

LA CAPPELLA DELLA SACRA SINDONE

Indagini sulla sua costituzione

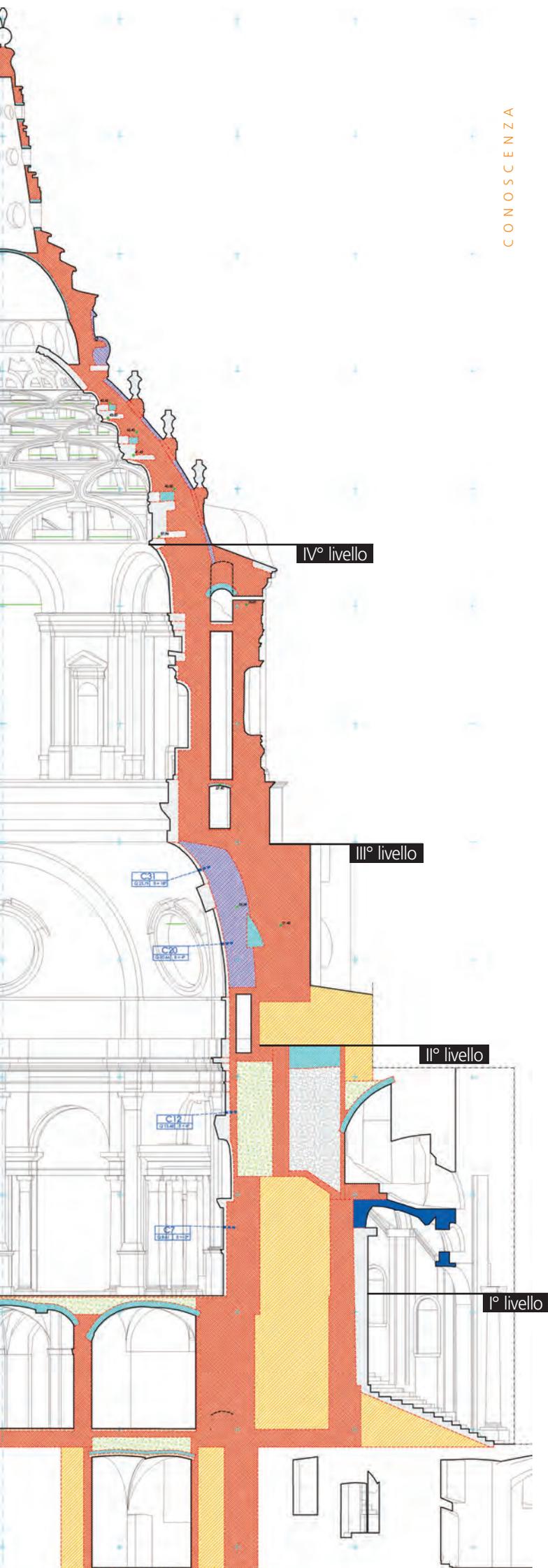
di **Nicola Berlucchi** e Irene Viola (nicolaberlucchi@studioberlucchi.it)
Giuseppe Boselli, Gino Zibordi (giuseppe.boselli@geogra.it)

Nel presente contributo si descrive un paziente lavoro di studio ed indagini, conclusosi nel 2007, mirato a definire la tecnica costruttiva e l'esatta composizione materica della Cappella Guariniana della Sacra Sindone. Il lavoro fa parte di una ben più ampia serie di indagini diagnostiche progettate dalla Direzione regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Piemonte (Direttore dott. M. Turetta – Responsabile del Procedimento Arch. M. Macera, Soprintendenza per i Beni Architettonici ed il Paesaggio del Piemonte – Assistente Arch. S. Esposito) e dirette dall'associazione di professionisti Prof. Ing. G. Macchi (Responsabile del progetto di consolidamento) – ing. S. Macchi - ing. G. Gonnet – SINTECNA srl (Prof. Ing. P. Napoli – Arch. W. Ceretto) ed eseguite dall'ATI Cesi spa, Arcadia Ricerche srl, Geogrà srl, Il Cenacolo srl, Tecno Futur Service srl e Studio Ing. Nicola Berlucchi.

Finora non era mai stata eseguita una ricostruzione completa della cappella se non per porzioni distinte tra loro e la questione della definizione dei materiali costitutivi e del reale schema statico ha sempre rappresentato un grande mistero per la storia dell'architettura: i progetti originali di Guarino Guarini, infatti, ed il modello ligneo sono andati completamente persi e nulla al proposito è stato più ritrovato. Lo studio introduce alcune ipotesi innovative in merito alla presenza di archi strutturali interni, che poco o nulla hanno a che vedere con gli archi visibili in facciata, ed alla reale influenza del rivestimento lapideo interno: com'è noto Guarini amava dissimulare lo schema statico reale con finti elementi portanti aventi effetto puramente decorativo; riteniamo che con queste indagini si sia fatto un notevole passo avanti nella conoscenza di questo capolavoro del Barocco.

[Disegni] Sezioni materiche della Cappella della Sacra Sindone eseguite in due differenti punti della struttura (vedi legenda di figura 12).

[Foto] 1. Vista della cupola del Guarini prima dell'incendio del 1997.





A seguito del violento incendio dell'11 aprile 1997, che devastò l'intera struttura della Cappella della Sacra Sindone, capolavoro guariniano del 1660, durante l'ultima campagna (2005-2007) di indagini diagnostiche finalizzate all'analisi dettagliata del monumento, è stato creato un modello geometrico e materico tridimensionale, da cui ricavare, mediante sezioni con piani orizzontali, verticali o in qualsivoglia direzione, tutte le rappresentazioni piane significative per la conoscenza della morfologia della Cappella nella sua complessità spaziale. Effettuato il rilievo geometrico dell'intero complesso monumentale, mediante strumentazione topografica affiancata dalla tecnica di laser scanning 3D, è stato elaborato il modello geometrico tridimensionale. Con tagli orizzontali e verticali del modello 3D, sono state ricavate piante e sezioni geometriche bidimensionali da utilizzare come base per la rappresentazione del rilievo materico, finalizzato a collocare all'interno della massa strutturale i principali materiali di cui la Cappella è composta, quali muratura e pietra, indicando per quanto possibile la tessitura delle parti murarie e la tipologia dei conci, e a conoscere la disposizione degli elementi strutturali significativi, quali archi, volte, cerchiature e catene. La mappatura dei materiali è stata eseguita combinando i dati dell'analisi storica, dell'analisi visiva ravvicinata, di piccoli saggi esplorativi e mediante l'interpretazione di carotaggi, microcarotaggi ed esami endoscopici eseguiti sia nell'ultima campagna di indagini sia in quella del 1997 a seguito dell'incendio*. In generale, nella rappresentazione dei materiali si è fatto riferimento ad uno spessore medio, in quanto i conci sono tutti differenti tra loro; nel caso di parti della costruzione non rilevabili, a causa di ostacoli insuperabili o per l'impossibilità di eseguire un eccessivo numero di sondaggi, è stata effettuata una ricostruzione congetturale delle stesse. Ultima fase di lavoro è stato l'inserimento della mappatura dei materiali nel modello tridimensionale.

* Indagini per la caratterizzazione del materiale lapideo naturale ed artificiale e per la valutazione dello stato di degrado – Indagini per la caratterizzazione meccanica e strutturale delle murature – Il Cenacolo srl (Roma) – Responsabile ing. Nicola Berlucchi.

La Cappella della Sacra Sindone è un monumento particolarmente complesso e per certi aspetti misterioso, costituito da più livelli sovrapposti di struttura, che si ergono per più di 50 m.

La **parte basamentale**, che funge da appoggio alla Cappella, si trova nel seminterrato, sotto la quota di pavimento del Duomo. I locali della cripta e dello scurolo, caratterizzati da un sistema di volte e archi a triplice fascia, hanno mantenuto pressoché integra l'architettura dell'impianto originale, conservando porzioni di muro antico e pilastri in mattoni. Le indagini diagnostiche hanno rilevato una muratura regolare in mattoni come paramento di una massa muraria mista e spesso poco coerente, in più casi conseguenza del consolidamento strut-

turale eseguito dal Guarini. Infatti, ritenendo la muratura di fondazione non idonea da un punto di vista strutturale a supportare il peso della Cappella, Guarini è intervenuto riempiendo i grandi vuoti esistenti - scale, corridoi, porticati progettati in precedenza dal Quadri - con materiale più o meno incoerente per dare nuova compattezza alla massa muraria.

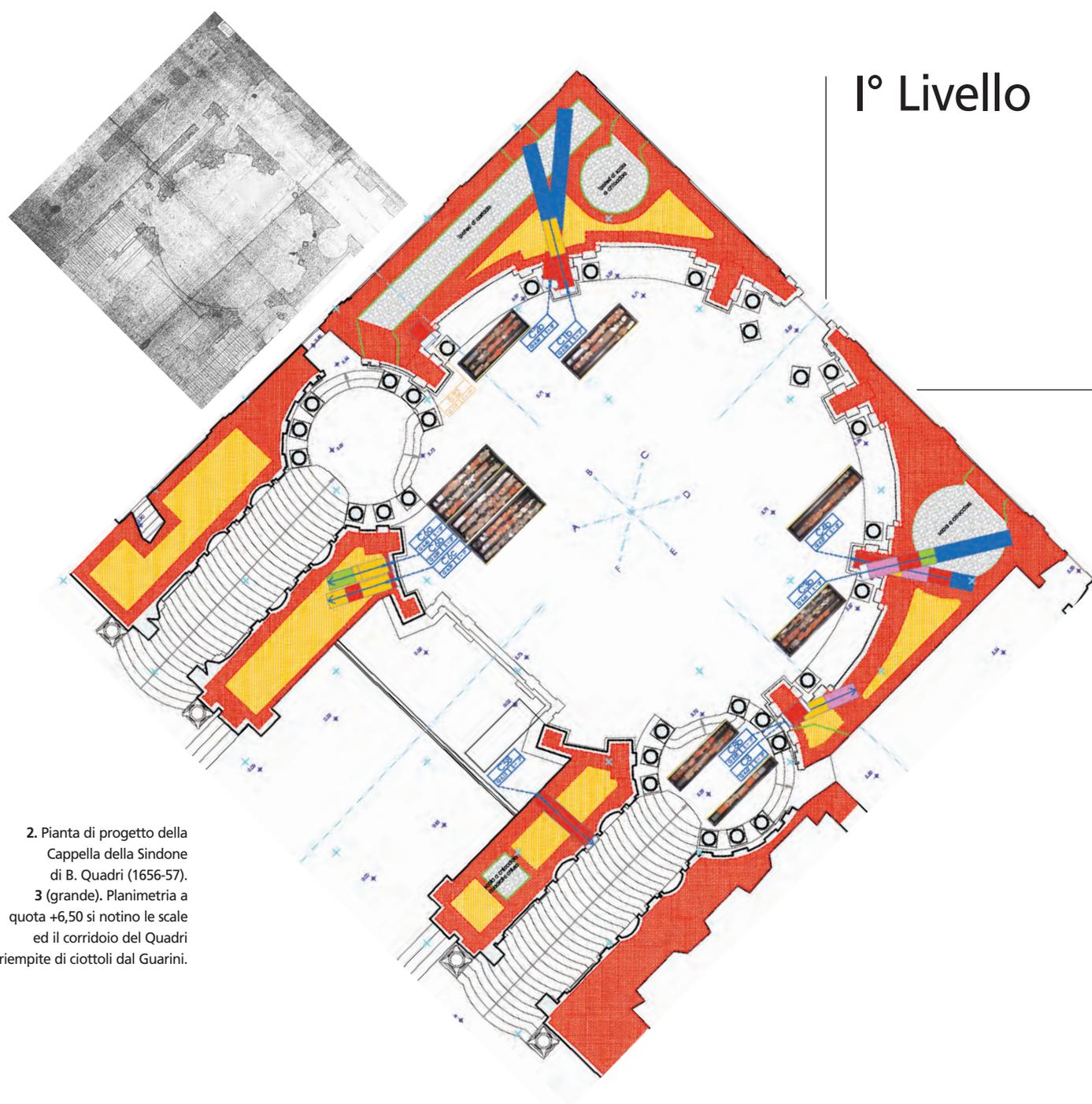
La Cappella della Sindone, che si sviluppa dal livello del piano nobile di Palazzo Ducale, presenta una pianta circolare che interseca il vano rettangolare dell'antico coro del Duomo, penetrandovi all'interno per quasi la sua metà. La struttura appare ritmata da grandi **colonne perimetrali**, che individuano sette campiture uguali, in cui sono con-

tenute quattro cappelle laterali e tre atri, più un'ottava di luce doppia in cui la grande arcata con ampia vetrata si affacciava sul coro del Duomo.

Il **1° livello** della Cappella risulta interamente rivestito da un paramento lapideo di spessore variabile, misurato mediante carotaggi e boroscopie. Il rivestimento in pietra risulta ancorato ad una muratura in mattoni, che descrive la forma circolare della pianta e nasconde una muratura mista, spesso poco coerente. Le indagini hanno rilevato la struttura per lo più regolare dei pilastri, sia nello spessore e nella forma dei conci di rivestimento sia nel nucleo in mattoni, mentre hanno confermato anche a questo livello la presenza di una muratura mista di ciottoli e materiale incoerente,

strutturalmente carente, soprattutto per la presenza dei grandi vuoti delle scale, che dai locali sottostanti si protraggono presumibilmente per circa 15 metri, indebolendo in particolare le grandi porzioni murarie pseudo-triangulari verso Palazzo Reale (figure 2-3).

Anche i due setti murari di notevole spessore, originari dell'impianto rinascimentale del coro del Duomo, appoggio di una volta a botte in mattoni fortemente ribassata, rivelano una muratura mista per il tamponamento delle due grandi bifore che in origine illuminavano il coro, sempre con lo scopo di irrobustire la massa strutturale. Verso la Cappella, la **volta del coro** incontra un grande arco in pietra ribassato e curvo (arco sghembo), seguendo la circolarità

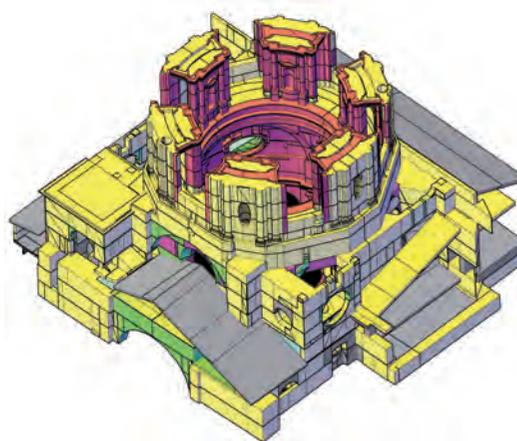


2. Pianta di progetto della Cappella della Sindone di B. Quadri (1656-57).
3 (grande). Planimetria a quota +6,50 si notino le scale ed il corridoio del Quadri riempite di ciottoli dal Guarini.

4 a,b. Sezione planimetrica e spaccato 3D a livello del tamburo risultanti dall'elaborazione dei dati di rilievo geometrico affiancato alla tecnica del laser scanning eseguiti da

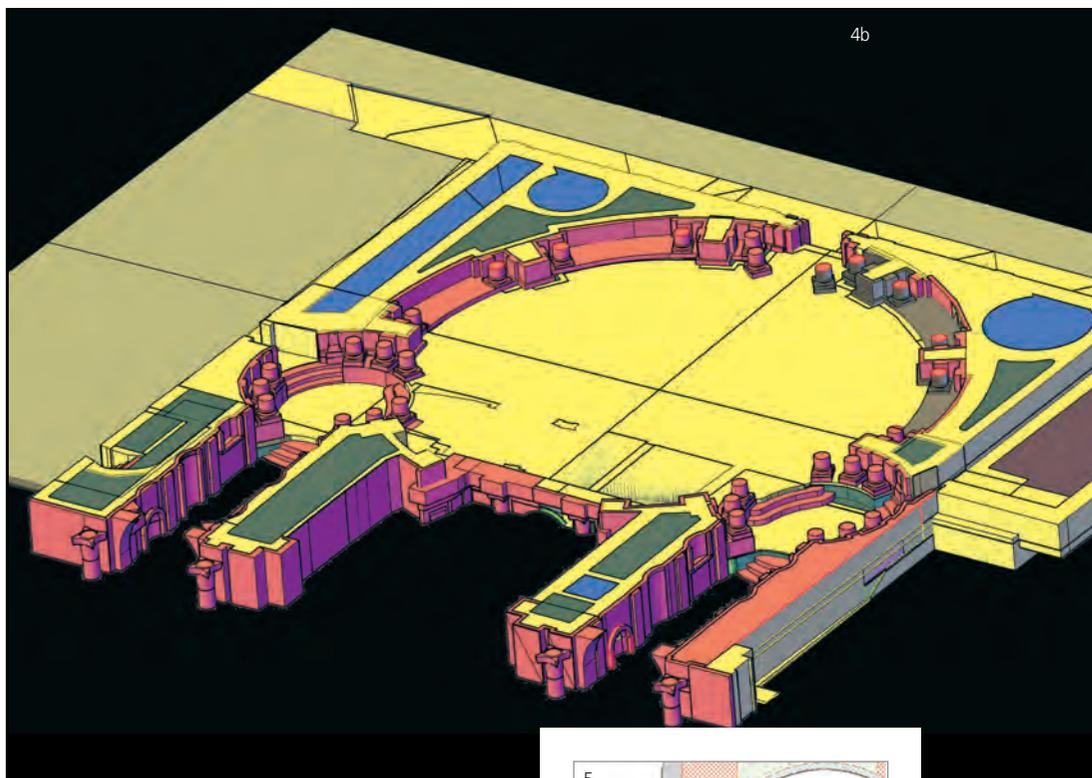
GEOGRA

5. Sezione di dettaglio del coro.



4a

4b



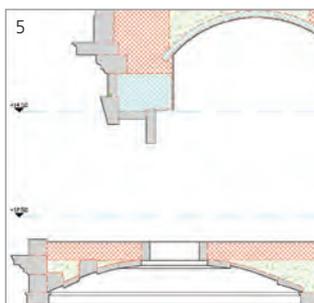
Le indagini... in cifre

Le difficoltà operative riscontrate all'interno ed all'esterno del monumento, per la presenza di un fitto ponteggio e di strutture di contenimento, hanno richiesto tecniche e strumentazioni di vario genere, per la creazione dell'elaborato 3D.

- 300 stazioni topografiche
- 650 target type
- 26.000 punti rilevati direttamente con strumentazione topografica
- 70 posizioni di Laser Scanner 3D
- 68 metri l'altezza complessiva della Cappella (incluso il seminterrato)
- 38 piante prodotte
- 11 sezioni
- 12 prospetti
- 97 Mb il modello 3D strutturale
- 135 Mb il 3D materico-strutturale

della pianta. Dalle boroscopie eseguite nei conci in pietra, si osserva che gli elementi lapidei non nascondono un arco in mattoni, cosa confermata anche dalla stonacatura della zona soprastante verso il coro. La stonacatura, invece, ha rivelato una muratura in mattoni a corsi orizzontali portata dall'arco in pietra che poggia sui grandi setti murari laterali del coro e sulle grandi colonne in pietra, che riprendono lo stile dell'ordine maggiore, scaricando sui pilastri irrobustiti dal Guarini ben visibili fin dalla cripta. I **muri laterali del coro** separano l'abside del Duomo dalle due rampe di scale realizzate da Guarini per accedere alla Cappella direttamente dal Duomo. Il suo

progetto prevede due rampe rettilinee simmetriche di notevole sviluppo, con gradini in marmo di forma convessa, pensate una per la salita e una per la discesa, e che idealmente prolungano le navate laterali del Duomo per raggiungere il piano della Cappella, superando un dislivello di circa 6 metri. Ciascuna scala accede alla Cappella passando per un vestibolo, rivestito interamente da marmo nero e circondato da nove colonne raggruppate tre a tre, che sostengono un sistema triangolare di archi in pietra ribassati, struttura portan-



te del pavimento dei due cori soprastanti. L'**ingresso ai cori**, descritto da due grandi cornici in pietra sfalsate tra loro, nascondono un grande arco ribassato visibile dall'interno del coro. Le barre metalliche ben visibili al di sopra delle cornici, inizialmente considerate catene per gli archi retrostanti, sono state probabilmente impiegate solo per il sostegno della trabeazione superiore in pietra (figura 5).

Le fonti storiche riportano che il primo livello della Cappella sia stato costruito dal Quadri e che l'intervento di Guarini sia

stato motivato principalmente da problemi strutturali, sorti nel momento in cui si doveva impostare tamburo e cupola su una massa strutturale precaria. Infatti, anche le indagini e i rilievi eseguiti nell'ultima campagna hanno dimostrato che, fino a tale quota, la struttura appare piuttosto eterogenea con una massa muraria interna, spesso poco coerente, costituita da mattoni, ciottoli e conglomerato, qua e là con zone cave, con un rivestimento regolare in mattoni, ancoraggio del paramento lapideo. Su questa muratura Guarini è dovuto intervenire riempiendo i vuoti nella parte basamentale e architettando una soluzione per permettere all'edificio di innalzarsi il più possibile.

Dal **II° livello** Guarini ha impostato una **struttura a torre**, con una muratura molto più regolare rispetto alle masse sottostanti. Ha realizzato un bacino tronco-conico, che raccorda i due grandi vani cilindrici, quello inferiore corrispondente al I livello e quello superiore a livello del tamburo. In questo modo è stato possibile innalzare ad un livello pari al doppio

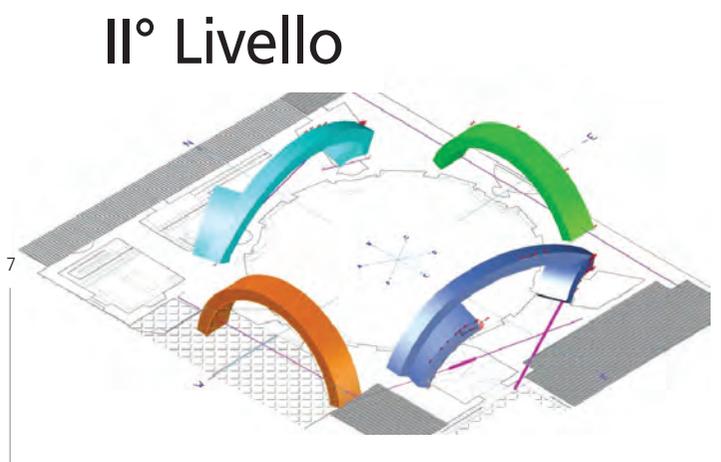
dell'altezza dell'ordine principale il piano dell'imposta del tamburo, riducendo la luce del tamburo e, quindi, quello della cupola di quasi un quarto rispetto alla circonferenza alla base della Cappella. Verso l'interno della Cappella, il **catino** è descritto da tre grandi archi costituiti da conci in pietra, che si impostano su un alto zoccolo circolare, l'attico, completa-

mente rivestito da un paramento lapideo. Gli archi, la cui imposta corrisponde a sei degli otto pilastri dell'ordine maggiore del I livello, ripartiscono il bacino in sei campiture bucate da altrettanti occhioni, grandi finestre circolari inclinate verso l'interno come le pareti del catino. I pennacchi e le lunette hanno un paramento lapideo in conci, disposti radialmente verso l'occhione con uno spessore medio di 14 cm circa, ancorati alla muratura inclinata regolare. Per quanto riguarda gli arconi, inizialmente si era pensato che fossero archi portanti.

Approfondendo le indagini, si è potuto constatare che non tutti i conci di pietra entrano nella muratura, risultando di solo rivestimento con uno spessore medio dei conci variabile da 40 a 60 cm, confermando una loro funzione non portante ma collaborante. In corrispondenza degli archi non sono stati rilevati archi in mattoni ma una muratura piuttosto regolare con mattoni inclinati verso l'interno, che per un certo spessore danno la forma conica al catino.

All'interno della calotta tronca Guarini ha introdotto un intreccio di archi in muratura, che ha richiesto una lunga serie di sopralluoghi, indagini approfondite e ricostruzioni dei dati rilevati. Il punto di partenza sono stati i due grandi archi paralleli, visibili interamente nel loro sviluppo nella muratura esterna verso il Duomo e Palazzo Reale. Per quanto riguarda gli altri archi strutturali, la ricostruzione della loro disposizione non è stata così immediata ed ha soltanto un buon grado di plausibilità. Per arrivare ad

un'ipotesi realistica sono state prese in considerazione una serie di informazioni a riguardo: risultati dei carotaggi interessanti, muratura di fondo in corrispondenza delle buche pontarie all'interno della cappella, da cui si intravedono mattoni inclinati ad arco, quote e orientamento delle porzioni di catene che attraversano gli occhioni, capichave visibili all'esterno e porzioni di arco che fuoriescono dal pavimento del cunicolo "basso". Fondamentale è stata la ricostruzione in 3D della nuvola dei punti battuti e rilevati durante il rilievo geometrico, che sembravano appartenere agli archi (figura 6). Successivamente i punti individuati sono stati proiettati in pianta per verificare gli allineamenti tra le direzioni ipotizzate degli archi e valutare un'associazione tra gli archi e le catene, in parte visibili negli occhioni e in parte dedotte dalla presenza di capichave. La conclusione, a cui si è giunti, è che il misterioso impianto di archi strutturali consiste in due archi interamente visibili nella muratura e due archi ribassati inglobati nella muratura che, poco dopo l'imposta, si biforcano, creando due archetti con minor curvatura e più inclinati rispetto all'orizzontale seguendo l'inclinazione della parte esterna dell'occhione (figura 7). Inoltre, le catene risultano essere una cerchiatura esagonale simmetrica rispetto all'asse est-ovest. Il II livello si chiude con un anello circolare in mattoni regolari, rivestito verso l'interno della Cappella da grossi conci in pietra, ancorati radialmente mediante capichave visibili nel cunicolo "basso", percorso circolare nascosto nella muratura.



6. Vista degli archi "interni" sopra l'occhione nord-ovest.

7. Ricostruzione tridimensionale degli archi strutturali nascosti nella muratura.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

G. Dardanella, *La scena urbana in Torino 1675-1699. Strategie e conflitti del Barocco*, a cura di G. Romano, Torino 1993.
 G. Dardanella, *Memoria professionale nei disegni dagli Albini Valperga. Allestimenti decorativi e collezionismo di mestiere in Le collezioni di Carlo Emanuele I di Savoia*, a cura di G. Romano, Torino 1995.
 M. Momo, *Il Duomo di Torino. Trasformazioni e restauri*, Celid, Milano 1997.
 G. Dardanella, *Progetti per le prime cappelle della Sindone a Torino in Politica e cultura nell'età di Carlo Emanuele I. Torino,*

Parigi, Madrid, Atti del convegno intern. di Studi di Torino 21-24/2/1995, Milano 1999.
 G. Dardanella, *La cappella della Sindone in I trionfi del Barocco. Architettura in Europa 1600-1750*, catalogo della mostra di Stupinigi, Montreal, Washington, Marseille, a cura di H. Millon, Milano 1999.
 G. Dardanella, *Guarino Guarini in Storia dell'architettura italiana. Il Seicento*, a cura di A. Scotti Tosini, Electa, Milano 2003; G. Croci, *Il Comportamento strutturale della cappella in Torino - Recupero e conservazione n. 65/2005 - De Lettera Editore.*

Sull'anello circolare viene ad impostarsi il **III° livello**, un **doppio tamburo** alleggerito da sei grandi e altissimi finestroni e da una galleria di passaggio circolare, che separa la muratura interna da quella esterna, in modo da suddividere il peso della struttura soprastante. All'esterno il tamburo presenta dodici lati diseguali con muratura, tutta a vista, in mattoni regolari. Nei lati maggiori sono aperti i sei grandi finestroni, con una catena in ferro di notevoli dimensioni inglobata nel serramento e che cerchia il tamburo. Verso l'esterno i finestroni sono incorniciati da un arco in pietra contornato da tre archi concentrici in laterizio, che si impostano sui sei pila-

stroni che, nei lati minori, incorniciano semplici nicchie.

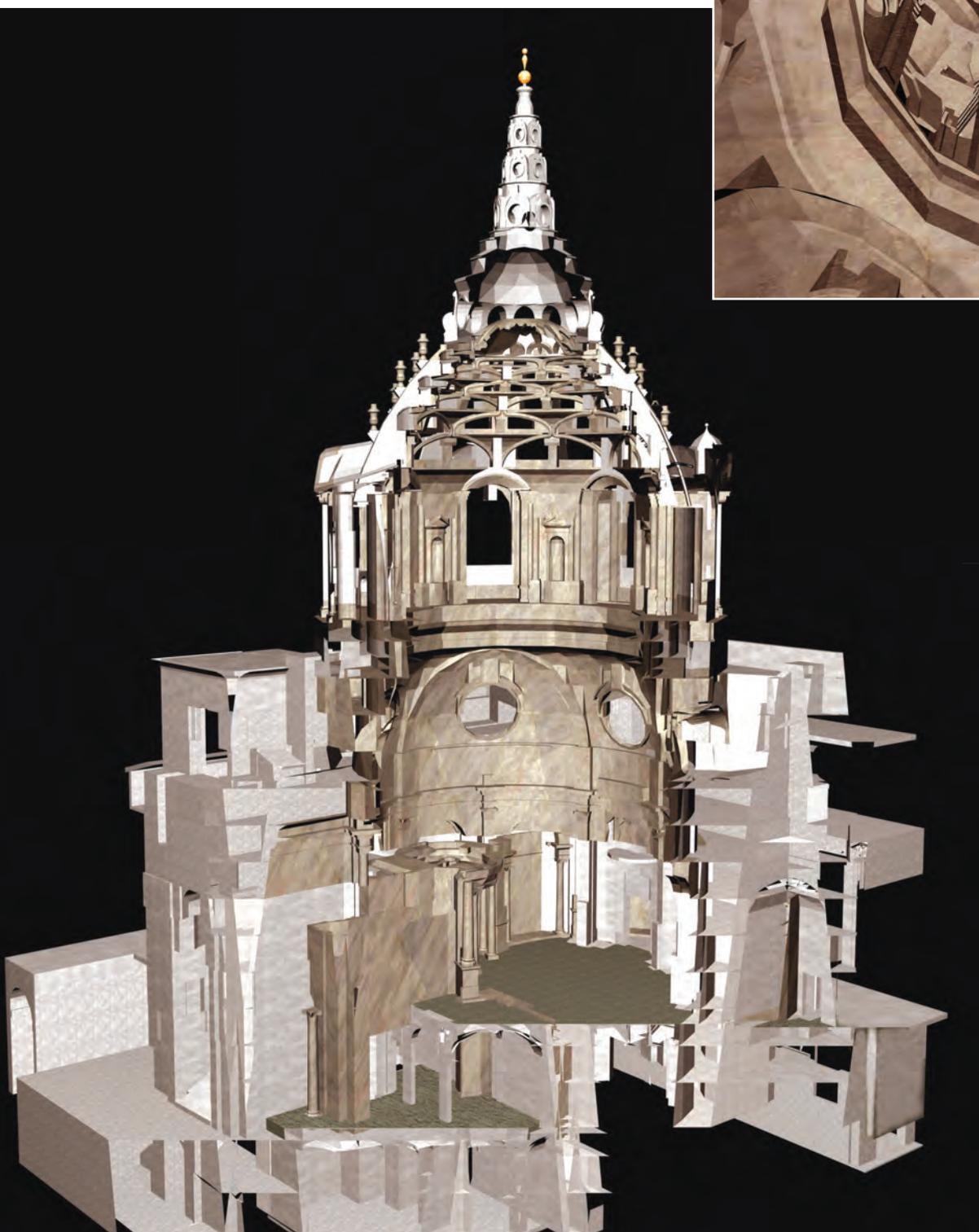
All'interno il tamburo mantiene il profilo circolare della Cappella. L'imponente spessore della muratura è alleggerito da una galleria anulare con una balaustra, che si affaccia verso l'interno, interrotta da sei setti murari decorati da edicole, incorniciate da dodici colonne binate. I carotaggi e le boroscopie eseguite in questa muratura, oltre a determinare lo spessore del paramento lapideo, hanno confermato la regolarità della tessitura in mattoni. Tra la copertura - in mattoni, materiale di riporto e lastre di pietra sul cornicione, il tutto rivestito da un manto di piombo -

e l'estradosso della galleria del tamburo, c'è un passaggio a pianta circolare e andamento in quota sinusoidale.

Si tratta di un continuo saliscendi per l'alternanza dei finestroni - "percorso alto" in cui si scavalca la volta a botte in lastre di pietra senza una muratura di supporto - con un tratto di galleria - "percorso basso" nel quale si cammina a livello del pennacchio in muratura.

8. Sotto: vista interna della cupola; nuvola di punti acquisita con la tecnica del laser scanning.

9. Grande: spaccato tridimensionale della Cappella del Guarini.



III° Livello

Sopra questa struttura si innalza il **cestello**, **IV livello** - l'ultimo - che, grazie ad un gioco prospettico, appare altissimo e leggero grazie alla miriade di finestroni. E' costituito da sei piani esagonali di archetti intrecciati e sfalsati fra di loro, in modo che in chiave agli archetti di un livello si impostino gli archetti del livello successivo. Nel primo livello gli archi si impostano in chiave ai grandi archi in pietra, che descrivono le volte a botte dei finestroni e così via, salendo con una dimensione degli archi sempre minore.

L'ossatura principale è determinata da **dodici costoloni in muratura**, visibili dall'esterno, che contengono i sei livelli di archi e si chiudono con il cupolino emisferico. I costoloni sono sei "corti" alternati a sei "lunghi", a seconda che siano o meno in asse con i finestroni. Dai sopralluoghi si è potuto constatare che non si tratta di una struttura ad arco, dato che i mattoni risultano disposti orizzontalmente; i costoloni sono completati da una cornice di mattoni inclinati, con lo spessore di un mattone, interrotta dall'inserimento

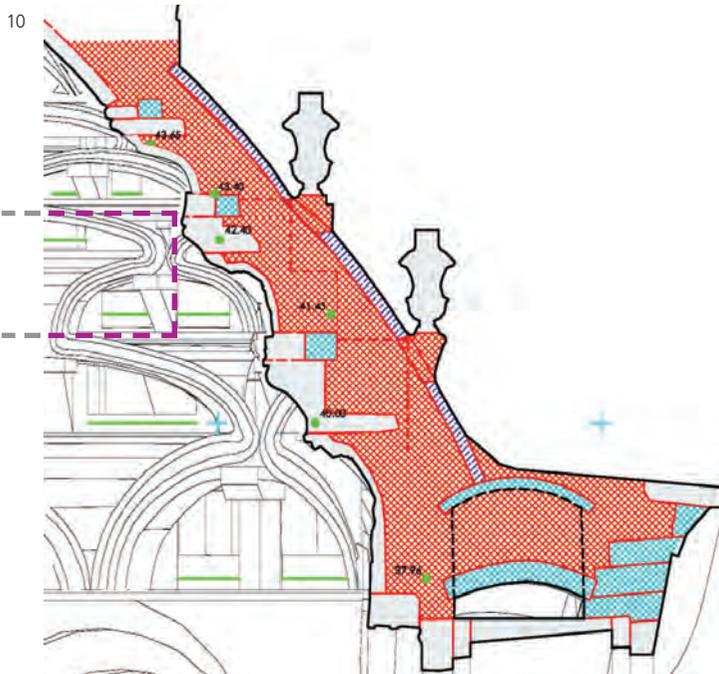
dei vasi. Inoltre, dalle stonacature effettuate in passato e dai rilievi del 1997-'98 dell'Arch. Abrardi sono ben visibili le fessure importanti, che pare descrivano una struttura a gradoni, probabilmente originale, così come è stata rappresentata in passato da Giovanni Tommaso Borghio. La struttura risulta pressoché regolare: ad ogni arco in pietra corrisponde nella muratura un arco in mattoni regolare, la cui traccia nella muratura è stata resa visibile grazie alla stonacatura delle pareti esterne. In ciascun arco il modiglione, in più conci nel

primo livello fino ad essere monolitico nel livello più alto, entra di poco nella muratura retrostante del costolone ad eccezione del concio alla base. Alla base di ogni livello di archi una cerchiatura di robuste catene metalliche chiude e trattiene le spinte della complessa struttura. Al primo livello è stato rilevato un sistema di catene con manicotto, inserite in un secondo momento - probabilmente nel 1950 -, contrastate da un perno metallico all'interno del cunicolo in corrispondenza dei costoloni "corti". A nostro avviso il comportamento a "meri-

IV° Livello



11



10

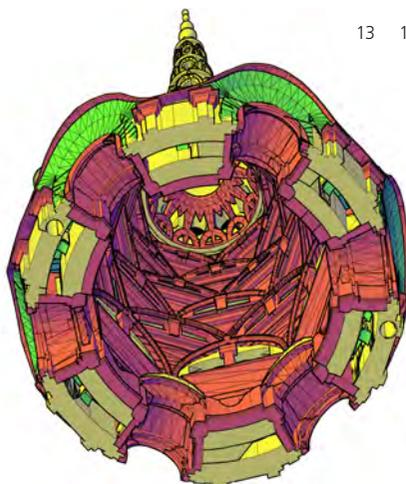
10. Particolare del cestello: si notano i segni dei gradoni originali prima della posa dei vasi e gli archi in mattoni (retino azzurro) nascosti nella struttura.

11. Nuvola di punti di acquisizione di uno degli arconi che costituiscono il cestello.

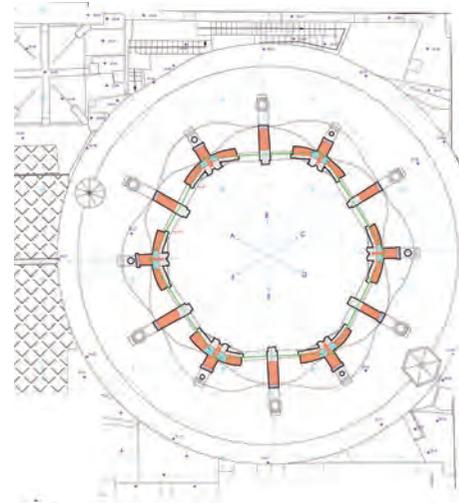
12. Legenda dei materiali mappati.

13. Modello tridimensionale e rilievo materico del cestello.

14. Sezione planimetrica del cestello a quota + 41,35.



13 14



MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL CESTELLO



diani e paralleli" ipotizzato dal Prof. Giorgio Croci nel suo articolo su questa stessa rivista (**rec 65/2005**) può essere presente ma non sembra essere il meccanismo principale proprio per la presenza di minimi ammorsamenti dei conci lapidei interni e per l'originario andamento a gradoni delle costolature, portando a ritenere che gli archi sghembi sovrapposti e sfalsati del cestello abbiano un effettivo funzionamento "ad arco", dimostrato anche dalla presenza dei suddetti archi in mattoni affiancati a quelli in pietra e nascosti nella muratura (vedi **figura 10**). Sarà comunque compi-

to dei progettisti incaricati di definire con certezza il funzionamento statico della struttura. Procedendo verso l'alto, il sistema di archi intrecciati termina con una struttura a raggiera in conci di pietra legati da staffe, che fa intravedere un cupolino emisferico.

La stella in pietra è avvolta da una struttura in muratura, che si compone di due parti: un piccolo tamburo bucato da dodici finestre ovali, alternate alle dodici volute in mattoni, da cui partono i dodici costoloni, e una cupola semisferica in mattoni (spessore 15 cm circa), a chiusura anche dell'interno della Cappella.

Esternamente la cupola si chiude con un pinnacolo a tre cilindri sovrapposti, un ambiente isolato dal resto della Cappella: una struttura in muratura di forma conica molto slanciata, forata in tre livelli da sei aperture circolari, salendo sempre più piccole. All'interno è presente una struttura lignea formata da sei colonnelli, alternati alle finestre, e da traversi che li collegano fra di loro, anch'essi alternati ai livelli delle finestre. Tale castello ligneo, giustapposto alla muratura, è stato inserito a rinforzo della muratura con ogni probabilità in fase successiva alla costruzione della muratura.