

Rilievi integrati della Basilica romanica di San Gavino a Porto Torres

G. Caroti, A. Piemonte, M. Bevilacqua

Laboratorio A.S.T.R.O., Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Pisa,
Largo Lucio Lazzarino 1, 56123 PISA, Tel. 050 221 7770, Fax 050 221 7779, e-mail g.caroti@ing.unipi.it

Riassunto

Il lavoro è inquadrato in una convenzione di ricerca in collaborazione fra il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Pisa ed il Centro Studi Basilica di San Gavino.

Il Centro Studi nasce per la salvaguardia, lo studio e la promozione della Basilica in oggetto ed ha chiesto al Laboratorio A.S.T.R.O. dell'Università di Pisa di supportarlo nel produrre un rilievo completo tridimensionale della Basilica stessa. Tale rilievo, oltre a costituire il primo intervento di tale genere per completezza, precisione e dettaglio, avrà delle immediate ricadute negli studi che contemporaneamente sono stati avviati da altri gruppi di ricerca per l'analisi storica, stratigrafica e costruttiva di quella che è la più importante costruzione romanica della Sardegna.

Il rilievo è caratterizzato da un alto grado di integrazione fra diverse metodologie di rilievo: laser scanner, fotogrammetria tradizionale, rilievi topografici classici.

Particolare cura è stata posta nel realizzare un sistema di riferimento che fosse unico per tutti i rilievi e che potesse costituire la base per tutti gli interventi futuri.

Infine, è stata realizzata un'interfaccia web per la consultazione degli elaborati, che ne facilitasse l'accesso anche a terze parti non coinvolte direttamente nei rilievi e non necessariamente del settore del rilevamento.

Abstract

The work is framed in a collaborative research agreement between the Department of Civil Engineering, University of Pisa and the Centro Studi Basilica of San Gavino. The Centro Studi, established for the preservation, study and promotion of said Basilica, asked University of Pisa – ASTRO Laboratory for support in a complete three-dimensional survey of the Basilica itself, which in turn, in addition to being the first operation of this kind for completeness, accuracy and detail, will have immediate effects in studies, started at the same time by other research groups, for historical, stratigraphic and construction analysis of what is the most important Romanesque building in Sardinia. The Survey is characterized by a high degree of integration between different survey methods: laser scanning, traditional photogrammetry, standard surveying. Particular care has been taken in creating a single frame of reference for all measurements and that could be the basis for all future actions. Finally, a web interface has been designed for consultation of the works, which would facilitate access also to third parties not directly involved in surveying and not necessarily in the field of detection.

Introduzione

Il Centro Studi Basilica di San Gavino, a seguito dei recenti restauri condotti sulla Basilica, ha avviato un progetto integrato di studio, che coinvolge, oltre al Centro stesso, le Università di Pisa, Sassari e Siena. Dopo la conclusione di recenti restauri, il Centro Studi si è reso conto di quanto fosse limitativo, soprattutto nel caso dell'edificio romanico più importante e architettonicamente complesso della Sardegna, far riferimento ancora a rilievi eseguiti con sistemi tradizionali datati e di

quanto fosse sentita l'esigenza di un'analisi delle murature della Basilica secondo i moderni criteri d'indagine dell'Archeologia dell'Architettura. E' stato quindi indispensabile creare un modello tridimensionale dettagliato che costituisse lo scheletro geometrico su cui riferire tutti i dati ad oggi conosciuti della Basilica nonché i risultati delle nuove analisi che con questo progetto saranno eseguite. Inoltre, parallelamente ai fini prettamente scientifici, il Centro Studi si ripropone di sviluppare un software multimediale che consentirà una visita virtuale per fini turistici.

L'elaborazione del Sistema Informativo del monumento sarà curata dalla Facoltà di Architettura dell'Università di Sassari, con sede ad Alghero, per la quale è stato coinvolto il Laboratorio ProSIT, coordinato dal Prof. Maurizio Minchilli.

Al Laboratorio di Archeologia dell'Architettura e dell'Urbanistica Medievali dell'Università di Siena, diretto dalla Prof. Giovanna Bianchi, spetta il compito ricostruire le principali fasi edilizie e le modifiche subite dal S. Gavino nel corso dei secoli, sia nel cantiere romanico (XI sec.) sia negli interventi successivi.

Il Laboratorio A.S.T.R.O. della Sede di Topografia e Fotogrammetria del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Pisa è stato, invece, protagonista delle prime fasi del progetto.

Analizzate, infatti, le necessità delle fasi di studio successive, il Laboratorio A.S.T.R.O., coordinato dalla Prof. Gabriella Caroti, ha progettato e realizzato il rilievo dell'intero complesso.

Tale rilievo è stato caratterizzato dall'integrazione di diverse metodologie sia tradizionali sia innovative. Il laser scanner ha fornito un'informazione geometrica per sua natura continua, completa e metricamente rigorosa dell'oggetto. La fotogrammetria digitale con immagini ad alta definizione offre un'ottima chiave di lettura per la comprensione del dato laser e lo integra con caratteri geometrici, cromatici e materici delle superfici rilevate metricamente corretti. Queste metodologie sono sempre più richieste per la descrizione e l'analisi di complessi architettonici nonché per il restauro, la progettazione e l'analisi storico-culturale.

Dovendo costituire un rilievo di riferimento duraturo nel tempo è stata prestata inoltre particolare attenzione alla materializzazione di un sistema di riferimento nel quale registrare tutte le informazioni rilevate e che potesse essere facilmente riproducibile nel futuro.

Infine, è stata realizzata un'interfaccia per la consultazione degli elaborati, che ne facilitasse l'accesso anche a terze parti non coinvolte direttamente nei rilievi e non necessariamente del settore del rilevamento (Figura 1).

Questa interfaccia è progettata per funzionare nel *browser Internet Explorer* ed ha un approccio simile alle applicazioni per *tablet*. La scelta del particolare *browser* ha permesso di sviluppare l'interfaccia per integrare al suo interno il visualizzatore gratuito della Leica Geosystems del rilievo tridimensionale effettuato: TrueView.

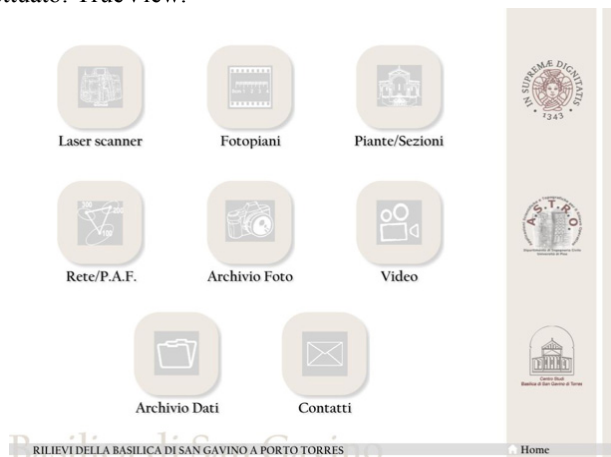


Figura 1. Interfaccia WEB per la consultazione dei rilievi.

Campagna di rilievo

I rilievi della Basilica sono stati realizzati dal 5 al 10 giugno 2011 da una squadra di otto persone che comprendeva, oltre al responsabile scientifico del Laboratorio, la Prof. Ing. Gabriella Caroti, ed il responsabile della sperimentazione, Ing. Andrea Piemonte, anche il Dott. Andrea Bedini, tecnico del Laboratorio, l'Ing Marco Bevilacqua, l'Arch. Sergio Di Tondo, la Dott. Ing. Azzurra Franconi ed i Sig. Fabio Santaniello ed Alessandro Ariel Terranova, collaboratori del Laboratorio.

Il gruppo, suddiviso in squadre, ha operato simultaneamente con le diverse metodologie necessarie al rilievo integrato: laser a scansione, fotogrammetria e topografia classica.

La strumentazione utilizzata nei rilievi è stata la seguente:

- Leica Scanstation C10
- Total station Leica TPS 1201+
- Total station Sokkia SET1 030 R3
- Fotocamera reflex Nikon D700 con ottiche fisse Nikkor AF da 20 e 85mm
- Fotocamera reflex Pentax con ottica Sigma da 70-300mm

Materializzazione del sistema di riferimento

Trattandosi di un rilievo integrato di più metodologie, articolato in molte giornate ed essendo l'oggetto da rilevare molto complesso per la presenza di vari livelli, è stato necessario realizzare una rete topografica di appoggio. Tale rete ha lo scopo di materializzare il sistema di riferimento rispetto al quale sono state definite le coordinate di tutti i punti ottenuti dalle diverse tecniche di rilievo.

La rete è articolata in una parte esterna, con punti distribuiti tutto attorno alla Basilica, una parte interna, relativa al piano terra con collegamenti alla rete esterna attraverso tre ingressi ed, infine, una parte che si dirama nei due livelli interrati della cripta (figura 2).

I punti della rete sono costituiti da punti notevoli già definiti o in alternativa da nuovi chiodi infissi a terra. Oltre al rilievo strumentale rigoroso si è proceduto anche ad una trilaterazione classica per l'individuazione speditiva dei capisaldi.

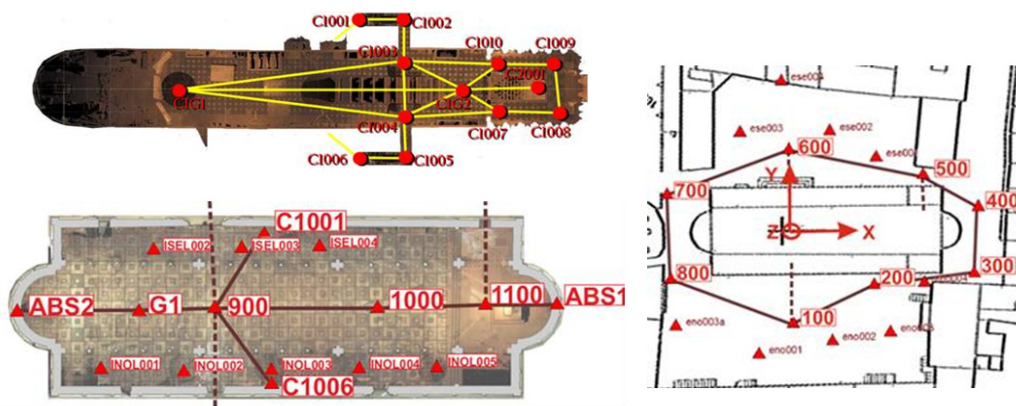


Figura 2. Rete topografica di appoggio.

Rilievo laser scanner

L'esterno, il piano terra interno ed i due piani interrati sono stati completamente rilevati tramite il laser scanner. Le 57 nuvole di punti risultanti (figura 3) sono state registrate tutte nel sistema di riferimento definito dalla rete topografica di appoggio e sono state colorate tramite le immagini scattate contestualmente al rilievo laser dalla fotocamera integrata nello strumento stesso. La registrazione è stata realizzata sia tenendo conto dei target a comune delle diverse scansioni, sia raffinando la registrazione così ottenuta tramite un procedimento di *cloud constrain*.

Una prima fruizione del rilievo può avvenire tramite il visualizzatore *Trueview*. Si tratta di un *plugin* di Internet Explorer, che apre un modello 3D colorato della vista delle singole scansioni. Tale modello è navigabile ed interrogabile per quanto riguarda coordinate, angoli e distanze dei punti che lo compongono.

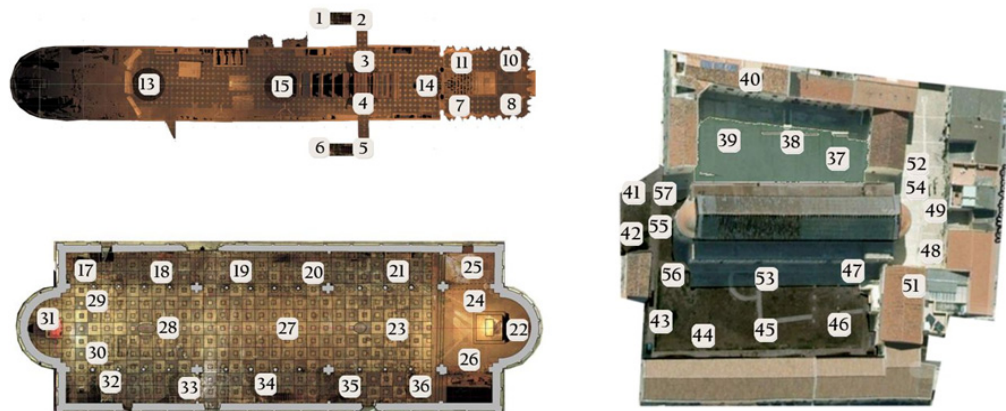


Figura 3. Disposizione delle 57 stazioni di scansione nella schermata di avvio del TrueView.

Rilievo fotogrammetrico

Parallelamente alla ripresa da parte della fotocamera integrata nel laser scanner delle immagini fotografiche di tutta la Basilica, è stata condotta una campagna di prese fotogrammetriche ad alta risoluzione sia delle facciate interne ed esterne, sia di diversi particolari di maggiore interesse (coperture, pavimentazione, architravi, fregi, ...). Una sezione dell'interfaccia web facilita l'utente nell'esplorazione dei fotogrammi scattati (figura 4).

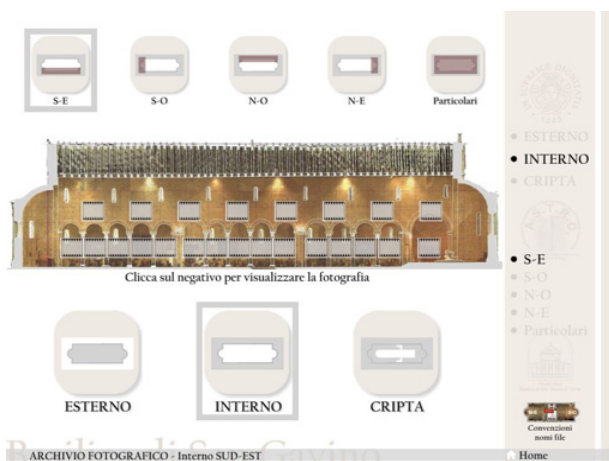


Figura 4. Interfaccia di consultazione dell'archivio fotografico.

Tali fotogrammi, assieme ai punti di appoggio fotogrammetrici rilevati, hanno permesso di ottenere i prospetti in scala 1:20 degli alzati interni ed esterni per fotomosaico di raddrizzamenti (figura 5).

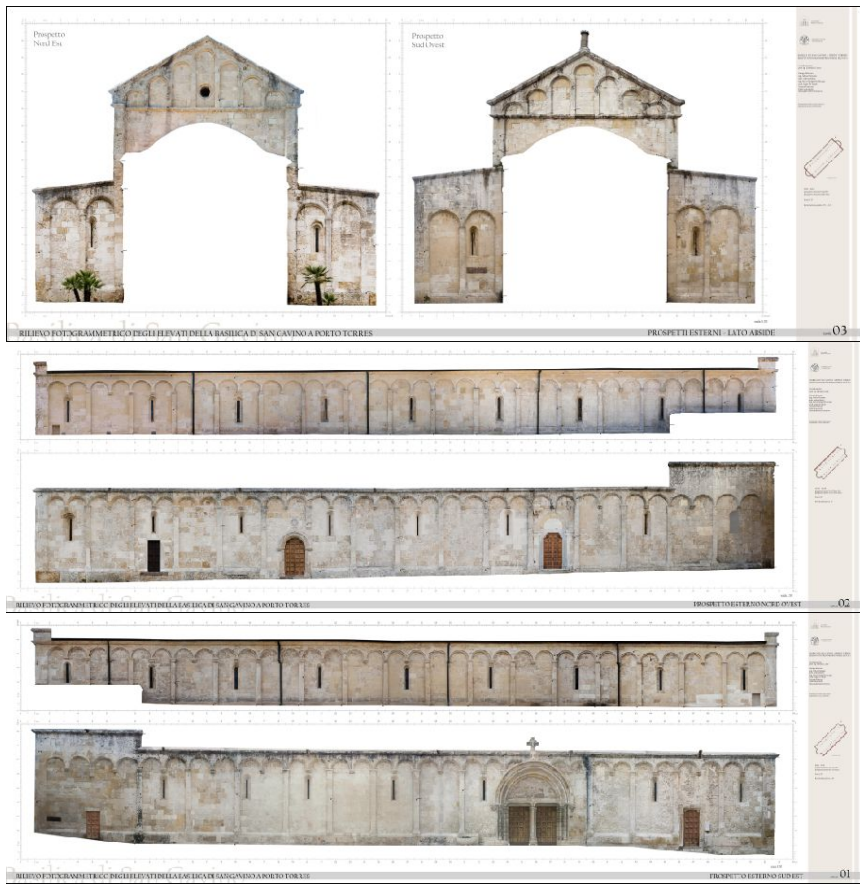


Figura 5. Tavole dei prospetti ottenuti da fotomosaico di raddrizzamenti.

Dalle informazioni metriche ricavabili dai dati laser scanner e dai fotomosaici dei raddrizzamenti, sono state vettorializzate le piante, i prospetti e le sezioni necessarie. Le tavole in scala 1:50 sono disponibili nella sezione “Piante/Sezioni” dell’interfaccia (figura 6).

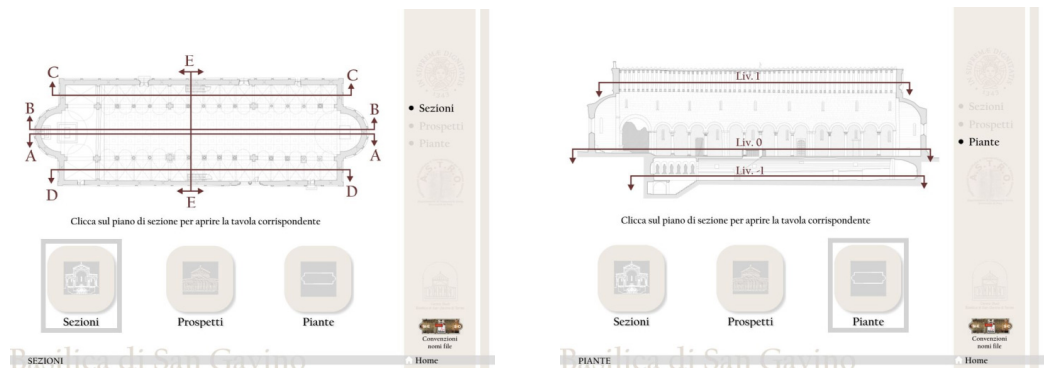


Figura 6. Interfaccia di consultazione di piante, sezioni e prospetti.

Modellazione 3D

Di alcuni elementi significativi sono state ottimizzate le nuvole di punti al fine di ottenere dei modelli tridimensionali a mesh renderizzati (figura 7). Tali modelli costituiscono un esempio di come il rilievo realizzato possa essere utilizzato, oltre che per finalità puramente scientifiche, per le quali il rigore metrico e la precisione delle misure originarie sono fondamentali, anche per applicazioni legate all'*Information Tecnology* e, quindi, per scopi di divulgazione su canali informatici e web a scopi turistici o d'archivio.



Figura 7. Modellazione 3D e rendering di alcuni elementi significativi.

Bibliografia:

- a cura di Associazione Culturale di Volontariato Giudicato di Torres, (2008) *La Basilica di San Gavino a Porto Torres – Teorie a confronto*, Atti del Convegno di Studi Porto Torres – 21 Dicembre 2008, Porto Torres.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i componenti della squadra di rilievo ed in particolare l'Arch. Sergio Di Tondo. Si ringrazia la Leica Geosystems per la strumentazione concessa per la sperimentazione. Si ringrazia, infine, per l'ospitalità durante le fasi del rilievo il Centro Studi Basilica di San Gavino ed in particolare il Dott. Giuseppe Piras e Don Mario Tanca.