

Il rilievo laser scanner a supporto degli studi storico-architettonici: la cattedrale di Sant'Andrea a Vercelli

*Original*

Il rilievo laser scanner a supporto degli studi storico-architettonici: la cattedrale di Sant'Andrea a Vercelli / Bronzino, Giosuè; Cittadino, Antonio; De Chiaro, Michele; Forgia, Margherita; Garnero, Gabriele; Guerreschi, Paola; Inzerillo, Maurizio. - ELETTRONICO. - Asita 2019:(2019), pp. 131-138. (Intervento presentato al convegno Asita 2019. Conferenza nazionale di geomatica e informazione territoriale tenutosi a Trieste nel 12-14 novembre 2019).

*Availability:*

This version is available at: 11583/2936596 since: 2021-11-09T16:58:56Z

*Publisher:*

Asita

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)



FEDERAZIONE ITALIANA DELLE ASSOCIAZIONI  
SCIENTIFICHE PER LE INFORMAZIONI  
TERRITORIALI E AMBIENTALI



**12-14 novembre**  
**Centro Congressi della Stazione Marittima**  
**TRIESTE**

**#ASITA2019**

**Conferenza Nazionale di Geomatica  
e Informazione Territoriale**

ISBN: 978-88-941232-5-8

**w w w . a s i t a . i t**

## Indice

LIFE “METRO-ADAPT” Onde di Calore Urbano: analisi degli impatti su popolazione mediante dati satellitari <i>Pierluigi Adami, Achille Ciappa, Nicola Corsini, Maria Lucia Magliozzi, Monica Palandri</i> .....	1
Intervento di ripascimento con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna: metodi geomatici per il rilievo topografico e batimetrico e risultati del monitoraggio <i>Margherita Aguzzi, Carlo Albertazzi, Nunzio De Nigris, Stefano Gandolfi, Maurizio Morelli, Luca Tavasci, Silvia Unguendoli, Enrica Vecchi</i> .....	9
Utilizzo di Floating Car Data per analisi di traffico in cinque città italiane <i>Andrea Ajmar, Emere Arco, Piero Boccardo, Francesca Perez</i> .....	17
Database topografici e gestione integrata delle scritte cartografiche <i>Paola Alfieri, Giuseppina Barozzino, Rita Bucciantini, Lucia Coscia, Marco Farcito, Antonella Gamberro, Giuseppe Menetto</i> .....	19
Spopolamento, aree interne e agricoltura multifunzionale <i>Teresa Amodio</i> .....	27
Applicazione di un algoritmo geomorfologico in ambiente GIS per la mappatura speditiva su larga scala di aree inondabili e tiranti idrici in aree a rischio idrogeologico <i>Antonio Annis, Nicola Pasetti, Fernando Nardi</i> .....	35
Studio dell'accuratezza di Open Street Map e Google Maps per alcune città della Provincia di Pavia <i>Laura Annovazzi Lodi, Marica Franzini, Vittorio Casella</i> .....	39
La Regione del Veneto e i Comuni di Schio, Treviso e Vicenza: il sistema di relazioni per una SDI <i>Rosario Ardini, Eugenio Berti, Ranieri Bianchin, Stefano Climastone, Delio Brentan, Marcello Missaglia, Nadia Poles, Umberto Trivelloni, Marco Vezzali</i> .....	45
Piattaforma HW/SW per la gestione dei Cantieri Tecnologici per Infrastrutture Civili <i>Francesco Argese, Giovanni Erriquez, Angelo Galeandro, Santiago Giraldo Manrique, Maurizio G. Imperiale, Mirko Saponaro, Alessandro R. Specchiarello, Eufemia Tarantino, Adriano Turso</i> .....	47
Il progetto Interreg Italia-Slovenia HARMO-DATA: un geoportale per la condivisione di dati territoriali transfrontalieri armonizzati <i>Irena Ažman, Blaž Barborič, Raffaella Cefalo, Alessandra Chiarandini, Silvano De Zorzi, Roberto Previato, Martin Puhar, Tatiana Sluga, Paolo Snider, Petek Tomaž, Agostino Tommasi, Umberto Trivelloni, Mauro Zanardo, Andrej Labiani</i> .....	55
SINACLOUD la piattaforma GIS dei dati ambientali <i>Fabio Baiocco, Carlo Cipolloni, Giuseppina Monacelli, Antonio Scaramella, Roberto Visentin</i> .....	57

<p>Studio della dinamica di un rock glacier alpino tramite monitoraggio UAV  <i>Francesca Bearzot, Roberto Garzonio, Biagio Di Mauro,            Roberto Colombo, Matteo Fioletti, Umberto Morra Di Cella,            Giovanni B. Crosta, Paolo Frattini, Fabrizio Diotri, Micol Rossini</i>.....</p>	63
<p>QUXQU al quadrato: Spinaceto, la piazza che c'è dentro. Dalla progettazione            architettonica alla fiducia sociale, nel nuovo concetto di city "smart"  <i>Mario Beltrame, Silvia Bernardini</i>.....</p>	65
<p>Il ruolo della cartografia storica in un progetto di            ricostruzione geografica di collezioni museali  <i>Milena Bertacchini, Cinzia Podda</i>.....</p>	71
<p>Fonti cartografiche per l'analisi diacronica delle manifatture            tra Granducato e Regno d'Italia: il caso della Provincia di Pisa  <i>Camillo Berti, Massimiliano Grava</i> .....</p>	79
<p>I luoghi della cultura e l'accessibilità dei loro territori. Un caso di studio intorno a Matera.  <i>Marina Bertollini, Alessandro Caramis, Marica D'Elia,            Alessandra Federici, Maria Rosaria Prisco, Maria Teresa Santoro, Silvia Talice</i> .....</p>	89
<p>La cartografia di Cesare Battisti: sperimentazione            di una procedura di digitalizzazione automatica  <i>Angelo Besana, Marco Ciolli, Stefano Gobbi, Paolo Zatelli</i> .....</p>	97
<p>Tecniche geomatiche in uno studio interdisciplinare            a supporto della conoscenza dei Beni Culturali  <i>Gabriele Bitelli, Beatrice Borghi, Chiara Francolini, Filippo Galletti</i> .....</p>	105
<p>Integrazione di prodotti satellitari e dati in situ per il            monitoraggio della qualità delle acque del lago Trasimeno  <i>Mariano Bresciani, Giulia Luciani, Nicola Ghirardi,            Annelies Hommersom, Valentina Della Bella, Rosalba Padula,            Luca Tamburi, Alessandra Cingolani, Fedra Charavgis, Claudia Giardino</i>.....</p>	107
<p>Dalle percezioni della popolazione al dato georiferito:            studio quali-quantitativo del paesaggio del Friuli V.G.  <i>Giorgia Bressan, Mauro Pascolini</i> .....</p>	115
<p>Uso di dati aerei ottici e LiDAR per la stima dei danni da vento nel Parco delle Cascine (Firenze)  <i>Lorenzo Brilli, Marta Chiesi, Lorenzo Arcidiaco, Ramona Magno, Giacomo Tagliaferri,            Lorenzo Bottai, Marco Bindi, Fabio Maselli</i>.....</p>	123
<p>Il rilievo laser scanner a supporto degli studi storico-architettonici:            la Cattedrale di Sant'Andrea a Vercelli  <i>Giosuè Bronzino, Antonio Cittadino, Michele De Chiaro,            Margherita Forgia, Gabriele Garnero, Paola Guerreschi, Maurizio Inzerillo</i>.....</p>	131
<p>Lo sprawl urbano nell'analisi delle aree censuarie della città  <i>Brunella Brundu, Ivo Manca</i>.....</p>	139

Sistema integrato UAV - UTV per il monitoraggio geo-ambientale costiero <i>Cosimo Cagnazzo, Ettore Potente, Giuseppe Mastronuzzi, Sabino Rosato, Roberto Marangi, Leonardo Aquaro.....</i>	151
L'integrazione di tecniche fotogrammetriche e MMS nel rilievo metrico dei Beni Culturali <i>Alessio Calantropio, Francesca Matrone, Andrea Maria Lingua .....</i>	157
I Sistemi UAV in ausilio alla Protezione Civile per il monitoraggio del territorio: la frana di Casola Valsenio <i>Alessandra Callegari, Marco Dubbini, Antonio Zanutta.....</i>	165
Sviluppi nella condivisione dell'informazione territoriale a scala nazionale: il Servizio Geologico d'Italia – ISPRA - da INSPIRE ad oggi. <i>Valentina Campo, Maria Pia Congi, Marco Pantaloni e Renato Ventura.....</i>	173
L'informazione catastale come fonte di aggiornamento del DBGT della Regione Piemonte <i>Stefano Campus, Lucia Coscia, Sergio Gallo, Antonella Gamero, Giuseppe Menetto, Alessandro Oberholtzer, Gian Bartolomeo Siletto.....</i>	175
Processi di aggiornamento del Database con strumenti di editing condiviso <i>Stefano Campus, Sergio Gallo, Antonella Gamero, Stefano Giorgi, Giuseppe Menetto, Alessandro Oberholtzer, Gian Bartolomeo Siletto .....</i>	183
Software geografico libero a supporto del contrasto al gioco d'azzardo patologico <i>Stefano Campus, Rocco Pispico, Luca Lanteri .....</i>	191
La geomática per lo sviluppo di modelli concettuali degli acquiferi sotterranei: cartografia geochimica del corpo idrico della Piana di Barcellona-Milazzo (Sicilia) <i>Marianna Cangemi, Maria Grazia Di Figlia, Roberto Maria Rosario Di Martino, Paolo Madonia, Rocco Favara.....</i>	199
Costruzione di un modello idrogeologico del corpo idrico “Piana di Barcellona-Milazzo” (Sicilia Settentrionale) sulla base di dati geofisici e stratigrafici <i>Patrizia Capizzi, Raffaele Martorana, Ludovico Albano, Alessandro Bonfardeci, Nunzio Costa, Antonina Lisa Gagliano, Rocco Favara.....</i>	207
Rimisura e compensazione della rete italiana di livellazione di alta precisione <i>Marianna Carroccio, Renzo Maseroli, Giacomo Stefanelli .....</i>	213
Super-Risoluzione di immagini termiche: confronto fra algoritmi “single image” e “multiple images” <i>Pasquale Cascarano, Francesco Corsini, Stefano Gandolfi, Emanuele Mandanici, Elena Loli Piccolomini, Luca Tavasci, Fabiana Zama .....</i>	221
Strumenti di supporto alle decisioni per la pianificazione sostenibile nella Gestione Integrata Costiera: gli indicatori ecosistemici e di landscape ecology <i>Luisa Cattozzo, Andrea Fiduccia, Leonardo Filesi, Luca Gugliermetti, Leonardo Marotta .....</i>	223

Analisi delle prestazioni di rilievi cinematici Galileo con ricevitori GNSS e MMS <i>Raffaela Cefalo, Tatiana Sluga, Paolo Snider</i> .....	231
Analisi delle deformazioni della frana di Patigno (MC) mediante integrazione di dati aerofotogrammetrici multi-temporali, CGNSS e InSAR <i>Nicola Cenni, Massimo Fabris, Simone Fiaschi, Mario Floris, Pierangelo Fabbroni, Vittorio D'Intinosante, Massimo Baglione</i> .....	233
Applicazione della metodologia di armonizzazione Harmo-Data ai dati relativi alle infrastrutture del sottosuolo: il caso della rete in fibra ottica della Regione Friuli Venezia Giulia <i>Alessandra Chiarandini, Francesco Fabbro, Paolo Perucci, Mauro Pillon</i> .....	239
Implementazione delle nuove costellazioni e segnali nella rete GPSUMBRIA <i>Ambra Ciarapica, Fabio Radicioni, Aurelio Stoppini</i> .....	247
Modelli innovativi di comunicazione basati su WebGIS per il coinvolgimento dei cittadini: il caso di studio del progetto INFO/RAC dell'UNEP-MAP <i>Carlo Cipolloni, Antonio Annis, Lorenza Babbini, Marco Rapaccini, Andrea Spasiano, Fernando Nardi, Giuseppina Monacelli</i> .....	255
Il Sistema Informativo Nazionale Ambientale 3.0 – schema logico-strategico <i>Carlo Cipolloni, Giuseppina Monacelli</i> .....	257
Immagini aeree oblique per la pubblica amministrazione. L'esempio di Treviso <i>Stefano Climastone, Nadia Poles, Daniela Poli, Kjersti Moe, Roberto Meneghetti, Marcello Missaglia, Marco Sartori</i> .....	259
L'OT nella prospettiva di un'analisi costi-benefici sul settore spazio: i satelliti Cosmo-Skymed dell'ASI <i>Stefano Clò, Massimo Florio, Valentina Morretta, Davide Vurchio</i> .....	267
Una metodologia speditiva per il DB della copertura del suolo del 1954 con analisi multitemporale <i>Fiorella Coco, Alberto Grava, Carlo Masetto, Alberto Miotto, Andrea Semenzato, Umberto Trivelloni</i> .....	275
Università di Padova e sostenibilità: il progetto UniTreePD per la mappatura del verde universitario <i>Daniele Codato, Luca De Guttry, Giacomo Rosina, Massimo De Marchi</i> .....	277
Approcci GIS ed HBIM integrati per l'analisi del patrimonio paesaggistico <i>Elisabetta Colucci, Emilio Abbate, Fabio Mantello, Giulia Sammartano, Nannina Spanò</i> .....	285
Livelli omogenei di fruibilità dell'informazione geografica correlati ai dati 'aperti'. <i>Maria Pia Congi, Valentina Campo, Claudia Delfini, Daniela Delogu, Luca Guerrieri, Gabriele Leoni, Renato Ventura</i> .....	293
La cartografia geologica storica del Lazio: dall'archivio digitale alla visualizzazione su portale <i>Maria Pia Congi, Fabiana Console, Marco Pantaloni, Renato Ventura</i> .....	295

La toponomastica italiana di origine germanica, la sua sopravvivenza nell'Italia centro-meridionale e il suo studio a fini culturali e turistici. <i>Simonetta Conti</i> .....	303
Modello idrogeologico della “Piana di Barcellona-Milazzo” (Sicilia Settentrionale) <i>Nunzio Costa, Antonina Lisa Gagliano, Rocco Favara</i> .....	311
L'aggiornamento del DBGT 10k della Sardegna: integrazione tra banche dati e modellazione 3D <i>Nella Franca Crobu, Andrea Gessa, Manuela Matta, Libero Meloni, Loredana Poddie, Manuela Porceddu</i> .....	315
Visualizzazione di parametri morfologici e ambientali a supporto della pianificazione urbana <i>Silvia Croce, Antonio Novelli, Daniele Vettorato</i> .....	323
Un approccio diacronico alla toponomastica alpina su fonti cartografiche storiche: proposta di un modello di ricerca per il caso trentino <i>Elena Dai Prà, Nicola Gabellieri, Ram Bahadur Peretti</i> .....	331
Processi integrati di rilievo per la conoscenza del patrimonio storico-artistico <i>Saverio D'Auria, Lia Maria Papa</i> .....	339
Progetto DESK. Concertazione, partecipazione e DEcision support System a supporto della Knowledge territoriale <i>Cinzia Davoli, Massimo Pizzato, Luca Celegghin, Dalila Birtolo, Giovanna Lonati</i> .....	347
Valutare il rischio in aree archeologiche: il progetto RESEARCH (Remote Sensing for Archaeology) <i>Stefano De Angeli, Fabiana Battistin, Alessio Di Iorio, Matteo Serpetti</i> .....	359
Un sistema integrato multicomponente per il monitoraggio smart di bacini ad elevato Rischio Idrogeologico: il progetto SMO RI <i>Roberto De Donato, Loredana Antronico, Francesco Aristodemo, Elenio Avolio, Claudia R. Calidonna, Roberto Coscarelli, Rocco Dominici, Roberto Gaudio, Francesco Perri, Luca Petraglia, Fabio Scarciglia, Gaetano Scarnati</i> .....	361
L'archivio dell'Abbazia di Montecassino per lo studio del dissesto idrogeologico in Provincia di Frosinone <i>Pierluigi De Felice</i> .....	363
HBIM in un database GIS 3D semantico <i>Valeria De Ruvo, Elisabetta Colucci, Francesca Matrone, Andrea Lingua, Antonia Spanò</i> .....	373
Sinergia Ottico-SAR per il monitoraggio delle fioriture algali nella Laguna dei Curi <i>Francesca De Santi, Giulia Luciani, Mariano Bresciani, Giacomo De Carolis, Claudia Giardino, Francesco P. Lovergine, Guido Pasquariello, Nicola Ghiradi</i> .....	381
Rilievo SAPR e valutazione stato di conservazione dei cordoni di protezione in Laguna di Venezia <i>Irene D'Urso, Diego Tramontin, Valerio Volpe, Giuseppe Barusolo, Stefano Libardo</i> .....	383

<p>Monitoraggio del territorio e dell'ambiente per la mitigazione del rischio idro-meteorologico:  il pilot 'Parco di Portofino' nell'ambito del progetto H2020 Reconect  <i>Francesco Faccini, Alberto Girani, Fabio Luino, Alessandra Marchese,  Guido Paliaga, Laura Turconi</i>.....</p>	391
<p>Monitoraggio operativo delle aree irrigate in Campania  mediante l'utilizzo di dati di osservazione HLS  <i>Salvatore Falanga Bolognesi, Oscar Rosario Belfiore,  Daniela De Medici, Carlo De Michele, Guido D'Urso</i>.....</p>	399
<p>L'uso strategico della cartografia storica a supporto  della pianificazione: il caso di Pizzighettone e Gera  <i>Piero Favino, Raffaella Simonelli</i>.....</p>	417
<p>Database relazionali e "NoSQL". Alcuni spunti  per un corretto inquadramento delle metodologie  <i>Andrea Favretto, Manuela Montagnari, Marzia Vidulli, Susanna Moser</i>.....</p>	425
<p>Il rilievo tridimensionale del tratto urbano dell'Arno fiorentino  <i>Giorgio Valentino Federici, Simona Francalanci, Enio Paris, Luca Solari</i> .....</p>	433
<p>Toponomastica e Georeferenziazione proporzionale alla finalità  <i>Pierluigi Fedrizzi, Giuseppe Angelini, Mauro Bressan</i>.....</p>	441
<p>Tecniche di realizzazione ed utilizzabilità di rilievi speditivi e di dettaglio  per la valutazione di uno scenario emergenziale: impieghi operativi di UAV  <i>Franco Feliziani, Onofrio Lorusso, Stefano Lucidi, Vincenzo D'Aprile,  Berardino Mastropietro, Alessandro Colangeli, Mattia Fiorini</i> .....</p>	449
<p>Allargare i confini della "geomatica applicata": una lezione dall'antichità classica latina  <i>Serafina Ferrarelli, Luigi Mussio</i>.....</p>	451
<p>Un MOOC sui GIS per i docenti universitari. Esperienza del progetto My Geo  <i>Chiara Ferrario, Ludovica Crocitto, Daniele Codato, Salvatore Pappalardo,  Francesca Peroni, Massimo De Marchi</i>.....</p>	497
<p>Sintesi e Condivisione Interoperabile di serie temporali di deformazione  del terreno ottenute tramite tecniche DInSAR  <i>Luca Frigerio, Candan Eylül Kilsedar, Manuela Bonano,  Gloria Bordogna, Paola Carrara, Pasquale Imperatore,  Riccardo Lanari, Mariarosaria Manzo, Antonio Pepe, Maria Antonia Brovelli</i> .....</p>	507
<p>La Vallagarina nelle fonti cartografiche catastali  ottocentesche: analisi e elaborazioni GIS in 2D-3D  <i>Nicola Gabellieri</i>.....</p>	517
<p>Da CAD a Shapefile: Processamento e correzione spaziale di geo-dati  obsoleti finalizzate all'interoperabilità attraverso l'approccio multisoftware  <i>Antonina Lisa Gagliano, Nunzio Costa, Marcella Perricone,  Ester Gagliano-Candela, Rocco Favara</i> .....</p>	525



GIS per la gestione del Piano di Emergenza ed Evacuazione di un edificio scolastico <i>Filippo Massimiliano Gagliano, Giovanna Ferluga.....</i>	529
L'uso di tecnologie GNSS a basso costo per applicazioni di monitoraggio e posizionamento di precisione (stato dell'arte e prospettive di impiego) <i>Stefano Gandolfi, Luca Poluzzi, Luca Tavasci.....</i>	535
Progetto preliminare di elaborati grafici georiferiti per la semplificazione delle attività edilizie <i>Roberto Gavaruzzi, Stefano Olivucci, Marco Mondini, Alberto Fiore.....</i>	537
Stima dell'esposizione dei beni culturali della provincia di Trento al pericolo da incendi di interfaccia <i>Ambra Graffi, Stefano Oliveri, Marco Pregolato, Paolo Seminati.....</i>	547
Realizzazione del DataBase GeoTopografico (DBGT) della Regione del Veneto <i>Alberto Grava, Alessandra Amoroso, Fiorella Coco, Carlo Masetto, Andrea Semenzato, Umberto Trivelloni.....</i>	555
SIMULATOR_ADS: uno strumento a supporto della gestione delle emergenze <i>Sara Grilli, Alberto Radice, G. Maffei, R. Gianfreda, Mario Fumagalli, Luca Pollastri, Raffaele Salerno, Simone Sterlacchini, Giacomo Cappellini, Debora Voltolina, Marco Zazzeri, Gloria Bordogna, Mirco Boschetti, Pietro Alessandro Brivio, Andrea Ceresi, Monica Pepe, Anna Rampini, Daniela Stroppiana, Marta Faravelli Diego Polli.....</i>	557
Analisi dell'evoluzione di uno spazio urbano in GIS. Il caso studio di Mérida, Yucatán <i>Carolina Kiaris.....</i>	565
Misurare la sostenibilità dell'ambiente urbano: sistemi di reporting e tools cartografici in ambito Ue <i>Giorgia Iovino.....</i>	573
Il ruolo delle piattaforme digitali nei processi di valorizzazione del patrimonio immobiliare pubblico <i>Mara Ladu, Giuseppe Borruso, Ginevra Balletto.....</i>	587
Turismo lento nel Sulcis Iglesiente. Mappe di comunità per le sfide dello sviluppo turistico locale <i>Mara Ladu, Alessandra Milesi, Giuseppe Borruso, Ginevra Balletto.....</i>	595
L'economia circolare nel settore delle costruzioni. Strumenti geospaziali a supporto delle decisioni. <i>Mara Ladu, Alessandra Milesi, Giovanni Mei, Giuseppe Borruso, Ginevra Balletto .....</i>	603
Integrazione di tecniche geomatiche per applicazioni di agricoltura di precisione nel progetto LIFE AGROWETLANDS II <i>Alessandro Lambertini, Gabriele Bitelli, Emanuele Mandanici, Maria Alessandra Tini, Luca Vittuari.....</i>	611

<p>Alcune osservazioni sul recente sviluppo delle rappresentazioni digitali  <i>Salvatore Lampreu, Gianluca Scanu</i>.....</p>	613
<p>Il rilievo fotogrammetrico da SAPR a supporto della modellazione idraulica  <i>Daniela Laudani Fichera, Giuseppe Pulvirenti, Patrizia Spicuzza,          Marco Leone, Federico Vecchio Nicosia</i> .....</p>	629
<p>Linguaggio matematico per la modellazione delle regole di urbanistica  <i>Robert Laurini</i>.....</p>	637
<p>Caratterizzazione e monitoraggio degli ambienti di cava:          le attività di ARPAT nel bacino apuano  <i>Cinzia Licciardello, Antonio Di Marco, Stefania Biagini,          Khalil Tayeh, Diego Palazzuoli</i> .....</p>	645
<p>Monitoraggio di precisione dell'attività estrattiva:          integrazione di dati telerilevati multiplatforma  <i>Cinzia Licciardello, Antonio Di Marco, Stefania Biagini,          Khalil Tayeh, Diego Palazzuoli, Giovanni Ricci, Simone Belli,          Giuliana Palandrani, Claudio Calandretti, Giovanni Visalli</i> .....</p>	653
<p>G3W-SUITE: pubblicare e gestire in modo strutturato          progetti cartografici QGIS come servizi WebGis  <i>Walter Lorenzetti, Leonardo Lami, Francesco Boccacci</i>.....</p>	661
<p>Il sistema informativo per la promozione della rete          ciclo-escursionistica del progetto INTENSE  <i>Eva Lorrari, Laura Muscas, Roberto Demontis, Valerio Lo Bello,          Massimiliano Pardini, Alessio Piccioli, Luca De Santis</i>.....</p>	667
<p>Il progetto SIMILE: monitoraggio della qualità delle acque          dei laghi insubrici da immagini satellitari  <i>Giulia Luciani, Mariano Bresciani, Daniela Carrion,          Michela Rogora, Maria Antonia Brovelli</i>.....</p>	675
<p>Mappatura aree colpite da incendi e della severità nel parco nazionale del Vesuvio  <i>Corrado Luini, Daniela Stroppiana, Lupo Albertarelli, Pietro Alessandro Brivio,          Davide Ascoli, Enrico Borgogno Mondino</i> .....</p>	677
<p>EagleFVG  <i>Marco Lunardis, Marco Marin</i>.....</p>	685
<p>La geomatica per lo sviluppo di modelli concettuali          degli acquiferi sotterranei: cartografia isotopica del corpo idrico          della Piana di Barcellona-Milazzo (Sicilia)  <i>Paolo Madonia, Marianna Cangemi, Leonardo La Pica, Sabina Morici, Rocco Favara</i>.....</p>	691
<p>Bridging the gap between ground-based sampling, and remote sensing via UAS  <i>Antonino Maltese, Loris Franco, Giuseppe Provenzano, Antonio Motisi,          Fulvio Capodici, Giuseppe Ciraolo, Goffredo La Loggia, Mauro Lo Brutto,          Pavel Alekseychik, Felix Frances, Salvatore Manfreda</i>.....</p>	697

<p>Applicazioni in ambito urbano di stereo-coppie WorldView-3  <i>Emanuele Mandanici, Francesca Franci, Valentina Alena Girelli,  Alessandro Lambertini</i>.....</p>	699
<p>Prime analisi delle elaborazioni GNSS orarie del sito di Madonna del Sasso  <i>Ambrogio Maria Manzino, Alberto Cina, Stefano Gandolfi</i> .....</p>	701
<p>Geodatabase per la progettazione di infrastrutture civili:  problem solving amianto (“Gronda di Genova”)  <i>Igor Marcelli, Luca Barale, Fabrizio Piana, Sergio Tallone, Serena Botta,  Andrea Irace, Pietro Mosca, Roberto Compagnoni, Francesco Turci</i>.....</p>	709
<p>Monitoraggio radar satellitare delle deformazioni del terreno della  Regione Toscana. Il sistema informativo e la rappresentazione dei dati  <i>Riccardo Mari, Lorenzo Bottai, Bernardo Gozzini, Silvia Bianchini,  Matteo Del Soldato, Roberto Montalti, Federico Raspini, Lorenzo Solari,  Nicola Casagli, Vania Pellegrineschi, Marianna Bigiarini, Giovanni Massini</i> .....</p>	717
<p>Infrastruttura di dati spaziali per il monitoraggio e  la gestione della risorsa idrica della Regione Toscana.  <i>Riccardo Mari, Luca Fibbi, Daniele Grifoni, Ramona Magno,  Lorenzo Bottai, Bernardo Gozzini, Andrea Cappelli, Paolo Quaranta</i>.....</p>	727
<p>Elementi di Cyber Security on line per lo sviluppo del turismo  nautico intelligente. Il caso studio della Sardegna  <i>Gavino Mariotti, Maria Veronica Maria Camerada,  Enrico Panai, Silvia Carrus</i>.....</p>	735
<p>Dove siamo nella roadmap di INSPIRE?  <i>Giacomo Martirano, Stefania Morrone, Fabio Vinci</i> .....</p>	747
<p>Definizione di una metodologia analitico-operativa  per la valutazione degli impatti della tempesta Vaia  <i>Carlo Masetto, Umberto Trivelloni, Silvano De Zorzi,  Andrea Semenzato, Alberto Grava, Fiorella Coco</i>.....</p>	753
<p>Piattaforma per il monitoraggio del Parco Archeologico del Colosseo  <i>Gustavo Mastrobuoni, Francesca Romana Nicosia</i>.....</p>	761
<p>Brogliaccio Elettronico  <i>Marco Mataloni, Mario Domenella, Luca Migliori</i> .....</p>	771
<p>Il Basic Core: definizione di una specifica di contenuto  semplificata per la gestione dei Database Topografici  <i>Pierpaolo Milan, Tarcisio Coianiz, Annalisa Pelone</i> .....</p>	773
<p>Il Comune di Treviso e la logica organizzativa attraverso  l’integrazione dei sistemi e software di gestione con il SIT  <i>Marcello Missaglia, Roberto Meneghetti, Stefano Climastone,  Nadia Poles, Marco Sartori</i>.....</p>	779

<p>Metodologie di gestione dei Big Data applicate alla conoscenza e alla pianificazione del verde urbano e peri-urbano: la Città di Iglesias  <i>Sergio Mocci, Marco Piras, Gabriele Saiu, Romina Secci</i>.....</p>	783
<p>Il nucleo SAPR della Valle d’Aosta: modello organizzativo e operatività  <i>Umberto Morra di Cella, Nicola Mortara, Sara Ratto, Ivan Rollet</i>.....</p>	791
<p>Valutazione del bilancio idrologico a scala sub-regionale mediante metodologie GIS  <i>Marco Nicolosi, Santino Pellerito, Rocco Favara, Antonino Granata</i>.....</p>	793
<p>Ispezione 3D di infrastrutture stradali: una proposta  <i>Valentina Nova, Daniele Passoni, Livio Pinto, Davide Marengi, Katia Merli, Valeria Toscani</i>.....</p>	801
<p>I risultati del progetto GRETA: un’analisi spazialmente esplicita della risorsa geotermica di superficie  <i>Antonio Novelli, Valentina D’Alonzo, Daniele Vettorato, Pietro Zambelli</i>.....</p>	803
<p>Il nuovo strato Edificato da tecniche “deep learning” come fonte per l’aggiornamento del Database Topografico e per il monitoraggio del consumo di suolo  <i>Stefano Olivucci, Marco Nerieri, Gabriella Ruggieri, Maria Romani, Simone Ceresini, Giuseppe Gentili</i> .....</p>	811
<p>Un esempio di rilevamento urbano partecipato per il monitoraggio della qualità dell’aria sulla città di Pavia  <i>Daniele Pala, Marica Franzini, Paolo Marchese, Giuseppe Girone, Cristina Larizza, Riccardo Bellazzi, Vittorio Casella</i> .....</p>	819
<p>Tecnologie applicate alla topografia nella ricostruzione dei paesaggi del passato  <i>Barbara Panico, Luca Sanna</i> .....</p>	825
<p>Monitoraggio territoriale: confronto tra indici di paesaggio e indici vegetazionali da satellite  <i>Giorgio Roberto Pelassa, Dario Airaudò, Sarah Braccio, Jacopo Chiara</i> .....</p>	833
<p>Monitoraggio del marine litter in un tratto di costa sabbiosa  <i>Alberto Pellegrinelli, Yuri Taddia, Corinne Corbau, Elena Zambello, Umberto Simeoni</i>.....</p>	843
<p>La piattaforma costeLAB per il monitoraggio e la gestione delle tematiche costiere  <i>Daniele Pellegrino, Monica Palandri</i>.....</p>	845
<p>Il database di sintesi nazionale (DBSN) dell’Istituto Geografico Militare (IGM)  <i>Carlo Perugi, Cinzia Tafi, Nicola Nozzoli</i> .....</p>	853
<p>Per una cartografia GIS dei soggetti giuridici religiosi nella Toscana alla metà del XIX secolo  <i>Sergio Pinna, Paola Zamperlin, Giancarlo Macchi Jánica, Massimiliano Grava</i> .....</p>	861

Utilizzo di diversi metodi di telerilevamento per la caratterizzazione del danno da schianti su bosco: esperienza post-tempesta VAIA <i>Francesco Pirotti, Stefano Schiavon, Stefano Grigolato, Giulio Marchetti, Emanuele Lingua</i> .....	869
Classificazione di dati LiDAR da aeromobile utilizzando algoritmi di machine learning: un confronto tra Random Forest e TensorFlow <i>Francesco Pirotti, Filippo Tonion</i> .....	877
Territorio, fede, paesaggio. Il ruolo degli edifici di culto nella caratterizzazione dei paesaggi del passato <i>Cinzia Podda, Paolo Secchi</i> .....	885
Modellazione 3D dei ghiacciai in Trentino da immagini aeree del 1954 per analisi temporali <i>Daniela Poli, Christian Casarotto, Markus Strudl, Erik Bollmann, Kjersti Moe, Klaus Legat</i> .....	901
Confronto fra fotogrammetria aerea e terrestre per la mappatura 3D di un fronte di frana <i>Ettore Potente, Cosimo Cagnazzo, Alessandro Deodati, Giuseppe Mastronuzzi</i> .....	909
Uso dell'informazione geografica per la quantificazione della walkability sul centro storico della città di Pavia <i>Marica Teresa Rocca, Serena Maria Teresa Torchio, Marica Franzini, Vittorio Casella</i> .....	915
Dinamiche insediative nella Piana Campana. Valenze storico-ricostruttive della cartografia <i>Maria Ronza</i> .....	923
EO4GEO, un Progetto Erasmus+ nel contesto dell'Osservazione della Terra e delle Informazioni geospaziali <i>Giorgio Saio, Milva Carbonaro, Roderic Molina Perez, Danny Vandenbroucke</i> .....	931
DSM multi-temporali per la documentazione 3D delle trasformazioni urbane recenti: il caso dell'area ex-TeXid a Torino <i>Giulia Sammartano, Emilio Abbate, Nannina Spanò</i> .....	933
Dati remoti per il supporto alle strategie assicurative in agricoltura <i>Filippo Sarvia, Enrico Borgogno-Mondino</i> .....	941
Implementazione di un applicativo su piattaforma open source QGIS per l'analisi delle caratteristiche energetiche degli edifici del Friuli Venezia Giulia <i>Michele Savron, Raffaella Cefalo, Marco Manzan, Agostino Tommasi, Angela Sanchini</i> .....	943
Emergency, Evacuation and Escape - APP(E3App): un sistema di Indoor Navigation per contesti emergenziali in strutture complesse <i>Monica Sebillo, Michele Grimaldi, Pietro Battistoni, Simone Mancini, Maria De Carlini</i> .....	945

L'Osservatorio sul Fenomeno della Violenza sulle Donne (OFVD). Fare Crime Mapping in Regione Campania <i>Monica Sebillo, Michele Grimaldi, Giuliana Vitiello, Antonio De Piano, Vincenzo Bevilacqua.....</i>	951
Earth Observation e dati Sentinel per il monitoraggio dello sviluppo urbano nella Regione del Veneto <i>Andrea Semenzato, Silvano De Zorzi, Umberto Trivelloni, Carlo Masetto, Alberto Grava, Fiorella Coco .....</i>	953
Modello dinamico per lo smart waste urbano: l'esperienza di Delft <i>Alessandro Seravalli, Ines de Palma.....</i>	955
Stable. SStructural stABiLity risk assEssment <i>Matteo Serpetti, Alessio Di Iorio .....</i>	961
L'introduzione della costellazione Galileo nelle reti GNSS: quali vantaggi? <i>Gian Bartolomeo Siletto, Piera Belotti, Monica Segré, Marzio Pipino, Mattia De Agostino.....</i>	963
I GIS per rilevare i fenomeni urbani: analisi di accessibilità e centralità delle aree metropolitane <i>Maria Somma.....</i>	971
Proof of concept di un web GIS per il coinvolgimento dei cittadini nella pianificazione del territorio <i>Andrea Spasiano, Umberto Bartoccini, Fernando Nardi, Alessio M. Braccini.....</i>	979
Sviluppo di un web GIS per l'analisi delle risorse e delle funzioni del paesaggio in relazione a fattori di rischio idrogeologico e urbano tramite analisi multi-criterio <i>Andrea Spasiano, Fernando Nardi .....</i>	987
Il ruolo della geomatica nell'analisi del "Greenness": risvolti sulla gestione della salute pubblica <i>Giulia Squillacioti, Samuele De Petris, Roberto Bono, Enrico Borgogno-Mondino.....</i>	991
Reti Neurali Ricorsive applicate a sistemi di monitoraggio GNSS in tempo reale. <i>Luca Tavasci, Pasquale Cascarano, Luca Poluzzi, Stefano Gandolfi.....</i>	995
Analisi multitemporale di immagini satellitari per il monitoraggio di aree colpite da alluvione <i>Francesca Trevisiol, Pietro Mattivi, Gabriele Bitelli.....</i>	1001
Estensione ed integrazione del modello dei DBGT nel contesto delle infrastrutture ferroviarie <i>Grazia Tucci, Manuela Corongiu, Enzo Santoro, Francesca Panighini, Andrea Comparini, Franco Flamigni, Lorenzo Arcidiaco.....</i>	1003
Software Open Source per la fotogrammetria dei vicini <i>Giuseppina Vacca.....</i>	1005
La copianificazione dei beni culturali nel Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna <i>Giuseppe Vargiu, Massimo Bulla, Maria Carmen Cogoni, Alessandro Manca, Sara Pusceddu, Gabriele Schirru.....</i>	1013

Un approccio integrato per l'individuazione e la gestione dello stato di conservazione delle coperture in amianto per una Regione Asbesto free <i>Elena Viero, Antonella Damian, Marco Lunardis</i> .....	1019
Pulse Project: una knowledge platform di dati multivariati al servizio della salute pubblica <i>Domenico Vito, Riccardo Bellazzi, Cristiana Larizza, Vittorio Casella, Marica Frasini, Andrea Pogliaghi, Daniele Pala</i> .....	1021
L'analisi territoriale socio-economica in ambito paesaggistico. Metodi multivariati e indicatori compositi a confronto <i>Gian Pietro Zaccomer</i> .....	1033
HotMaps: una piattaforma web per il supporto alla pianificazione energetica <i>Pietro Zambelli, Antonio Novelli, Simon Pezzutto, Silvia Croce, Stefano Zambotti</i> .....	1042
ProgettoPRO Punti di Riferimento Open <i>Fabio Zonetti, Roberta Tozzo</i> .....	1047
L'Osservatorio sul Fenomeno della Violenza sulle Donne (OFVD). Fare Crime Mapping in Regione Campania <i>Monica Sebillio, Michele Grimaldi, Giuliana Vitiello, Antonio De Piano, Vincenzo Bevilacqua</i> .....	1049
Geodata4all, le azioni di AgID per rendere disponibili i dati territoriali a tutti gli utenti <i>Gabriele Ciasullo, Antonio Rotundo</i> .....	1057
Ricostruire e comunicare il paesaggio storico. Archeologia, rilievo aerofotogrammetrico tramite SAPR, Virtual Landscaping <i>Pauline Deguy, Silvia Leporatti, Silvia Pulice, Andrea Vanni Desideri</i> .....	1065





## Il rilievo laser scanner a supporto degli studi storico-architettonici: la Cattedrale di Sant'Andrea a Vercelli

Giosuè Bronzino <sup>(a)</sup>, Antonio Cittadino <sup>(b)</sup>, Michele De Chiaro <sup>(c)</sup>, Margherita Forgia <sup>(b)</sup>, Gabriele Garnero <sup>(b)</sup>, Paola Guerreschi <sup>(b)</sup>, Maurizio Inzerillo <sup>(b)</sup>,

<sup>(a)</sup> Politecnico di Torino, Scuola di Specializzazione in Beni Culturali e del Paesaggio, viale Mattioli 39, Torino, [giosue90@gmail.com](mailto:giosue90@gmail.com)

<sup>(b)</sup> Università degli Studi di Torino, DIST, viale Mattioli 39, Torino, [antonio.cittadino@unito.it](mailto:antonio.cittadino@unito.it), [margherita.forgia@unito.it](mailto:margherita.forgia@unito.it), [gabriele.garnero@unito.it](mailto:gabriele.garnero@unito.it), [paola.guerreschi@unito.it](mailto:paola.guerreschi@unito.it), [maurizio.inzerillo@unito.it](mailto:maurizio.inzerillo@unito.it)

<sup>(c)</sup> Politecnico di Torino, DIST, viale Mattioli 39, Torino, [michele.dechiaro@polito.it](mailto:michele.dechiaro@polito.it)

### Riassunto

Le operazioni di rilievo, oltre che preliminari a qualsiasi attività di intervento edilizio, sono anche propedeutiche a tutte le attività di analisi storica degli edifici. Per formulare considerazioni che portino alla comprensione del bene da analizzare è necessaria una conoscenza metrica che consenta di evidenziare, oltre alle dimensioni complessive dell'oggetto, le eventuali modularità e le differenze rispetto ad uno schema preordinato, facendo risaltare le deformazioni o trasformazioni subite nel tempo.

I recenti progressi nel settore della geomatica consentono di realizzare rilievi estremamente precisi, in tempi contenuti e con costi sostenibili, garantendo uniformità di precisione e completezza di documentazione.

Il rilievo proposto dal LARTU (Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane) nell'ambito delle attività del Politecnico di Torino, DIST (Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio) relativamente alla Chiesa di Sant'Andrea di Vercelli in occasione dell'ottocentesimo anniversario della fondazione, si pone come caso studio di integrazione tra differenti metodologie di rilievo, partendo dall'acquisizione di una nuvola di punti integrata da immagini fotografiche ad alta risoluzione, con elevate caratteristiche qualitative sia dal punto di vista metrico che tematico.

### Abstract

The survey operations are preliminary to any activity concerning projects on historical building; they are also preparatory to all the historical analysis on monuments.

Metric knowledge is necessary to formulate considerations for the comprehension of the object to analyse. Therefore, it is possible to highlight, in addition to the overall dimensions of the object, any modularity and the differences compared to a pre-ordered scheme, bringing out the deformations or transformations endured over time.

Latest improvements in geomatics field allow creating extremely precise metric surveys, in a short time and with affordable costs, ensuring uniformity of precision and completeness of documentation.

Within the framework of the activities of the Politecnico di Torino, DIST (Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning), concerning the church of Sant'Andrea in Vercelli on the occasion of the eight hundredth anniversary of its foundation, the metric survey proposed by LARTU (Laboratory of Territorial and Urban Research) stands as a case study of integration between different metric survey methodologies, starting from the acquisition of a measures cloud integrated with high-resolution photos, with high quality characteristics both on the metric and thematic.

### **Introduzione**

Nell'ambito delle celebrazioni per gli ottocento anni dalla fondazione della prima chiesa gotica italiana, l'Abbazia di Sant'Andrea a Vercelli, il LARTU (Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane), laboratorio interateneo di Università e Politecnico di Torino, ha effettuato un'attività di rilievo con una *total station* integrata generando, oltre ad una tradizionale nuvola di punti, un rilievo fotografico ad alta risoluzione.

È indiscutibile il valore aggiunto dato da questa moderna tipologia di rilievo: caso ne sia la scansione laser scanner eseguita dal professor A. Tallon tra il 2011 e il 2012 della Cattedrale di Notre Dame di Parigi, che ora risulta essere un patrimonio informativo di altissimo livello tecnico, scientifico e documentale, indispensabile a seguito del disastroso incendio avvenuto nell'aprile 2019. Questo tipo di rappresentazione digitale consente di "riportare in vita" l'edificio in ogni dettaglio con precisioni millimetriche, che risultano preziosissime in caso di attività di restauro, di ricostruzione o di consolidamento strutturale.

### **Metodologia di lavoro**

Il rilievo nella sua essenza non è solo una procedura, ma un vero e proprio processo che parte dallo studio approfondito del bene da rilevare.

In funzione delle informazioni che si vogliono rappresentare, richieste dal Committente, deriva la scelta di metodi e strumenti.

È da questo genere di riflessioni che il lavoro di seguito presentato ha portato alla definizione dell'intero processo, sia per quanto riguarda la fase di campagna che per quella di restituzione del dato rilevato.

Sono state adottate due metodologie differenti: da un lato quella topografia terrestre basata sul rilievo eseguito con l'utilizzo di una particolare stazione totale integrata, dall'altro quella fotogrammetrica aerea con l'utilizzo di un drone.

Come già anticipato, l'integrazione di queste due metodologie deriva dalla necessita di poter ottenere un prodotto molto preciso da cui poter restituire piante e sezioni - data la mancanza di fonti documentali moderne - e valutazioni di tipo strutturale dell'intero complesso architettonico.

Parallelamente è necessario ottenere un'elevata qualità fotografica per poter effettuare analisi di dettaglio su particolari architettonici o sullo stato dei materiali.

Per quanto riguarda il rilievo topografico si è utilizzata la stazione SX10 prodotta da Trimble: uno strumento di tipo "all-in-one" che coniuga una stazione totale con un laser scanner e tre camere fotogrammetriche.

Questo strumento, interamente gestito da tablet data la mancanza del tradizionale cannocchiale ottico, consente, sfruttando le camere interne, di misurare punti ad una distanza dichiarata di circa 600m, con caratteristiche di precisione molto elevate, e contemporaneamente di catturare circa 26000 punti al secondo colorandoli sulla base delle foto scattate.

Il rilievo integrale dell'edificio ha richiesto 3 giorni di lavoro con la predisposizione di 18 stazioni interne alla Chiesa e 30 esterne comprensive di quelle effettuate nel Chiostro.

Ogni nuvola ottenuta da singola stazione risulta allineata con quelle precedenti, riducendo al minimo il lavoro in post-produzione.

Tuttavia dato l'alto livello di dettaglio fotografico richiesto dalla Committenza, non si è utilizzata la ripresa fotografica prodotta dalle camere interne allo strumento in quanto, per la mancanza della tecnologia HDR, gli scatti fotografici ottenuti sarebbero caratterizzati da differenti livelli di esposizione con conseguenti "scalini" radiometrici nelle differenti prese (figura 1).

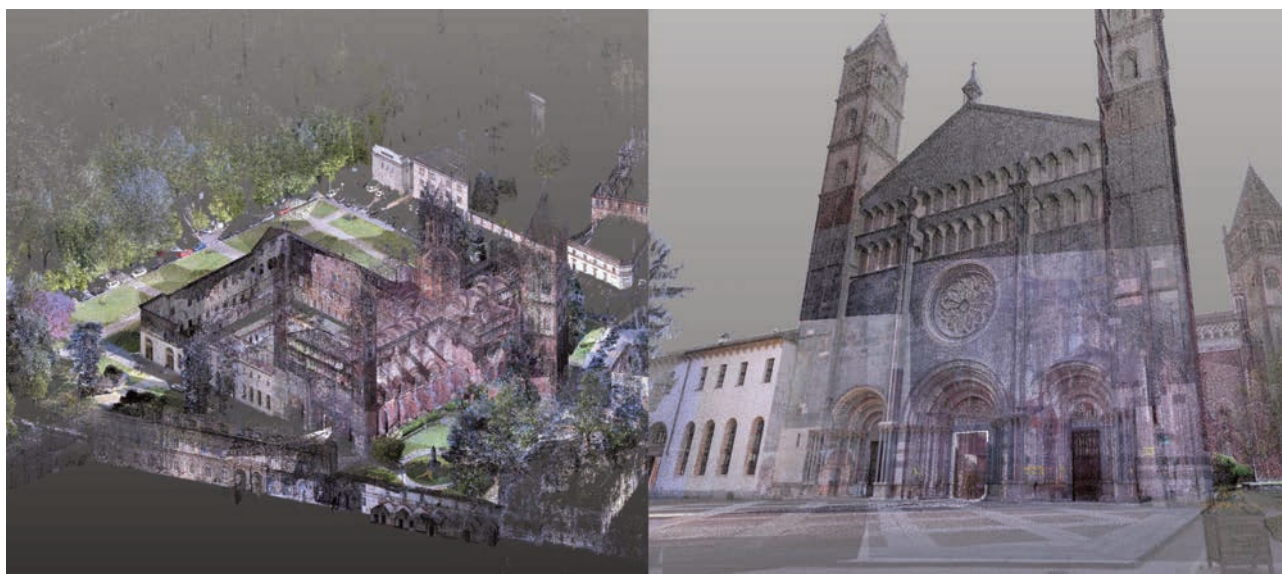


Figura 1 – Nuvola di punti da SX10: a sinistra l'intero complesso, a destra la facciata.

Dopo ogni scansione è stata quindi eseguita una ripresa fotografica tramite l'utilizzo di un supporto rotante (*Nodal Ninja*) che ospita una reflex digitale dotato di un obiettivo di tipo *fish eye* (8 mm) montato sullo stesso cavalletto collocato nel punto di stazione. Sei scatti - eseguiti ogni 60° rispetto al piano orizzontale con un'inclinazione verticale preconfigurata di 12.5° - hanno permesso di comporre una fotografia sferica con caratteristiche dal punto di vista qualitativo superiori alle camere integrate nella stazione.

Al fine di garantire la completezza del modello è stato necessario integrare sistemi che si avvalgano di un punto di vista nadirale, tipico dei fotogrammi da APR.

Grazie ad un volo fornitoci da terzi, costituito da circa 250 fotogrammi ed eseguito con *DJI Phantom 4*, è stato possibile ottenere una nuvola di punti fotogrammetrica aerea.

Ottenute le informazioni utili per elaborare il modello dell'intero complesso si è passati alla fase di restituzione del dato rilevato.

Le nuvole di punti terrestri, con l'ausilio del software *Trimble Real Works*, sono state trattate migliorandone l'allineamento e filtrando le informazioni superflue. Operazione successiva è stata la sostituzione per ogni singola stazione delle foto scattate dall'*SX10* con quelle scattate manualmente con il sistema *Nodal Ninja* all'interno dello stesso ambiente di lavoro, con prese precedentemente mosaiccate tramite l'utilizzo dell'editor fotografico *Autopano Giga*.

Questo consente non solo di avere una nuova base di tipo fotogrammetrico, ma al contempo di ricolorare l'intera nuvola su una base migliore rispetto a quella standard offerta dalla stazione (figura 2).



Figura 2 - Nuvola di punti ricolorata: a sinistra l'intero complesso, a destra la facciata.

Per quanto riguarda le elaborazioni sui dati prodotti dal volo con drone si è scelto di utilizzare *3DF Zephyr Aerial* tramite il quale è stata generata la nuvola densa fotogrammetrica dell'esterno dell'edificio.

Le due nuvole a disposizione hanno caratteristiche differenti: la nuvola ottenuta dall'*SX10* è in un sistema di riferimento locale e presenta una bassa rumorosità, quella invece di derivazione fotogrammetrica è georiferita nel sistema UTM/WGS84-32N e presenta una rumorosità maggiore rispetto alla precedente, in particolar modo sulle superfici verticali.

Si è reso quindi necessario eliminare dalla nuvola fotogrammetrica aerea le superfici rilevate con l'*SX10*, evitando la contaminazione della prima nuvola con punti superflui della seconda, integrando in tal modo le aree mancanti dalla nuvola terrestre, in particolare costituite dalle coperture (figura 3).

A conclusione del processo di costruzione del modello, la nuvola definitiva ha costituito il supporto per la creazione delle geometrie solide, consentendo la realizzazione del BIM (*Building Information Modeling*) grazie all'impiego del software *Autodesk Revit*.

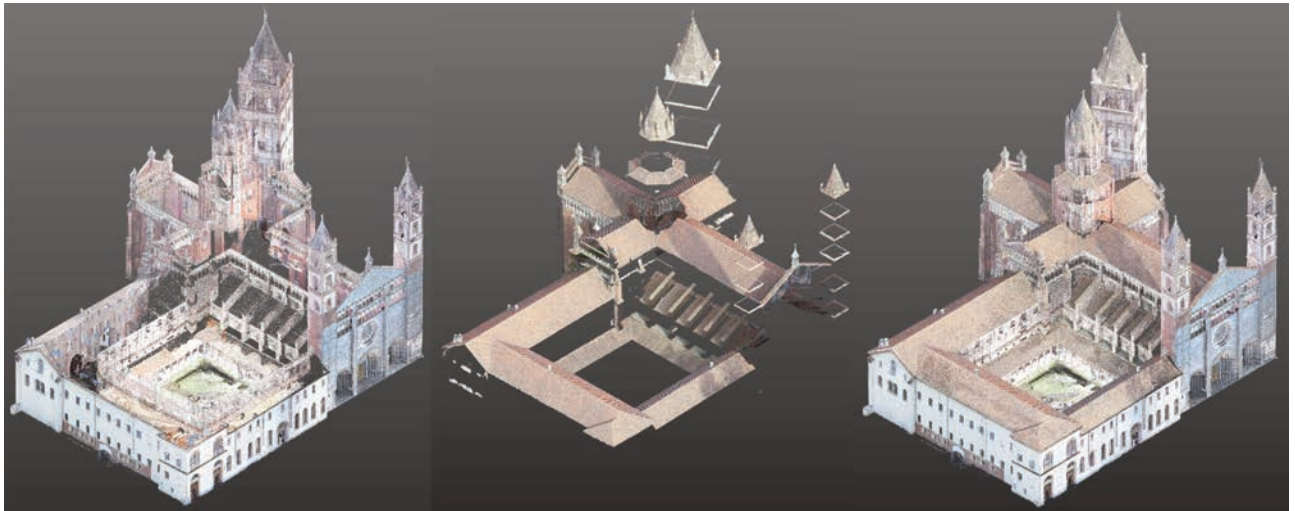


Figura 3 – Processo di costruzione della nuvola integrale.

### Elaborati prodotti

I primi prodotti realizzati, per rispondere alle richieste dei ricercatori e coprire il vuoto documentale, sono stati pianta e sezioni limitate alla sola basilica: sono state disegnate sulla base di una nuvola dalla precisione metrica molto elevata: residui nelle operazioni *cloud to cloud* medio pari a 1,38 mm (valore minimo poco inferiore al millimetro e valore massimo inferiore a 2 mm) (figura 4).

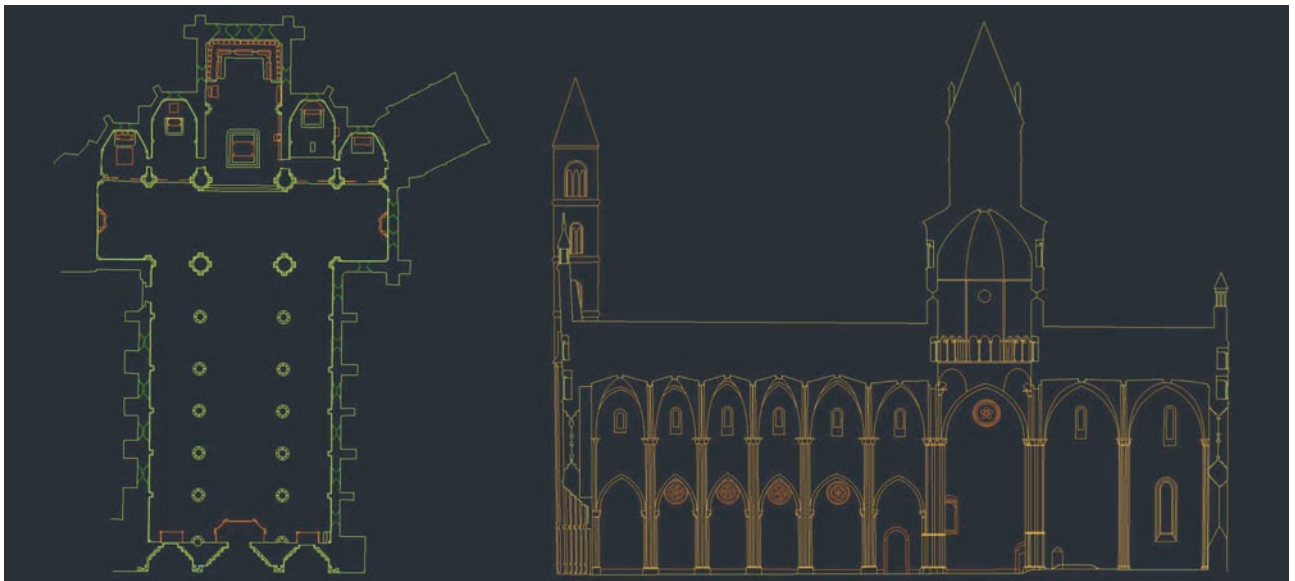


Figura 4 – Pianta e sezione della basilica

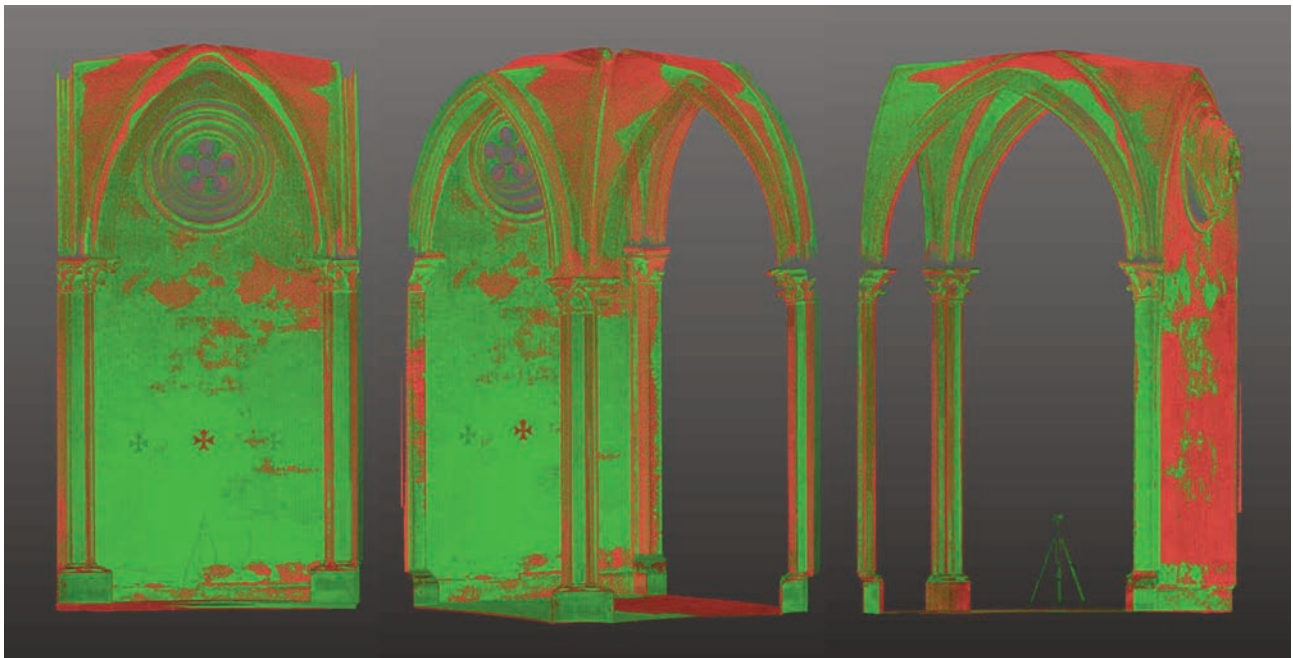
A seguire sono stati generati, sfruttando le foto scattate da ogni singola stazione, una serie di viste rettificate utilizzate sia per l'analisi della composizione dei materiali e il loro degrado che per lo studio degli archi costituenti il complesso religioso, con lo scopo di identificare la loro tipologia tramite i centri di imposta (figura 5).

Il rilievo ottenuto permette anche di eseguire analisi sia di tipo quantitativo che qualitativo: da un lato è possibile isolare ogni singolo elemento per comprenderne i rapporti modulari e le differenze rispetto ad uno schema

preordinato, dall'altro determinare le deformazioni o trasformazioni subite nel tempo attraverso l'allineamento tra gli elementi (figura 6).



*Figura 5 – Analisi tipologica degli archi tramite l'analisi dei centri d'imposta.*



*Figura 6 – Sovrapposizione di due campate per lo studio delle deformazioni.*

Oltre ad elaborati con una elevata valenza tecnica è stata prodotta un'applicazione autoeseguibile di più facile lettura e utilizzo da poter gestire senza l'ausilio di software specialistici e competenze specifiche.

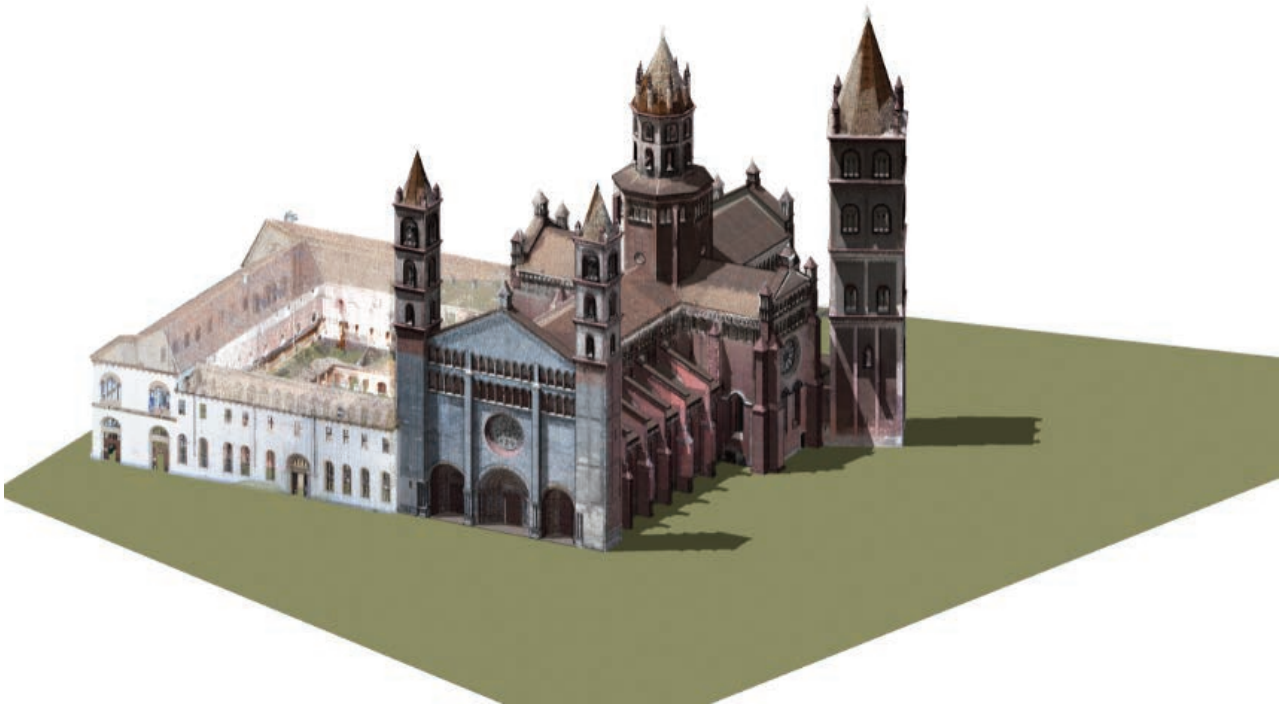
Il risultato è un modello solido in 2.5D costruito dall'integrazione tra le foto sferiche e le nuvole di punti, un ambiente di lavoro nel quale è possibile navigare all'interno degli spazi rilevati e in modo interattivo prendere annotazioni o fare misurazioni (figura 7).



Figura 7 – Modello solido interattivo generato con Trimble Publish

Con la collaborazione di uno specializzando della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio del DIST è stato infine elaborato un modello tridimensionale BIM del corpo auilico:

- dapprima è stato realizzato, sulla base della nuvola di punti, il volume solido dell'involucro dell'edificio;
- quindi sono stati modellati gli elementi architettonici ripetibili per mezzo di famiglie parametriche;
- infine sono stati realizzati gli oggetti singoli, sempre sulla base dei dati desumibili dalle ortofoto delle facciate;
- queste ultime, opportunamente calibrate, sono state applicate agli elementi piani di murature e di coperture, al fine di conferire una connotazione materica con l'utilizzo delle *textures* materiche, onde consentire la fattibilità di render fotorealistici ricavabili dal progetto (figura 8).



*Figura 8 – Modello BIM.*

## **Conclusioni**

Lo studio sul complesso monumentale di Sant'Andrea di Vercelli ha rappresentato un interessante caso studio per la sperimentazione integrata di differenti metodologie di rilievo e di rappresentazione multidisciplinari.

Siamo oggi in presenza di tecnologie "mature" che danno la possibilità all'utilizzo professionale di innovative forme di rilievo e rappresentazione del patrimonio culturale.

Il progetto così realizzato può costituire la base per ulteriori studi sulla costruzione (non ultimi quelli relativi allo sviluppo storico del complesso), volti sia alla conoscenza quanto al recupero del costruito.

## **Bibliografia**

Del Giudice M., Lingua A., Matrone F., Noardo F., Sanna S., Zerbinatti M. (2017), "Rilevamento metrico 3D e modellazione H-BIM per la manutenzione programmata del patrimonio architettonico", in Atti del XXI Conferenza Nazionale ASITA, Milano, 357-364

Tucci G., Bonora V., Costantino F., Ostuni D. (2004), "Metodi di rilevamento tridimensionale a confronto: affidabilità metrica e capacità descrittive", in Atti del I Convegno e-Arcom, tecnologie per comunicare l'architettura, Ancona, 553-558.