



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Dal rilievo strumentale al rilievo strutturale: la Real Chiesa di San Lorenzo in Torino

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Dal rilievo strumentale al rilievo strutturale: la Real Chiesa di San Lorenzo in Torino / C. Crescenzi. - STAMPA. - Vol I:(2010), pp. 405-415. (Intervento presentato al convegno X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la edificación, Universidad de Alicante tenutosi a Alicante nel 2, 3 e 4 dicembre 2010).

Availability:

This version is available at: 2158/780826 since:

Publisher:

Editorial Marfil

Terms of use:

Open Access

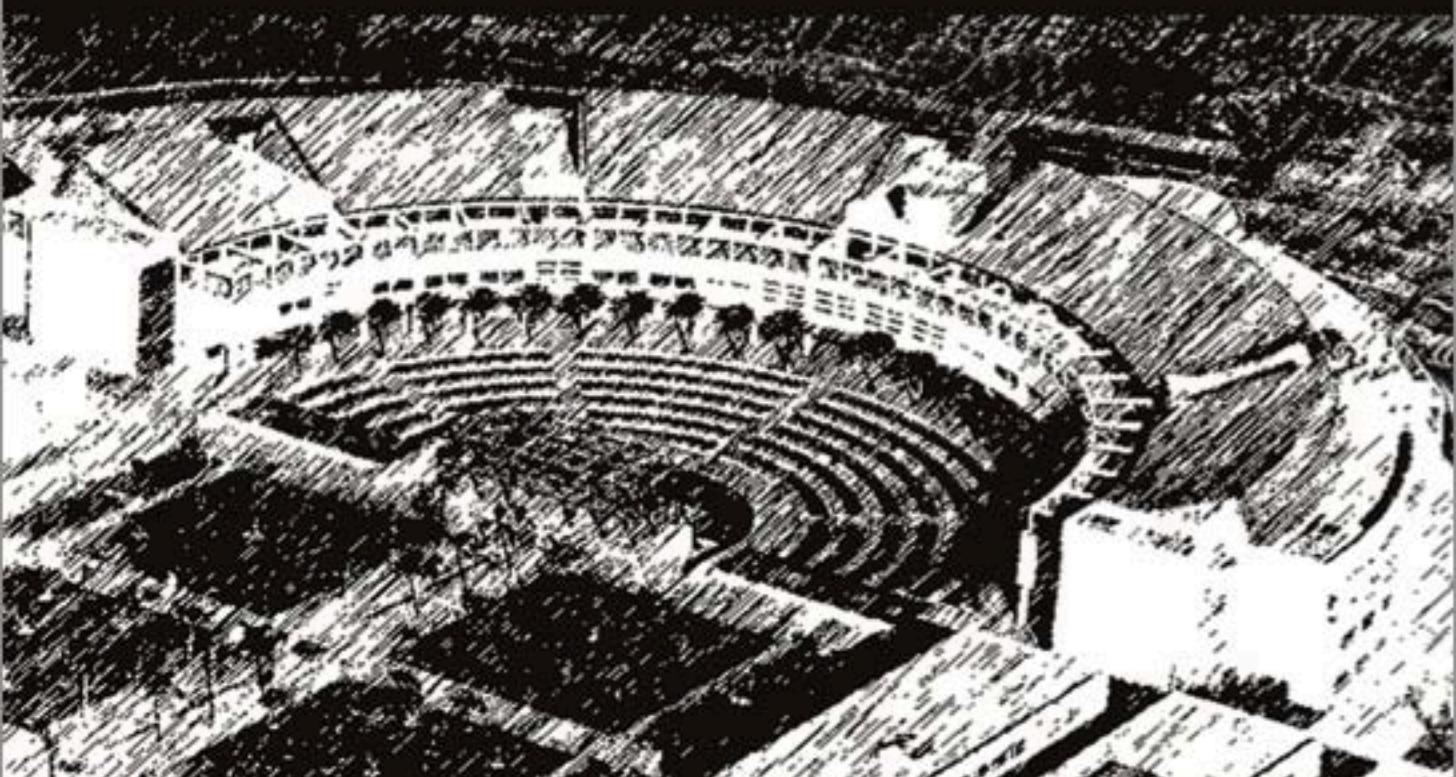
La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

X CONGRESO INTERNACIONAL EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN

**GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING
INTERNATIONAL CONFERENCE**



Alicante, 2, 3 y 4 de diciembre

**Nuevas líneas de investigación
en Ingeniería de Edificación**

**New lines of research
in Building Engineering**

2010

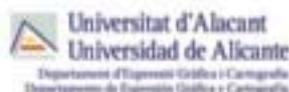
APEGA

APEGA 2010

X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación
Graphic Expression applied to Building International Conference

Libro de Actas Proceedings Book

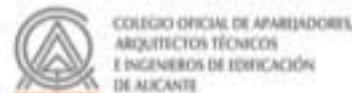
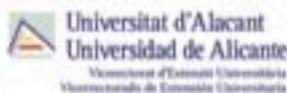
organizan:



colaboran:



patrocinan:



Esta publicación no puede ser reproducida, ni totalmente ni parcialmente, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información, ya sea fotomecánico, electrónico, por fotocopia o cualquier otro medio, sin el permiso previo de los propietarios de copyright.

© del texto: Los autores

© de esta edición: Editorial Marfil, S.A.
C/ San Eloy, 17 • 03804 Alcoy
Tel.: 96 552 33 11 • Fax: 96 552 34 96
www.editorialmarfil.com

Universidad de Alicante
Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía
Campus de Sant Vicent del Raspeig
03080 Alicante

I.S.B.N.: 978-84-268-1528-6
Depósito legal: A-1033-2010



ÍNDICE

CONTENTS

PRESENTACIÓN PRESENTATION	11
COMITÉ DE HONOR HONOUR COMMITTEE	13
COMITÉ CIENTÍFICO SCIENTIFIC COMMITTEE	15
COMITÉ ORGANIZADOR ORGANIZING COMMITTEE	17
COMITÉ ASESOR ADVISOR COMMITTEE	19
COMUNICACIONES PAPERS	21
<hr/>	
⇒ TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN DRAWING REPRESENTATION TECHNIQUES	23
<hr/>	
• L'ESPRESSIONE GRAFICA NELL'IDEA DI PROGETTO Blotto, Laura	25
• ENTRE LO NATURAL Y LO ARTIFICIAL. DIBUJOS HIBRIDOS Izquierdo Esteban, Sonia	33
• TECNICHE ESPRESSIVE NELLA RAPPRESENTAZIONE DIGITALE DEL PROGETTO CONTEMPORANEO Vanini, Cristina	43
• LA RAPPRESENTAZIONE VISIVA E "TATTILE" NEL DISEGNO DELLA STRUTTURA, ARCHITETTURA E PAESAGGIO Innocenti, Sereno; Chirone, Luigi	53
• SPAZI MEDIEVALI SCOLPITI E DIPINTI: MISURA E RAPPRESENTAZIONE Massari, Giovanna A.; Bonora, M. Cristina; Svaldi, Katia	59
• GEOMETRÍA DESCRIPTIVA TETRADIMENSIONAL. SISTEMA CUATRI- TRIÉDRICO PARA LA REPRESENTACIÓN DEL ESPACIO TETRADIMENSIONAL EUCLÍDEO Llorens Herrero, Alfredo	69
• ATTRAVERSANDO LE TORRI DI BABELE Santuccio, Salvatore; Frattarelli, Annalisa	79
• NUEVOS RECURSOS DEL SISTEMA DIÉDRICO GRACIAS A SU APLICACIÓN EN CAD 2D Martín Pastor, Andrés; Infante Perea, Margarita María; Barba García, Antonio Manuel	89
<hr/>	
⇒ NUEVAS TECNOLOGÍAS GRÁFICAS NEW GRAPHIC TECHNOLOGIES	99
<hr/>	
• TECNOLOGÍA GRÁFICA Y TEMPORALIDAD Juan Gutiérrez, Pablo Jeremías	101
• DE LAS ARQUITECTURAS VIRTUALES A LA REALIDAD AUMENTADA: UN NUEVO PARADIGMA DE VISUALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA Fernández Álvarez, Ángel José	111

- FORTIFICAZIONI "ALLA MODERNA" IN SARDEGNA: IL DISEGNO DEGLI INGEGNERI MILITARI 315
Pirinu, Andrea
- LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO DE LA MAQUETA DE CÁDIZ DE 1779 CON EL EMPLEO DE TECNOLOGÍA LÁSER 325
Granado Castro, Gabriel; Barrera Vera, José Antonio
- LE STRUTTURE DI SOSTEGNO DELLA COPERTURA DEL PALAZZO REALE DI CASERTA 335
Barlozzini, Piero
- EL LEVANTAMIENTO METROFOTOGRAFICO DEL MONTE BENACANTIL 343
Herrero Vázquez, Eduardo; Cantillana Merchante, Concepción
- IL RILIEVO ARCHITETTONICO. PROBLEMI DI CONTROLLO E MONITORAGGIO. 355
Cundari, Cesare; Cundari, Gian Carlo
- APOYO GRÁFICO AL PROYECTO ARQUEOLÓGICO "CUENCA OCULTA" 363
Valverde Cantero, David
- LA IGLESIA PARROQUIAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN DE VISTABELLA DEL MAESTRAZGO EN CASTELLÓN 371
Máñez Pitarch, María Jesús
- FOTOGRAMETRÍA Y NUBE DE PUNTOS APLICADO EN LA DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO. EL CASO DE LA TORRE DE LA CALAHORRA EN ELCHE 379
Mora García, Raúl Tomás; Céspedes López, M^a Francisca; Louis Cereceda, Miguel
- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA INÉDITA DE FACHADAS PATRIMONIALES. EL PARADIGMA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS 389
Aguilar Camacho, Joaquín; Barrera Vera, José Antonio
- ANÁLISIS GRÁFICO DEL PUENTE DEL REAL DE VALENCIA ENTRE LOS SIGLOS XVI Y XXI 399
Rodrigo Molina, Ángeles; López González, Concepción; García Valldecabres, Jorge
- DAL RILIEVO STRUMENTALE AL RILIEVO STRUTTURALE: LA REAL CHIESA DI SAN LORENZO IN TORINO 409
Crescenzi, Carmela
- LA IGLESIA DE SAN FRANCISCO DE GUADALAJARA 421
Trallero Sanz, Antonio Miguel; Maza Vázquez, Francisco; Fernández Tapia, Enrique
- LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO E HIPÓTESIS SOBRE LA ESTEREOTOMÍA DE LA BÓVEDA ARISTADA DE LAS TORRES DE QUART DE VALENCIA 431
Natividad Vivó, Pau; Calvo López, José
- IL DISEGNO COME STRUMENTO DI INDAGINE, COMPRESIONE E DOCUMENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA DANNEGGIATA DAL SISMA. IL CASO STUDIO DEL BORGO DI SAN'EUSANIO FORCONESE COLPITO DAL SISMA AQUILANO DEL 6 APRILE 2009 441
Praticò, Manuela
- THE ROLE OF ARCHITECTURAL REPRESENTATION FOR THE ANALYSIS OF THE BUILT. THE 3D SURVEY OF SAN PIETRO IN MONTORIO'S TEMPLE IN ROME 451
Fortunato, Giuseppe
- ALZAMIENTO DE LA IGLESIA-CEMENTERIO DE SAN PEDRO Y SAN PABLO EN LA ISLA DE NUEVA TABARCA 461
Martínez Medina, Andrés

⇒ TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA 473
TOPOGRAPHY AND CARTOGRAPHY

- DESLINDE DE PARTE DE LA FRONTERA HONDURAS – NICARAGUA A LA ALTURA DEL RÍO COCO O SEGOVIA 475
Maza Vázquez, Francisco; Trallero Sanz, Antonio Miguel; Fernández Tapia, Enrique José; Licona Reyes, Mario Alberto

DAL RILIEVO STRUMENTALE AL RILIEVO STRUTTURALE: LA REAL CHIESA DI SAN LORENZO IN TORINO

CRESCENZI, Carmela

Dipartimento di Progettazione, Disegno – Storia – Progetto, Università degli Studi di Firenze
Firenze, Italia
e-mail: carmela.crescenzi@gmail.com

Sintesi

Torino, capitale sabauda e dello Stato italiano, è una città d'arte in cui Guarino Guarini espresse qualità peculiari dell'architettura. Fu l'esponente più prestigioso del Barocco maturo; egli promosse e rese internazionale il movimento in Europa (dal Portogallo alla Polonia). Guarini, architetto della Sacra Sindone, realizza con estro ed innovative soluzioni architettonico-strutturali la Real Chiesa di San Lorenzo (1668-1687): contaminazioni di elementi d'arte sapientemente evocati e reinterpretati. Egli, esegeta della lezione vitruviana, esprime il "quod significatur" ed il "quod significat", interpolando le diverse scienze conosciute e trattate: l'architettura quale sintesi delle arti, l'unica che possa esprimere meglio la tensione religiosa verso il Divino. Si è realizzato un rilievo integrato, base per l'elaborazione e la sintesi dei dati per la conoscenza e l'interpretazione del complesso progetto architettonico influenzato dal pensiero geo-sofico, matematico, astronomico e non ultimo teologico. La ricerca propone l'arte del rilievo, non solo come misura, e le applicazioni multimediali come strategia per leggere e rappresentare le informazioni del progetto architettonico. Diverse le fasi del lavoro: progetto del rilievo, scansione laser dell'architettura (tecnica LIDAR), georeferenziazione dei dati, elaborazione dei dati di rilievo, analisi e verifica geometrica delle superfici "apparenti" e geometria solida strutturale, modellazione, luce (solare e lunare) e relativi simboli.

Parole chiavi: LIDAR, Superfici parametriche, Forma e struttura, Ierofanie e orologio solare.

Abstract

From strummental survey to structural survey: the Real Church of San Lorenzo in Turin

Turin, capital of the Sabaudian and Italian State, is a city of art where Guarino Guarini expressed his specific and peculiar architecture. He was the exponent of the most prestigious Baroque mature, he promoted and made international this movement in Europe (from Portugal to Poland). Guarini, architect of the Sacra Sindone, realized with flair and innovative architectural and structural solutions the Real Church of San Lorenzo (1668-1687), a contamination of elements of art skilfully evoked and reinterpreted. Actor of the Vitruvian lesson, he expresses the "quod significatur" and "quod significat" interpolating different sciences known: architecture as a synthesis of the arts, the only one who can better express the religious tension towards the Divine. We made an integrated survey, that is the basis for the design and synthesis of data for understanding and interpretation of complex architectural design influenced by the geosofical, mathematical, astronomical and theological thought. The research suggests the importance of art and multimedia applications not only as a measure, but also as a strategy to read and represent information of the project. Various stages of work: project pad, laser scanning architecture (technical LIDAR), geo-referenced data, survey data processing, analysis and verification of geometric surfaces "apparent" solid geometry and structural modeling, light and their symbols.

Keywords: LIDAR, Paramethrich surfaces, Form and structure, Hierofanies and solar clock.

1. Introduzione

Il San Lorenzo in Torino, costruita da Guarino Guarini [1] fra il 1668-1687, è una delle architetture esemplificative del Barocco maturo che ha influenzato maggiormente lo sviluppo architettonico dell'Europa centrale [2]. La chiesa esprime fortemente e, soprattutto, dichiara prepotentemente le relazioni insite in un progetto e interpreta concretamente le conoscenze e le passioni dell'animo del suo autore. L'edificio sacro presenta contaminazioni di periodi d'arte sapientemente evocati e reinterpretati, arricchiti da invenzioni spaziali, frutto del compenetrarsi delle diverse scienze conosciute e trattate dallo stesso autore: il *quod significatur et quod significat* della lezione Vitruviana vi trova piena espressione.

2. Obiettivi

L'arte di rilevare non è solo *misura*, ma la capacità di leggere, connettere e rappresentare correttamente le relazioni dell'Architettura. Questa è "*espressione materiale, concreta e dichiarazione del concetto che si ha nell'animo, e di quello che altri si è nella mente immaginato e fabbricato nell'idea.*" [3]. È in questa chiave che vanno lette le opere della maturità di Guarino Guarini: rilevarle significa integrare non solo le tecniche della misura e della restituzione grafica, ma soprattutto sovrapporre alla loro lettura quella dei concetti e delle idee che hanno caratterizzato l'Architetto.

Per documentare, interpretare e conoscere questa complessa architettura, ancora in fase di studio, è stato realizzato, secondo necessità, un rilievo integrato, una "*restituzione dei dati*" acquisiti finalizzati alla verifica geometrica delle superfici "apparenti" delle strutture, alla restituzione dell'impianto strutturale e la lettura integrata dei valori progettuali.

3. Metodo e processo di investigazione [4]

3.1. Rilievo integrato: Scansione laser dell'architettura, georeferenziazione dei dati; rilievo manuale, fotogrammetrico, topografico, monitoraggio tiranti

3.1.1. Data la complessa articolazione dell'architettura e la sua ricchezza di particolari, per il rilievo degli interni e del fronte su P.za. Castello, si è scelta la tecnica LIDAR. Per la stessa ragione è stato necessario un accurato progetto di rilievo per una acquisizione dei dati laser, mirata ed esaustiva, indispensabile ad una corretta misurazione dell'aula. La rete di inquadramento al suo interno si è avvalsa punti documentati per la collocazione delle stazioni laser e di una serie di *marker* ad alto livello di riflettività; questi sono stati collocati a diverse quote e in punti opportuni per georeferenziare in un unico sistema di riferimento le diverse prese. La rete è stata completata dalla rilevazione con stazione totale *reflector-less* dei punti suddetti mediante intersezione inversa.

Il rilievo laser è stato realizzato col Riegl LMS-Z420 equipaggiato con la camera digitale Nikon D1X, quello topografico con la stazione totale Topcon 8001A [5].

3.1.2. Ci si è avvalsi del rilievo manuale supportato da corredo fotografico per il completamento del rilievo dell'architettura per i restanti tre prospetti esterni, i vani cantina, il sottotetto e in particolar modo per il sistema strutturale e la sua doppia ossatura presente. Quest'ultima per la sua complessità e l'angustezza dei vani ha presentato notevoli difficoltà di realizzazione.

3.1.3. L'ubicazione costretta del monumento, chiuso fra vicoli e anguste corti interne, ha reso necessario un rilievo topografico per singole parti e, nell'impossibilità di realizzare una qualsiasi poligonale, relazionate solo da punti ripresi da più stazioni e collegati con l'interno tramite le aperture posizionate sugli otto lati del sistema voltato.

3.1.4. Sono state realizzate prove di *structural health monitoring* su alcuni tiranti posti a quota + 21.50 m. Questo spazio, dove è svelato il segreto di questa fabbrica Guariniana, posto al di sopra delle serliane, cinge il periplo dell'aula di cui è il nucleo strutturale; lo si raggiunge passando dal sottotetto, da questo con impervie scale a chiocciola e passerelle di legno poggiate sulle volte di altezze differenti. Si è scelto di intervenire per la verifica delle sollecitazioni col metodo indiretto. Il rilievo delle sollecitazioni è stato eseguito con l'acquisitore di segnali OROS 38 a 24 canali e i relativi sistemi informatici; gli accelerometri Kistel tri-assiali sono stati applicati su due tipi di tiranti di cui sono stati rilevati le dimensioni su ognuno dei quattro lati della chiesa: il tirante di tipo A presentano una geometria complessa essendo composti con più pezzi sovrapposti irregolarmente, inoltre presentano dimensioni diverse sui quattro lati per alcuni cm., oltre ad avere puntoni e giunture che ne modificano la rigidità flessionale del tirante stesso; il tirante di tipo B presenta una sezione pressoché uniforme e una geometria priva di rilevanti deformazioni.

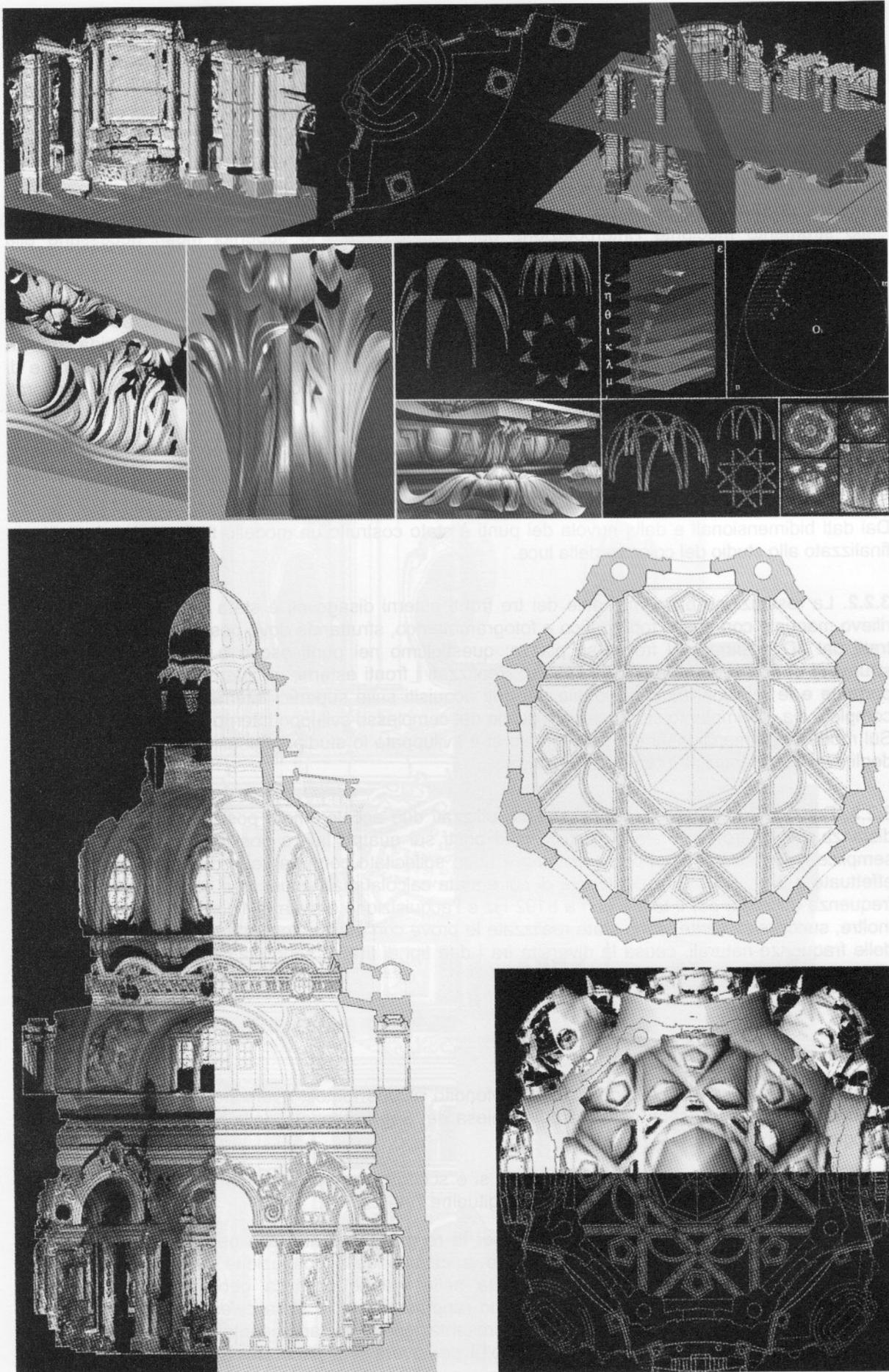


Fig.1. Rilievo3D scanner, analisi dei dati, elaborazione 2D dell' architettura e modellazione dei suoi elementi.

3.2. Elaborazione e restituzione dei dati di rilievo

3.2.1. Dal modello virtuale dell'opera, rilevata sotto forma di nuvola di punti, sono state tratte, con una certa tolleranza, le misure utili. Durante l'estrapolazione, sono stati controllati gli errori prodotti dallo strumento e le influenze dei frequenti coni d'ombra formate dagli elementi architettonici e d'arredo. Le informazioni nascoste dai coni d'ombra, sono stati integrati con ulteriori rilievi eseguiti da diversi punti di presa, o con rilievi tradizionali, o interpretati.

La lavorazione della nuvola di punti e la determinazione degli elaborati è stata eseguita con software specializzati, che hanno permesso una buona gestione dell'oggetto, una riduzione dell'errore prodotto dallo strumento mediante l'interpolazione dei punti e creato le superfici mesh necessarie alla successiva elaborazione.

Dalle superfici create, opportunamente sezionate con piani verticali ed orizzontali, sono state estratte le *linee guida* e, per la loro correzione, i *punti guida* per la stesura degli elaborati quali, ad esempio, le linee grafiche di piante e sezioni. La proiezione e sovrapposizione delle linee e dei punti guida su di un piano, convenientemente scelto, ha permesso di eliminare il *rumore* dato dalla nuvola di punti e di determinare gli spigoli dei vari elementi architettonici, rendendo possibile la stesura degli elaborati finali.

L'elaborazione grafica è stata arricchita da dati tratti dal rilievo fotografico opportunamente trattato, confrontato con la restituzione della nuvola dei punti georeferenziata pigmentata; ed elaborati con programmi di rasterizzazione convenientemente tarati ed integrati.

Dai dati bidimensionali e dalla nuvola dei punti è stato costruito un modello tridimensionale dell'aula finalizzato allo studio del colore e della luce.

3.2.2. La restituzione bidimensionale dei tre fronti esterni disagiati è stata realizzata integrando il rilievo manuale con quello topografico e fotogrammetrico, sfruttando dove possibile i profili a comune tratti dal 3D scanner del fronte su piazza; quest'ultimo nei punti oscuri è stato integrato con gli strumenti di rilievo detti precedentemente. Realizzati i fronti esterni, gli interni della doppia struttura portante e le relazioni tridimensionali dei dati acquisiti sulle superfici interne si è creato il modello completo sia dell'impianto strutturale che quello del complesso sviluppo interno dell'impianto teologico. Sul modello tridimensionale del monumento si è sviluppato lo studio degli allineamenti astronomici e degli eventi ierofantici all'interno della chiesa.

3.2.3. Per la prova di sollecitazione si sono utilizzati due accelerometri posizionati ad una calcolata distanza dal centro, invariata su tutti i tiranti posti sui quattro lati, e posizionato uno su un tratto-semplificato l'altro su tratto-doppio; il sistema è stato sollecitato con una serie di martellate (minimo 6) effettuate a 3 m. dal centro del tirante di cui è stata calcolata la frequenza o cadenza di Nyquist. La frequenza utilizzata per il test è pari a 8192 Hz e l'acquisizione è stata di 10 sec. per ogni set di dati. Inoltre, successivamente, sono state realizzate le prove con massa aggiunta sul tirante. Per il calcolo delle frequenze-naturali, causa la diversità fra i due tipi di tiranti, sono stati scelti metodi congruenti alla loro diversità.

3.3. Allineamenti astronomici

Gli studi in corso hanno confermato e approfondito alcune ipotesi avanzate da alcuni studiosi sui fenomeni ierofantici presenti nell'aula della chiesa del San Lorenzo e della sua strutturazione come orologio.

Per lo studio degli allineamenti solari e lunari si è scelto come punto di osservazione il centro della *rosa dei venti* posta con latitudine 45,05° e longitudine 7,44°.

I dati cercati riguardano giorni rilevanti, sia per la religione cristiana che per il ciclo astronomico, e compresi in un intero ciclo metonico, scelto a cavallo dalla costruzione della chiesa. Il luogo geometrico della Luna - così come concepita nella visione cosmica geocentrica da Guarini - appartarrebbe ad una sfera con raggio unitario rappresentante la *sfera celeste*. Per la lettura degli eventi ci si è avvalsi di due diversi tipi di rappresentazione. Una rappresentazione centrica con vista grandangolare diretta verso il centro della volta per avere una panoramica dei fasci luminosi che penetrano dalle finestre e del loro percorso nella grande aula centrale per l'intero mese lunare. Una seconda rappresentazione detta "VR" che srotola la vista prospettica su di un piano ottenendo una vista dei fronti con una minore distorsione della vista stessa.



Fig.2. Disegno di progetto e rappresentazione reale.

4. Risultati

4.1. Analisi geometrica dei dati e confronto

Lo studio di alcune superfici, quale quella dei pennacchi, delle costole, delle vele e degli arconi ecc., ha seguito un rigoroso percorso geometrico: estrapolazione dei punti relativi del singolo elemento geometrico da analizzare; costruzione della superficie "patch", la più aderente al "cuscinetto" dei punti selezionati; lettura della doppia proiezione ortogonale; taglio della "patch" con specifiche superfici, piane o curve, che delimitano i profili della porzione oggetto della ricerca geometrica.

Gran parte delle coperture voltate presentano una superficie a due o tre direttrici con profili generatori costanti o variabile. Entrambi i profili sono archi di cerchio. Porzioni di superfici cilindriche caratterizzano il periplo dell'impianto, quelle toriche i pennacchi della grande volta dell'aula, quelle emisferiche le nervature intrecciate e i triangoli in esse racchiuse della volta del presbiterio.

4.2. Elementi di prospettiva solida [6]

Dal ridisegno dell'Architettura si sono osservate aberrazioni in alcuni elementi architettonici che non si erano notati nel guardare. Queste mettono in evidenza l'arte del Guarini di plasmare la percezione dell'immediato col bagaglio delle esperienze percettive acquisite.

4.2.1. Le calotte delle absidi degli altari che coronano l'aula, ad un primo sguardo, si percepiscono con una profondità emisferica. La percezione è determinata dalla chiusura della superficie, leggermente concava, con un arco e dalla sua partitura con meridiani e paralleli.

4.2.2. La "sveltezza" della volta principale dell'aula è data dai rami laterali dell'arco policentrico, il ramo di chiusura è fortemente ribassato ad evitare una profondità eccessiva dovuta alla distanza dell'osservatore.

4.2.3. La trabeazione d'ingresso al presbiterio e, in maniera più accentuata, la cornice di spicco della volta del coro presentano un andamento ribassato verso il centro.

4.2.4. Le due coppie delle colonne tortili presenti nel coro presentano una rastremazione nelle facce interne della coppia ad evitare una percezione massiva dei due fusti.

4.3. La struttura voltata

Il sistema voltato del san Lorenzo è estremamente complesso: si alternano sistemi tradizionali, cupolino e volta ad archi intrecciati, due sistemi a doppia struttura discontinua, costituiti da punti di scarico lineari (Colonne e paraste) o superfici curve in elevazione o di copertura (archi di scarico,....) finalizzati allo rispettivo scarico delle prime.

4.3.1. Il perimetro murario dell'aula è svuotato da un andamento sinusoidale ottagonale delle superfici che sovrastano le colonne; queste sono chiuse da pennacchi toroidali sottostanti un tamburo cilindro; questi due elementi occultano il sistema di scarico delle volte sovrastanti, costituito da quattro arconi e quattro archi diagonali. Le voltine delle cappelle angolari nascondono le trombe coniche, strutture di scarico delle torrette angolari che contraffortano gli arconi, disposti sul perimetro interno del quadrato; il sistema voltato di scarico degli elementi lenticolari contrafforta gli archi diagonali.

4.3.2. La grande volta intrecciata è costituita da otto archi, le forze fluiscono sui nodi degli archi intrecciati precedentemente descritti. Le superfici dei rami sono chiusi da lunette e vele che si aprono verso l'alto su cui si imposta una superficie cilindrica con finestrate. Su di essi si eleva una seconda struttura doppia, meno possente, che accoglie una cupola voltata a padiglione.

4.3.3. I valori delle frequenze alle sollecitazione dei tiranti di tipo A mostrano diversi comportamenti degli elementi sollecitati: risultano più sollecitati quelli posti sul lato sud-est e sud-ovest, nord-ovest è il meno sollecitato. Il tipo B, più corto e con una sezione più omogenea tendente al cerchio risulta sufficientemente teso e rispondente ai propri compiti strutturali.

4.4. Influenze teologiche e retaggi storici nello sviluppo dell'impianto architettonico

4.4.1. Con la "costruzione geometrica" architettonica del tempio il Padre Teatino propone un percorso verso la conoscenza strutturato per livelli, un viaggio metafisico che si sviluppa sia nella verticalità dell'aula, sia nell' incremento longitudinale contratto dell'impianto planimetrico. La presenza Divina non è manifesta, è svelata soltanto a chi persegue la sua ricerca [7]. L'architettura è ripartita in quattro parti sia in pianta che in alzato. Il tempio quale casa di Dio ed essenza dello stesso è diviso in tre

parti: il Sancta Sanctorum - empireo, il Santuario – presbiterio, il tempio visibile.- l'aula. La quarta parte è la terra, il luogo di "coloro ch vivono senza ragione" e che "non hanno nessuna aspirazione più alta": ombra e colori scuri caratterizzano la parte bassa dell'aula, la chiesetta dedicata a "Santa Maria ad Praesepe", precede il tempio [8].

4.4.2. Nel progetto d'impianto G. cita Vitruvio [9]: la *stella* pavimentale, caratterizzata da una doppia corona con sedici punte, richiama il rito di fondazione. La corona esterna è caratterizzata da otto punte, quattro ricalcano il *cardo* ed il *decumano* dell'impianto romano, che caratterizza il centro di Torino, nonché l'asse longitudinale e trasversale della chiesa, le altre quattro indicano le relative cappelle poste ai quattro vertici del quadrato dell'aula; le otto punte della corona interna ripartiscono la struttura perimetrale dell'aula; considerando le otto punte della stella, che indicano l'ingresso e gli altari, e le colonne che aprono agli spazi sacri si ha una partizione dell'impianto in 24 parti.

4.4.3. La partizione citata richiama l'attenzione sull'Architettura come orologio solare. Guarini è un Architetto di definizione vitruviana [10]: il tempio del S. Lorenzo è un grande orologio che registra le variazioni del tempo lungo l'arco del giorno e delle stagioni. Al fenomeno concorrono non solo le aperture che caratterizzano la volta dell'aula, ma anche quelle presenti in facciata, nel presbiterio e nel coro. Le prime inaugurano le ore diurne, le ultime salutano il giorno e annunciano la notte.

4.5. Lerofanie (Fig.3)

4.5.1. Di particolare interesse sono i giorni a cavallo del solstizio estivo. Le prime luci provenienti dalle aperture sul fronte illuminano l'ingresso dell'aula, mentre la serliana illumina la cappella dell'Annunciazione. Nell'ora sesta (ovvero le 12,00) è possibile vedere, illuminati contemporaneamente, il *Dio dei Giorni* rappresentato al disopra della volta delle cappelle della Natività e dell'Apocalisse, posizionate ai lati del presbiterio, la *stella* posta al centro del pavimento; più tardi è illuminata la pietra dell' *ora del Borgo* [11]. Le aperture del presbiterio alla fine del giorno illuminano nuovamente la stella e l'ingresso, quelle dell'aula la cappella del purgatorio. Il ciclo del giorno rappresenta la venuta di Cristo sulla terra, uomo fra gli uomini, e la sua assunzione in cielo, figlio di Dio e Dio Egli stesso nella unitarietà col padre.

4.5.2. La luna è presente nell'aula con le diverse raffigurazioni della sue fasi nelle cappelle dell'annunciazione, natività e apocalisse; nello stesso impianto dell'aula è possibile riscontrare nella collocazione degli altari una similitudine allo schema delle fasi lunari. Nella verifica virtuale degli eventi lunari verificati nell'anno 1671 di rilevante si ha, ad esempio, che: il 17 maggio, giorno di Pentecoste e di Lunistizio superiore, la Luna crescente illumina la Cappella dell'Annunciazione; sulla decorazione dell'arco della Cappella vi è un angelo che porta una luna crescente come simbolo di prosperità; nel giorno della natività, 25 dicembre, la luna – ultimo quarto illumina il vano nascosto della cappella del Crocefisso: il giorno della nascita come uomo, il giorno del passaggio della vita terrena a quella divina, e il giorno del suo battesimo da uomo a figlio di Dio sono collimati sono fortemente significativi e significanti.

5. Conclusioni

Guarini è il genio Vitruviano. Il suo sapere è ricco degli apporti interdisciplinari di numerosi ambiti e padroneggia con maestria teoria e pratica: il "quod significatur et quod significat" trova piena espressione nelle sue opere.

È uomo "... di buon senso e facoltà critiche del tutto straordinari" [12], con contemporaneità di pensiero sulla relatività del giudizio: l'architettura muta con il mutare del tempo e del costume; inoltre è subordinata a soggettiva valutazione. Uomo mistico-razionale considerava la matematica, solida base dell'architettura, come una scienza capace di operare prodigi: "Thaumaturga Mathematicorum miraculorum insigni, verèque Regali architectura coruscat" [13].

5.1. L'indagine ha messo a nudo le conoscenze geometriche-tecniche-strutturali del Guarini. Queste sono più complesse e articolate di quelle rappresentate nel suo trattato di Architettura: le fortissime influenze dell'architettura spagnola, francese e del barocco romano non si fermano all'apparato formale. I solidi primitivi residuano solo in parte: nell'esecuzione delle superfici prevalgono le realizzazioni con profili generatori e direttori curvi, la cui matrice è da ricercare nella realizzazione delle volte concrete del periodo Adrianeo e descritti in alcuni trattati di stereotomia del XVIII sec.

5.2. Nell'analisi dell'architettura si ritrovano le sue annotazioni sul rapporto percettivo fra la Prospettiva e l'Architettura. In esse (annotazioni) egli individua un concorso di causa fra la capacità di immaginare e l'essere delle cose, e di queste a prescindere dalla distanza dell'osservatore. La maturità raggiunta nel relazionare Architettura e percezione nel San Lorenzo è espressa dalle relazioni mutanti e

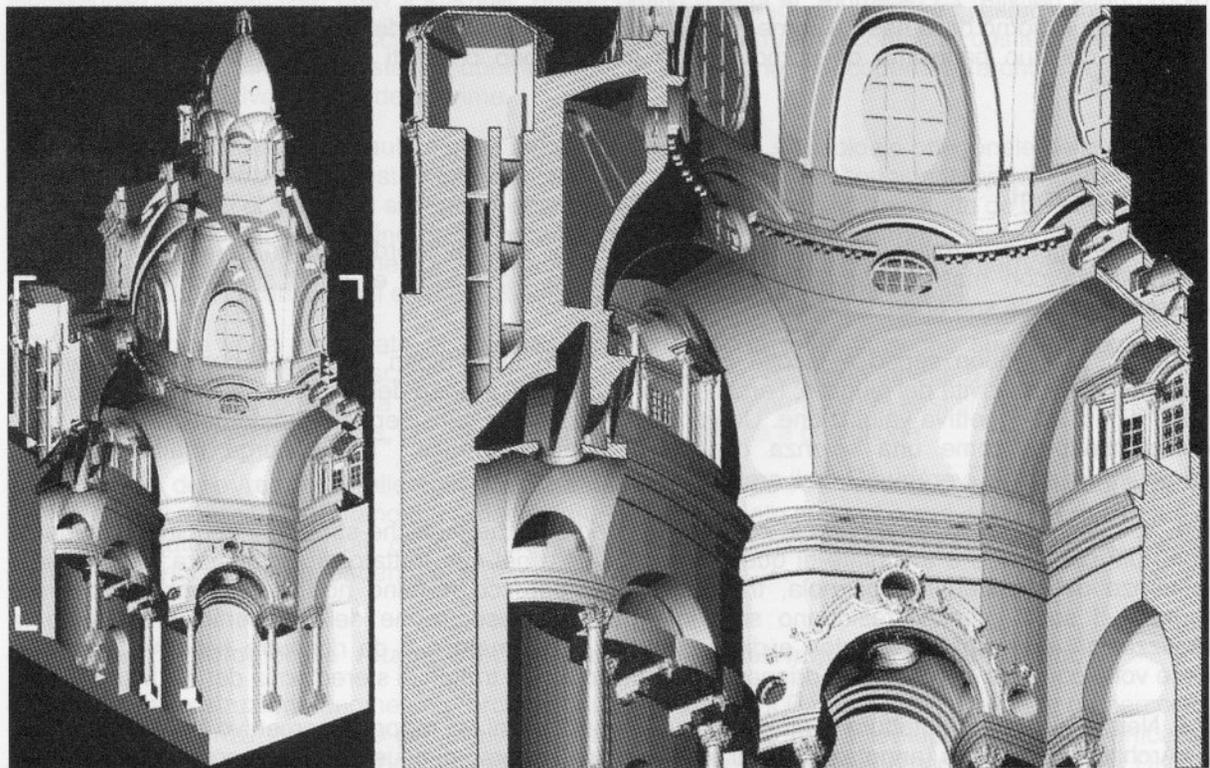


Fig.3. Viste assometriche della struttura apparente e di quella nascosta.

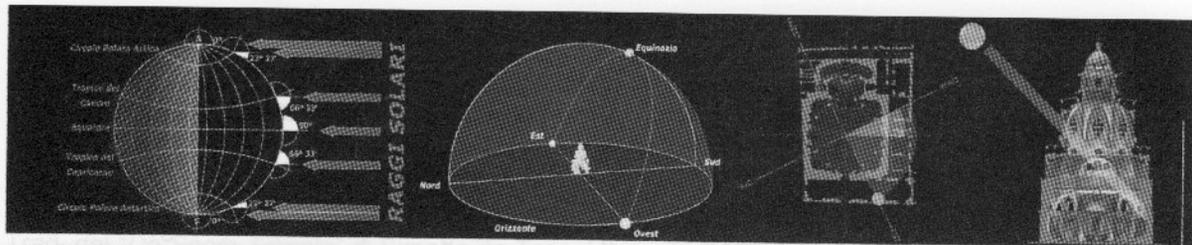


Fig. 4. Viste dell'aula e studio ierofantico.

continue che caratterizzano lo spazio architettonico. Le variazioni dell'impianto planimetrico e delle superfici fluide che circoscrivono i volumi, le costruzioni degli spazi telescopici in orizzontale e in verticale, l'espressività dei "trafori" delle strutture voltate e la modernità delle interferenze che esse frappongono tra osservatore e forme sono solo alcuni episodi della sua creatività.

5.3. Il suo simbolismo integra l'interesse teologico, filosofico e scientifico con quello astratto tridimensionale con uno spregiudicato carattere di novità: costruisce modelli monumentali riproducenti il sistema strutturale dell'universo a cui gli schemi geometrici alludono. Nell'espressività quasi drammatica del San Lorenzo, (parimente nella cappella della Sindone,) e in qualsivoglia interpretazione dell'opera, troviamo sempre gli stessi attori che interpretano le sue passioni: Dio e l'uomo. Essi sono posti sempre ai due estremi: la cupola e la pavimentazione, il Sacratissimo Sancta Sanctorum e l'aula, l'invisibile e il visibile ecc... Espresi dalla duale rappresentazione degli elementi costituenti l'architettura: le linee curve rappresentanti il movimento cosmico, propri della divinità, e quelle rette il movimento naturale, propri dell'universo esperibile. Le cupole del S. Lorenzo, costituite da sistemi di archi, si proiettano in pianta come strutture rettilinee: "... la struttura sacra e quella naturale ... si identificano specularmente.." [14], espressione duale delle individualità.

5.4. "Meritatamente Vitruvio ricerca che l'architettura 'Astrologiam coelique rationes cognitatas habeat' che sappi Astronomia e le ragioni del Cielo" [15]. Geometria e astronomia nei trattati guariniani presentano una stessa valenza (lo stesso valore, la stessa attenzione): l'intersezioni fra piani e superfici diventano configurazioni per le volte; la cupola, simbolo del cielo, è studiata parimente come il cielo, i circoli identificativi dei pianeti e delle orbite celesti caratterizzano le volte nervate. Le connessioni fra Architettura e astronomia sono sorprendenti se compariamo le teorie sul moto e le variazioni degli astri e dei pianeti nel tempo. La volta del san Lorenzo è un grande orologio solare, che registra le variazioni del sole e della luna sia lungo l'arco del giorno (24 ore) che lungo l'arco delle stagioni. L'impianto dell'aula del San Lorenzo, oltre che con la partitura ad otto delle finestre, riflette, con il suo andamento sinusoidale, la disposizione delle cappelle e la collocazione dell'altare maggiore con l'ingresso, i suoi studi sulle fasi lunari [16].

6. Note

[1] Guarino Guarini (1624 Modena – 1683 Milano) architetto e teorico dell'architettura italiana, matematico e filosofo, autore di diversi trattati. Padre Teatino a cui di devono diverse opere architettoniche in diversi paesi europei; purtroppo molte sue opere sono andate perse, singolari e più note La Cappella della Sacra Sindone e La Real Chiesa del San Lorenzo a Torino, oggetto di studio.

[2] È opinione degli storici che Guarino Guarini è da ritenersi uno dei maestri più originali ed interessanti tra quelli che l'intera storia annovera come iniziatori di nuove epoche.

WITTKOVER Rudolf, *Introduzione al Guarini. Orazione inaugurale*. In AA .VV. del Convegno Internazionale "Guarino Guarini e l'internazionalità del Barocco." Accademia delle Scienze, Torino 1970.

[3] Sacerdote dell'Ordine dei Teatini, appassionato artista ed architetto, nel 1666 è destinato a Torino dove nel 1666 riceve dal duca sabauda, Carlo Emanuele II, l'incarico di edificare una nuova chiesa dedicata a San Lorenzo. La complessa struttura è costruita in poco più di 13 anni: il 12 maggio 1680 è inaugurata maestosamente e officiata dallo stesso Guarino Guarini alla presenza della corte Sabauda.

[4] Parafrasando la definizione del disegno di VASARI Giorgio. XVI sec., *Le vite*.

http://biblio.signum.sns.it/cgi-bin/vasari/Vasari-all?code_f=print_page&work=Giuntina&volume_n=1&page_n=111

[5] *Enti Partners*. Università degli Studi di Firenze: D.A. DSP (*); Politecnico di Torino: DIMEC⁽¹⁾ DISET⁽²⁾, DISTR⁽³⁾, DITAG⁽⁴⁾. Credits: Responsabile per la Ricerca Crescenzi C. *. Gruppo di ricerca elencati per punti di competenza*: 2.2.1 e 3.1.1 Magi A. (tesi 2004), Vanni G. (tesi 2007); 2.2.3 e 2.3 Ciddio A., Tsolaki A. and Yannuri E. (tesi 2005), Vannuccini G. (tesi 2008); punti 2.1.2 e 2.2.4 Barberini D., Martelli E. e Madera R. (tesi 2010); 2.1.3 Ricci S., Verniani G.. Responsabile rilievo 3Dscan Rinaudo F. con Porporato C. ⁽³⁾; rilievo strutturale e analisi dei dati: Garibaldi L., Bellino A. ⁽¹⁾ con la partecipazione di Pistone G.. La collaborazione fra i due atenei è stata promossa da Novello G. che ha contribuito con sagace intuito le linee della ricerca.

[6] GUARINI, Guarino, *Architettura Civile*. Il Polifilo, Milano 1968 In "Osservazione X" of the with the title "The Architecture must be as licentious as the Perspective". "The Perspective, eluding the reality, gets his goal, gets this: in an disorderly architecture it can achieve its target. The Architecture can not attain his goal with the pleasure of human eye through real symmetries because these are the only purpose: not deceive the eye. the prospect is not about strength or firmness of but should delight only the eye. The architecture, however, is thinking of the soundness of the work while the prospective can invent freely" p. 7. Trad. Propria. "A proportionate Architecture can contain up two main reasons one that makes a deformed opinion and the other that is an unfortunate result of our eyes: One is the power of our imagination, that compares and judges as it distorts things close to objects seen, there is a judgement left, for example: I shot lines as a team quite rightly at the sight alone in this way, that sometimes I rade deception; on paper but if I have another line already pulled at random, without it being as a team, I am surprised that the judgement and I leave work rightly... The other main cause is the site, that is when I'm in a place too close or too far. The first deception can not be avoided, if not with good judgement, if not knowing why the objects appear like are. So we can under stand why the Architect can give convenient remedy; another deception has some simple rule that he corrects" p157-158. Trad. Propria.

[7] It is a "journey" that recalls in theological readings by authors such as San Bonaventura da Bagnoregio, in "Itinerarium" and San Tommaso; This represents the shares of spiritual growth that man, engaged in research interior, if it wants, can achieve in human life.

[8] "The temple (as a house of God) is the image of the world, being God everywhere and above all else, and this shows the division into three shares, as God is Trinity. So the Tabernacle was therefore

represented as if he was divided into three shares, similar to the Temple of Solomon, says Paolo. One party was the Sancta Sanctorum, the other the Sanctuary, the third a sacred place open to all... The Sacred Sancta Sanctorum symbolizes balls in the 'empireo' where there is the throne of God Immortal or his place of rest. The second part represents the altar, and around it are the celestial orders... the temple visible (hall) represents this world, and its top the visible sky, the lower things that are on earth and the earthly paradise; its external parts are the things lower and the earth itself, since those who live without reason, have no higher aspiration."From "*De Sacro Templo*."

Trad. dal "*De Sacro Templo*" di Simone da Tessalonica, in BATTISTI, Eugenio, *Schemata nel Guarini*. In AA.VV. *Guarino Guarini e l'internazionalità del Barocco*. Op. Cit., pg. 141, nota.

[9] VITRUVIO. *De Architectura*, I. A cura di GROS, Pierre trad. e comm. di CORSO, Antonio e di ROMANO, Elisa, Einaudi 1997, Torino. Pg 47-49, 51.

[10] VITRUVIO. Ibid. pg. 13 "...The architect's knowledge is about many disciplines and knowledge relating to various fields, and the results produced by other techniques are submitted by his judgements. "This knowledge" results from a theoretical and practical... Who have succeeded to master the one and the other aspect... have achieved their objective... "Even and even more in architecture"..... found two elements, quod significatur et quod significat,... "What meaning 'is the object in question What it means is a demonstration (production) performed by the rational method of science "The architect must have"... acquired practice on one and on the other side "and should be (p. 15)"... which has an instruction literary, which is expert in the design, preparation in geometry, who knows a good number of stories historians, who has closely followed lessons in philosophy, who knows the music, which has some concept of medicine, who knows the opinions of lawyers, has acquired the laws of astronomy"; pg 32"...Partes ipsius architecturae sunt tres: aedificatio, gnomice (gnomica), machinatio..." Trad. Propria.

[11] The Stone remembers the family of Turin *Solaro Del Borgo*; the author plays on the double meaning of words like for 'abbreviation SE, always on the same stone, indicating the effective guidance and reverential *Sua Excellence*.

[12] WITTKOVER, R. Op cit., in Ibid. AA.VV., Torino 1970.

[13] GUARINI Guarini, nella dedica dell'*Euclides adauctus et methodicus*, Torino, 1671.

[14] BATTISTI, Eugenio, *Schemata nel Guarini*, p. 148 in ibid. AA:VV., Torino, 1970.

[15] GUARINI, Guarini, op.cit.,1968, pg. 48.

[16] GUARINI, G., *Caelestis Mathematica*, Torino, 1671.