

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di selezione per la chiamata a professore di II fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 18, comma 1, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 08/A4 - Geomatica, (settore scientifico-disciplinare ICAR/06 - Topografia e Cartografia) presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, (avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 21 del 12/03/2024) - Codice concorso 5500

Giovanna Sona

CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	SONA
NOME	GIOVANNA
DATA DI NASCITA	06 – FEBBRAIO - 1961

ESPERIENZE LAVORATIVE

POSIZIONE ATTUALE

Ricercatrice a Tempo Indeterminato presso Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Sezione Geodesia e Geomatica, nel Settore Scientifico Disciplinare ICAR/06 (Topografia e Cartografia).

ESPERIENZE PRECEDENTI

Da Ottobre a Dicembre 1987: Docente supplente di Matematica e Fisica presso il Liceo Scientifico Statale R. Donatelli - Viale Campania, Milano.

Da Ottobre a Dicembre 1987: Collaboratore a contratto presso l'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università di Milano ed ENEL-CRTN di Milano, per la gestione di centraline di rilevamento di dati meteorologici e di inquinamento atmosferico nella stazione di Milano Brera, per l'analisi dati, e per la realizzazione di simulazioni numeriche e statistiche per l'identificazione delle sorgenti inquinanti.

Da Gennaio 1988 ad Agosto 1991: Ricercatrice nel settore Modellistica di Giacimento (MODL) di AGIP S.p.A. (ENI), San Donato Milanese (Milano), con il compito di acquisire, testare, applicare modelli numerici per la dinamica dei fluidi (olio e gas) nei mezzi porosi, e fare formazione interna. Passa alcuni mesi di addestramento su modelli fluidodinamici (reservoir modelling) all'estero, presso Franlab (Antibes, Francia) e Computer Modeling Group (Calgary, Canada).

Dal 1991 al 1994: Studente del Corso di Dottorato in Scienze Geodetiche e Topografiche - Politecnico di Torino e Milano. Campo di ricerca: la modellizzazione del campo di gravità Terrestre;

sviluppo di nuovi metodi matematici e implementazione di programmi di calcolo scientifico. Tema specifico della tesi è lo studio di nuove tecniche computazionali per la determinazione di modelli globali del campo di gravità anomalo. Tutor: Prof. F. Sansò.

Dal 1994 al 1995: Ricercatore a contratto presso l'Istituto di Rilevamento, Fotogrammetria e Geofisica (poi inserito nel Dipartimento di Ingegneria Idraulica Ambientale e del Rilevamento - DIIAR, e attualmente confluito nel Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – DICA) del Politecnico di Milano. Prosegue le sue ricerche sulla modellazione del campo di gravità terrestre, e sulla determinazione di modelli locali e globali di geoide con metodo gravimetrico.

Da Gennaio 1996 al 14 Ottobre 1998: Ricercatore al Centro Nazionale Ricerche - CNR – Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico – via Ampere, Milano. In collaborazione con il Politecnico di Milano, continua le attività sulla determinazione di modelli gravimetrici globali e locali, e sul trattamento e integrazione di modelli digitali del terreno (modelli altimetrici – DTM).

Dal 15 Ottobre 1998: prende servizio come Ricercatore Universitario (RU) in "Topografia e Cartografia" presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica Ambientale e del Rilevamento del Politecnico di Milano (Sezione Rilevamento). (da gennaio 2013 il Dipartimento confluisce nel Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA))

TITOLI

TITOLO DI STUDIO

7 Luglio 1987: Laurea in Fisica all'Università Statale di Milano (110/110 cum Laude) con una Tesi dal titolo: " Studio mediante tecnica PIXE (Particle Induced X-Ray Emission) dell'inquinamento da polveri in località urbane della Sicilia", relatore: Prof.ssa G. Marcazzan, sviluppata presso CISE (centro di ricerca ENEL) – Segrate (MI). Argomento della tesi: sviluppo di metodi per l'identificazione delle sorgenti di particolato inquinante mediante PCA (Analisi delle Componenti Principali) effettuata su campioni di polveri filtrate e analizzate con tecnica di radiazione X indotta.

TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA

Aprile 1994: Titolo di Dottore di Ricerca in Scienze Geodetiche e Topografiche, con Tesi dal titolo: "La determinazione dei modelli globali di campo gravitazionale anomalo". La tesi affronta diversi problemi teorici di geodesia, e descrive lo sviluppo di nuove tecniche per il calcolo di serie di funzioni armoniche ellissoidiche, che sono infine implementate in un programma Fortran.

ABILITAZIONE SCIENTIFICA NAZIONALE

Dall'11 Settembre 2019: consegue l'Abilitazione Scientifica Nazionale alle funzioni di professore universitario di seconda fascia nel Settore Concorsuale 08/A4 - GEOMATICA. (procedure di Abilitazione Scientifica Nazionale bandite con decreto direttoriale n. 2175/2018). La validità dell'Abilitazione è di undici anni a decorrere dal 11/09/2019.

ATTIVITA DIDATTICA

INSEGNAMENTI e MODULI

Dal 1991 al 2000 svolge esercitazioni per vari corsi presso il Politecnico di Milano: come tutor del Corso di Metodi Probabilistici e Statistici e Processi Stocastici (MPSPS), Prof. Sansò, per il Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e Ambientale, dall'AA 91/92 al 96/97, e per il corso di Fondamenti di Statistica del Diploma Universitario di Ingegneria Informatica dall'AA 94/95 all'AA 98/99,

Dal 2000 al 2003 docente dei Corsi di Statistica (5 cfu) e Fotogrammetria (5 cfu) per il Diploma di Ingegneria Ambientale e per la laurea in Ingegneria Ambiente e Territorio (Polo di Como).

Dal 2004 al 2009 docente del Corso di Fotogrammetria Digitale e Analisi di Immagine (7,5 cfu, Lauree Magistrali Ingegneria Ambiente e Territorio (IAT) e *Environmental and Geomatic Engineering* (EGE). (Polo di Como).

Nell'AA 2008/2009 docente dei corsi Principi di Fotogrammetria (2,5 cfu) e *Digital Photogrammetry, and Image Analysis* (7.5 cfu) (EGE); (Polo di Como).

Nell'AA 2009/2010 docente dei corsi *Digital Photogrammetry* (6 cfu, M.Sc. - EGE), Principi di Fotogrammetria e di Telerilevamento (5 cfu) Laurea Triennale Ing. Civile Ambientale (ICA), (Polo di Como).

Nell'AA 2010/2011 docente del corso *Digital Photogrammetry and Image Analysis* (10 cfu), e co-titolare con il Prof. Sansò del corso *Gravity Prospecting* (3 cfu, M.Sc. -EGE Como)

Dal 2011 al 2014 docente del corso *Image Analysis* (M.Sc. -EGE Como) (5 cfu)

Nell'AA 2014/2015 docente del corso *Image Analysis e Remote Sensing* (M.Sc. -EGE Como) (5+5 cfu)

Dal 2016 al 2019 docente del corso *Topography and Cartography* (4 cfu) alla Laurea Magistrale in *Sustainable Architecture and Landscape Design* (SAL), Polo di Piacenza.

Nell'AA 2018/2019, 2 cfu del Corso *Topography and Cartography* sono offerti anche come 'Didattica Innovativa' nei corsi '*Landscape Design Studio*' e '*Architectural Design Studio*', dello stesso Corso di Laurea Magistrale '*Sustainable Architecture and Landscape Design*', per la parte di rilievi paesaggistici con droni, 3D modelling e GIS.

Dal 2019 al 2023 docente del corso *GIS Applications* (4 cfu), modulo del Corso Integrato '*Landscape Representation and Modelling*', obbligatorio per tutti gli studenti del Corso di Laurea Magistrale SAL (Polo di Piacenza).

Dal 2019 al 2023, 2 cfu del Corso *GIS Applications* sono offerti anche come 'Didattica Innovativa' nei corsi '*Landscape Design Studio*' e '*Architectural Design Studio*', dello stesso Corso di Laurea Magistrale '*Sustainable Architecture and Landscape Design*' (Polo di Piacenza).

Nel 2023 e 2024 Responsabile del Corso '*POLI25 - Using the Geographical Information Systems for the quantitative and qualitative landscape analysis*'- per Athens network (Advanced Technology Higher Education Network/SOCRATES) – 13-17 Marzo 2023, 20-24 Novembre 2023, 18-22 Marzo 2024

ATTIVITA DI DIDATTICA INTEGRATIVA E DI SERVIZIO AGLI STUDENTI

ATTIVITA' DI RELATORE DI ELABORATI E TESI DI LAUREA

Tesi di Laurea

Laurea in Ingegneria Ambiente e Territorio (IAT) - Campus Como

2003 *Rete GPS per l'Appoggio del Volo Fotogrammetrico di Como.* Eliana Nespoli

Tesi di Laurea Triennale

Ingegneria Ambiente e Territorio (IAT) - Campus Como

2005 *Generazione di Modelli del Terreno dalla Fotogrammetria Digitale.* Omar Gilardoni

2008 *Rilievo Fotogrammetrico Terrestre di Porta Torre a Como.*

Raquel Medina Ramos e Jose Luis Molina Herrera

Levantamiento Fotogrametrico de la Fachada de la Basilica de San Abbondio.

Andres Lopez Arena e Gabriel Sagra Bautista e Josè Guillermo Pimentel Parra

2009 *Analisi Sperimentale sulla Qualità Metrica di Camere Digitali per Fotogrammetria Aerea.*

Andrea Baj Rossi

2011 *Utilizzo di UAV per Rilievi Fotogrammetrici di Prossimità.* Arianna Matli

Ingegneria Ambiente e Territorio (IAT) - Campus Milano

2015 *Classificazione di Immagini da UAV per l'Identificazione di Specie Arboree Alloctone*

Davide Andreini

Ingegneria Civile – Milano

2016 *Calibrazione Geometrica di una Camera Termica* Matteo Fumagalli

Tesi di Laurea Magistrale

Laurea Magistrale Ingegneria Ambiente e Territorio (IAT) - Campus Como

2006 *Estrazione automatica di bordi da immagini ortorettificate* Marco Pozzi

2010 *Processing of high resolution and multispectral aerial images for forest DSM production and tree classification* Rossana Gini

2011 *Validazione geometrica dell'orientamento di un blocco di immagini da drone con software commerciali* Andrea Baj Rossi

2012 *Multitemporal remote sensing analysis of land cover features evolution in central Ethiopia region* Zerayohanes Girma Fiseha

Laurea Magistrale - Environmental and Geomatic Engineering (EGE) - Campus Como

2013 *DSM extraction and vegetation volume estimation from UAV photogrammetric survey in a park area* Muzaffer Can Iban

2015 *Remote sensing observations for monitoring coastal zones : Volturno river mouth case study* Saba Daneshgar

Laurea Magistrale in Ingegneria Ambiente Territorio (IAT) - Campus Milano

2014 *Calibrazione geometrica della camera Tetracam ADC Lite* Alan Sibio

2016 *Rilievi multispettrali e multitemporali da SAPR per applicazioni di agricoltura di precisione* Giulia Ronchetti e Andrea Giussani

Environmental and Land Planning Engineering - Campus Milano

2016 *Utilizzo di immagini multispettrali e termiche per la caratterizzazione dei terreni agricoli* Matteo Mezzanzanica

2017 *Rilievo multispettrale e termico per la viticoltura di precisione* Fabio Grigoli

2019 *Crop rows detection through UAV images* Alexandro Marino e Federica Marotta

- 2020 *Ottimizzazione di rilievi UAV ed elaborazioni di dati termici per l'analisi dello stress idrico delle colture* Alessandro Ronchetti e Michele Zamboni
- 2020 *Mappatura di aree percorse dal fuoco in ambiente mediterraneo mediante un approccio fuzzy applicato ad immagini Sentinel-2* Erika Piaser
- 2022 *Assessment of capabilities of UAV multispectral imaging for wetland vegetation mapping* Francesco Fustinoni
- 2023 *Change detection in water surface area of Urmia lake using Landsat imagery and geographic information system* Sahar Jazayeri Moghanlo
- 2023 *Nurturing nature in the city: Assessing ecosystem services and biodiversity of an urban forest in Milan functional urban area* Christa Maria Jose

Laurea Magistrale Sustainable Architecture and Landscape Design (SAL) - Campus Piacenza

- 2018 *The interoperability between BIM and CIM for urban design process and energy simulation* Marwa Mohamed Abdelhady Elsaid Shaheen
- 2022 *Groundwater recharge park. Towards sustainable perspectives to minimize drylands degradation : approach for changing landscape to accumulate for climate change* Samira Habibtalkhoonchek e Mehrdad Jabbari Basir

Laurea Magistrale Geoinformatic Engineering - Campus Milano

- 2022 *Implementing an algorithm based on soft computing for burned area mapping from Sentinel-2 data in a user-friendly QGIS workflow* Ruken Dilara Zaf
- 2022 *Multi-scale analysis and comparison of Burned Area products derived from Earth Observation (EO) data over the African continent* Martina Pasturensi
- 2022 *Ten years analysis of Mau Forest degradation : forest cover and ecosystem transformation* Phesto Odhiambo Osano
- 2023 *Burned Area Detector Development of a QGIS plugin for mapping burned areas from Sentinel-2 images* Thomas Martinoli

Diploma Universitario_– Campus Como

Ingegneria Ambiente e Risorse

- 2001 *La Tecnica Aerofotogrammetrica Digitale per la Produzione di Cartografia Numerica alla scala 1:2000 del Triangolo Lariano* Emanuele Daverio
- 2004 *Restituzione Analitica e Digitale per Produzione di Cartografia Multiscala* Fabio Cennami

Ingegneria Ambiente e Territorio

- 2001 *Aggiornamento di Cartografia e di Mappe Catastali da Rilievo Fotogrammetrico* Fabio Luisetti

ATTIVITA' DI RELATORE DI TESI DI DOTTORATO PER IL CORSO DI INGEGNERIA AMBIENTALE E DELLE INFRASTRUTTURE (IAI),

Area Environmental and Hydraulic Engineering and Geomatics

- **Rossana Gini** “Development and test of a multi-sensor Unmanned Aircraft System for environmental surveys”, XXVI Cycle - Politecnico di Milano, academic years 2011-2014.
- **Roberta Fagandini** “Preprocessing of Sentinel-2 optical images: a new procedure for clouds and shadows masking”, XXXI Cycle - Politecnico di Milano, academic years 2015-2018.
- **Ronchetti Giulia** “UAV surveys for crop monitoring and management in precision agriculture”, XXXII Cycle - Politecnico di Milano, academic years 2016 -2020.

- **Erika Piaser** “Mapping vegetation spectral diversity at ultra-high spatial and spectral resolution: a methodological workflow from planning to processing”, XXXVII Cycle - Politecnico di Milano, academic years 2021- now.
- **Chiara Bottaro** “Multi scale mapping of green biodiversity in urban areas”, XXXVIII Cycle - Politecnico di Milano, academic year 2023.
- **Matteo Invernizzi** “Multispectral and thermal sensors on board UAV to monitor water status in vineyards”, XXXIX Cycle - Politecnico di Milano, academic year 2023.

ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE E SEMINARIALI

Ottobre 1994 – Fa parte del comitato organizzatore della prima “International School on the Determination and Use of the Geoid”, tenuta da IGeS presso DIIAR, Politecnico di Milano.

AA 2001-2002 – Co-autrice con G. Venuti e E. Piazza della prima edizione del Corso di Statistica per la laurea triennale on-line di Informatica, in collaborazione con il Dipartimento di Matematica del Politecnico di Milano.

Settembre 2008 – Fa parte del comitato organizzatore della 8th “International School on the Determination and Use of the Geoid”, tenuta da IGeS presso il Polo di Como.

Giugno 2015 – Nell’ambito del Corso in Geomatica per la conservazione – tenuto all’Università degli Studi di Firenze - GeCo Laboratory, Dipartimento DICEA- DICEA – è co-organizzatrice e docente del Modulo 03: Thematic and metric surveys with UAV systems.

Ottobre 2015 – Evento formativo SIFET (2 CF) "Geomaticoltura: la geomatica come strumento per l'agricoltura di precisione", Milano.

Maggio 2017 e Settembre 2018 – Co-direttore e docente di due edizioni del corso di formazione permanente al Politecnico di Milano: modellazione 3D con immagini da drone. Lezioni teoriche ed esercitazioni sulla pianificazione dei rilievi e sul processamento di immagini per prodotti metrici (modelli di superfici e ortofoto) con software SfM.

Giugno 2017 – Nell’ambito del Corso ‘Fotogrammetria applicata alle immagini da drone’ tenuto durante il meeting della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, a Ragusa, tiene il seminario: ‘Rilievi fotogrammetrici tramite UAS: progetto di presa e sensori digitali’.

Giugno 2017 – Convegno SIFET Ragusa– Sessione ‘Agricoltura di Precisione – Relazione invitata ‘Il Telerilevamento Multi- e Iper-spettrale per l’Agricoltura di Precisione’

Marzo 2019 – Responsabile scientifico e docente del corso “Aspetti geometrici e fotogrammetrici del trattamento di dati acquisiti da SAPR” tenuto presso CNR-IREA di Milano – Lezioni teoriche ed esercitazioni con software fotogrammetrico SfM.

Marzo 2019 – Invitata a tenere 2 seminari (5 ore) su ‘Principi Fisici del Telerilevamento’, nell’ambito del Corso di Telerilevamento e GIS, per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Ambiente e Territori presso l’Università di Firenze (Prof.ssa G. Tucci).

Da Ottobre 2020 – Invitata a tenere il seminario (4 ore) ‘Utilizzo di UAV in agricoltura: rilievi multisensore e procedure di post-elaborazione’, per il Corso ‘Laboratorio di Irrigazione di Precisione’ - Prof.ssa Facchi - DiSAA, Università degli Studi di Milano. (AA 20/21, 21/22, 22/23, 23/24).

AA 2020/2021 – Co-organizzatore (con le Proff. Contin and Pandolfi) dei seminari del Corso di Architectural Design Studio 1 del M.Cs in 'Sustainable Architecture and Landscape Planning', Piacenza campus.

AA 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024 – Invitata a tenere seminario (2 ore) dal titolo: Impatto Ambientale da Onde Elettromagnetiche per il Corso 'Valutazione di Impatto Ambientale dell'Inquinamento' della Prof.ssa Azzellino, (Laurea Triennale Ingegneria Ambiente e Territorio - IAT).

AA 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024 – Esercitazioni di Laboratorio GIS (10 ore) per il Corso Nature-Based Solutions for a Resilient World, tenuto dalle Prof.sse Azzellino e Concilio - School of Industrial and Information Engineering-Track SSI – Sustainability and Social Impact.

Maggio 2023 – Invitata per 2 seminari (6 ore) dal titolo 'UAS for Agricultural applications' nell'ambito del Corso 'Drones for Agriculture' (M.C. Agricultural Engineering, Prof. Lovera, Cremona Campus), con lezioni teoriche ed esercitazioni su immagini multispettrali e termiche acquisite da drone su vigneto, processate con software SfM per produrre DSM, ortofoto multispettrali e mappe di indici vegetazionali.

ATTIVITA' DI RICERCA SCIENTIFICA

ATTIVITA' DI RICERCA

Linee di ricerca (in breve)

- Fotogrammetria Digitale: stima delle accuratezze geometriche e radiometriche di sensori digitali; metodi di generazione di DSM.
- Rilievi da Drone in ambito agricolo e forestale: sviluppo e utilizzo di sistemi unmanned vettore/sensori (UAS) per rilievi ambientali, forestali e in agricoltura.
- Telerilevamento: Applicazioni ambientali e paesaggistiche. Metodologie di classificazione di immagini per classificazione del Land Cover.
- GIS: Applicazioni avanzate per studi ambientali, paesaggistici, forestali e in agricoltura
- Geodesia: calcolo e aggiornamento del Geoide Nazionale Italiano, Validazione di Modelli Globali di Gravità, uniformazione di Modelli Digitali di Terreno.

Linee di ricerca – Descrizione delle attività

Fotogrammetria

Dal 2000 inizia a lavorare su tematiche di Fotogrammetria Digitale e Analisi d'Immagine, partecipando al progetto di ricerca nazionale COFIN2002, sull'uso della georeferenziazione diretta in fotogrammetria aerea. Realizza il rilievo topografico di punti di appoggio per la georeferenziazione del blocco di foto aeree acquisite sulla Provincia di Como, per poi produrre ortofoto dell'area e valutarne l'accuratezza metrica, ed effettuare confronto con le accuratezze ottenute da georeferenziazione diretta. Eseguo il processamento dei blocchi fotogrammetrici sia con tecnica tradizionale di Triangolazione Aerea, che con Georeferenziazione Diretta, ottenuta integrando i sistemi di posizionamento inerziale nel rilievo aereo. L'accuratezza dei parametri di orientamento e dei prodotti finali (ortofoto) sono confrontate con diversi metodi. [32, 33, 34].

Negli anni seguenti, comincia l'analisi approfondita delle prestazioni metriche e radiometriche di camere digitali metriche e non-metriche [41]. Lo studio della qualità delle immagini digitali, sia dal punto di vista metrico che del dato radiometrico, diventa sempre più importante con lo sviluppo di camere digitali low cost che cominciano ad essere utilizzate per la creazione di modelli 3D mediante processamenti semi-automatici di tipo fotogrammetrico. Nel 2013, con gruppi di ricerca dell'Università di Ferrara and dell'Università di Siena, prende parte ad una serie di test per definire la fattibilità di rilievi fotogrammetrici con sensori multispettrali e RGB montati su Autogiro.

Vengono pianificati ed effettuati voli test su un'area vicino a Viareggio [49]. La triangolazione del blocco e il modello di superficie prodotto consentono la formazione di ortofoto a colori e multispettrali a risoluzione molto alta, che consentono l'analisi dettagliata della vegetazione della Pineta di San Rossore.

Dal 2010, le sue attività nel campo della fotogrammetria si concentrano sulla fotogrammetria da drone. Approfondisce gli aspetti metodologici dell'uso fotogrammetrico di immagini da UAV, e le possibilità di applicazione, a partire da un primo lavoro di confronto di accuratezze tra orientamenti di blocchi acquisiti da UAV in differenti configurazioni [50].

Fotogrammetria da drone per l'Agricoltura di Precisione e applicazioni Forestali

Nell'ambito del Progetto FOGLIE, affronta i primi problemi relativi all'utilizzo fotogrammetrico di immagini ad altissima risoluzione acquisite da UAV. Lavora con l'unità di ricerca del Politecnico di Milano alla produzione di ortofoto di diverse aree test del Parco dell'Adda, e di modelli tridimensionali di alcuni edifici storici [42, 43, 45]. Lavora inoltre all'acquisizione e all'elaborazione di immagini multispettrali acquisite da drone per la classificazione della copertura del suolo e della vegetazione.

Negli anni seguenti sperimenta l'uso di camere multispettrali per la classificazione di specie arboree, estendendo l'utilizzo di tecniche di elaborazione di immagini digitali tipiche del telerilevamento a immagini con GSD centimetrici. Per l'addestramento e la validazione degli algoritmi di classificazione supervisionata impiegati, vengono utilizzati estesi campionamenti a terra di numerose specie arboree. [52].

Un secondo esperimento di classificazione di vegetazione è stato sviluppato nel Progetto ITACA (2014) con lo scopo specifico di identificare alcune piante alloctone invasive, e in particolare l'Ailanto (*Ailanthus* Altissima). Si occupa della pianificazione e della realizzazione di rilievi multitemporali con camera multispettrale su UAV, e di tutta la catena di processamento delle immagini acquisite, producendo DSM, modello di vegetazione (CHM – Canopy Height Model) e ortofoto multispettrali e multistagionali. Le ortofoto vengono poi processate sia con tecniche pixel-based che object-based, testando differenti algoritmi di classificazione supervisionata e differenti set di classi di vegetazione, studiando la separabilità delle firme spettrali ed effettuando validazioni su un ampio dataset di specie rilevate in campo [53].

Negli anni successivi prosegue lo studio delle tecniche di classificazione per la differenziazione di specie arboree, con esperimenti su un vivaio. La classificazione effettuata su indici vegetazionali calcolati da immagini multispettrali e multistagionali, e l'aggiunta delle variabili di texture, portano ad accuratezze di classificazione molto elevate, sfruttando i dettagli a livello di singola foglia visibili nelle immagini [56, 66].

Per il Progetto BIOMAN segue il processamento di immagini da UAV e satellitari sulle stesse zone, per la produzione di mappe stagionali di indici vegetazionali e per identificare aree naturali e coltivate

adiacenti a corsi d'acqua. Vengono pianificati e realizzati numerosi voli con UAV per monitorare la crescita della vegetazione e stimare il contenuto potenziale di biomassa.

Prosegue intanto lo studio delle caratteristiche metriche e delle accuratezze di prodotti fotogrammetrici (DSM, DTM, Ortofoto) ottenuti con nuovi sensori di diverso tipo montati su UAV. Analizza le prestazioni di diversi pacchetti software che implementano algoritmi di SfM e di bundle block adjustment per l'orientamento di blocchi fotogrammetrici da drone [50, 51] e la qualità dei prodotti ottenuti da immagini con ottica fisheye su UAV a basso costo [69].

Esegue test di accuratezza su nuovi sensori multispettrali e termici per UAV, effettuando confronti e calibrazioni sia metriche che radiometriche allo scopo di valutarne l'affidabilità e gli ambiti di applicazione [71].

Nel 2014 inizia ad applicare i rilievi da UAV in ambito agronomico, studiando le potenzialità dei nuovi strumenti per il monitoraggio e la gestione delle colture secondo i metodi della Agricoltura di Precisione. La maggior parte delle ricerche in questo ambito vengono sviluppate in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Milano.

Il primo esperimento vede l'acquisizione di immagini multispettrali e termiche su suolo nudo e su mais per valutare la possibilità di realizzare mappature dell'umidità del suolo e della crescita del mais in relazione allo stress idrico [58].

Nell'ambito del Progetto NUTRIPRECISO approfondisce i numerosi aspetti critici relativi all'utilizzo di rilievi da UAV in agricoltura, per arrivare a definirne l'uso più adeguato in sinergia con altre tecniche di rilievo. Studia vantaggi e svantaggi di differenti tecniche di rilievo e di elaborazione di immagini, confrontando rilievi da UAV, immagini telerilevate e rilievi a terra. I test sono stati effettuati su diversi tipi di colture, in diverse stagioni e diversi anni.

Le immagini ad altissima risoluzione acquisite da UAV consentono di separare le parti relative alla sola vegetazione rispetto al suolo circostante; studia quindi nuove procedure per effettuare la mascheratura del suolo, allo scopo di analizzare le mappe di vigore e termiche sui soli 'pixel puri' di vegetazione. Per studiare lo stress idrico delle colture, effettua quindi il processamento congiunto di immagini RGB, multispettrali e termiche per ottenere ortofoto termiche di precisione, e mappe accurate di vigore e di stress idrico. È stato infine sperimentato l'utilizzo delle mappe di indici NDVI e CWSI per determinare la classificazione dei campi in zone omogenee [61, 63, 70, 72, 75].

Partecipa a ricerche nel campo dell'Agricoltura di Precisione di CNR-IREA di Milano, pianificando rilievi multispettrali da UAV ed elaborando le immagini acquisite per l'identificazione di erbe infestanti in campi di riso [62]. Collabora a rilievi sperimentali effettuati dall'Università di Firenze (Prof.G.Tucci) su vigneti terrazzati per lo studio degli effetti termici di muretti a secco [73].

Le più recenti collaborazioni con CNR-IREA, nell'ambito di una tesi di dottorato, sono sulla sperimentazione di rilievi con camera iperspettrale 'push-broom' effettuati su vegetazione acquatica. L'utilizzo di tali sensori consente di descrivere accuratamente le firme spettrali e di valutare diversi parametri biofisici delle differenti specie. Sono stati pianificati e analizzati numerosi rilievi per l'acquisizione di dati iperspettrali in differenti geometrie di elevazione del sole e di direzione di scansione, per l'analisi di possibili anisotropie della riflettanza, che possono influenzare il calcolo di indici spettrali e parametri biochimici e biofisici della vegetazione osservata. I risultati sono stati presentati al 13th Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS), 30 Ottobre. 2 Novembre 2023, Atene.

Telerilevamento e Analisi di Immagine

In parallelo con gli studi in campo fotogrammetrico, porta avanti studi sull'utilizzo di immagini satellitari e per applicazioni ambientali, con particolare attenzione all'integrazione di dati provenienti da diverse piattaforme e sensori, con risoluzioni spaziali, spettrali e temporali differenti (per esempio Sentinel2 e Landsat8/9). Durante lo sviluppo di tesi di dottorato vengono studiati aspetti relativi alla mascheratura di nuvole e ombre, al miglioramento di correzioni atmosferiche, e a metodi di pansharpening.

Per applicazioni in campo agronomico sviluppa diverse ricerche sul confronto tra immagini telerilevate e acquisite da UAV per definire gli ambiti di utilizzo di entrambi nella gestione delle colture. I rilievi da satellite e UAV forniscono informazioni differenti che possono essere integrate per una gestione accurata delle colture. L'uso consolidato dei dati da satellite per il monitoraggio di aree estese, può infatti essere efficacemente combinato con dati ad altissima risoluzione su aree limitate, per analisi di dettaglio. I risultati di tale integrazione sono promettenti ma presentano ancora alcuni aspetti critici.

Nel 2017 viene invitata a tenere la relazione 'Il Telerilevamento Multi- e Iper-spetttrale per l'Agricoltura di Precisione' alla Conferenza Nazionale SIFET di Ragusa.

Segue, in collaborazione con CNR-IREA, alcune tesi di Laurea Magistrale sulla individuazione di aree bruciate e sulla determinazione di mappe di 'fire severity', tramite analisi di serie temporali di immagini Sentinel2 [77, 78].

Utilizza tecniche di analisi di immagini telerilevate per il Progetto di ricerca su Biodiversità Urbana, National Biodiversity Future Center (NBFC) che la vede coinvolta nel Task 1.1 per la caratterizzazione della biodiversità vegetale in zone urbanizzate, e per lo studio delle isole di calore urbane (Urban Heat Island – UHI), e nel Task 7.3 per lo sviluppo di metodi innovativi di monitoraggio di aree boscate. Inoltre, sta studiando la definizione dell'isola di calore urbana dalle bande termiche da satellite, in relazione con la definizione di UHI dal campo di temperatura dell'aria. Per il Task 1.1 è in via di sviluppo un approccio metodologico che utilizza correlazioni tra indici vegetazionali, temperature superficiali, mappe di densità di copertura arborea e distribuzione delle diverse specie. Un metodo di pansharpening di bande termiche Landsat tramite algoritmi di Machine Learning e uso di bande Sentinel 2 a 10m è stato presentato al workshop Geo-AI di Torino (14-15 dicembre 2023). Per il Task 7.3 è coinvolta in ricerche per lo sviluppo di metodologie efficienti e tools per l'integrazione di dati multisensore/multirisoluzione (rilievi a terra, immagini da satellite e da UAV) che utilizzano tecniche di matching automatico di immagini (con il Dipartimento di Ingegneria Informatica del Politecnico di Milano) e metodologie di machine learning e IA.

Cartografia e GIS

A partire dal 2006, sviluppa studi di cartografia e applicazioni GIS. Prende parte a due progetti di ricerca nazionali (PRIN2006, PRIN2009), dedicati a sviluppare Sistemi Informativi e Data Base di dati storico-geografici del periodo Medievale e Rinascimentale, collaborando alla creazione di un data base omogeneo e alla georeferenziazione di cartografia antica su sistemi di riferimento attuali, e stimando le deformazioni metriche residue [38]. Altre applicazioni sviluppate in ambiente GIS con dati Telerilevati riguardano lo studio delle caratteristiche climatiche di ambienti urbanizzati [64, 68], in ambito di pianificazione urbana e paesaggistica [79, 80].

Geodesia

Le sue prime ricerche, iniziate durante il periodo di dottorato, sono in ambito geodetico, con studi sui metodi di determinazione di modelli locali e globali di geoide gravimetrico. In particolare, studia

nuovi metodi per il calcolo delle serie di funzioni armoniche utilizzate per il calcolo di modelli globali di geopotenziale [1, 2, 4]. Risolve il problema di calcolare le funzioni armoniche ellissoidiche, e le funzioni di Legendre in esse contenute, sviluppando un nuovo metodo numerico iterativo che ne consente il calcolo fino a ordini e gradi molto elevati, consentendo di ottenere di modelli molto più precisi. Con il lavoro ‘Numerical problems in the computation of ellipsoidal harmonics’ vince il premio **“IAG 1996 best paper award for young authors”** [12]. Sviluppa il programma di calcolo delle funzioni armoniche ellissoidiche (ELGRAM), disponibile sul sito di International Service for the Geoid (ISGeoid) [26].

Un secondo argomento di ricerca in ambito geodetico ha riguardato il problema della riduzione analitica di dati gravimetrici, di cui è stata studiata soluzione iterativa convergente su una superficie sferica [7, 8, 13].

Dal 1994 fa parte dello staff scientifico di IGeS (International Geoid Service), servizio ufficiale della International Association of Geodesy (IAG) che nel 2014 diventa International Service for the Geoid (<http://www.isgeoid.polimi.it>), che ha lo scopo di raccogliere e distribuire modelli di geoide locali (geoid repository), programmi per il loro calcolo, e di sviluppare ricerche su nuove procedure per la modellizzazione del campo di geopotenziale terrestre. (tra i progetti seguiti: European Gravity Geoid Project, Missione satellitare GOCE, Global Geodetic Observing System project (GGOS) per l’unificazione del datum di altezza); inoltre IGeS/ISGeoid organizza periodicamente la International Geoid School [59, 60, 76]. Dal 2014 al 2018 è Direttore di International Service for the Geoid.

Negli anni 1994-1995 prende parte al calcolo del geoide gravimetrico e della superficie topografica del mare del Mediterraneo Orientale (Sea Surface Topography - Progetto GEOMED) [6, 10] e dal 1995 al 2005 prende parte al calcolo delle diverse edizioni e aggiornamenti del Geoide Italiano, la loro validazione e applicazione [14, 15, 22, 23, 24, 28, 35]. Si occupa inoltre del preprocessamento dei dati gravimetrici e di altezza (DTM) ed effettua la validazione del database utilizzato per il calcolo del geoide gravimetrico italiano [11, 27, 36]. Sviluppa programmi di calcolo scientifico (Fortran) per uniformare modelli digitali di terreno di paesi confinanti, definiti in sistemi di riferimento e di coordinate differenti, per ottenere il DTM esteso adatto al calcolo di precisione del geoide italiano [36]. Negli anni 2016-2017, come membro dell’International Service for the Geoid, prende parte ai lavori del Joint Working Group (JWG) 2.2.1 formato dall’International Gravity Field Service (IGFS) e dalla Commissione 2 dell’ International Association of Geodesy (IAG): “Integration and validation of local geoid estimates”. Altre ricerche che la vedono coinvolta riguardano lo studio della determinazione del campo di gravità terrestre, mediante misure GPS e gradiometriche e lo studio del noise di misura nella missione GEM [16, 17].

PARTECIPAZIONE A PROGETTI DI RICERCA

NATIONAL BIODIVERSITY FUTURE CENTER (2023-2026) - Funded by EU – NextGenerationEU, all’interno del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Il National Biodiversity Future Center ha lo scopo di conservare, ripristinare, monitorare e incrementare la biodiversità in territorio italiano e nell’area del Mediterraneo. Partecipazione ai tasks per la caratterizzazione degli ecosistemi urbani e per lo sviluppo di sistemi innovativi di monitoraggio della biodiversità urbana.

CONTESTED TERRITORY (2020 - 2024) - Marie Skłodowska-Curie Action – RISE Horizon 2020 - Pillar I - Excellent Science -Call: H2020-MSCA-RISE-2019 – Direttore Scientifico: Prof.ssa

Contin. Rete internazionale di organizzazioni Europee e Latino-Americane con programma di ricerca dedicato a generare conoscenze empiriche e concettuali sulle diseguaglianze territoriali. <https://www.contested-territories.net/> - Partecipa in qualità di esperta di cartografia, rilievi e GIS.

NUTRIPRECISO (2017 – 2019) - bando PSR 2014-2020 ‘OPERAZIONE 1.2.01 PROGETTI DIMOSTRATIVI E AZIONI DI INFORMAZIONE’ – D.D.S. N. 11297/2016 E D.D.S. N. 678/2017 - (PI Prof. Brancadoro Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali (DiSAA) - Università di Milano): Tecniche di irrigazione e fertilizzazione di precisione nella coltivazione di vigneti e frutteti. È coordinatrice dell’unità di ricerca del Politecnico di Milano.

BIOMAN (2015 - 2016). Finanziato da Fondazione CARIPOLO (Bando 2014-0575 - Integrated industrial biotechnology research). Bioman (Bio-Revaluation of the Chemical District of Mantova by Planning Non-Food Biomass Supply and its Upgrading to Bio-Products) allo scopo di promuovere lanew bioeconomy basata su risorse rinnovabili naturali e materiali di scarto per la produzione di energia, incrementando la sostenibilità. Utilizzo di tecniche di telerilevamento e rilievi da UAV per la stima di biomasse.

ITACA (2014) (Innovazione, Tecnologie, Azioni per il Contrasto delle Alloctone) – Finanziato da Fondazione CARIPOLO - Realizzato con Parco Adda Nord: un programma di monitoraggio sperimentale mediante rilievi multispettrali da UAV per contrastare le specie vegetali aliene invasive.

FOGLIE (2010 - 2012) - Fruition Of Goods Landscape in Interactive Environment (Fruizione dei beni del paesaggio in un ambiente interattivo). Finanziato da Regione Lombardia - Bando per interventi di valorizzazione del patrimonio culturale (POR FESR 2007-2013 – Asse 1– Linea di intervento 1.1.1.1 – Azione B). Come partecipante all’unità di ricerca del Politecnico, prende parte alla progettazione e realizzazione di voli fotogrammetrici con UAV, alla produzione di ortofoto multispettrali di una zona del Parco dell’Adda, e alla modellizzazione 3D di alcuni siti di interesse storico e culturale. È stato sperimentato l’uso di immagini multispettrali per lo studio di suoli e la classificazione della vegetazione.

PRIN2009 (2009 – 2010) - finanziato dal Ministero dell’Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) nell’ambito della call "Progetti di Rilevante Interesse Nazionale". Progetto: ‘Gestione di archivi digitali e strumenti GIS per la ricerca storica’ - Elaborazione di sistemi informativi geografico-storici sull’Italia tra Medioevo e Rinascimento e produzione di una cartografia storica. Uniformazione dei dati storici in formati omogenei e realizzazione di un database di informazioni storico-cartografiche; georeferenziazione di materiale cartografico antico su un riferimento attuale e valutazione dell’entità e della distribuzione delle deformazioni geometriche; supporto alla realizzazione di mappe storiche

PRIN2006 (2006 – 2007) – finanziato dal Ministero dell’Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) nell’ambito della call "Progetti di Rilevante Interesse Nazionale". Titolo del Progetto: ‘Geografie politiche dell’Italia dal 1350 al 1500: assetti territoriali e dinamiche di sistema. Fonti, linguaggi, cartografia’. Organizzazione del database e georeferenziazione di informazioni di carattere storico (relative a periodo compreso tra il 1350 ed il 1500) all’interno di un GIS.

PRIN2005 (2005 – 2006) - finanziato dal Ministero dell’Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) nell’ambito della call "Progetti di Rilevante Interesse Nazionale". Progetto ‘Il GEOPIXEL, definito geometricamente e radiometricamente come entità sul territorio’ – Integrazione di dati multisensoriali e multiscala in applicazioni tematiche. In quest’ambito ha seguito lo sviluppo in ambiente Matlab di software per l’estrazione di contorni da immagini raster.

ITALGEO05 (2005) – Calcolo e aggiornamento del geoide gravimetrico italiano, con dati aggiornati di elevazione (DTM) e misure di gravità.

PRIN2004 (2004-2007) – finanziato dal Ministero dell’Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) nell’ambito della call "Progetti di Rilevante Interesse Nazionale". Numero di Protocollo 2004045141_005, area 04 ‘L’uso del GPS per le analisi geodinamiche alle diverse scale spazio-temporali e l’inversione congiunta di dati sismici e gravimetrici’ PI Prof. Sabadini; Direttore dell’Unità di Ricerca del Politecnico di Milano: Prof. Barzaghi.

GEIE-BBT (2003) - Contract D0037 Brenner Basistunnel EWIV. Progetto di calcolo del geoide gravimetrico del Brennero.

COFIN2002 (2002 – 2003) – Titolo del Progetto ‘I Sistemi inerziali integrati di posizionamento nella fotogrammetria aerea’ – Analisi sperimentale di georeferenziazione diretta in fotogrammetria aerea e confronto con tecniche tradizionali di Triangolazione Aerea, sviluppata su dieci città italiane.

ITALGEO99 (1999) – Determinazione del nuovo geoide gravimetrico italiano: aggiornamento del modello digitale del terreno e sviluppo del modello.

DMA-NASA EGM96 (1996) – Progetto internazionale di validazione sul territorio italiano del modello globale di geopotenziale EGM96.

ARISTOTELES (1995) - Analisi delle performances del satellite in funzione della quota di volo, della durata della missione e della percentuale di perdita di osservazioni.

GEM-ESA mission (1995) – Determinazione del campo di gravità terrestre da misure gradiometriche e misure di posizionamento GPS. Valutazione dell’errore di interpolazione, di commissione, e di 'lack of data' e dipendenza dal noise di misura.

GEOMED1994 – (1994) - Progetto finanziato dalla Comunità Europea, per il calcolo del geoide del Mare Mediterraneo e per la stima della Superficie Topografica Marina da dati radaraltimetrici (satelliti Seasat, Geosat ed ERS-1) e delle correnti stazionarie implicate da tale SST.

PREMI E RICONOSCIMENTI PER ATTIVITA’ DI RICERCA

Vincitrice del premio **IAG 1996 best paper award for young authors** con il lavoro "Numerical problems in the computation of ellipsoidal harmonics" - Journal of Geodesy

PARTECIPAZIONE A GRUPPI DI RICERCA E ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE

Dal 1994 fa parte dello staff scientifico di International Geoid Service (IGeS), servizio della International Association of Geodesy (IAG) <https://www.isgeoid.polimi.it/>

Dal 2014 al 2018 – E’ Direttore di International Service for the Geoid (ISG) (ex-IGeS)

Dal 2014 fa parte dello staff scientifico di GeoLab, www.geolab.polimi.it - Laboratorio di Geomatica e Osservazione della Terra Network (laboratorio interdipartimentale del Politecnico di Milano), che aderisce alla Copernicus Academy Network.

E’ inoltre membro delle seguenti associazioni scientifiche:

IAG – International Association of Geodesy

AIT – Associazione Italiana di Telerilevamento

SIFET – Società Italiana di Fotogrammetria E Topografia

EGU – European Geoscience Union

ELENCO COMPLETO DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

- 1) Sansò F., Sona G. (1993). **The challenge of computing the geoid in the nineties.** Surveys in Geophysics - Volume 14, Numbers 4-5 339-371, DOI: 10.1007/BF00690564 - Kluwer Acad.Publ. - Netherland, ISSN 0169-3298 (Springer, Heidelberg, Germany)
- 2) Sansò F., Sona G. (1993). **Correzioni ellissoidiche ai modelli globali di gravità.** Atti dell'11° Convegno GNGTS - pp. 987-998
- 3) Benciolini B., Sacerdote F., Sansò F., Sona G. (1993). **Study of the gravity field determination using gradiometry and GPS.** WP113 ESA Contract N. 9877 Final Report
- 4) Sona G. (1994). **Rassegna delle tecniche numeriche di manipolazione delle armoniche ellissoidiche** - Atti del 12° Convegno GNGTS - pp. 1029-1030. Roma, 24-26 Novembre, 1993
- 5) Albertella A., Migliaccio F., Sacerdote F., Sansò F., Sona G. (1994). **Modelli globali di geopotenziale: situazione attuale e problemi aperti.** Atti del 12° Convegno GNGTS - pp.1011-1028. Roma, 24-26 Novembre, 1993
- 6) Arabelos D., Barzaghi R., Sansò F., Sona G. (1994). **The gravimetric geoid and the SST in the Eastern Mediterranean** - MARE NOSTRUM - GEOMED Report n.4 -ISBN 960-431-284-7 Arabelos e Tziavos eds- Ziti Editions. - Salonicco.
- 7) Sansò F., G.Sona G. (1995). **Gravity reductions versus approximate B.V.P.s** Proceedings of Third Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy L'Aquila, Italy, May 30–June 3, 1994 In: Geodetic Theory today, F.Sanso' (Ed.), IAG Symposia no. 114, pp. 304-314, 1995. Springer. ISBN 978-3-540-59421-5
- 8) Sansò F., Sona G. (1995) **The theory of optimal linear estimation for continuous fields of measurements** Manuscripta Geodaetica Vol.20 N.3 pp 204-230 - Springer Verlag - Berlin. ISSN: 0340-8825
- 9) Albertella A., Migliaccio F., Sona G. (1995). **The impact of satellite sensors on geodesy and perspectives** Proceedings of ISPRS Comm.I Work on Digital Sensors and Systems - Trento-pp.93-112. ISBN 88-900943-3-8.
- 10) Barzaghi R., Sona G.(1995). **The geoid and the steady circulation pattern in the Mediterranean sea** Atti del 13° Convegno GNGTS Roma 23-25 nov. 1994- pp.503-516 (e su IGeS Bulletin, 3, 67-81, ISSN 1128-3955)

- 11) Barzaghi R., Manzino A., Sguerso D., Sona G. (1995). **Preparazione dei dati gravimetrici ed altimetrici per la stima del geoide italiano: ITALGEO 95** Atti del 13° Convegno GNGTS - pp.493-501.
- 12) Sona G. (1995). **Numerical problems in the computation of ellipsoidal harmonics** , Journal of Geodesy, Vol.70, N.1/2. - pp.117-126 - Springer Verlag – Berlin. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00863423> (**IAG 1996 best paper award for young authors**).
- 13) Benciolini B., Sacerdote F., Sansò F., Sona G. (1996). **The boundary value approach to high-low SST** , Ricerche di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria N.12, “Aristoteles - Step - Gem” - DIIAR - Politecnico di Milano - pp 65-110 .
- 14) Barzaghi R., Brovelli M.A., Manzino A., Sguerso D., Sona G. (1996). **The new Italian quasi-geoid: ITALGEO95**, Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, Anno LV, n.1, Gennaio-Febbraio-Marzo 1996, pp.57-72. (ISSN 0006-6710) – and in Bulletin d'information-Bureau gravimétrique international, 137-152
- 15) Barzaghi R., Brovelli M.A., Manzino A., Sguerso D., Sona G. (1996). **Il nuovo geoide italiano: ITALGEO95** - Atti del 14° Convegno GNGTS - pp. 387-388.
- 16) Albertella A., Migliaccio F., Sansò F., Sona G. (1996). **The problem of polar caps in a gradiometric mission** , IGeS Bull.N.5 - DIIAR - Politecnico di Milano - Dicembre 1996. ISSN 1128-3955
- 17) Sansò F., Sona G. (1996). **The dependence of the GEM mission measurement noise** -Ricerche di Geodesia Topografia e Fotogrammetria, N.12, “Aristoteles - Step - Gem” - DIIAR - Politecnico di Milano - pp. 191 - 197.
- 18) Albertella A., Barzaghi R., Sansò F., Sona G. (1997). **Geopotential models validation at IGeS**, IGeS Bull.Special Issue N.6 - DIIAR - Politecnico di Milano. ISSN 1128-3955
- 19) Albertella A., Migliaccio F., Sansò F., Sona G. (1997). **Il problema delle calotte polari in una missione gradiometrica** - Atti del 15° Convegno GNGTS – pp.183-184.
- 29) Albertella A., Brovelli M.A., Migliaccio F., Sona G. (1997). **Esercizi di trattamento statistico dei dati -Vol.1 – “Probabilità. Variabili casuali a una dimensione. Variabili casuali bidimensionali. Covarianza** - Citta’ Studi Edizioni - Milano (ISBN 88-251-7219-2)
- 21) Albertella A., Brovelli M.A., Migliaccio F., Sona G. (1997). **Esercizi di trattamento statistico dei dati -Vol.2 - Stima.Inferenza statistica, catene di Markov, processi stocastici** - Citta’ Studi Edizioni - Milano (ISBN 88-251-7211-7)
- 22) Barzaghi R., Brovelli M.A., Manzino A., Sanso’ F., Sguerso D., Sona G. (1997). **Il Geoide in Italia e le sue future applicazioni** – Atti del Mini Workshop “Geodesia Spaziale nel Mediterraneo”- Cagliari 27-28 Febbraio 1997, pagg.62-77.

- 23) Barzaghi R., Barbarella M., Dominici D., Fiani M., Gandolfi S., Sona G.(1998). **A comparison between the ITALGEO95 and GPS/leveling data along the coasts of Italy** - Journal of Physics and Chemistry of the Earth - Vol.23, N°1 pp81-86 , ISSN 0079-1946. [https://doi.org/10.1016/S0079-1946\(97\)00246-2](https://doi.org/10.1016/S0079-1946(97)00246-2)
- 24) Barzaghi R., Betti B., Borghi A., Sona G., Tornatore V.(1999). **Ulteriori sviluppi nella stima del Quasi-geoide italiano e future prospettive.** – Atti della 3° Conferenza Nazionale ASITA - Vol.1, Napoli, 9-12 Novembre 1999, pagg.LXXXIII-LXXXIV, ISBN 88-900943-1-1
- 25) Barzaghi R., Borghi A., Sona G., (2001). **New covariance models for local applications of collocation** – Atti IV Hotine Marussi Symposium on Mathematical Geodesy – Sett.1998 –Trento-- pp.91-101. DOI: 10.1007/978-3-642-56677-6_15
- 26) Sanso' F., Sona G. (2001). **ELGRAM: an Ellipsoidal Gravity Model Manipulator** -Bollettino di Geodesia e Scienze Affini- LX N°3 – lug.ago.set.2001-ISSN 0006-6710, pp216-226.
- 27) Barzaghi R., Borghi A., Brovelli M.A., Sona G. (2001) **A Comparison Between Two Methods for Outliers Detection in DTM Data** Italy-Canada Workshop 3-4 aprile 2001 - pp25-31. DOI: 10.1016/S0079-1946(97)00246-2
- 28) Barzaghi R., Betti B., Borghi A., Sona G., Tornatore V.(2002). **The Italian quasi-geoid ITALGEO99** Bollettino di Geodesia e Scienze Affini- LXI N°1 –pp33-51-ISSN 0006-6710 gen.feb.mar.2002
- 29) Sona G. (2002). **Developing and testing the ellipsoidal gravity model manipulator ELGRAM** - IGeS Bull.N 12 -ISSN 1128-3955 - pp48-61- Maggio 2002 - DIIAR - Politecnico di Milano
- 30) Barzaghi R., Betti B., Borghi A., Sansò F., Sona G., Tornatore V., Venuti G.(2002). **Geoid determination in the Italian region.** Ricerche di Geodesia Topografia e Fotogrammetria. N°13, “Working Group on Measurements and Methods of High Precision Space Geodesy” - DIIAR– Politecnico di Milano, Ottobre 2002 . pp.11-21. ISSN 1720-657X
- 31) Barzaghi R., Borghi A., Kuehtreiber N., Sona G. (2003). **Precise geoid estimation in the Brennero area** Proceeding of the 7th Bilateral Geodetic Meeting Italy-Poland, Bressanone, South Tyrol, Italy, 22-24 May 2003, Warsaw University of Technology, Institute of Geodesy and Geodetic Astronomy, N.2 (65), pp.279-288.
- 32) Casella V., Franzini M., Forlani G., Galetto R., Manzano A., Radicioni F., Sona G., Villa B. (2004). **Initial results of the Italian project on direct georeferencing in aerial photogrammetry** – IAPRS, Vol XXXV part B3, Atti del XX Congresso ISPRS, Istanbul, 12-23 Luglio 2004, pp. 881-886, ISSN: 1682-1750.
- 33) Sansò F., Sona G., Villa B., Lo Brutto M., Forlani G., Pinto L., Casella V., Galetto R., Franzini M., Radicioni F., Grassi S., Manzano A.M., Roggero M. (2004). **Stime rigorose di accuratezza e**

parallassi residue su blocchi acquisiti industrialmente – Bollettino SIFET, n. 2, 2004, pp. 9-55, ISSN 0392 4424.

34) L.Biagi, M.C.De Lacy, S.Maroli, E.Nespoli, G.Sona, (2004). **Trabajos geodesicos con GPS para el apoyo fotogrametrico en la provincia de Como (Italia)** - 4^a Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofisica – pp569-570 - Figueira da Foz 2004 - Portugal - Editor IGIDL

35) Barzagli R., Borghi A., Carrion D., Sona G. (2007). **Refining the estimate of the Italian quasi-geoid**, Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, Anno LXVI, N.3 - ISSN 0006-6710, pp.145-159.

36) Borghi A., Carrion D., Sona G. (2007). **Validation and fusion of different databases in preparation of high-resolution geoid determination**, Geophysical Journal International, Vol.171, (2) pp 539-549. ISSN 0956-540X. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2007.03541.x>

37) Sampietro D., Sona G., Venuti G. (2007). **Residual Terrain Correction on the Sphere by an FFT Algorithm**, Proceedings 1st Int.Symposium on the International Gravity Field Service “Gravity Field of the Earth” 28 Agosto – 1 Settembre 2006 - Istanbul IAG Symposia series by Springer Verlag pp306-311- ISSN 1300-579

38) Carrion D., Cengarle F., Somaini F., Sona G. (2008). **Un approccio alla georeferenziazione di una carta antica**, Atti della 12a Conferenza nazionale ASITA, L’Aquila, Italy 21 - 24 Ottobre 2008 Vol. 1, pp. 655-660. ISBN 978-88-903132-1-9

39) Ågren J., Barzagli R., Carrion D., Denker H., Grigoriadis V. , Kiamehr R., Sona G., Tscherning C. C., Tziavos I. (2009). **Different geoid computation methods applied on a test dataset: results and considerations**. VII Hotine-Marussi Symposium - Rome, Italy, 6-10 July

40) Sampietro D., Sona G. (2010) **The comparison of downward continued global models and true geoid undulations** Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-11690, 2010 EGU General Assembly 2010

41) Pinto L., Sona G. (2010). **Analisi sperimentale sulla qualità metrica della camera aerofotogrammetria DMC**. In: Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, ISBN 978-88-903132-5-7, Brescia, 9-12 novembre 2010, pp. 1475-1478.

42) Gini R., Passoni D., Pinto L., Sona G. (2011). **Utilizzo di droni per la documentazione e la valorizzazione dei beni paesaggistici: il progetto FoGLIE**. In: Atti della XV Conferenza Nazionale ASITA, ISBN 978-88-903132-6-4, Colorno (Pr), 15-18 novembre 2011, pp. 1195-1204.

43) Gini R., Passoni D., Pinto L., Sona G., Pulejo, S., Baracani, M. (2012). **Utilizzo di immagini acquisite da UAV per la documentazione e una miglior fruizione di beni culturali e paesaggistici**. Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia. Vol. 144-145-146. pp. 163-178. ISSN: 0044-9733 AIC Padova Maggio 2012

- 44) R Barzaghi, A Borghi, G Sona (2012). **New Covariance Models for Local Applications** - IV Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy 122, 91. DOI: 10.1007/978-3-642-56677-6_15
- 45) Gini R., Passoni D., Pinto L., Sona G. (2012). **Aerial Images from an UAV system: 3D modeling and tree species classification in a park area**. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXXIX-B1, 2012. XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia pp. 361-366. ISSN: 16821750
- 46) Gini R., Passoni D., Pinto L., Sona G. (2012). **Prime esperienze di utilizzo fotogrammetrico di immagini CIR acquisite da droni** - In: Atti convegno Sifet. p. 63-2, ISBN: 9788890591785, Modena, 12-14 Settembre 2012
- 47) Gini R., Passoni D., Pinto L., Sona G. (2012). **Esperienze di telerilevamento di prossimità con immagini multispettrali acquisite da drone**. In XVI conferenza Asita. ISBN: 9788890313271, Vicenza, 6-9 novembre 2012, pp. 743-744.
- 48) Dosso, P., Pinto, L., Sona, G., Gini, R., Passoni, D. (2013). **Validazione di prodotti fotogrammetrici speditivi ottenuti con immagini da UAV**. In: Atti della XVII Conferenza Nazionale ASITA, ISBN 9788890313288, Riva del Garda (Tn), 5-7 novembre 2013. pp. 655-660.
- 49) Pinto, L., Sona, G., Gini, R., Reguzzoni, M, Passoni, D., Sampietro, D., Mantovani, F. (2013) **Rilievo geodetico e fotogrammetrico di supporto a misure di radioattività ambientale da autogiro**. In: Atti della XVII Conferenza Nazionale ASITA, ISBN 9788890313288, Riva del Garda (Tn), 5-7 novembre 2013. pp. 1105-1106.
- 50) Gini R., Pagliari D., Passoni D., Pinto L., Sona G., Dosso P. (2013). **UAV photogrammetry: block triangulation comparisons**. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013. UAV-g 2013, 4 – 6 September 2013, Rostock, Germany. pp. 157-162. ISSN: 16821750
- 51) Sona G., Pinto L., Pagliari D., Passoni D., Gini R. (2014). **Experimental analysis of different software packages for orientation and digital surface modelling from UAV images**. Earth Science Informatics Volume 7, Issue 2, June 2014, Pages 97-107 DOI: 10.1007/s12145-013-0142-2.
- 52) Gini, R., Passoni, D., Pinto, L., Sona, G. (2014). **Use of Unmanned Aerial Systems for multispectral survey and tree classification: a test in a park area of northern Italy**. European Journal of Remote Sensing, vol. 47/2014, DOI 10.5721/EuJRS20144716, ISSN: 2279-7254, pp. 251-269.
- 53) Pinto L., Sona G., Biffi A., Dosso P., Passoni D., Baracani M. (2014). **Classification of non native tree species in Adda Park (Italy) through multispectral and multitemporal surveys from UAV**. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 16). EGU General Assembly 27 April - 2 May, 2014 in Vienna, Austria, id.15957

- 54) Pinto L., Sona G., Passoni D., Dosso P., Biffi A., Baracani M. (2014). **Classificazione di immagini multispettrali e multitemporali acquisite da UAS per il contenimento di specie alloctone in aree protette.** XVIII Conferenza ASITA. p. 993-994 ISBN 978-88-903132-9-5, Firenze,14-16.10.2014.
- 55) Sona G., Gini, R., Passoni, D., Pinto, L. (2015). **Riconoscimento di specie arboree mediante classificazione di immagini multispettrali e multitemporali ad altissima risoluzione.** In Atti XIX Conferenza ASITA 29-30 Settembre - 1 ottobre 2015 - Lecco- pp 743-744 ISBN 978-88-941232-2-7
- 56) Sona G., Gini R. (2015). **Utilizzo delle texture nella classificazione di vegetazione in immagini ad altissima risoluzione acquisite da UAS**– Extended Abstract Atti XIX Conferenza ASITA 29-30 Settembre - 1 ottobre 2015 – Lecco pp 919-920 - ISBN 978-88-941232-2-7
- 57) Daneshgar S., Matta E., Giardino C., Bresciani M., Sona G. (2015). **Osservazione delle zone marine costiere da dati ottici multi-sensore: il caso studio della foce del Volturno** - Atti XIX Conferenza ASITA 2015 - pp 305-312 - ISBN 978-88-941232-2-7 29-30 Settembre - 1 ottobre 2015, Lecco
- 58) Sona, G., Passoni, D., Pinto L., Pagliari D., Masseroni, D., Ortuani, B., Facchi, A. (2016). **UAV Multispectral Survey to Map Soil and Crop for Precision Farming Applications.** International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B1, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic, pp. 1023-1029. doi:10.5194/isprsarchives-XLI-B1-1023-2016
- 59) Reguzzoni M., Sona G., Barzaghi R., Sansò F., Albertella A., Carrion D., De Gaetani C.I., Rossi L. (2017). **The International Service for the Geoid and its products** (poster) In EGU General Assembly 2017 - Vienna
- 60) Reguzzoni M., Vergos G.S., Sona G., Barzaghi R., Tziavos, A. Albertella, D. Carrion, C.I.De Gaetani, L. Rossi (2017) **“Height datum unification by patching local geoid models”** Poster Conference: IAG/IASPEI Scientific Assembly, Kobe, Japan
- 61) Ortuani B., Mezzanzanica M., Sona G., Corti M., Cabassi G., Facchi A. (2017) **“Thermal imaging and EMI data fusion to delineate homogeneous management zones based on the variability of soil hydraulic properties”** Proceedings of the 11th International AIIA Conference: July 5-8, 2017 Bari – Italy “Biosystems Engineering addressing the human challenges of the 21st century” pp. 62-65, Bari:Università degli Studi di Bari Aldo Moro, ISBN: 978-88-6629-020-9, Bari, Italia, 5-8 luglio 2017
- 62) Stroppiana D., Villa P., Sona G., Ronchetti G., Candiani G., Migliazzi M., Pepe M., Busetto L., Boschetti M. (2018). **Early season weed mapping in rice crops using multi-spectral UAV data.** International Journal of Remote Sensing, Vol. 16, p. 1-21, ISSN: 0143-1161, doi: 10.1080/01431161.2018.1441569

- 63) Ortuani B., Sona G., Ronchetti G., Facchi A. (2018). **Delineation of homogeneous management zones through EMI and multispectral data for a vineyard in northern Italy** - EGU Geophysical Research Abstracts. p. 19705, Vienna, Austria, 8/4/2018-13/4/2018
- 64) Oxoli D., Ronchetti G., Molinari M.E., Minghini M., Lotfian M., Prestifilippo G., Brovelli M.A., Sona G. (2018). **Analisi di interazione tra ambiente urbano e caratteristiche climatiche a scala locale tramite dati spaziali multisorgente e software open source**. Raccolta abstract FOSS4G 2018. p. 36 – Roma, 19-22 Febbraio 2018
- 65) Fagandini, R., Neteler M., Sona, G., Pinto, L., Cosso, T., Sguerso, D., (2018). **La correzione atmosferica delle immagini Sentinel-2: tecniche e software a confronto**. In convegno su Software e Dati Geografici Free e Open Source FOSS4G-IT 2018 (pp. 28-38) Roma, 19-22 Febbraio 2018.
- 66) Gini, R., Sona, G., Ronchetti, G., Passoni, D., Pinto, L. (2018). **Improving Tree Species Classification Using UAS Multispectral Images and Texture Measures**. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(8), 315. <https://doi.org/10.3390/ijgi7080315>
- 67) Ronchetti G., Sona G. (2018). **Pan-sharpening methods applied on Sentinel-2 imagery for mapping inland water bodies**. In: EGU Geophysical Research Abstracts. p. 7760, Vienna, Austria, 8-13 aprile 2018 –
- 68) Oxoli, D.; Ronchetti, G.; Minghini, M.; Molinari, M. E.; Lotfian, M.; Sona, G.; Brovelli, M. A. (2018). **Measuring Urban Land Cover Influence on Air Temperature through Multiple Geo-Data. The Case of Milan, Italy**. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(11), 421. <https://doi.org/10.3390/ijgi7110421>
- 69) Ronchetti, G., Pagliari, D., & Sona, G. (2018). **DTM Generation through UAV Survey with a Fisheye Camera on a Vineyard**. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 42(2). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-983-2018>, 2018.
- 70) Ortuani B., Facchi A., Mayer A., Ronchetti G., Sona G., Brancadoro L. (2019). **Improvement of water use efficiency in an Italian vineyard through variable rate drip irrigation**. Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-14281-1, 2019 EGU General Assembly 2019. ISSN 1607-7962
- 71) Franzini, M., Ronchetti, G., Sona, G., & Casella, V. (2019). **Geometric and radiometric consistency of parrot sequoia multispectral imagery for precision agriculture applications**. Applied Sciences (MDPI, Switzerland), 9(24), 5314. <https://doi.org/10.3390/app9245314>
- 72) Ortuani, B.; Sona, G.; Ronchetti, G.; Mayer, A.; Facchi, A. (2019). **Integrating Geophysical and Multispectral Data to Delineate Homogeneous Management Zones within a Vineyard in Northern Italy**. Sensors , 19(18), 3974. MDPI, Switzerland, <https://doi.org/10.3390/s19183974>
- 73) Tucci, G.; Parisi, E.I., Castelli G.; Errico, A.; Corongiu, M.; Sona, G.; Viviani, E.; Bresci, E.; Preti, F. (2019). **Multi-Sensor UAV Application for Thermal Analysis on a Dry-Stone Terraced**

Vineyard in Rural Tuscany Landscape. ISPRS International Journal of Geo-Information, 8(2), 87. <https://doi.org/10.3390/ijgi8020087>

74) Piaser E., Sona G., Sali M., Boschetti M., Brivio P.A., Bordogna G. (2020). **Sentinel 2 data and fuzzy algorithm for mapping burned areas and fire severity in the Vesuvio National Park, Italy.** 22nd EGU General Assembly, held online 4-8 May, 2020, id.21611. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-21611>

75) Ronchetti G.; Mayer A.; Facchi A.; Ortuani, B.; Sona, G. **Crop Row Detection through UAV Surveys to Optimize On-Farm Irrigation Management** (2020). Remote Sensing, 12, 1967. MDPI, Switzerland, <https://doi.org/10.3390/rs12121967>

76) Reguzzoni M., Carrion, D., De Gaetani, C. I., Albertella A., Rossi, L., Sona, G., Khulan Batsukh, Juan Fernando Toro Herrera, Kirsten Elger, Barzaghi R., Sansó F. (2021). **Open access to regional geoid models: the International Service for the Geoid.** Earth System Science Data Vol.13. 1-28. 13(4), pp. 1653–1666. <https://doi.org/10.5194/essd-13-1653-2021>

77) Stroppiana D., Bordogna G., Sali M., Boschetti M., Sona G., Brivio, P.A. (2021). **A fully automatic, interpretable and adaptive machine learning approach to map burned area from remote sensing**, ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(8), 546. <https://doi.org/10.3390/ijgi10080546>

78) Sali M., Piaser E., Boschetti M., Brivio P.A., Sona G., Bordogna G., Stroppiana D. (2021). **A burned area mapping algorithm for sentinel-2 data based on approximate reasoning and region growing**, Remote Sensing, 13(11), 2214, MDPI, Switzerland, <https://doi.org/10.3390/rs13112214>

79) Bianchi A., Sona G. (2021) **Mappare il territorio cremonese: dall'iconografia alle tecniche di remote sensing e GIS/Mapping the Cremonese Territory: from Iconography to Remote Sensing and GIS Techniques.**Linguaggi Grafici MAPPE, 1328-1349. Editore PUBBLICA ISBN: 9788899586201

80) Pandolfi A.M., Sona G. (2022) **Metropolitan Cartography, Remote Sensing and Geographic Information Systems** - Chapter in book: Metropolitan Landscapes – Landscape Series Vol.28 – pp139-152. Springer Cham ISBN: 978-3-030-74424-3

81) Ortuani, B.; Mayer A., Sona G., Facchi A. (2022). **Use of vegetation indices from Sentinel2 and UAV in precision viticulture applications** D-SITE Drones-Systems of Information on Cultural Heritage for a spatial and social investigation (pp. 583-587). Pavia University Press. ISBN: 978-88-6952-159-1

82) Piaser E., Berton A., Bolpagni R., Caccia M., Castellani M. B., Coppi A., Dalla Vecchia A., Gallivanone F., Sona G., Villa P. (2023) **Impact of radiometric variability on ultra-high resolution hyperspectral imagery over aquatic vegetation: preliminary results** IEEE - Journal of Selected Topics in Applied Earth Observation and Remote Sensing - <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2023.3283773>

83) Piaser E., Berton A., Caccia M., Gallivanone F., Sona G., Villa P. (2023) **Influence of canopy structure and illumination geometry on spectral anisotropy of aquatic vegetation in ultra-high resolution hyperspectral imagery**. Presentato al 13th workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS 31 Ottobre – 2 Novembre, Athens; Greece)

84) Ortuani B, Mayer A, Bianchi D, Sona G, Crema A, Modena D, Bolognini M, Brancadoro L, Boschetti M, Facchi A. (2024) **Effectiveness of Management Zones Delineated from UAV and Sentinel-2 Data for Precision Viticulture Applications**. Remote Sensing. 16(4):635. MDPI, Switzerland <https://doi.org/10.3390/rs16040635>.

ATTIVITA' DI PARTECIPAZIONE A COMITATI EDITORIALI DI RIVISTE SCIENTIFICHE

Reviewer per le seguenti riviste scientifiche :

- Remote Sensing, (MDPI)
- Sensors (MDPI)
- Sustainability (MDPI)
- Journal of Imaging (MDPI)
- Computer and Electronic in Agriculture (Elsevier)
- Geoderma (Elsevier)
- International Journal of Remote Sensing (IJRS), (Taylor and Francis)
- European Journal of Remote Sensing (EuJRS), (Taylor and Francis)
- Geingegneria Ambientale e Mineraria (GEAM), (Patron ed.)
- Applied Geomatic (Springer)

E' autrice o coautrice di 84 lavori scientifici e due libri di testo universitari.

A fine Marzo 2024 :

- Google Scholar database : 84 lavori, 1271 citazioni, H index 17
- Scopus database : 26 lavori, 745 citazioni, H index 14
- Web of Science database : 20 lavori, 531 citazioni, H index 12

ATTIVITA' GESTIONALI, ORGANIZZATIVE E DI SERVIZIO

Da Gennaio 2019 è segretario del Consiglio di Corso di Studi Sustainable Architecture and Landscape Design del Polo di Piacenza, e dal 2019 fa parte del Gruppo di Riesame (AVAMIUR) del medesimo CCS, in qualità di responsabile dell'elaborazione e analisi dati.

Dal 2014 al 2018 è stata Direttore dell'International Service for the Geoid (ISGeoid)

Milano 2 Aprile 2024