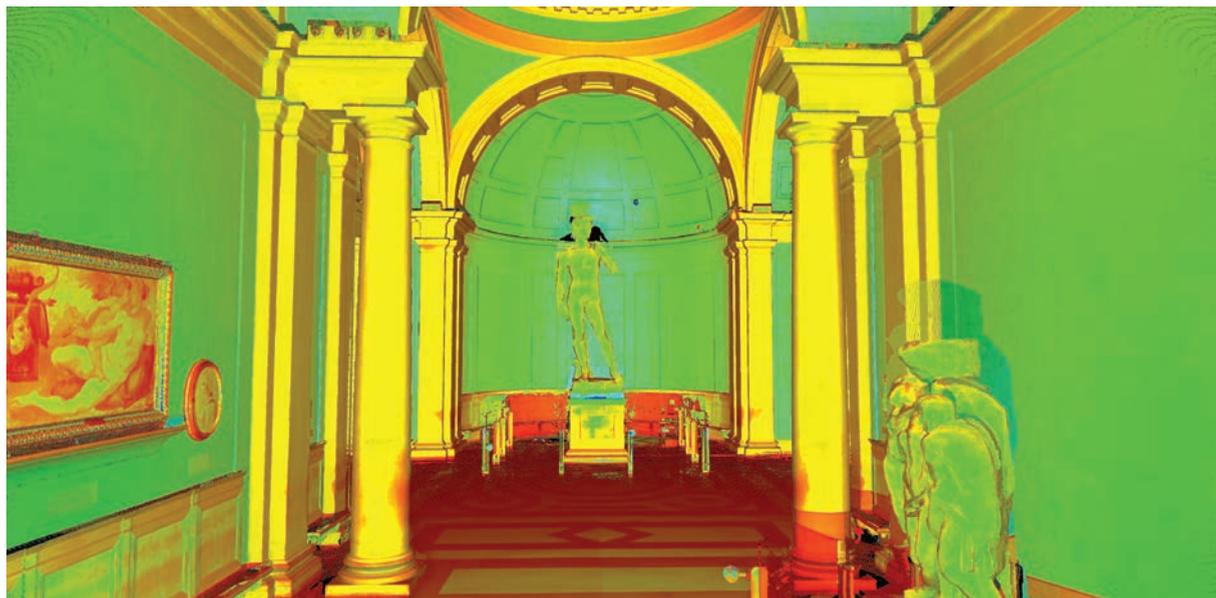
The rapid study of the structural parts with their measurements, from the collection of the data to a graphic rendering, was instead aimed, in consultation with the former Regional Directorate, at the more ambitious goal of a comprehensive architectural survey, including documentation of the decorations, fixed furnishings and any other item negligible in the terms of a structural analysis, but not those of effective conservative management of the asset.

On the other hand, the acquisition of high-resolution data of all surfaces also made it possible to record the deformations and patterns of fissuring objectively, collecting a wide range of important information in order to fully describe the structures with their contents.

Preliminary operations

The methods of use of the premises have a significant impact on the organization of a survey. A museum has many constraints, arising both from the stream of visitors and the need not to expose artworks to the risk of damage. The extent of the area, the articulation of the parts, the multiplicity of institutions whose agreement had to be sought, the need for access to all the rooms (including those not open to the public), and security reasons were factors that limited the operational freedom, requiring, among much else, fixed times for access. This entailed





Ottimizzazione dell'allineamento

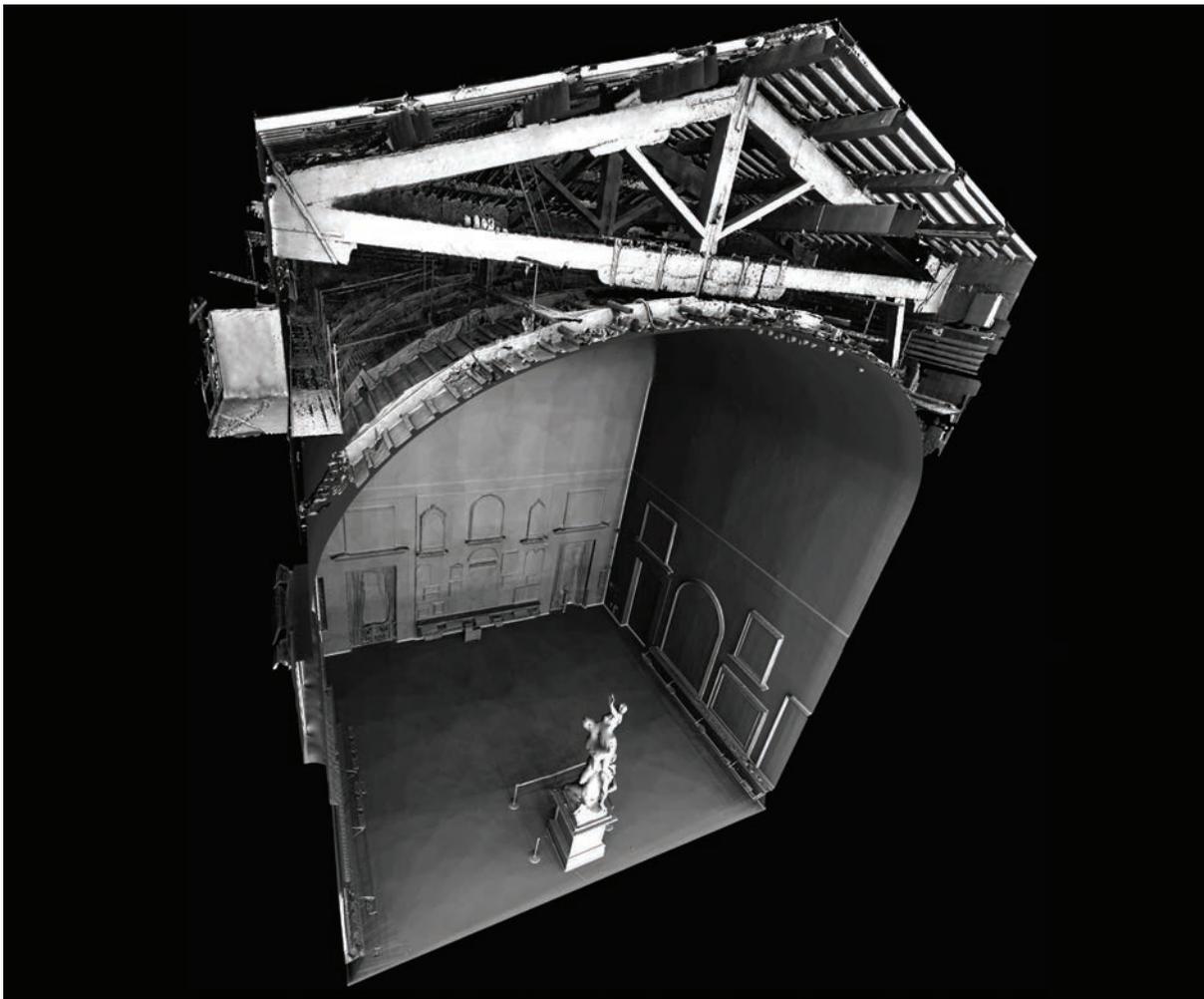
Si sono poi roto-traslati i 35 blocchi nel sistema di riferimento topografico ottimizzando le scansioni con un algoritmo di tipo ICP (*Iterative Closest Point*). Questa operazione ha richiesto 5 giorni di tempo macchina.

Organizzazione dei dati ed editing

Il database unico è stato suddiviso in *layer*, così che ciascuna *range map* fosse visualizzabile in modo indipendente; si sono poi eliminati dal modello tutti gli elementi non pertinenti o di disturbo.

Suddivisione in sotto-progetti

Il modello di punti ottenuto, troppo pesante per visualizzarlo in altri *software*, è stato suddiviso in 10 sotto-progetti per le successive elaborazioni.



Conclusions

The study tested the applicability of geomatic techniques to a complete and exhaustive high-resolution survey of an extensive and articulated complex. Although the use of these technologies is now widespread, many applications concern less complex architecture, or are limited to the visible portions. In this case the survey was extended to the whole complex, from the cellars to the attics and the roofing (figs.11-14), and even documented the neighboring portions of contiguous buildings to determine the operating conditions necessary for the strict application of the *Guidelines*.

Experience has confirmed that the purpose of the survey is not exhausted in providing a graphic support, though this is increasingly reliable, for studies and analyses by other specialists, but in itself produces a body of knowledge of the various aspects (spatial, structural, technological, etc.) of the complex, supplying comparisons with other survey methods, verifying various hypotheses and suggesting new ones.

This experience brought out the fact that the accuracy and the quantity of data from a survey carried out with geomatic techniques produce models that the software for structural analysis and simulations are unable to handle. On the other hand, from a high-resolution survey it is possible to deduce the deformations and fissuring of the architectural members and verify assumptions derived from simplified models.

But there are still a number of unresolved issues. Very large complexes entail the collection of massive amounts of information. The data from scans and their processing alone occupy several terabytes. Even after dividing up the overall model to facilitate the rendering, it is difficult to consult. The whole data set (not just topographic and scans, but also sketches, photographs, alphanumeric documents, final processed files, etc.) of large buildings always raise management and storage issues.

FIG.14 Modello mesh. Sala del Colosso e sottotetto. In alcuni casi sono stati realizzati modelli di superficie (*mesh*) che riproducono con accuratezza le superfici rilevate. Questa forma di descrizione continua, a differenza del modello discreto di punti, può essere visualizzata in modo interattivo su computer o riprodotta con tecniche di fabbricazione digitale (stampa 3D), per la generazione di modelli fisici che conservano l'accuratezza di quelli digitali. In questo caso è stato realizzato un modello mesh parziale a partire da 24 scansioni di cui quattro al piano terra e le restanti 20 al piano sottotetto (per un totale di 388.258.259 di punti). Il modello *mesh* finale è di 30 milioni di facce

Mesh model. Sala del Colosso and attic. In some cases surface models (meshes) were made that reproduce with accuracy the surfaces surveyed. This form of continuous depiction, unlike the discrete model of points, can be displayed interactively on a computer or reproduced by digital fabrication techniques (3D printing) to generate physical models that preserve the accuracy of digital ones. In this case, a partial mesh model has been made starting from 24 scans, four of which are on the ground floor and the other 20 in the attic (for a total of 388,258,259 points). The final mesh model is made up of 30 million faces.



FIG.15 Parete est (interno/esterno) della Gipsoteca (piano terra della Galleria) e delle Aule di Pittura (piano primo dell'Accademia di Belle Arti). Il modello di punti può consentire la valutazione delle possibili deformazioni della struttura, graficizzando, con mappe di scostamento, le distanze tra una geometria ideale (piani verticali) e quella rilevata su entrambe le facce della muratura.

East wall (interior/exterior) of the Gipsoteca (ground floor of the Galleria) and the Painting Classrooms (first floor of the Accademia di Belle Arti). The point model allows to evaluate possible deformations of the structure, with displacement maps configuring in a graph the distances between an ideal geometry (vertical planes) and that detected on the two sides of the masonry walls.

Output

Un modello di punti ricavato da scansione laser costituisce un *database* da cui si possono estrarre tutte le informazioni tridimensionali; tuttavia l'esito più facilmente condivisibile è costituito ancora dalle proiezioni ortogonali (pianche, prospetti e sezioni) proprie del disegno architettonico. Pur trattandosi di rappresentazioni bidimensionali, le loro coordinate sono riferenziate ed espresse secondo un sistema di riferimento 3D; inoltre la completezza del modello di punti consente di estrarre ulteriori elaborati assumendo qualsiasi piano di sezione. Nel caso specifico, si sono realizzate 7 pianche e 15 sezioni, stampate in scala 1:100 per limiti di riproducibilità, ma con il dettaglio della scala 1:50 (figg.20-27).

Un archivio dati così imponente, ha consentito anche l'estrazione di orto-immagini della nuvola di punti con risoluzione tale da permettere la lettura del quadro fessurativo.

In accordo con la Direzione regionale e gli strutturisti è stata affinata la lettura della parete est nella Sala Bartolini e della crociera tra la Galleria dei Prigioni e la Tribuna del David.

In ambedue i casi, sulle orto-immagini si sono effettuate elaborazioni radiometriche per enfatizzare le discontinuità della superficie agevolando così lo studio del quadro fessurativo (figg.28-29).

Inoltre, ancora nella Sala dei Gessi o Bartolini, sono state valutate le deformazioni della parete est graficizzando su entrambe

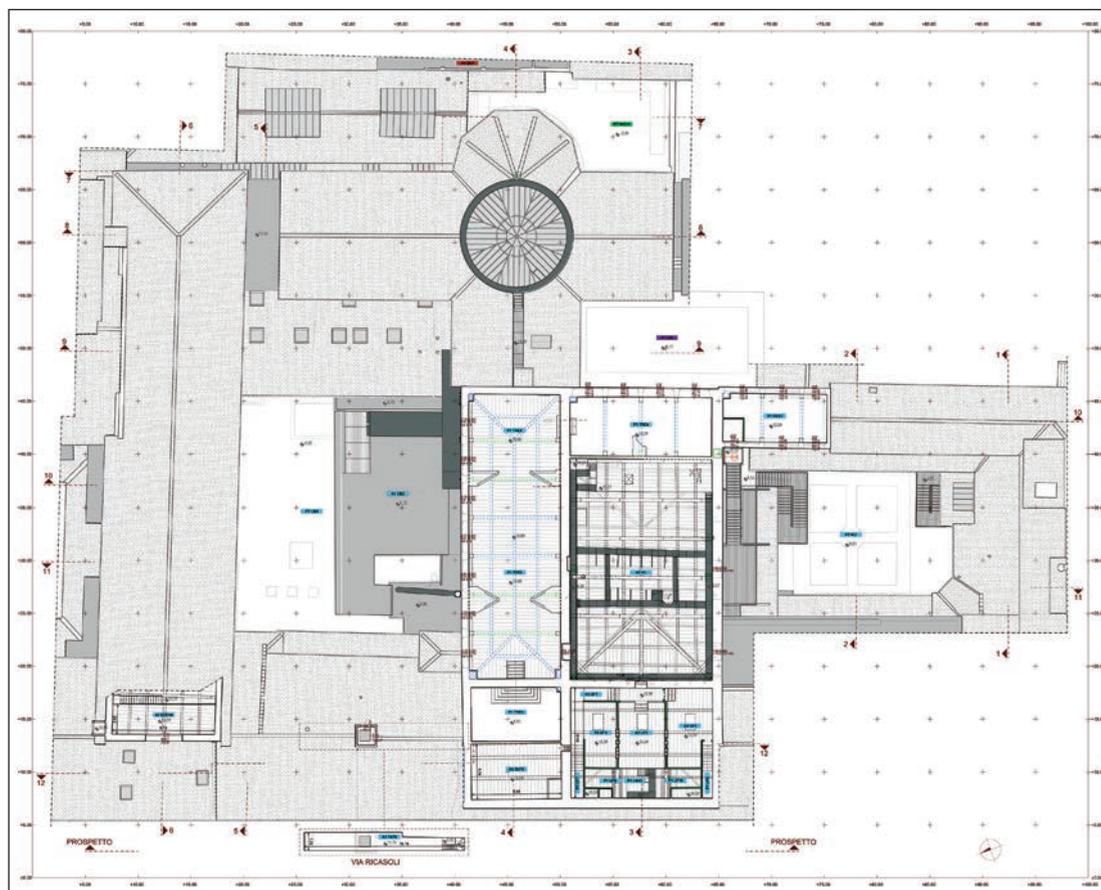
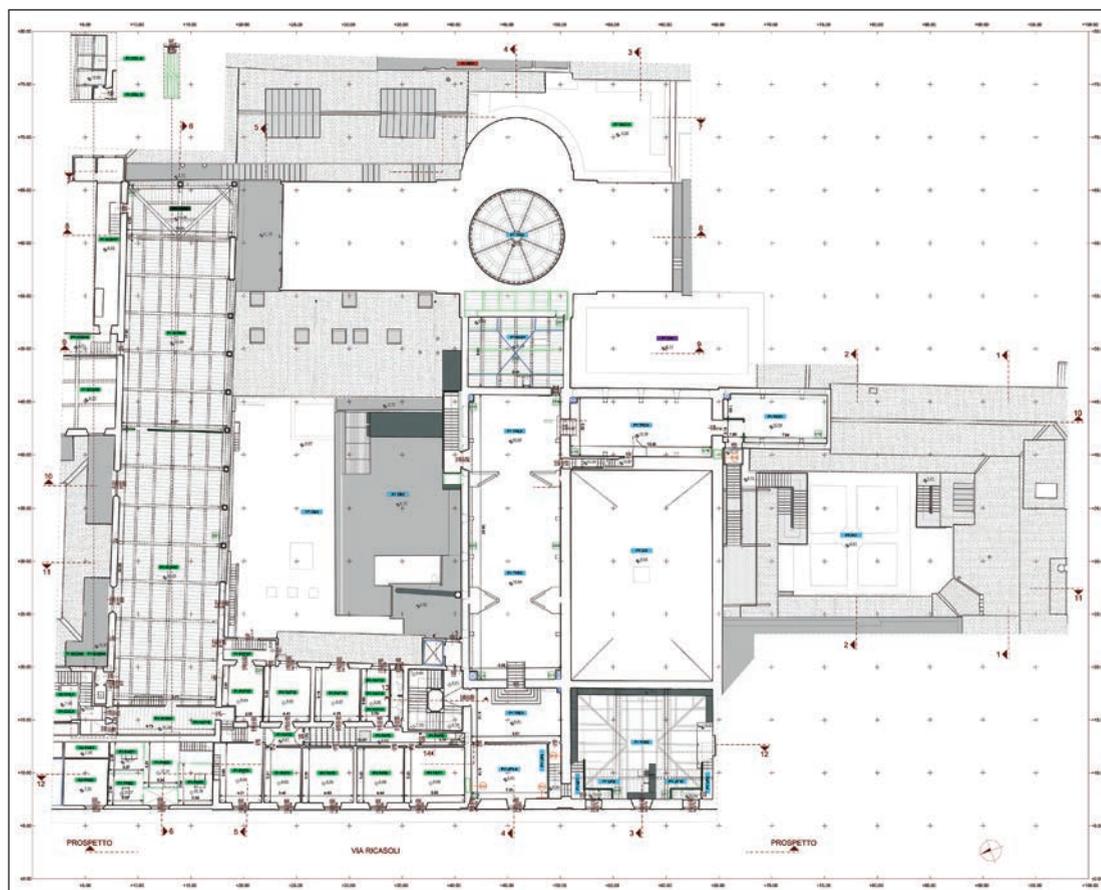


le facce lo scostamento tra l'andamento reale rilevato e piani verticali assunti come geometria ideale (fig.15). Ripetendo e confrontando le acquisizioni nel tempo sarà possibile anche una verifica periodica (monitoraggio) dell'eventuale progredire delle deformazioni.

È stata eseguita inoltre un'accurata documentazione fotografica e, negli ambienti espositivi, sono stati realizzati anche panorami sferici esplorabili e interrogabili (figg.16-19).

FIGG.21-22 Pianta del piano primo e pianta ammezzato A3. I corpi di fabbrica sono suddivisi da piani a quote disomogenee e la loro completa rappresentazione ha richiesto la redazione di numerosi livelli intermedi. Il disegno mostra in pianta la carpenteria dell'estradosso della volta della Sala del Colosso e in proiezione quella del sottotetto e dei vani adiacenti

Plan of first floor and mezzanine floor A3. The buildings are subdivided by floors at different levels and their full representation required the recording of a number of intermediate levels. The drawing shows in plan the carpentry of the extrados of the vault of the Sala del Colosso and in projection that of the attic and adjacent rooms



LEGENDA	
A) Dati ricavati da rilievo diretto puntuale	—
B) Dati ricavati da documenti di archivio	—
C) Dati desunti in base a caratteri tipologici	—
D) Pannellature leggere (cartongesso, legno, ecc.)	□
E) Coperture Piane	
F) Impianti e strutture in metallo	
G) Vetro	
H) Galleria dell'Accademia (MuAC) Piano/Identificativo vano	PS CT1
I) Accademia di Belle Arti (ABA) Piano/Identificativo vano	PS CT1
L) Conservatorio di Musica Luigi Cherubini (CON) Piano/Identificativo Vano	PS CT1
M) Opificio delle pietre Dure (OPD) Piano/Identificativo Vano	PS CT1
N) Palazzo Budini Gattai (BG) Piano/Identificativo Vano	PS CT1
O) Saggi posizionamento ed identificativo (pianta)	S14
P) Saggi posizionamento ed identificativo (sezione)	S14
Q) Sismografi posizionamento ed identificativo	B21
R) Quotatura aperture	base (sguancio) 1.40 (2.32) altezza (sguancio) 3.03 (5.03) altezza davanzale interno hdi 1.90 base (sguancio) 1.69 (1.68) altezza imposta/altezza chiave (sguancio a imposta/a. chiave) 4.03/4.87/5.03/6.45 altezza davanzale interno hdi 0.98 sopraluce base 0.74 altezza 0.52
S) Pianta Piano Seminterrato Impronta Pianta piano Terra (sezionato)	
T) Verifiche puntuali all'estradosso dopo il consolidamento. Le quote in parentesi sono relative Alla situazione precedente	① ② ③
U) Identificazione pastiche deformometro	16 A1 16 16
V) Fessure oggetto di monitoraggio	
Z) Fessure	
I dati di cui ai punti B) e C) non derivano da operazioni di rilievo strumentale o diretto e non hanno quindi validità metrica	

Il presente lavoro, nell'ambito del piano di indagini predisposto dalla Direzione regionale MiBACT della Toscana, oggi Segretariato regionale, ha l'obiettivo di determinare da un lato gli effetti di amplificazione dei terreni di fondazione del complesso architettonico della Galleria dell'Accademia in Firenze, dall'altro, di valutare la risposta sismica della struttura.

L'analisi sismica, o dinamica sperimentale, consiste nel rilevare il comportamento della struttura alla presenza di vibrazioni ambientali e/o forzate, tramite sia analisi nel dominio del tempo che delle frequenze, tra registrazioni sismiche triassiali acquisite all'interno dell'edificio su diversi livelli. Queste analisi consentono di determinare le caratteristiche dinamiche della struttura, ossia frequenze proprie, forme modali e smorzamenti [BONGIOVANNI ET AL. 1990; CLEMENTE 1993; IVANOVIČ ET AL. 2000; RINALDIS ET AL. 2004].

Infine, le elaborazioni dei dati sismici si sono concentrate sulla quantificazione dei livelli di vibrazione all'interno della struttura con riferimento alle vigenti normative in materia [UNI 9916 e UNI 11048]. Nella maggior parte dei casi le vibrazioni sono indesiderabili poiché pregiudicano l'efficienza funzionale delle costruzioni, in particolare arrecando sia disturbo alle attività umane che ridurre la vita di servizio per effetto della accumulazione irreversibile di danneggiamento meccanico (fatica). Le due normative stabiliscono i valori di accettabilità delle vibrazioni, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio, sia per il disturbo percepito dalle persone [UNI 11048] che per il possibile instaurarsi di danni strutturali [UNI 9916].

2. Campagna di acquisizione

Le misure strumentali per la valutazione della risposta sismica del complesso architettonico della Galleria dell'Accademia in Firenze e dei terreni limitrofi sono state eseguite tra il 5 settembre e il 28 novembre 2011.

La campagna di acquisizione sismica è stata condotta in 70 diversi siti, di cui 67 nella struttura e 3 sul terreno limitrofo al complesso architettonico (figg.2, 3), con una durata complessiva di registrazione per ogni singolo punto di misura di ≥ 1 settimana. Le registrazioni sismiche sono state eseguite utilizzando 7 sismometri triassiali Lennartz 3D/5sec, con sensibilità di 400 V/m/s e frequenza di taglio a 0.2 Hz (fig.1). I dati sismici sono stati acquisiti con digitalizzatori a 24 bits (Guralp CMG-DM24) a una frequenza di campionamento di 100 Hz, in modo da garantire un intervallo spettrale (0.2-50 Hz) sufficiente per la completa descrizione della struttura e dei terreni in esame.

Durante tutta la campagna di misura, le stazioni A01 e A02, installate rispettivamente nel seminterrato dell'Accademia di Belle Arti (CA1) e nello spogliatoio del personale della Galleria dell'Accademia sottostante la Sala d'Ingresso (WC10) (fig.2), sono state mantenute in acquisizione continua in due periodi differenti, la prima tra il 5 settembre e il 17 ottobre 2011, la seconda tra il 17 ottobre e il 28 novembre 2011. Al piano terreno sono stati installati 34 punti di misura (fig.2.2, B01-B34) in modo da caratterizzare la risposta sismica di tutti i locali presenti nella Galleria dell'Accademia e in corrispondenza degli elementi strutturali principali.

All'interno della Sala dei Gessi (GE) e in quella del Colosso (CO), vista la notevole estensione areale degli ambienti, le misure sono state dislocate anche al centro dei locali oltre che sulle pareti perimetrali, per valutare i livelli delle vibrazioni sul solaio (fig.2). I punti di misura sul piano terreno (fig.2), inoltre, sono stati scelti per avere una copertura quanto più possibile omogenea dell'area in esame, utile per poi ottenere, tramite interpolazione dei risultati, una carta della frequenza di risonanza rappresentativa per l'area d'indagine.

Al primo piano sono state eseguite 23 misure (fig.3, C01-C23), e precisamente all'interno dell'Aula di Scenografia (SCEN) di pertinenza dell'Accademia di Belle Arti, nelle Sale Espositive sovrastanti le Sale Mostre (MO) e la Galleria dei Prigioni (PRI) e negli uffici (UF5, UF4, SN1, SN3, SN4) sovrastanti la Sala di Ingresso e le Sale Bizantine.

In relazione all'accessibilità dei locali è stata eseguita anche una misura sul tetto (fig.3, D01), in corrispondenza della base del tamburo del lucernario sovrastante alla Tribuna del David (TRI2), e sull'imposta del tetto in legno della Sala del Colosso (CO) (fig.3, D02-D05).

Per una completa valutazione della risposta sismica dell'intero complesso architettonico sono state installate due stazioni (fig.3, F01-F02) in locali di pertinenza del Conservatorio (AM11-AM4) sovrastanti le sale espositive del Museo degli Strumenti Musicali (MU5), per un totale di 31 stazioni dislocate al primo piano.

I dati sismometrici delle stazioni poste al primo piano sono simultanei a quelli registrati alle rispettive sottostanti stazioni installate al piano terreno.

2. Dynamic monitoring

The seismic survey for the dynamic response of the Galleria dell'Accademia in Florence and of the soil foundation was performed from 5 September to 28 November 2011 in 70 different sites, of which 67 in the building and 3 on the soil (figs.2 and 3). For each site 1 week long record data has been acquired. The seismic survey was carried out using 7 Lennartz3D/5sec seismometers (sensitivity 400 V/m/s and flat transfer functions up to 5 s). All the seismometers were digitized by with a 24 bits Guralp CMG24 digitizer at 100 Hz.

The stations A01 and A02 were installed on the basement of the Accademia di Belle Arti (CA1) and in the change room of the staff of the Galleria dell'Accademia below the Entrance Room (WC10) (fig.2) respectively. The stations A01 and A02 recorded continuously in two different periods, the first from 5 September to 17 October 2011, the second one from 17 October to 28 November 2011.

On the ground floor were installed stations in 34 sites (fig.2.2, B01-B34) in order to characterize the seismic response of the Galleria dell'Accademia and to evaluate the HVSR ratio.

Inside the Sala dei Gessi (GE) and Sala del Colosso (CO), given the large areal extent of the environments, the measurements were located in the center of the room as well as on the perimeter walls, to assess the vibration levels on floor (fig.2).

The measuring points on the ground floor (fig.2) were chosen to have a cover as homogeneous as possible of the area in order to obtain a map of the resonance frequency.

On the first floor were carried out 23 measurements (fig.3, C01-C23), and precisely inside the classroom of Set Design (SCEN), in the Exhibitions Halls above Sale Mostre (MO) and the Galleria dei Prigioni (PRI) and in the offices (UF5, UF4, SN1, SN3, SN4) overlying the entrance hall and the Sale Bizantine.

In relation to the accessibility of the place it was also performed a measurement on the roof (fig.3, D01), at the base of the drum of the skylight above the Tribuna del David (TRI2), and on the timber roof of the Sala del Colosso (CO) (fig.3, D02-D05).

For a complete evaluation of the seismic response of the whole architectural complex were installed two stations (fig.3, F01-F02) in the rooms of the Conservatory (AM11-AM4) overlying the exhibition halls of the Museum of Musical Instruments (MU5), for a total of 31 stations located on the first floor.

The seismic data of stations located on the first floor are simultaneous to those registered to their respective underlying stations installed on the ground floor.

3. Processing of seismic data

The processing of the seismic data, recorded for the purposes of this study requested by ex-Regional Directorate MiBACT are based, essentially, on spectral analysis to the evaluation of the dynamic behaviour of the foundations soil and of the building, and finally on the levels of seismic vibrations in buildings, with reference to the current regulations [UNI 9916 and UNI 11048].

The seismic data processing procedures can be summarized into three main groups:

1. analysis HVSR for the evaluation of site amplification effects of the Accademia di Belle Arti;
2. spectral analysis for the dynamic response of the building;
3. evaluation of vibrations level following the UNI 9916 and UNI 11048.

4. HVSR Analysis

The main phenomenon that generates the amplification of seismic wave is represented by the confinement of seismic waves within the sedimentary basins.

The strong impedance contrast, existing between the rigid bedrock and cover soils with generally poor mechanical properties, allows easy passage of seismic waves in the sedimentary basin and subsequently cause the confinement of the waves.



A



B



C

FIG.1A-C Foto della stazione sismica B09 installata alla base del piedistallo del David (TRI2). Nell'acquisizione sono stati impiegati sensori sismici triassiali Lennartz 3D/5sec e digitalizzatori Guralp CMG-DM24. I dati sismici sono stati poi memorizzati su dischi rigidi Guralp

Photo of the seismic station B09 installed at the base of David pedestal (TRI2). The seismic station was equipped with Lennartz3D/5sec seismometers and 24 bits Guralp CMG24 digitizers

FIG.2 Ubicazione dei 34 punti di misura sul piano terreno (B01-B34, in blu), delle due stazioni (A01, A02, in giallo) posizionate rispettivamente nello scantinato dell'Accademia di Belle Arti e nello spogliatoio del personale della Galleria dell'Accademia sottostante la Sala d'Ingresso, e le tre stazioni installate sul terreno (E01, E02, E03, in marrone) (su rilievo 2011)

Position of 34 seismic stations located on the ground floor (B01-B34, blue color), position of two stations located on the basement (A01 and A02, yellow color) and position of three stations located on the ground (E01, E02, E03, brown color) (on 2011 survey)

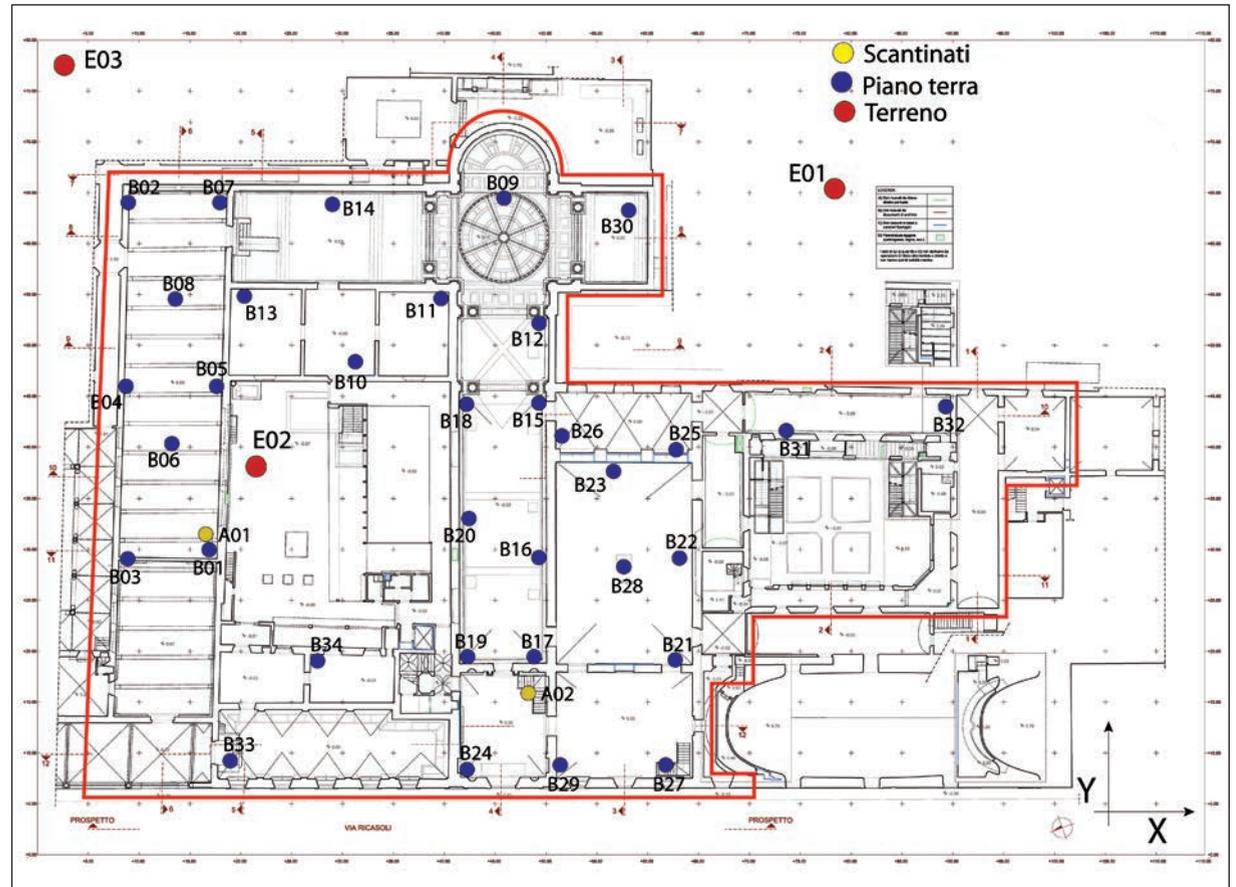


FIG.3 Ubicazione: dei 31 punti di acquisizione sismica; posizionati 23 al primo piano (C01-C23, in rosso), 4 in corrispondenza dell'imposta del tetto in legno della Sala del Colosso (D02, D03, D04, D05, in verde scuro), 1 sul tamburo del lucernario sopra la Tribuna del David (D01, in verde chiaro) e 3 stazioni sono state installate a un livello intermedio tra il piano terra e il primo piano (F01, F02, F03, in fucsia) presente nell'Accademia e nel Conservatorio (su rilievo 2011)

Position of 31 seismic stations; 23 stations were located on the first floor (C01-C23, red color), 4 stations were located on the timber roof of the Sala del Colosso (D02, D03, D04, D05, dark green color), 1 on the skylight above the drum of Tribuna del David (D01, light green color) and 3 stations were installed at an intermediate level between the ground floor and the first floor (F01, F02, F03, magenta color) in the Conservatory (on 2011 survey)

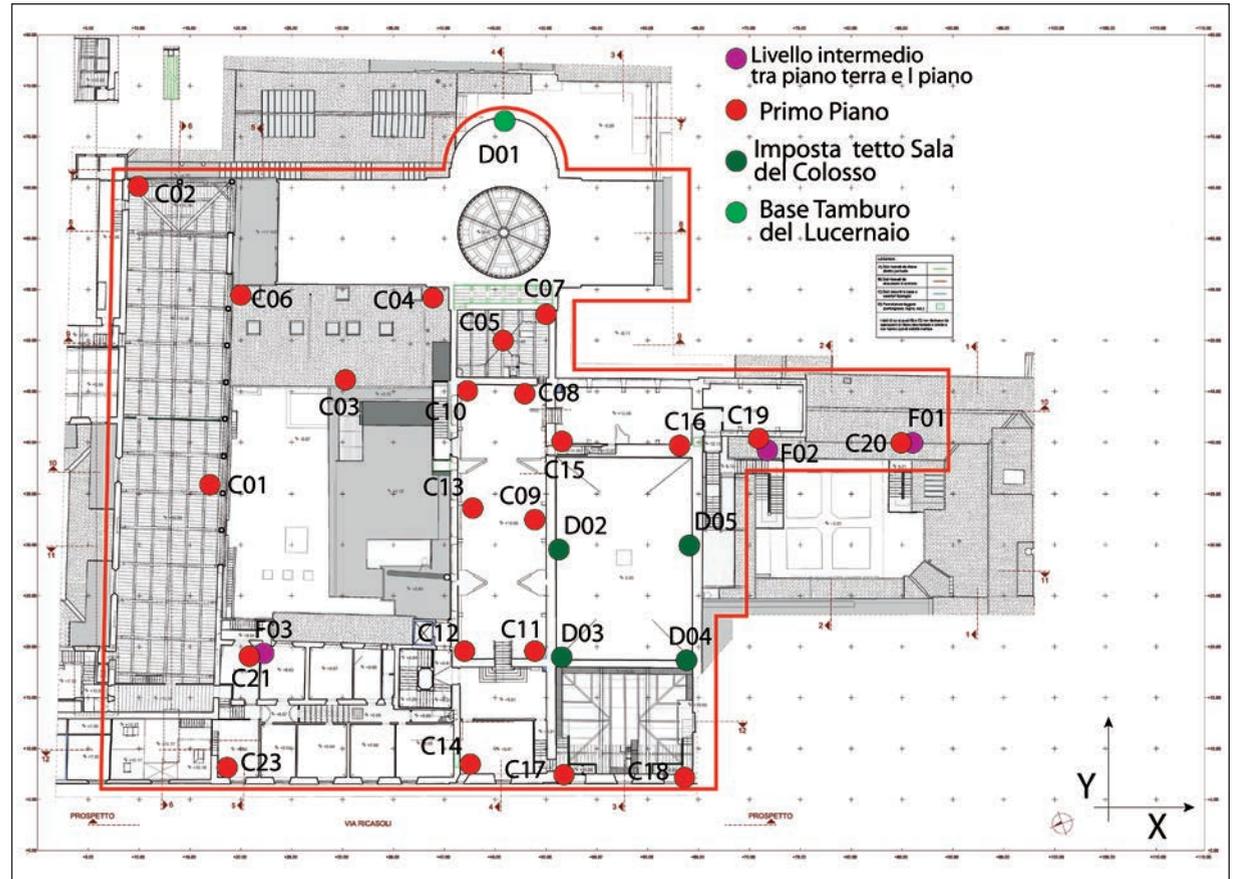




FIG.5 Distribuzione delle frequenze di risonanza relative al contrasto di impedenza acustica più profondo (su rilievo 2011)

Peak frequency distribution related to the deeper acoustic impedance (on 2011 survey)



FIG.6 Distribuzione delle frequenze di risonanza relative al contrasto di impedenza acustica più superficiale (su rilievo 2011)

Peak frequency distribution related to the shallower acoustic impedance (on 2011 survey)

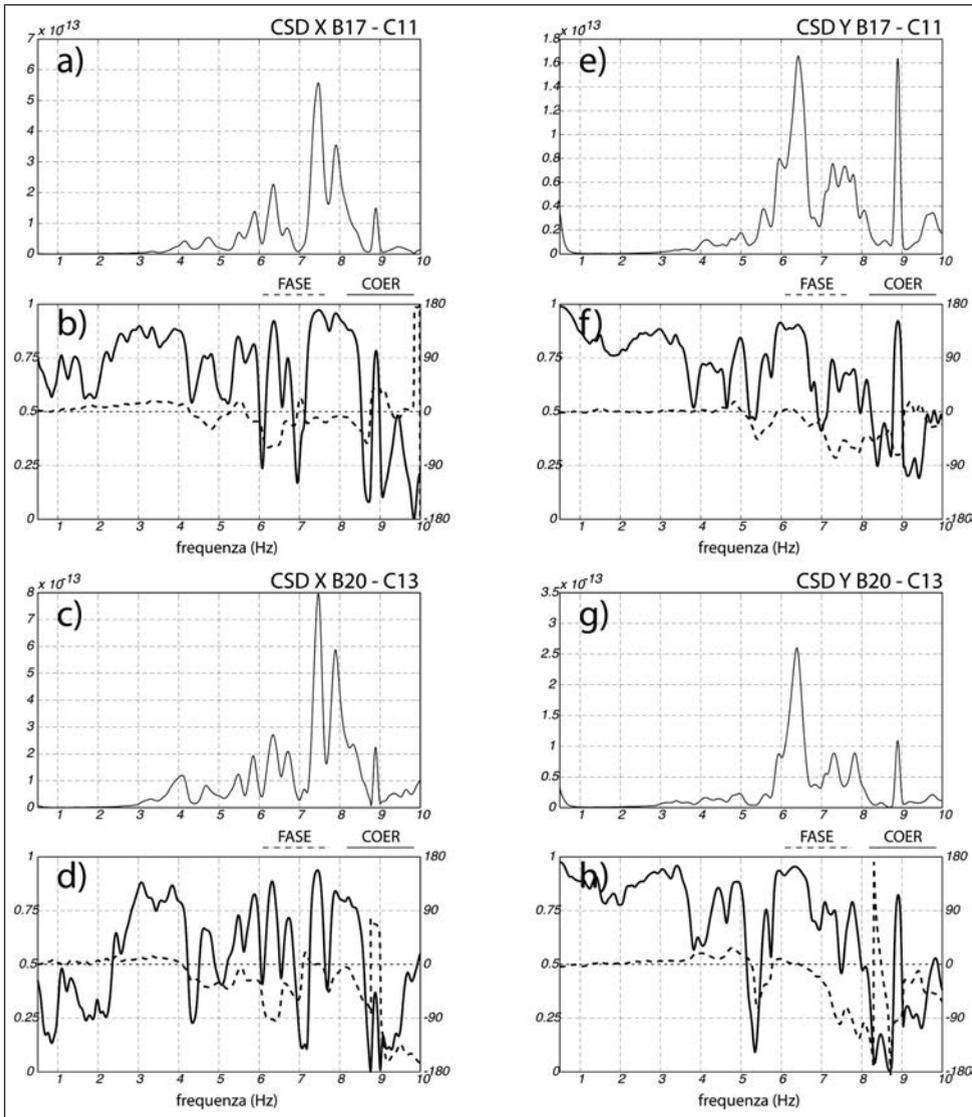
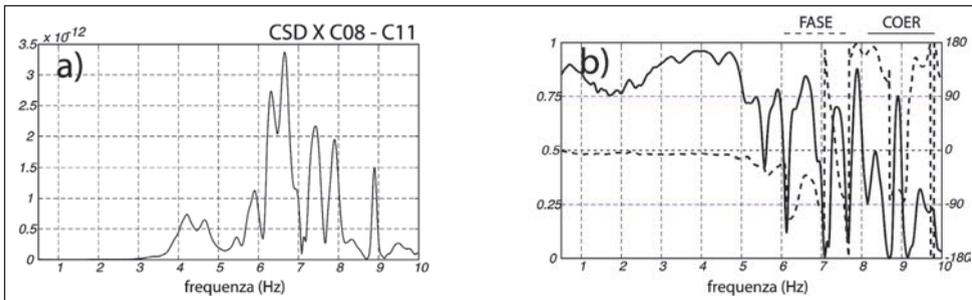


FIG.7A-H a,c) Cross-spectrum; b,d) fase (linea tratteggiata) e coerenza (linea continua) relative alle componenti orizzontali lungo la direzione X tra le stazioni B17-C11 e B20-C13; e,f) Cross-spectrum; g,h) fase (linea tratteggiata) e coerenza (linea continua) relative delle componenti orizzontali lungo la direzione Y tra le stazioni B17-C11 e B20-C13

a,c) Cross-spectrum; b,d) phase (dashed line) and coherence function (solid line) calculated for horizontal component in X direction at the stations B17-C11 and B20-C13; e,f) Cross-spectrum; g,h) phase (dashed line) and coherence function (solid line) calculated for horizontal component in Y direction at the stations B17-C11 and B20-C13

FIG.8A-B a) Cross-spectrum; b) fase e coerenza relative delle componenti orizzontali lungo la direzione X tra le stazioni C08-C11, posizionate entrambe in Sala dei Trittici (lato Sala del Colosso)

a) Cross-spectrum; b) phase (dashed line) and coherence function (solid line) calculated for horizontal component in X direction at the stations C08-C11, both located in Sala dei Trittici



The Output Only modal testing takes advantages from ambient sources of vibration (wind, traffic, sea waves etc.) instead of having to shake the structures artificially. Since the dynamic behaviour of a structure is influenced by its intrinsic integrity, it is possible to detect relevant damage through the evolution of its modal parameters.

Besides, the results obtained from dynamic tests might be used to validate the assumptions used in numerical modelling of building behaviour and to reduce the uncertainties related to the soil-structure interaction and to the structural parameters.

In this framework, we applied the Basic Frequency Domain (BFD) to calculate the dynamic response of historical building of Accademia di Belle Arti in Florence. The BFD technique analyses the seismic data in the frequency domain evaluating the power spectral density (PSD) of each record and the cross spectral density (CSD), in terms of amplitude, phase and corresponding coherence functions of selected couples of seismic measurements recorded to different floors of the building.

The structural frequencies are identified looking the peaks on CSD with values of phase equal to 0° or 180°. The other important parameter is the coherence function, which provides the degree of correlation for each frequency between the two seismic signals.

The coherence function close to unity for frequencies which have peaks in CSD and significant phase values (0° or 180°) are a further confirm of the structural frequencies.

The correlation function is obtained by the following relation:

$$\gamma_{ab}^2(f) = \frac{|S_{ab}(f)|^2}{S_{aa}(f) \cdot S_{bb}(f)}$$

and

$$0 \leq \gamma_{ab}^2(f) \leq 1$$

where $S_{ab}(f)$ is the CSD between the stations a and b, $S_{aa}(f)$ is the PSD at the station a e $S_{bb}(f)$ is the PSD at the station b.

The choice of seismic records couples give indications on the modal shape associated to each structural frequency, the cross spectral density calculated using horizontal components recorded between roof and ground floor allows to calculate the transversal mode while using horizontal components recorded on the same floor provides information on the torsional mode.

The dynamic characteristics of the main part of the Galleria dell'Accademia di Belle Arti (composed by Sala dei Trittici (TRE), Sala del Colosso (CO) and by the Vestibolo del Colosso and Vestibolo del David (ING2-ING1)) was conducted with 16 pairs of stations (fig.2).

1. Premise

The *Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale – allineamento alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni* published by MiBACT in 2010 [1] (hereafter *L.G.-NTC2008*) and *DM 14 January 2008* [2] (hereafter *NTC2008*) today constitute the basic methodology to conduct seismic checks on architectural artifacts belonging to the cultural heritage. The Museum of the Galleria dell'Accademia in Florence, together with the various interiors belonging to the institutes adjacent to it, is a complex built in different periods, with additions and alterations of various kinds that have modified its original constructional characters. The result is an urban cluster characterized by a structural behaviour of reciprocal complexity and interaction between the various parts of which it is composed.

2. LV1: Qualitative analysis and evaluation with simplified mechanical models

The first level of assessment of seismic vulnerability on the territorial level operated by MiBACT (LV1), made it possible to obtain an estimate of the Safety Index, I_s , with reference to the Life-Safety Limit State (SLV) of the building by drawing on the simplified mechanical models laid down by *L.G.-NTC2008*. Remember that I_s values greater than 1 indicate that the structure is capable of withstanding the seismic action predicted for the zone. On the contrary, if I_s is less than 1, the safety of the structure is less than that required, in keeping with the requirements for adequate buildings. It should be noted that I_s , if evaluated by these simplified methods, has a mainly statistical significance and is primarily useful for determining the priorities for operations of improvement and mitigation.

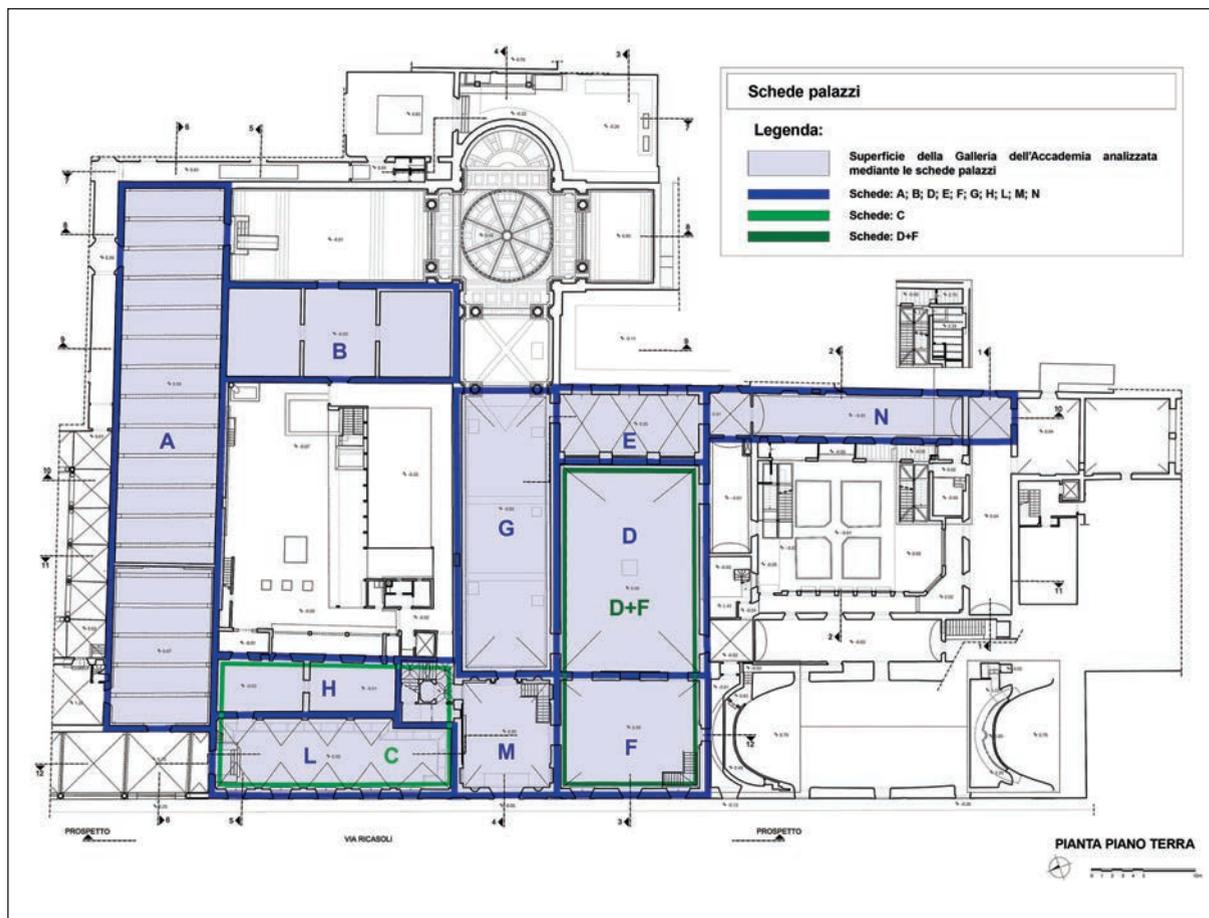


FIG.1 Pianta del piano terra con individuazione dei CORPI per le valutazioni con il modello Palazzi
Ground floor plan with identification of BLOCKS for evaluations with the Palace model

L'analisi qualitativa e la valutazione con modelli meccanici è stata condotta, nel caso del modello per tipologia *Palazzi*, utilizzando il sistema informativo *Sivars* predisposto dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, aggiornato alle disposizioni previste dalle *Linee Guida* allineate all'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e ss.mm. [3] e alle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, D.M. 23 settembre 2005 [4], (di seguito *L.G.-NTC2005* [5]), poi approvate nel 2011. Per maggiore completezza delle analisi condotte l' I_s è stato calcolato anche secondo quanto previsto dalle *L.G.-NTC2008*.

Relativamente al modello per tipologie *Chiese*, la valutazione dell'Indice di Sicurezza è stata effettuata utilizzando i meccanismi suggeriti dalle *L.G.-NTC2008* e la metodologia riportata in *Beni Monumentali e Terremoto dall'Emergenza alla Ricostruzione* allegato C3 [6].

In particolare, per la Tribuna del David, tale tipo di verifica è stata condotta considerando il braccio corto e lungo come facenti funzione di transetto (ipotesi Transetto) sia valutando l'abside del David, il braccio corto e la zona della crociera come cappelle (ipotesi Cappelle). Per ciascun corpo sono stati esaminati i seguenti cinematismi:

n = 13 dei 28 possibili meccanismi di danno, nel caso CORPO I (ipotesi Transetto)

n = 12 dei 28 possibili meccanismi di danno, nel caso CORPO I (ipotesi Cappelle)

n = 5 dei 28 possibili meccanismi di danno, nel caso CORPO D+F

n = 6 dei 28 possibili meccanismi di danno, nel caso CORPO D+F+E

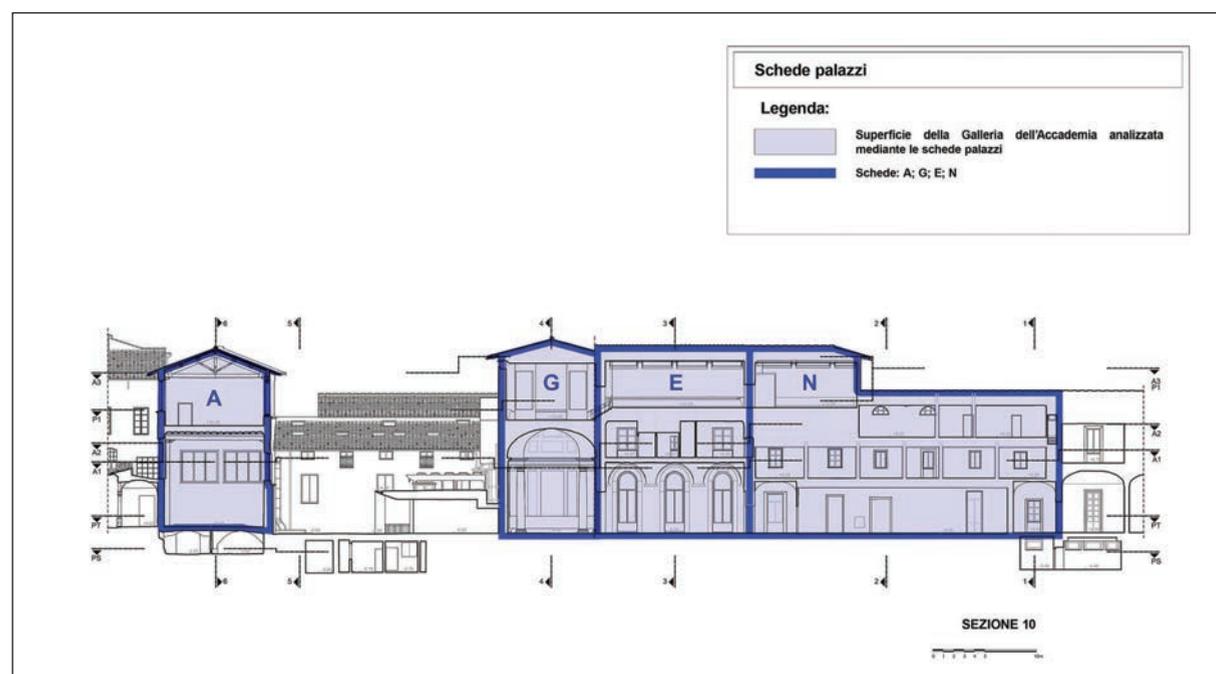
2.1 Sintesi dei risultati con modello Palazzi

Il primo livello di valutazione sismica a livello territoriale ha consentito di ottenere una stima dell'Indice di Sicurezza riferito allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita del manufatto. Seguendo la procedura guidata, l' I_s è risultato, in tutti i casi, inferiore all'unità.

Per i CORPI A, G, L, N e D+F la stima dell' I_s è compresa tra 0.1 e 0.3. Tali CORPI sono caratterizzati da una conformazione geometrico-strutturale che si sviluppa principalmente su una delle due direzioni principali con pareti aventi altezze rilevanti, solai in alcuni casi con una massa non trascurabile e la totale assenza di muri di spina. Per i CORPI B, D e H l' I_s oscilla tra 0.35 e 0.4. In particolare i CORPI B e H sono contraddistinti dalla presenza di pareti di spina e uno sviluppo in elevazione contenuto. I CORPI C, E, F e M presentano un I_s migliore dei precedenti, ma in ogni caso non raggiunge lo 0.6. I risultati sono riportati in fig.5.

FIG.2 Sezione con individuazione dei CORPI per le valutazioni con il modello *Palazzi*

Section with identification of the BLOCKS with the Palace model



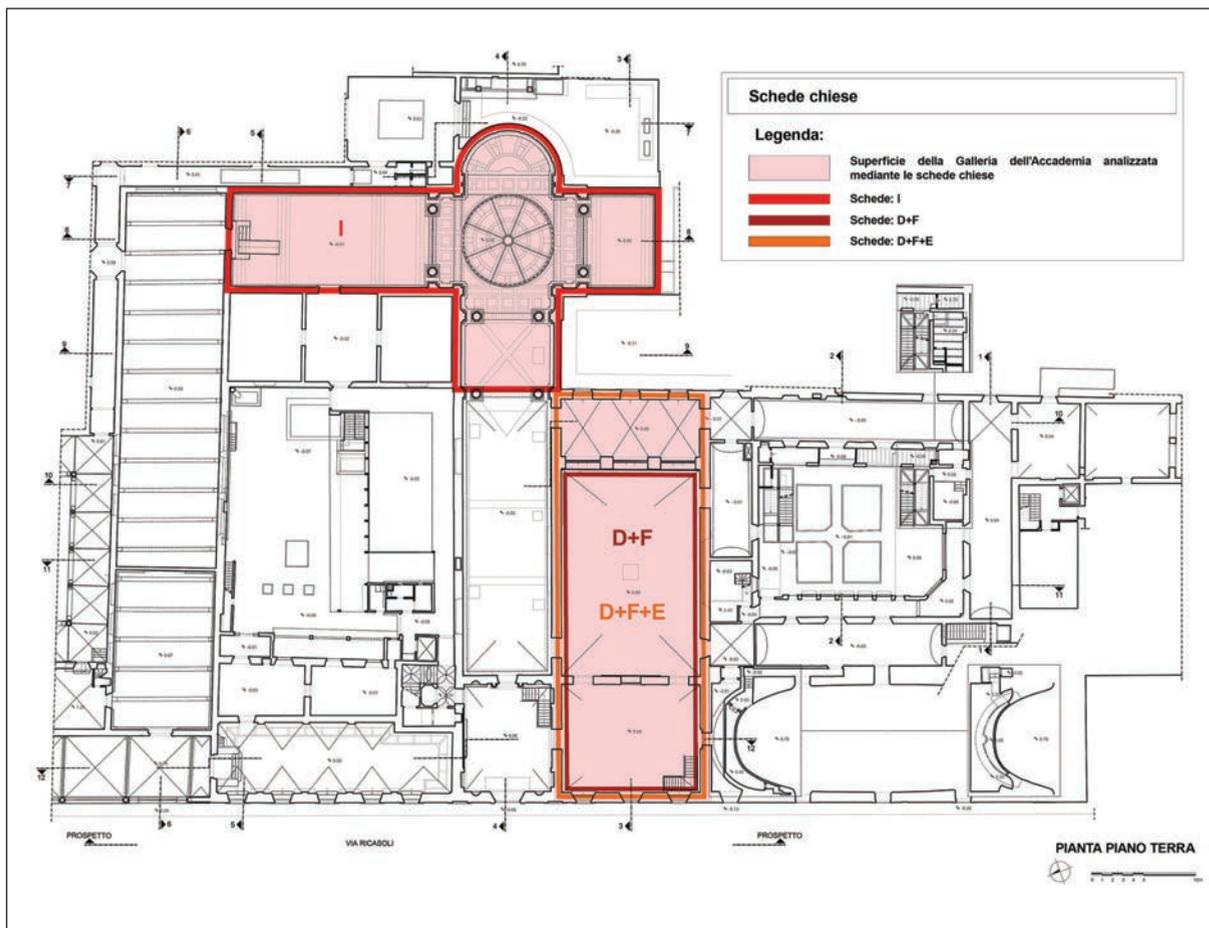


FIG.3 Pianta del piano terra con individuazione dei CORPI per le valutazioni con il modello *Chiese*
Ground floor plan with identification of BLOCKS for evaluations with the Church model

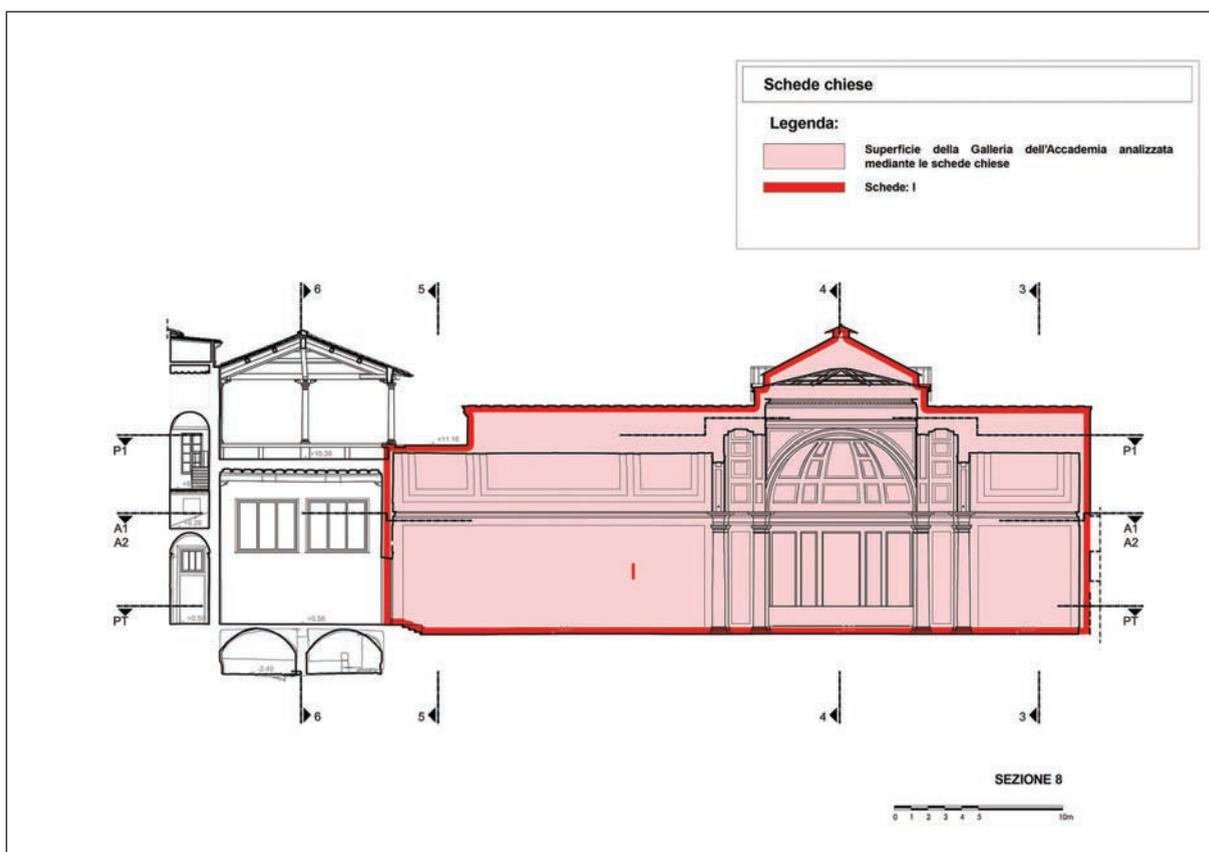
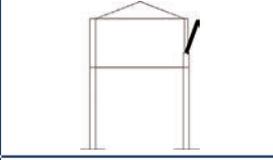
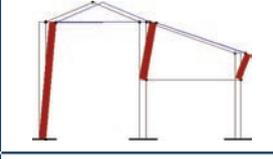
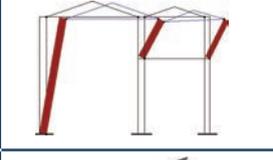
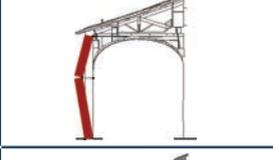
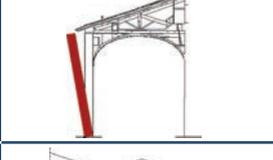
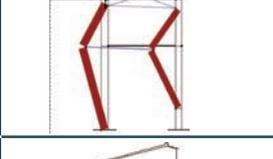
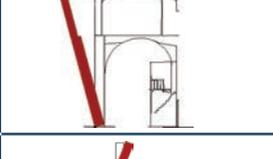
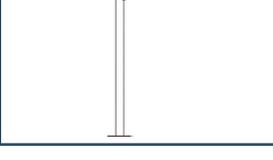
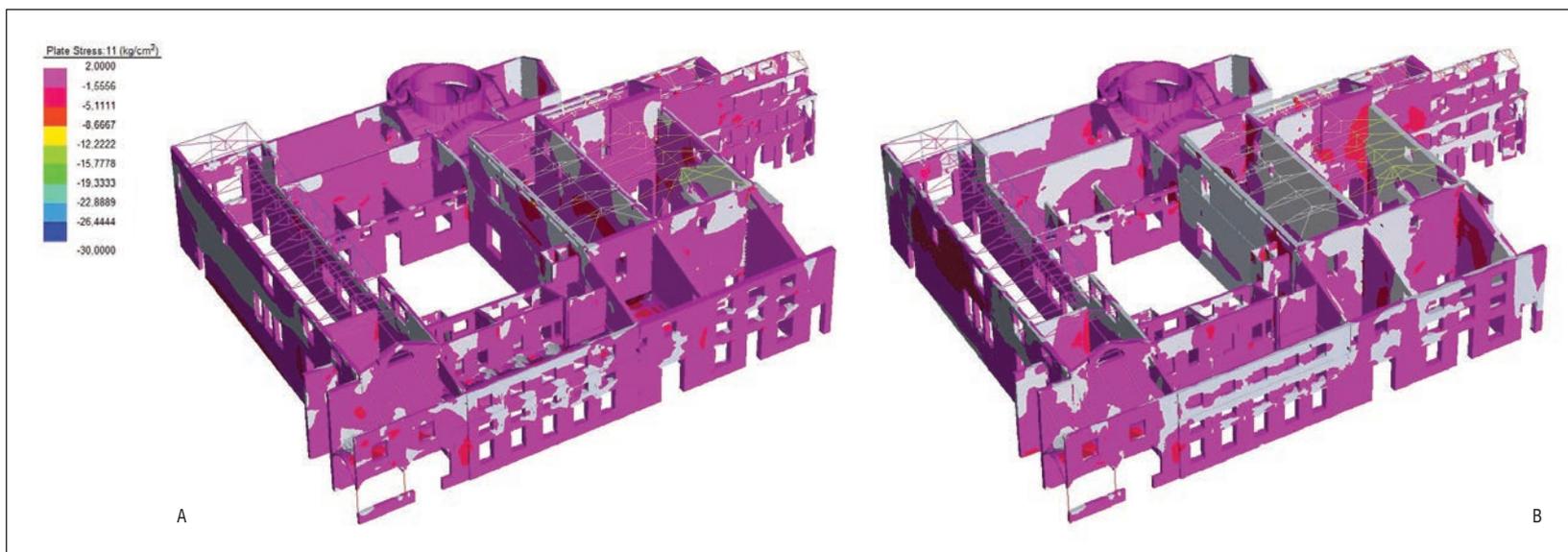


FIG.4 Sezione con individuazione dei CORPI per le valutazioni con il modello *Chiese*
Section with identification of BLOCKS for evaluation with the Church model

TAB.3 Tabella riepilogativa per le verifiche di SLD e SLV
 Table summarizing SLD and SLV checks

CINEMATISMO KINEMATICS						
		λ	a_{ost}	a_D	a_{ost}/a_D	
C1		SLD	6.7	0.059	0.170	0.35
		SLV	6.7	0.059	0.182	0.32
C2		SLD	117.4	2.280	0.198	> 2
		SLV	117.4	2.280	0.212	> 2
C3		SLD	9.2	0.077	0.179	0.43
		SLV	9.2	0.077	0.192	0.40
C4		SLD	12.9	0.120	0.083	1.45
		SLV	12.9	0.120	0.090	1.33
C5		SLD	11.1	0.102	0.099	1.03
		SLV	11.1	0.102	0.112	0.92
C6		SLD	31.0	0.280	0.101	> 2
		SLV	31.0	0.280	0.108	> 2
C7		SLD	7.5	0.066	0.078	0.85
		SLV	7.5	0.066	0.090	0.73
C8		SLD	17.1	0.161	0.125	1.28
		SLV	17.1	0.161	0.141	1.14
C9		SLD	3.3	0.089	0.078	1.15
		SLV	3.3	0.089	0.090	0.99
C10		SLD	38.4	0.323	0.407	0.79
		SLV	38.4	0.323	0.217	1.49



Obviously, the areas that undergo the greatest displacements are distributed over much of the building complex and, particularly in the case of no.16, in BLOCK G (Sala dei Prigioni) and in BLOCK D (Sala del Colosso).

Finally, some spectral forms in the range (6.3 Hz – 7.5 Hz) emerged from the instrumental seismometer measurements performed by the Earth Sciences Department's research group, to order of ex R.D. MiBACT, on all BLOCKS in the architectural complex. The image (fig.14) shows the modal deformation associated with vibration mode no.134, characterized by a frequency of 6.5 Hz, which affects all BLOCKS in the model.

4.3.3 Modal analysis with response spectrum

Both models were taken into consideration: the most rigid one (Model 1) and the most deformable one (Model 2), as discussed in the preceding paragraph.

For both models, the effects of seismic action were evaluated by considering the spectra obtained by different nominal conditions of lifespan and class of use. Specifically, in the case of a class III use, the seismic action was calculated by considering a nominal lifespan of 50 years, whereas in the case of a class IV use it was calculated by considering a nominal lifespan of the structure equal to 100 years.

The analyses were conducted with reference to the SLV by using the project spectra and, in the case of a 50-year nominal lifespan and class III use, by also using the site spectrum. In terms of the subsoil category, in the light of the findings of geognostic surveys, given the basically low values of the parameter V_{s30} and having verified that the site spectrum has a much higher curve (for low values of period) than that of the project spectrum, it was decided to conduct all the analyses on both models (Model 1 and Model 2), assigning a category C soil to the site.

In order to represent the tensional states related to the various analyses performed, the extreme values of the graph scale were chosen as appropriate on the basis of the maximum value that could be hypothesized for the compressive strength of the masonry present (also on the basis of the interpretation of the results of the tests with double flat jacks) and for its tensile strength.

On the basis of the data that can be found in the literature, as well as by direct experience, this value was assumed to be equal to 1/15 of the compressive strength (resistance value 2 kg/cm²).

In the following images, the grey areas, as supplied by the output from the calculation code, show those parts of the masonry where the assumed tensile resistance limit (as shown in the graphic scale in the image) is exceeded, while the zones colored black are parts of the masonry with compressive tensions greater than those limits.

In figs.15 and 16, the maximum and minimum main tensions are represented with an upper limit of the scale of colors of the display equal to 2 kg/cm², in the case of the analysis conducted assuming a class of use CU=III, nominal lifespan VN=50 years and soil of Category C.

Finally, figs.17 and 18 show the same tension state resulting from the analysis conducted assuming a class of use CU=III, nominal lifespan VN=50 years and site spectrum.

FIG.15A-B Analisi CU III, VN 50 anni, Suolo C, Direzione x, Sforzi principali massimi. (A) Modello 1; (B) Modello 2

Analysis CU III, VN 50 years, Soil C, Direction x, Principal maximum forces. (A) Model 1; (B) Model 2

FIG.16A-B Analisi CU III, VN 50 anni, Suolo C, Direzione x, Sforzi principali minimi. (A) Modello 1; (B) Modello 2

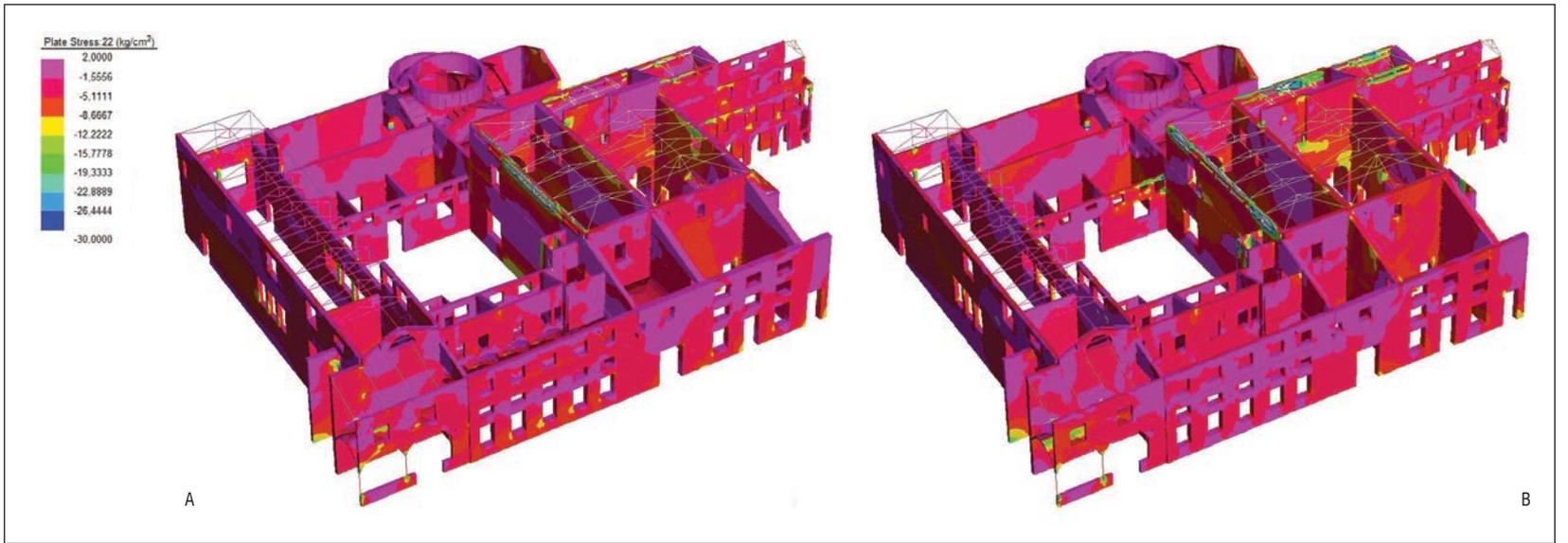
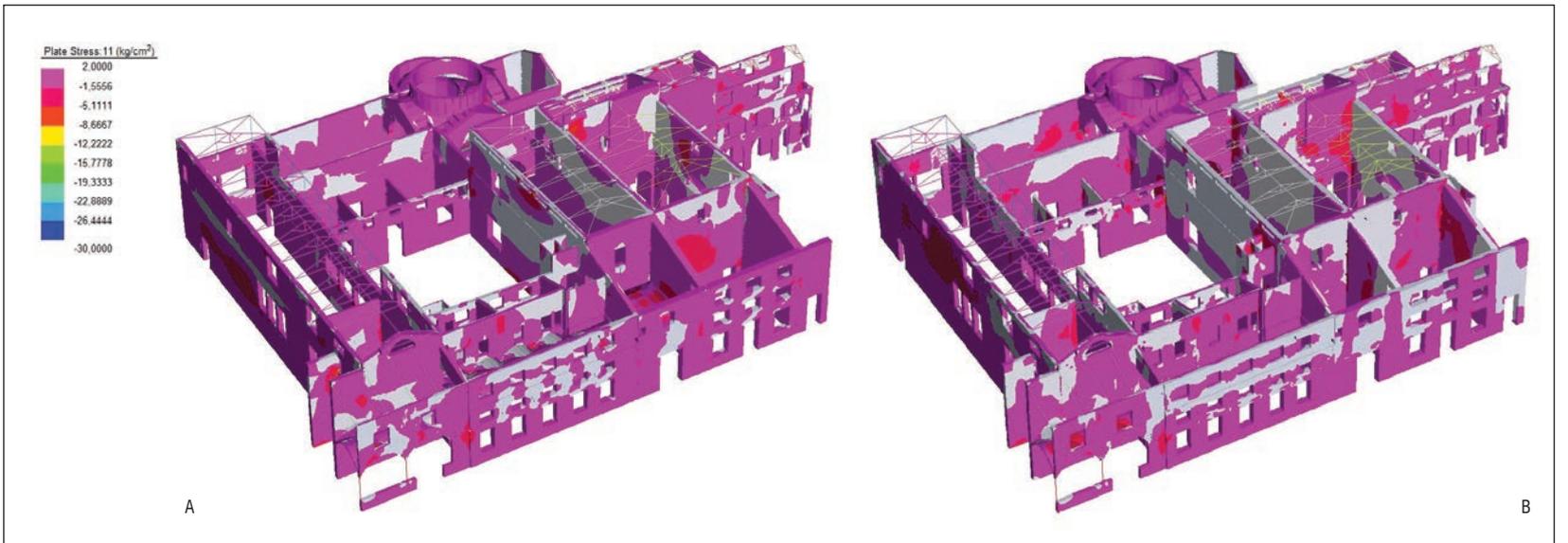
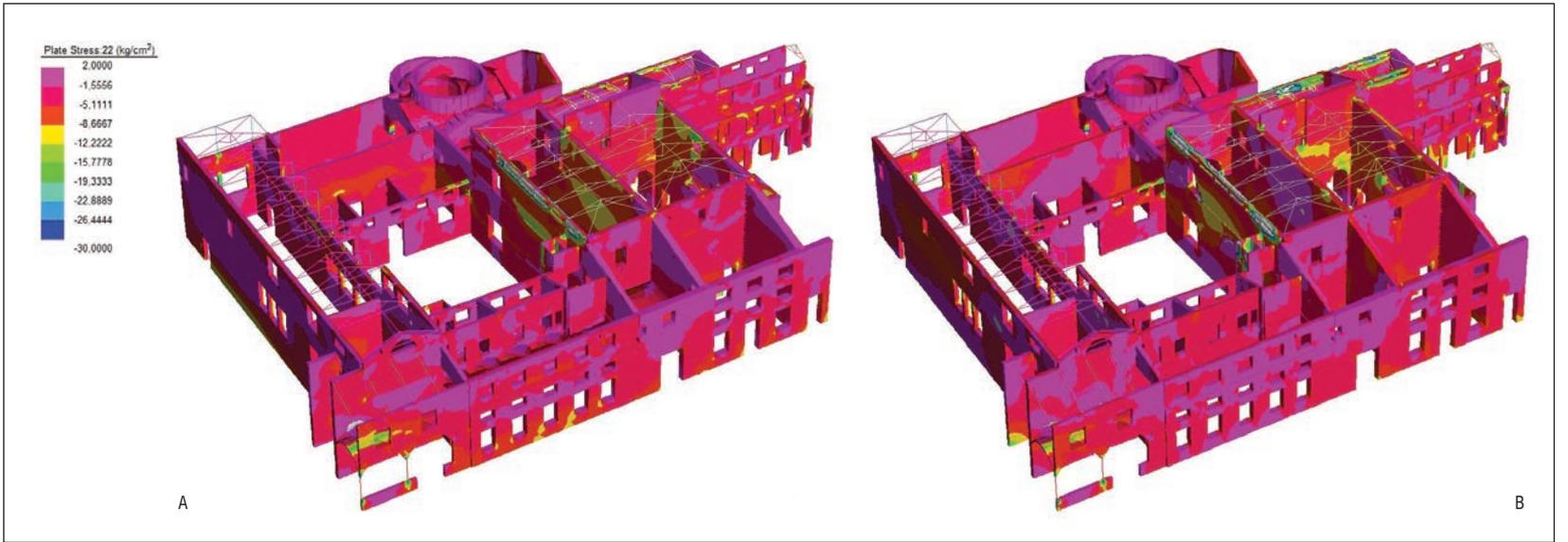
Analysis CU III, VN 50 years, Soil C, Direction x, Principal minimum forces. (A) Model 1; (B) Model 2

FIG.17A-B Analisi CU III, VN 50 anni, Sito, Direzione x, Sforzi principali massimi. (A) Modello 1; (B) Modello 2

Analysis CU III, VN 50 years, Site, Direction x, Principal maximum forces. (A) Model 1; (B) Model 2

FIG.18A-B Analisi CU III, VN 50 anni, Sito, Direzione x, Sforzi principali minimi. (A) Modello 1; (B) Modello 2

Analysis CU III, VN 50 years, Site, Direction x, Principal minimum forces. (A) Model 1; (B) Model 2



Una opera degli etruschi di
Robbia.

Un bronzo del 1600 e già
in cattivo stato

minore e potremmo rinunciare
C'è dubbio però se potrà restare
così in totalità una statua
di S. Domenico in terra della
Robbia non vetrinata, caduta
da una nicchia a circa 6 me-
tri da terra e portandovi la
grappa che la teneva legata
al muro e per la parte sottova
della terra caduta in minuti
frantumi.

Alcuni vasetti di avorio per
sono di più piuttosto scollati che
rotti nella caduta, e sono già
stati altra volta riattaccati.

Una copia piccola del
Mercurio di Giambologna cadu-
ta da una nicchia andò girare
in vari pezzi. Anche questa sta
tuetta ^{più} ritarga che potrà venir
ridatata.

Il Direttore
P. M. S.