

14^a Conferenza Nazionale

ASITA

Federazione italiana delle
Associazioni Scientifiche per le
Informazioni Territoriali e Ambientali

FIERA DI BRESCIA
9-12 novembre 2010

ATTI

www.asita.it

978-88-903132-5-7



Regione Lombardia



PROVINCIA
DI BRESCIA



Comune di Brescia



centro
INNOVAZIONE
E TECNOLOGIE



BLOM
CGR SPA

Platinum Sponsor



Golden Sponsor

Leica

Geosystems

Sponsor



SIFET

SOCIETÀ ITALIANA DI
FOTOGRAMMETRIA E TOPOGRAFIA



ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI CARTOGRAFIA



ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI TELERILEVAMENTO



Geographic
Information
Systems
SEZIONE ITALIANA

Organi ASITA

CONSIGLIO DIRETTIVO (CD)

| | |
|--|---|
| Luciano SURACE (<i>Presidente</i>) | Facoltà di Ingegneria, Università di Firenze |
| Giuseppe SCANU (<i>Vice-Presidente</i>) | Istituto e Lab. di Geografia, Università di Sassari |
| Ruggero CASACCHIA (<i>Tesoriere</i>) | CNR - DTA, Roma |
| Mauro SALVEMINI (<i>Segretario</i>) | Fac. di Architettura, Università La Sapienza, Roma |
| Serafino ANGELINI (<i>Consigliere</i>) | Litografia Artistica Cartografica |
| Piero BOCCARDO (<i>Consigliere</i>) | DITAG, Politecnico di Torino |
| Elio FALCHI (<i>Consigliere</i>) | Università di Cagliari |
| Andrea FAVRETTO (<i>Consigliere</i>) | Università di Trieste |
| Luigi GARRETTI (<i>Consigliere</i>) | CISIS |
| Mario A. GOMARASCA (<i>Consigliere</i>) | CNR - IREA, Milano |
| Claudio MINGRINO (<i>Consigliere</i>) | Intergraph Italia |
| Livio PINTO (<i>Consigliere</i>) | Politecnico di Milano |

CONSIGLIO SCIENTIFICO (CS)

| | |
|--|--|
| Sergio FARRUGGIA (<i>Presidente</i>) | CD AM/FM GIS |
| Piero BOCCARDO (<i>Vice-Presidente</i>) | DITAG, Politecnico di Torino |
| Andrea AJMAR (<i>Consigliere</i>) | ITHACA, Politecnico di Torino |
| Giuseppe BORRUSO (<i>Consigliere</i>) | Università di Trieste |
| Alessandro CAPRA (<i>Consigliere</i>) | Università di Modena |
| Gherardo CHIRICI (<i>Consigliere</i>) | Università del Molise |
| Maria A. DESSENA (<i>Consigliere</i>) | Ente acque della Sardegna (ENAS), Cagliari |
| Beniamino MURGANTE (<i>Consigliere</i>) | Università degli Studi della Basilicata |
| Alessandro NOBILI (<i>Consigliere</i>) | Istituto Idrografico della Marina, Genova |
| Fulvio RINAUDO (<i>Consigliere</i>) | DITAG, Politecnico di Torino |
| Monica SEBILLO (<i>Consigliere</i>) | Università di Salerno |
| Luca VITTUARI (<i>Consigliere</i>) | Università degli Studi di Bologna |

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

GEO Eventi & Servizi srl

Via Plinio 29, 20129 Milano

Tel. 02 29536565, Fax 02 29412827

E-mail: conferenza@asita.it

INDIRIZZO INTERNET

www.asita.it

Indice

RELAZIONI PRESENTATE

| | |
|--|----|
| PROC (Planetary Radar Operation Center): una SDI dei centri operativi delle Missioni su Marte <i>C. Abbattista, C. Catallo, M. Carbone, A. Olivieri</i> | 3 |
| RIVONA Lab: un laboratorio e una FOSS Processing and Archiving Facility per dati iperspettrali <i>M. Adamo, C. Tarantino, F.P. Lovergine, G. Pasquariello</i> | 9 |
| Il contributo dell'infrarosso termico nel monitoraggio delle aree costiere <i>A. Aiello, E. Tarantino</i> | 15 |
| La risposta al terremoto di Haiti: l'esperienza di Ithaca <i>A. Ajmar, P. Boccardo, F.G. Tonolo</i> | 21 |
| Integrazione di dati satellitari e pluviometrici per l'identificazione degli eventi alluvionali in paesi in via di sviluppo <i>A. Ajmar, A. Albanese, F. Disabato</i> | 27 |
| Elaborazione di dati geomorfologici per la modellazione idrologica in paesi in via di sviluppo <i>A. Ajmar, A. Albanese, F. Miotto</i> | 33 |
| Filtraggio della vegetazione da nuvole di punti con camera NIR a basso costo <i>M. Alba, L. Barazzetti, F. Roncoroni, M. Scaioni</i> | 39 |
| Le trasformazioni urbane nella Regione Puglia <i>A. Allegrini, C. Atturo, G. Fontinovo, E. Mercuri, S. Boccuti</i> | 45 |
| I sistemi di trasporto intelligenti per il successo dei servizi pubblici in ambito urbano <i>S. Amoroso, L. Caruso, B. Enea</i> | 51 |
| Le buone pratiche dei servizi geospaziali della Regione Molise <i>N. Ancora, M. Marchetti, G. Biallo</i> | 59 |
| Modelli statistici e analisi di tipo GIS per la valutazione del rischio strutturale e la previsione su base meteorologica delle dinamiche stagionali di popolazioni di Ditteri ematofagi <i>L. Angeli, R. Vallorani, G. Messeri, R. Costantini, A. M. Fausto, M.C. Belardinelli, L. Guerra, M. Cocchi, I. Raffaelli, A. Tamburro, R. Romi, D. Boccolini, M. Di Luca</i> | 65 |
| L'Infrastruttura nazionale per l'informazione territoriale e del monitoraggio ambientale: INSPIRE in Italia <i>F. Annunziata, I.P. Arquero, C. Maricchiolo, M. Munafò</i> | 71 |
| Il rilevamento di pareti rocciose da mezzo mobile mediante tecniche LiDAR <i>P. Ardisson, S. Campus, M. De Agostino, A. Lingua, M. Piras</i> | 77 |
| Integrazione di strumentazione inerziale e GPS con fotocamera per fotogrammetria diretta: realizzazione di un prototipo e primi test <i>G. Artese, V. Achilli, A. Trecroci, M. Gencarelli, G. Borgese, C. Pace</i> | 83 |
| Analisi dell'impatto per l'implementazione operativa delle regole INSPIRE di armonizzazione e aggregazione dei dati geografici: il caso GIS4EU <i>C. Attardo, S. Farruggia</i> | 87 |
| Riqualificazione urbana: individuazione delle aree di criticità ambientale attraverso l'uso di indicatori ambientali urbani <i>C. Atturo, A. Allegrini</i> | 93 |
| Anagrafe estesa geografica e gestione di ospitalità e cessioni di fabbricato <i>M. Baccaglioni, L. Bacchetta</i> | 99 |

| | |
|---|-----|
| Aggiornamento del DB Topografico: l'esperienza della Valle Sabbia <i>L. Bacchetta, M. Baccaglioni, A. Olivari</i> | 103 |
| Metodologie topografiche integrate per il rilievo di dettaglio del Pozzo del Merro (Sant'Angelo Romano) <i>V. Baiocchi, R. Cazzella, F. Giannone, L. Liso, M. Vecchio</i> | 107 |
| Applicabilità dell'approccio "Multiconstellation" in condizioni operative di rilievo GNSS <i>V. Baiocchi, F. Giannone, M. V Milone, M. Mormile, G. Pietrantonio</i> | 113 |
| <i>Cod. 195</i> | |
| Impiego di immagini satellitari EROS B per l'accertamento e la verifica dei danni post-sisma per la città dell'Aquila <i>V. Baiocchi, F. Del Guzzo, D. Dominici, F. Giannone, M. Zucconi</i> | 119 |
| Analisi del rischio territoriale dovuto a sisma <i>V. Baiocchi, D. Dominici, R. Ferlito, F. Giannone, M. Guarascio, M. Zucconi</i> | 125 |
| Studio dell'implementazione di un GIS ambientale Open Source per la Provincia di Roma <i>V. Baiocchi</i> | 131 |
| Metodo e procedure per il rilievo e la documentazione nel progetto di restauro della Cittadella di Gozo a Malta <i>M. Balzani, F. Ferrari, G. Galvani, F. Maietti, G. Tonelli</i> | 137 |
| Una strategia di orientamento automatico di immagini acquisite con UAV <i>L. Barazzetti, F. Remondino, M. Scaioni</i> | 143 |
| Dalle immagini dell'oggetto alla replica fisica in modalità automatica <i>L. Barazzetti, M. Scaioni</i> | 149 |
| Confronto degli spostamenti e velocità di una rete di stazioni permanenti ottenuta con due software di calcolo <i>M. Barbarella, S. Gandolfi, L. Ricucci</i> | 155 |
| Esperienze di navigazione geodetica in ambito urbano <i>M. Barbarella, L. D'alonzo, S. Gandolfi</i> | 163 |
| Rete GPS di monitoraggio in continuo di edifici e suo inquadramento <i>M. Barbarella, F. Casali, S. Gandolfi, L. Ricucci</i> | 171 |
| Cartografia geo-ambientale come strumento d'ausilio alla modellistica delle acque sotterranee <i>G. Barbieri, M. Casu</i> | 181 |
| Applicazioni laser scanning a supporto delle attività di coltivazione di cave di inerte <i>L. Barnobi, A. Giuffrida, M. Iacono, F. Cutuli, P.A. Furnari, G. Mussumeci</i> | 187 |
| Un database aziendale per la tracciabilità dell'aggiornamento dei sottoservizi <i>R. Barzagli, N.E. Cazzaniga</i> | 193 |
| La consultazione dei Servizi Web di Mappe nel Portale Geografico del Servizio Geologico d'Italia <i>L. Battaglini, V. Campo, R. Carta, C. Cipolloni, M.P. Congi, D. Delogu, B. Porfidia, M. Roma, R. Ventura, C. Zonetti</i> | 199 |
| Applicazione dell'analisi tridimensionale negli studi di Ecologia del paesaggio <i>G. Bazan, G. Baiamonte, P. Marino, F.M. Raimondo</i> | 205 |
| Identificazione di aree inondate da immagini SAR a media ed alta risoluzione <i>V. Bellifemine, F. Bovenga, L. Candela, R. Nutricato, G. Pasquariello, A. Refice</i> | 211 |
| Costruzione del SIT 3D della chiesa di Mušutište <i>T. Bellone, N. Di Nino, L. Mussio</i> | 217 |
| Il nuovo database dell'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna <i>G. Belvederi, M. Bocci, E. Campiani, S. Corticelli, M.L. Garberi, B. Guandalini, M.C. Mariani, S. Masi, L. Salvestrini</i> | 229 |

| | |
|--|-----|
| Posizionamento indoor con ricevitori a basso costo: quali prestazioni? <i>H. Bendea, A. Cina, M. Piras, G. Marucco, P. Mulassano</i> | 235 |
| Progetto HUMBOLDT: Training Framework <i>L. Berardi</i> | 241 |
| Sperimentazione degli RFID per il monitoraggio strutturale ed ambientale <i>E. Bertacchini, E. Boni, A. Capra, C. Castagnetti, M. Dubbini</i> | 247 |
| Monitoraggio “near real time” di rischio frane: un GIS per la gestione dell’emergenza <i>E. Bertacchini, C. Castagnetti, A. Capra, M. Dubbini, E. Boni</i> | 251 |
| Esperienze e procedure per la compensazione automatica di reti permanenti <i>L. Biagi, S. Caldera</i> | 257 |
| Studio delle deformazioni da reti permanenti GNSS: una nuova metodologia e sua applicazione al caso europeo <i>L. Biagi, A. Dermanis</i> | 259 |
| Modello dati per un sistema di monitoraggio energetico <i>A. Bianchin, M. Rumor, S. Dalla Costa, J. Rizzi</i> | 261 |
| Telerilevamento e GIS per la modellazione del bilancio idrico colturale estivo in alta pianura Veneto-Friulana (Progetto europeo LIFE+ TRUST) <i>M. Bisaglia, M. Cappelletto, S. Pasini, A. Cigolino, F. Baruffi, A. Galli, V. Marsala, A. Scarinci, S. Gualdi, E. Bucchignani, A. Zandonella</i> | 267 |
| Utilizzo del dato satellitare termico in ambito urbano: un caso di studio <i>G. Bitelli, P. Conte</i> | 273 |
| Geomatica e Beni Culturali: tecniche integrate per la documentazione e per la gestione del rischio <i>G. Bitelli, M. Mannina</i> | 279 |
| Problematiche nel rilievo e modellazione tridimensionale di oggetti di piccole dimensioni nel campo dei Beni Culturali <i>G. Bitelli, F. Girardi</i> | 285 |
| Utilizzo del modello OC-4 con dati iperspettrali per la caratterizzazione di acque lacustri <i>G. Bitelli, E. Mandanici</i> | 291 |
| Classificazione automatica di immagini aeree multispettrali ADS40 per la realizzazione di un prototipo di Carta dell’Uso del Suolo 1:10.000 dell’intero territorio della Regione <i>M. Bocci, L. Salvestrini</i> | 297 |
| Modello di dati GIS per studi di qualità dell’aria basati su simulazioni modellistiche della dispersione di inquinanti <i>M.P. Bogliolo, S. Fabbi, S. Teggi</i> | 303 |
| Utilizzo dei sistemi informativi territoriali per il monitoraggio della funzionalità ecologica dei corsi d’acqua sistemati: un esempio applicativo in Calabria <i>G. Bombino, P. Denisi, D. Fortugno, A. La Fauci, F. Manti, V. Tamburino, S.M. Zimbone</i> | 309 |
| Il Centro Innovazione e Tecnologie e il Sistema Informativo Territoriale Integrato della Provincia di Brescia <i>A. Bonetti, C. Tagliani</i> | 315 |
| Il progetto SIMS (Seagrass Integrated Monitoring System) per il monitoraggio della <u>POSIDONIA OCEANICA</u> nel Mediterraneo <i>F. Borfecchia, C. Micheli, L. De Cecco, S. Martini, G. Ceriola, S. Bollanos, G. Vlachopoulos, L.M. Valiante, E. Fresi</i> | 371 |
| Un SIG per la catalogazione e la musealizzazione diffusa delle opere militari italiane a presidio delle Alpi Occidentali <i>E. Borgogno Mondino, M. Anibaldi Ranco</i> | 331 |

| | |
|--|-----|
| Il controllo in corso d'opera del DB topografico della Regione Calabria <i>S. Borrelli, T. Caracciolo, A. Maffei, V. Marra, A. Pellicanò, L. Pinto, G. Scarnati, L. Surace</i> | 333 |
| Strutturazione e implementazione dati DBT 5K secondo le più recenti specifiche CNIPA <i>S. Borrelli, T. Caracciolo, N. Dongiovanni, V. Marra, G.V. Pandiscia, N. Pedicini, A. Pellicanò, L. Pinto, G. Scarnati, L. Surace</i> | 345 |
| Il contributo del telerilevamento satellitare per il monitoraggio della coltura riso e la stima delle produzioni <i>M. Boschetti, D. Stroppiana, P.A. Brivio, R. Confalonieri, S. Bocchi</i> | 351 |
| Contributo del telerilevamento da satellite alla comprensione dei fenomeni idrologici del fiume Congo <i>M. Boschetti, F. Nutini, P.A. Brivio, E. Bartholomè, D. Stroppiana</i> | 357 |
| Servizi WebGIS per lo sviluppo sostenibile: la condivisione dell'informazione meteorologica ed ambientale in Toscana <i>L. Bottai, T. De Filippis, R. Mari, L. Rocchi</i> | 363 |
| Rete monitoraggio permanente uso del suolo: nuovi metodi d'indagine per lo studio delle dinamiche del territorio modellato artificialmente <i>L. Bottai, N. Sabatini, D. Pellegrini, A. del Piccolo, U. Sassoli, C. Agnoletti, R. Bertani</i> | 369 |
| Valutazione dell'accuratezza di DEM estratti da una stereocoppia GeoEye <i>G. Botti, A. Furini, M. Gabaldo, A. Pellegrinelli</i> | 375 |
| Monitoraggio della qualità delle acque interne: Progetto MELINOS <i>M. Bresciani, C. Giardino</i> | 381 |
| Analisi della gestione dei canneti del basso Garda tramite misure di Leaf Area Index <i>M. Bresciani, G.L. Fila</i> | 387 |
| Studio e sviluppo di un geoservizio internet per il monitoraggio ambientale <i>M.A. Brovelli, G. Giori, M. Mussin, M. Negretti</i> | 393 |
| Catasti storici online dell'area di Como e Lecco <i>M.A. Brovelli, S. Lucca, M. Minghini, L. Ronchetti, L. Valentini</i> | 395 |
| Confronto sul filtraggio della vegetazione nei dati LiDAR tra GRASS e TerraScan <i>M.A. Brovelli, S. Lucca</i> | 401 |
| Dai servizi di <i>e-government</i> ai servizi di <i>geo-government</i> <i>F. Buscemi, M. Salvemini</i> | 407 |
| Il GeoPortale della Regione Abruzzo <i>A. Cacchione, F. Del Guzzo, A. Di Emidio</i> | 413 |
| Il servizio di posizionamento GNSS della Regione Liguria: prime analisi <i>C. Calcagno, T. Cosso, P. Dabove, B. Federici, F. Enrile, A. Lagorio, D. Sguerso</i> | 419 |
| L'uso della Rete Dinamica Nazionale per l'inquadramento delle reti regionali <i>A. Caligaris, M. De Agostino, A.M. Manzino</i> | 423 |
| La pianificazione territoriale in Europa: una proposta di modello dati per il tema land use di INSPIRE <i>F. Camerata, G. De Marco, S. Magaudda, S. Ombuen, G. Pellegrino</i> | 429 |
| Il catalogo dei metadati del portale geografico del Servizio <i>V. Campo, C. Cipolloni, M.P. Congi, D. Delogu</i> | 435 |
| Attuazione di un programma integrato di controllo per la mappatura delle coperture di cemento-amianto tramite riprese iperspettrali MIVIS <i>G. Campobasso, V.F. Uricchio, S. D'Arpa</i> | 439 |
| Servizi Web GIS per la preventivazione ed il monitoraggio di impianti da fonti rinnovabili <i>B. Canessa, A. Masini, C. Lanzetta</i> | 445 |

| | |
|---|-----|
| SaTour: il telerilevamento al servizio del turista <i>B. Canessa, A. Masini</i> | 451 |
| Ambienti immersivi geolocalizzati per la fruizione a distanza di beni culturali <i>S. Capotorto, N. Maiellaro, M. Zonno</i> | 457 |
| Rilievo laser del "Convicinio S. Antonio" al rione "Sassi" (Matera) <i>M. Caprioli, A. Scognamiglio</i> | 463 |
| Applicazione in ambito geoscientifico delle specifiche tecniche del Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali <i>P. Cara, M. Pia Congi</i> | 469 |
| Formazione diretta di dsm da immagini e scansioni <i>R. Cargnelutti, V. Forcella, L. Mussio</i> | 475 |
| Elaborazione d'immagini e visione automatica <i>I. Carminati, V. Dante, L. Mussio</i> | 481 |
| Esperienze di rilievo laser scanner di impianti industriali <i>G. Caroti, A. Piemonte</i> | 491 |
| Mappe di emissione di CO da osservazioni da satellite: confronti fra diversi dataset in ambiente GIS <i>D. Carrion, F. Migliaccio, C. Zambrano</i> | 497 |
| L'applicazione di un modello di simulazione di traffico veicolare per la mappatura acustica del agglomerato urbano di Catania <i>S. Casabianca, M.C. Reitano, A.M.G. Puglisi, M. Leone</i> | 503 |
| La nuova infrastruttura GNSS a supporto dell'attività del Catasto della Repubblica di San Marino <i>V. Casella, M. Franzini, B. Padova, L. Mazza</i> | 509 |
| L'accuratezza della georeferenziazione delle immagini Google Earth: un caso-studio sul Comune di Pavia <i>V. Casella, M. Franzini, B. Padova, A. Spalla, M.G. Bruneo</i> | 515 |
| Stima della risoluzione geometrica effettiva delle immagini ADS40 attraverso l'utilizzo di entità naturali <i>V. Casella, M. Franzini, B. Padova</i> | 521 |
| Immagini Leica ADS40 per il <i>disaster management</i> : produttività ed accuratezza geometrica <i>V. Casella, M. Franzini, B. Padova, L. Lingesso, L. Pappani, G. Gentili</i> | 523 |
| Emergency Operation Center e protezione da eventi CBRN. Un Web-SDSS per le analisi di supporto alla gestione di incidente ad un reattore nucleare <i>I. Cassani, A. Fiduccia, A. Malizia, R. Mugavero, A.M. Quarta</i> | 529 |
| Monitoraggio dei vulcani del distretto campano mediante tecniche avanzate di Interferometria Radar ad Apertura Sintetica (DInSAR) <i>F. Casu, G. Fornaro, M.R. Manzo, E. Sansosti</i> | 535 |
| Aspetti idrografici e morfo-sedimentologici nell'ambito del Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero della Regione Liguria <i>C. Cavallo, I. Fasce, R. Ivaldi, O. Patulli</i> | 541 |
| Navigazione urbana con l'ausilio della fotogrammetria e della cartografia <i>N.E. Cazzaniga, L. Pinto</i> | 547 |
| L'Indice di Qualità Morfologica (IQM) dei corsi d'acqua: applicazione del metodo di valutazione al F. Chiani (Italia centrale) <i>C. Cencetti, P. De Rosa, A. Fredduzzi</i> | 553 |
| Cartografia antica e sensibilità geostorica per la gestione della risorsa acqua <i>C. Cerreti</i> | 561 |

| | |
|---|-----|
| Collaudo del Servizio di Posizionamento GNSS della Regione Liguria <i>A. Cerrato, G. Civano, T. Cosso, A. De Felici, D. Donatelli, B. Federici, I. Gualtieri, R. Maseroli, D. Sguerso</i> | 567 |
| Gli strumenti per la valutazione morfodinamica dell'alveo dei corsi d'acqua: il S.I.G. del F. Taro (Prov. di Parma, Emilia-Romagna) <i>A. Chelli, A. Clerici, G. Magnarini, S. Perego, A. Ruffini, C. Tellini</i> | 573 |
| Camere ToF per il rilievo metrico: test e prime applicazioni <i>F. Chiabrando, D. Piatti, F. Rinaudo</i> | 579 |
| Integrazione tra camera ToF e tecnica fotogrammetrica multi-immagine per il rilievo metrico <i>F. Chiabrando, F. Nex, D. Piatti, F. Rinaudo</i> | 585 |
| Monitoraggio multi-risorse degli ambienti naturali e semi-naturali in Molise <i>G. Chirici, V. Garfi, P. DiMartino, R. Tognetti, N. Pavone, M. Ottaviano, D. Tonti, B. Lasserre, G. Santopuoli, M. Marchetti</i> | 591 |
| Umbri@Geo: modelli organizzativi e scelte tecnologiche nel nuovo geoportale della Regione Umbria <i>A. Ciarapica, O. Niciarelli, L. Pannuti, P. Tamagnini</i> | 597 |
| GeoPortale Emilia-Romagna - un'esperienza di IDT regionale <i>G. Ciardi, S. Olivucci, A. Abrescia</i> | 603 |
| OneGeology-Europe: architettura, geoportale e servizi web per rendere accessibile la Carta Geologica d'Europa <i>C. Cipolloni, A. Tellez-Arenas, J.J. Serrano, R. Tomas</i> | 609 |
| Un modello di dati geologici armonizzati attraverso l'uso dei servizi WMS e WFS e del linguaggio standard GeoSciML <i>C. Cipolloni, M. Pantaloni</i> | 615 |
| Progetto riuso ortofoto AGEA: studio di procedure di qualità per l'uso della Rete di Stazioni Permanenti GNSS della Regione Abruzzo nella georeferenziazione di fotogrammi <i>C. Cirillo, G.L. De Angelis, R. Gavaruzzi, G. Monaldi</i> | 621 |
| Stima operativa di parametri dendrometrici forestali con riprese LiDAR invernali a bassa risoluzione <i>F. Clementel, G. Colle, C. Farruggia, A. Floris, G. Scrinzi, C. Torresan</i> | 625 |
| Impiego di cartografia catastale in Sistemi Informativi Geografici: problematiche fondamentali e possibili approcci applicativi <i>A. Condorelli</i> | 631 |
| Il Progetto GIS Intersettoriale della Provincia di Brescia <i>D. Conte</i> | 637 |
| La Cappella e la Paggeria del Parco mediceo di Pratolino: un caso studio per il workshop del Corso di perfezionamento in Geomatica per la Conservazione dei Beni Culturali dell'Università di Firenze <i>A. Conti, L. Fiorini, A. Nobile, G. Tucci</i> | 643 |
| Le Bonifiche del Regno di Napoli nelle documentazioni cartografiche e di archivio e nella realtà odierna <i>S. Conti, G. Pignatelli Spinazzola</i> | 649 |
| Sviluppo di un sistema UAV a basso costo per il monitoraggio del territorio <i>U. Coppa, A. Guarnieri, N. Milan, A. Vettore</i> | 653 |
| Un Modello dati per la gestione del monitoraggio ambientale delle infrastrutture <i>A. Corcelli, F.M. Soccodato, F. Forcone</i> | 659 |
| La derivazione del DB25 dell'IGM dal DB Topografico di Regione Toscana <i>M. Corongiu, T. De Filippis, P.L. Fantozzi, A. Pirro, M.F. Bastone</i> | 665 |

| | |
|--|-----|
| Incremento artificializzato 2003-2007 nella Regione Emilia-Romagna <i>S. Corticelli, M.C. Mariani, S. Masi</i> | 671 |
| Consumo di suolo e sviluppo locale sostenibile <i>D. Costantino, A. Fucarino</i> | 677 |
| Algoritmi di matching per estrazione di DSM in aree urbane da immagini satellitari ad alta risoluzione <i>M. Crespi, P. Capaldo, F. Fratarcangeli, A. Nascetti, F. Pieralice</i> | 683 |
| Applicazione e valutazione di accuratezza di un modello radargrammetrico per stereo coppie COSMO-SkyMed acquisite in modalità Spotlight <i>M. Crespi, P. Capaldo, F. Fratarcangeli, A. Nascetti, F. Pieralice</i> | 689 |
| Un sistema di posizionamento pedestre per ambienti indoor <i>A. Croci, M. De Agostino, A.M. Manzano</i> | 695 |
| La cartografia come strumento della politica imperiale spagnola. Le piazzeforti italiane nell'Atlante del marchese di Heliche (XVII secolo) <i>A. D'Ascenzo</i> | 701 |
| La cartografia storica peritale strumento predittivo di gestione del rischio idro-geologico. Casi di studio nel Trentino pre-unitario <i>E. Dai Prà, A. Tanzarella</i> | 707 |
| La cartografia storica come interfaccia dialettica tra discipline e competenze territoriali. Progetti ed esperienze in Trentino <i>E. Dai Prà</i> | 713 |
| L'uso del GIS nella pianificazione territoriale. Il caso dell'elettrosmog nel XII municipio di Roma <i>V.D'Aniello, M. Miranda, V. Ferrari, A. Di Somma</i> | 719 |
| Definizione di un Quadro Conoscitivo orientato alla valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici residenziali esistenti a scala locale <i>S. Dalla Costa, L. Belussi, L. Danza, M.G. Ronzoni</i> | 725 |
| Posizionamento multibase in tempo reale con ricevitori monofrequenza <i>P. Dabove, M. De Agostino, A.M. Manzano</i> | 733 |
| Test di lunga durata dalla rete di stazioni permanenti UNIPA della Sicilia <i>G. Dardanelli, V. Franco, A. Rotondi</i> | 739 |
| Analisi di rilievi NRTK condotti con differenti reti di stazioni permanenti in Sicilia <i>G. Dardanelli, V. Franco, A. Chiappone</i> | 745 |
| Mappatura acustica del centro storico di Palermo <i>G. Dardanelli, A. Sansone Santamaria, R. Marretta, N. Calà Lesina</i> | 751 |
| Analisi statistica delle serie temporali di dati provenienti dalla rete di stazioni permanenti dell'UNIPA <i>G. Dardanelli, P. Orlando, M. Sciortino</i> | 757 |
| Sviluppo di una nuova cultura ambientale. Progetto formativo per la scuola secondaria superiore del Piemonte "A scuola di territorio. Conoscere e rappresentare l'ambiente". <i>C. Degiacomi, A. Pannocchia, A. Penon, A. Vignola</i> | 763 |
| Sviluppo e sperimentazione di un sistema per l'estrazione dell'informazione batimetrica da immagini telerilevate <i>M. Deidda, G. Sanna</i> | 771 |
| Un WEBGIS per la salvaguardia dei murali di Orgosolo <i>M. Deidda, A. Pala, G. Vacca</i> | 779 |
| Tecniche di analisi ed interpolazione spaziale nello studio dei sistemi produttivi: il caso della Provincia di Cuneo <i>V. Demetrio, P. Guerreschi</i> | 781 |

| | |
|--|-----|
| Analisi di mappature termiche di acque costiere e corsi d'acqua ottenute da immagini ASTER <i>F. Despini, S. Teggi</i> | 787 |
| Problemi e soluzioni legati all'impiego di sensori GNSS ed INS di basso costo per la navigazione geodetica <i>M. De Agostino, A.M. Manzano, M. Piras</i> | 793 |
| BRISEIDE - BRIdging Services, Information and Data for Europe <i>R. De Amicis, G. Conti, F. Prandi, P. Di Donato, M. Salvemini, A. Cimbelli</i> | 799 |
| Le carte del re. Un esempio di documentazioni del sapere geografico e territoriale nel XVIII secolo nel Palazzo Reale di Caserta <i>P. De Felice</i> | 805 |
| L'uso di nuove tecnologie satellitari per l'aggiornamento della Carta di Copertura del Suolo della Regione del Veneto <i>M. De Gennaro, S. De Zorzi, M. Foccardi, A. Marolla, M. Nordio</i> | 811 |
| Analisi delle anomalie termiche in acqua attraverso immagini iperspettrali <i>M.R. Della Rocca, G. Onorati, C. Oliviero, F. Cipolletti</i> | 817 |
| L'interoperabilità nelle strategie di diffusione dei dati spaziali della Regione Abruzzo <i>F. Del Guzzo, A. Di Emidio, A. Cacchione,</i> | 823 |
| Visualizzare le mappe catastali su GoogleMaps <i>M. Deligios</i> | 829 |
| Valutazione dei danni post sisma e strategie per la ricostruzione: il Gis di Fontecchio <i>C. Dell'Orto, F. Maroldi</i> | 835 |
| L'impiego di tecnologie eco-compatibili: un project GIS per la descrizione delle conseguenze sull'uso del suolo Eco-compatible technologies: a project GIS to describe the outcomes on the land-use <i>O. De Paoli, A.R. Candura</i> | 841 |
| La banca dati digitale delle torri costiere del XVI secolo nel Salento <i>M. Delli Santi</i> | 849 |
| Stima economica e valutazione tramite GIS del servizio ecosistemico "recreation" nella Provincia di Grosseto <i>V. De Santis, P. Plini, M. Venier</i> | 857 |
| Get Inspired! Un toolkit di armonizzazione per i servizi di conversione <i>P. Di Donato, M. Salvemini, L. Berardi, V. Mercadante</i> | 863 |
| Valutazione del rischio d'erosione costiera nell'area archeologica di Nora (Sardegna SW) <i>F. Di Gregorio, M. Pusceddu, E. Romoli, A. Serreli, C. Tronchetti</i> | 869 |
| Indagine preliminare per la valutazione del rischio integrato in Sardegna <i>F. Di Gregorio, M.F. Lobina, G. Piras, A. Serreli</i> | 875 |
| Diffusione e condivisione dell'informazione geografica in rete nell'era del web 2.0: l'esperienza dell'Istituto "G. Caporale" <i>A. Di Lorenzo, L. Savini, A. Conte</i> | 881 |
| Nuovo Atlante Storico-Geografico Camaldolese <i>F. Di Pietro, R. Romano, F. Lupia, G. Barberio, F. De Santis</i> | 887 |
| Sperimentazione di un modello di Web GIS per il Comune di Roma <i>A. Di Somma, V. Ferrari, M. Miranda, V. D'Aniello</i> | 893 |
| Proposta di misurazione della mobilità a partire da dati di traffico telefonico <i>P. Dilda, P. Pucci, F. Manfredini, P. Tagliolato</i> | 899 |
| Valutazione quali-quantitativa della luminanza della radiazione laser scanner per la classificazione dei materiali | |

| | |
|--|------|
| <i>C. Domenica, M.G. Angelini, D. Petruzzelli, G. Pesce</i> | 905 |
| Catasto Geografico | |
| <i>D. Dominico, F. Veronesi, G. Mansini</i> | 911 |
| Un test per verificare l'efficacia della rappresentazione visuale degli indicatori spaziali in ambito urbano | |
| <i>R.M. Donolo, F. Favetta, R. Laurini</i> | 917 |
| Sensori accelerometrici per il monitoraggio in continuo di versanti in frana | |
| <i>M.G. D'Urso, F. Cavaliere, M. Crespi</i> | 923 |
| Modelli spaziali di analisi della biodiversità in aree boschive percorse dal fuoco: un caso di studio in Puglia | |
| <i>M. Elia, R. Laforzezza, G. Colangelo, F. Ronco, G. Sanesi</i> | 929 |
| Plan4all: l'armonizzazione dei dati per la pianificazione territoriale in accordo con INSPIRE | |
| <i>A.M. Eremitaggio, P. Procaccini, S. Ombuen, F. Vico, N. Zanetti</i> | 935 |
| Valutazione delle deformazioni di un'area in frana mediante l'utilizzo della fotogrammetria digitale aerea multi-temporale | |
| <i>M. Fabris, V. Achilli, A. Menin</i> | 941 |
| Metodologie integrate per la georeferenziazione e rilievi 3D terrestri nell'antica città di Palmyra (Siria) | |
| <i>M. Fabris, V. Achilli, I. Bonardi, D. Bragagnolo, S. Favaretto, M. Frassine, M.T. Grassi, A. Menin, G. Targa</i> | 947 |
| Gestione della sicurezza stradale e monitoraggio degli incidenti mediante l'utilizzo del sistema WebGIS | |
| <i>C. Faccin, P. Rossini, L. Zavanella, M. Tira, E. Chiaf, C. Marini, A. Ortogni</i> | 953 |
| Il programma di monitoraggio dell'uso del suolo in Lombardia | |
| <i>D. Fasolini, V.M. Sale, S. Manetta, M. Credali, D. Dal Puppo, A. Norcini, S. Agostoni</i> | 961 |
| Multi-sensor data per il rilievo e la documentazione dei Beni Culturali | |
| <i>F. Fassi, F. Gaudio, C. Achille</i> | 967 |
| Integrazione di sensori a basso costo per il controllo di flotte di autoveicoli | |
| <i>G. Fastellini, F. Radicioni, A. Stoppini</i> | 973 |
| Elaborazioni per l'inquadramento di reti GNSS statiche e dinamiche con software commerciale | |
| <i>G. Fastellini, F. Radicioni, A. Stoppini</i> | 981 |
| Validazione del software NDA Professional per la compensazione di reti di stazioni permanenti GNSS | |
| <i>M. Fermi, S. Caldera, M. Chersich, M. Osmo</i> | 987 |
| Applicazioni GIS sul rapporto tra il costume tradizionale e il territorio abruzzese | |
| <i>V. Ferrari, V. D'Aniello, A. Di Somma, M. Miranda</i> | 993 |
| Analisi dello sviluppo turistico di Ravenna attraverso un sistema informativo geografico | |
| <i>M. Focaccia, A. Di Somma</i> | 999 |
| Analisi qualitativa del dato LiDAR nell'informazione territoriale ad alta risoluzione | |
| <i>M. Fondelli, M. Gasperi, A. Floris</i> | 1005 |
| Anagrafe Siti Contaminati – integrazione con SIGMATER | |
| <i>S. Fornò, S. Gemignani, A. Navarretta</i> | 1013 |
| Sistema di monitoraggio delle condizioni ambientali marine e di supporto alle attività di pesca | |
| <i>L. Fortunati, M. Mammini</i> | 1019 |
| Tecnologie geomatiche per l'analisi di stabilità dei fronti rocciosi tramite modellazione numerica ad elementi distinti | |
| <i>M. Francioni, R. Salvini, S. Riccucci, E. Machetti</i> | 1025 |

| | |
|--|------|
| La conoscenza nella forma digitale: trasmissibilità nel tempo e nello spazio del Bene Culturale. La cavalcata equestre di Vespasiano Gonzaga <i>L. Fregonese, L. Taffurelli, F. Fassi, C. Achille</i> | 1031 |
| Modificazioni naturali ed antropiche nella piana del Cixerri (Siliqua, Sardegna sud-occidentale) <i>P. Frongia</i> | 1037 |
| Verifica delle prestazioni di un codice per la simulazione delle orbite GNSS combinato all'uso di modelli digitali del terreno (Skyplot_DEM) <i>S. Gandolfi</i> | 1043 |
| MOKA Imprese: la georeferenziazione del registro imprese della Regione Emilia-Romagna <i>M.L. Garberi, G. Belvederi</i> | 1049 |
| Monitoraggio integrato del bilancio della CO2 a scala regionale: esperienze in Toscana <i>L. Genesio, F.P. Vaccari, M. Chiesi, L. Fibbi, B. Gioli, V. Grasso, R. Magno, F. Maselli, M. Moriondo, L. Rocchi, T. De Filippis, F. Zabini</i> | 1055 |
| Applicazioni di tecnologie di osservazione della Terra per l'ambiente agro-forestale sviluppate in Regione Piemonte <i>F. Giannetti, A. Canavesio, S. Gramaglia, R. Riccobene, F. Mensio</i> | 1061 |
| Una testimonianza cartografica del paesaggio terrazzato perginese: la mappa di Simon Pietro Bartolomei <i>T. Gilardi</i> | 1065 |
| DInSAR e GPS nel monitoraggio frane: tecniche di validazione e risultati nell'area test di Assisi <i>M. Gilardoni, G. Venuti</i> | 1071 |
| Renderizzazione tridimensionale del paesaggio storico della Francigena per la costruzione di immagini panoramiche navigabili <i>M. Giovannini, M. Michelacci</i> | 1073 |
| L'aerofototeca del CNR IRPI di Torino: gestione integrata in ambiente GIS <i>F. Godone, G. Rivelli, D. Godone</i> | 1081 |
| Approccio automatizzato all'analisi delle modificazioni paesaggistiche: il caso studio delle Langhe (CN) <i>D. Godone, M. Garbarino, G. Garnero, F. Godone</i> | 1087 |
| MOMAR: un progetto di monitoraggio delle acque marino-costiere tra il Mar Ligure e il Tirreno Nord-Occidentale <i>B. Gozzini, C. Brandini, A. Ortolani, F. Maselli, C. Lapucci, S. Melani, S. Couldray, N. Ganzin, A. Orlandi, M. Pieri, M. Fattorini</i> | 1093 |
| Analisi multitemporale dell'indice PRI (Photochemical Reflectance Index) sulle foreste d'Italia <i>R. Guarini, R. Loizzo, C. Marzo</i> | 1099 |
| Integrazione tra Database Topografico e Mappa Catastale. Progetto sperimentale in provincia di Brescia <i>F. Guzzetti, D. Capelli, A. Trebeschi</i> | 1105 |
| Censimento dell'architettura rurale della Provincia di Brescia <i>I.M. Iadema, M. Torretta</i> | 1111 |
| Il ruolo della Provincia di Brescia nella verifica dei Piani di Governo del Territorio <i>I.M. Iadema, M. Torretta</i> | 1117 |
| Il progetto MaTRis (Mappe Tematiche da Aerospazio ad Altissima Risoluzione) come supporto alla pianificazione urbanistica per il Comune di Apricina <i>C. La Mantia, D. Iasillo, S. Milella, N. Martinelli, M. Bux</i> | 1123 |
| Parchi ed energia in Lombardia a 200 anni dalla nascita di Eugenio Villoresi <i>M.M. Langfelder, E. Zanaboni</i> | 1129 |

| | |
|--|------|
| Rocche d'arte e riserve marine protette nella storia dell'Italia unita <i>M.M. Langfelder, U. Napolitano</i> | 1135 |
| Il progetto ProTeCT-Cult nel web 2.0 <i>V. Lanza, M. Lazzari</i> | 1141 |
| WEB P-PLAN: Participated Planning in LAureNzana <i>V. Lanza</i> | 1147 |
| I servizi WebGIS del nuovo Portale dei Servizi della Regione Lombardia. Verso una cartografia delle reti dei sottoservizi <i>D. Lanzetta, P. Viskanic</i> | 1153 |
| La Valle del Liri: da Terra di Lavoro a distretto industriale <i>S. Leonardi</i> | 1157 |
| L'analisi acustica da traffico veicolare attraverso l'adattamento del catalogo dei dati territoriali ai modelli di calcolo disponibili <i>L. Leone, D. Laudani Fichera, G. Pulvirenti, M. Leone, P. Spicuzza</i> | 1163 |
| Riconoscimento e correzione automatica di fenomeni di hot spot in camere digitali aeree <i>A. Lingua, P. Maschio</i> | 1169 |
| Produzione di cartografia nei centri urbani: nuove prospettive <i>A. Lingua, F. Nex, F. Rinaudo</i> | 1175 |
| Rilievo 3D di reperti archeologici con tecniche fotogrammetriche <i>M. Lo Brutto, M.G. Spera</i> | 1177 |
| Indagine economico ambientale sul Parco Nazionale del Sagarmatha (Everest, Nepal). Dalla cartografia delle unità di copertura del suolo, alla definizione di una matrice di capitale naturale, attraverso l'uso del telerilevamento satellitare <i>F. Luciani, S. Micheli</i> | 1183 |
| Test di coregistrazione di immagini radar per la stima del campo di velocità superficiali del ghiacciaio David-Drygalski (Antartide) <i>A. Lugli, L. Vittuari</i> | 1191 |
| Cartografia e gestione del territorio in Puglia tra Settecento e Ottocento. Casi di studio <i>G. Luisi</i> | 1197 |
| Utilizzo congiunto di dati geografici e statistici per la stima dei consumi irrigui in agricoltura <i>F. Lupia, F. De Santis</i> | 1203 |
| Realizzazione di un geodatabase di parametri pedologici a copertura nazionale <i>F. Lupia, N. Laruccia</i> | 1209 |
| Accesso ai modelli di calcolo e simulazione in ambito agro-ambientale attraverso strumenti web geografici <i>F. Lupia, G. Barberio</i> | 1215 |
| Scansione georiferita di strade ad alto scorrimento mediante robot mobile semi-autonomo <i>A. Mancini, N. Tasseti, E. Frontoni, E.S. Malinverni, P. Zingaretti</i> | 1221 |
| I dati geografici aperti ai cittadini, ai professionisti e alle Pubbliche Amministrazioni: il SITR-IDT della Regione Sardegna <i>L. Manigas, M. Beneventi, R. Vinelli</i> | 1227 |
| Mappatura dei siti di incrisolidamento della processionaria del pino (<i>Traumatocampa pityocampa</i> Den & Schiff) e analisi integrata delle dinamiche di uscita del lepidottero e dei suoi parassitoidi <i>F. Manti, E. Castiglione, C.P. Bonsignore, V. Vacante</i> | 1233 |
| Generazione di mappe di consumo del suolo tramite dati telerilevati <i>A. Marchesi, R. Colombo, N. Quadrelli, L. Perri, M. Parma, M. Schiavi</i> | 1239 |

| | |
|---|------|
| Collegamento delle Planimetrie Catastali all'Immobile <i>C. Marini, E. Boschini</i> | 1245 |
| Catasto e Database Topografico: un'unica procedura di aggiornamento? <i>C. Marini, F. Pirotti</i> | 1251 |
| L'analisi diacronica dell'uso del suolo dal Catasto Gregoriano (1816) al Corine Land Cover: il caso di Nemi <i>M. Marta, R. Morri, A. D'Agostino, M. Maggioli</i> | 1257 |
| Integrazione di dati telerilevati e raccolti a terra per la stima della produttività lorda e netta delle foreste italiane <i>F. Maselli, A. Barbati, M. Chiesi, P. Corona, D. Papale, M. Pasqui, G. Chirici</i> | 1263 |
| Nuovi contenuti per aggiornare la cartografia: le relazioni di viaggio e la Persia del XVII secolo <i>C. Masetti</i> | 1269 |
| Caratterizzazione remota del fondale marino tramite analisi e mosaicatura del backscatter <i>G. Masetti, R. Sacile, A. Trucco</i> | 1275 |
| Sustainable Public Green Transport to Face Sprawl. Geodatabase for Impact Valuation and Alternative Choice <i>D.E. Massimo, A. Barbalace, A.P. Paolo Massimo, R.M. Cefala, M. Vescio</i> | 1281 |
| Historic Center Valuation in Landscape Planning. Interactive Geodatabase in Web GIS Platform <i>D.E. Massimo, M. Musolino, A. Barbalace, R.M. Cefala</i> | 1289 |
| Valuation of Seismic, Energy, Architectural. The Role of GIS <i>D.E. Massimo, A. Barbalace, C. Fragomeni, M. Guidara, A. Marzo Micale</i> | 1297 |
| Mercati Immobiliari e Green Building. Preliminare stima del <i>Green Premium</i> in edifici sostenibili <i>D.E. Massimo, A. Barbalace, A. Malerba</i> | 1303 |
| Analisi dell'accuratezza geometrica della cartografia storica a grande scala. L'evoluzione della rappresentazione dell'alveo dell'Adige <i>M. Mastronunzio</i> | 1311 |
| Ingegnerizzazione della produzione di ortomosaici termici: un esempio di prodotto relativo alla città di Brescia <i>P. Dosso</i> | 1317 |
| Estrazione e classificazione di aree asfaltate da immagini MIVIS <i>A. Mei, R. Salvatori, A. Allegrini</i> | 1323 |
| SHARE Information System: un database geografico condiviso per il monitoraggio degli ambienti di alta quota <i>M.T. Melis, F. Dessì, P. Bonasoni</i> | 1329 |
| Telerilevamento della concentrazione di azoto fogliare in ecosistemi forestali litoranei <i>E. Mezzini, S. Raddi, I. Pippi, F. Magnani</i> | 1335 |
| L'analisi dei dati GOCE: il primo modello del campo di gravità calcolato con l'approccio space-wise <i>F. Migliaccio, M. Reguzzoni, A. Gatti, F. Sansò</i> | 1339 |
| Bologna Solar City, una <i>web application</i> per l'analisi dell'energia potenziale: dalla stima della radiazione solare alla realizzazione dell'applicazione <i>A. Minghetti, P. Africani, L. Lorenzini, E. Paselli</i> | 1345 |
| Un modello di studio e di azione per l'analisi e la risoluzione del problema del traffico stradale nelle grandi città <i>M. Miranda, A. Di Somma, V. D'Aniello, V. Ferrari</i> | 1351 |
| Una struttura per il supporto formativo alla Direttiva INSPIRE <i>R. Molina, A. Marchese, A. Östman, G. Saio</i> | 1357 |

| | |
|---|------|
| Stazioni eterotopiche di faggio e cartografia storica. Il caso della Toscana Centrale <i>F. Monacci, D. Focardi, P.E. Tomei</i> | 1363 |
| Geografia delle sedi in Garfagnana (Lucca). L'insegnamento dei geografi italiani riletto alla luce di un'esperienza di ricerca recente sulla crescita insediativa toscana <i>F. Monacci, F. Lucchesi</i> | 1369 |
| Un esempio di piattaforma GIS realizzata con tecnologie open source <i>G. Mussumeci, A. Bellia, M. Mangiameli</i> | 1375 |
| LiDAR o fotogrammetria? L'integrazione è la risposta <i>F. Nex, F. Rinaudo</i> | 1381 |
| L'Atlante di Lombardia: uno strumento per la pianificazione del territorio <i>A. Norcini, M. Peggion</i> | 1383 |
| Rilevamento di deformazioni del suolo in Daunia (Puglia) per mezzo di tecniche interferometriche SAR <i>R. Nutricato, D.O. Nitti, M.T. Chiaradia, F. Bovenga, A. Refice, G. Pasquariello</i> | 1389 |
| Un nuovo metodo per la stima del potenziale di biomasse forestali su scala regionale. Applicazione al territorio lombardo <i>S. Oliveri</i> | 1397 |
| Il Piano di Rischio Integrato di Brescia: strumento per razionalizzare i processi di pianificazione territoriale e la gestione delle emergenze <i>S. Oliveri, M. Buldrini, P. Frattini, P. Seminati, F. Pozza, S. Lari</i> | 1403 |
| Un nuovo approccio operativo per la stima della disponibilità di residui agricoli destinabili a filiere bio-energetiche a scala regionale <i>S. Oliveri, C. Loda, D. Salvi, G. Gerosa</i> | 1409 |
| Analisi a grande scala dell'urbanizzazione nel territorio rurale dell'area udinese <i>E. Peccol</i> | 1415 |
| Un'applicazione multimediale per l'analisi e la conservazione dei Beni Culturali <i>D. Peloso, L. Baratin</i> | 1421 |
| Uso di dati satellitari per il monitoraggio della siccità in Niger e Chad <i>F. Perez, F. Disabato, M. De Stefano, R. Vigna</i> | 1427 |
| Uso del software goGPS per la produzione della sentieristica di un parco con strumenti a basso costo <i>L. Pertusini, E. Realini, M. Reguzzoni, D. Sampietro, L. Valentini</i> | 1433 |
| Il patrimonio forestale della Regione del Veneto: Analisi delle dinamiche spaziali di popolamento con tecniche di telerilevamento <i>S. Picchio, F. Sparatore, A. Rudatis, D. Savio, L. Di Prinzio, F. Albanese</i> | 1439 |
| Un tuffo nel Sebino: lo stato della conoscenza geologica del Lago d'Iseo (Lombardia, Italia) <i>A. Piccin, U. von Grafenstein</i> | 1445 |
| Un report di qualità per l'aggiornamento cartografico in NRTK: una sperimentazione della Fondazione Geometri dell'Emilia Romagna con l'Agenzia del Territorio <i>L. Piccinini, D. Guidetti, R. Gavaruzzi, N. Perfetti, S. Scarpino, P. Fornaro</i> | 1451 |
| Utilizzo di immagini iperspettrali per il monitoraggio di sversamento di idrocarburi nel fiume Po <i>C. Pietrapertosa, A. Spisni, V. Pancioli, P. Sterzai, A. Pavan, P. Paganini, A. Monni, F. Coren</i> | 1457 |
| Il monitoraggio del Servizio di Piena in Regione Sardegna con i dati SAR <i>A. Pillai, G. Ceriola</i> | 1463 |
| Progetto di ricerca per la valorizzazione e conservazione dei nove siti dei Sacri Monti <i>G. Pinto</i> | 1469 |

| | |
|---|------|
| Analisi sperimentale sulla qualità metrica della camera aerofotogrammetrica DMC <i>L. Pinto, G. Sona</i> | 1475 |
| Mulini idraulici in Sardegna. La ricerca cartografica <i>G. Piras</i> | 1479 |
| Applicazioni laser scanner per l'ambiente forestale <i>F. Pirotti, S. Grigolato, E. Lingua, T. Sitzia, P. Tarolli</i> | 1485 |
| Interoperabilità dei dati geografici in ambiente WebGIS <i>F. Pirotti, D. Dominico, A. Guarnieri, A. Vettore</i> | 1491 |
| Sviluppo di un Sistema GIS per la definizione di scenari di danno atteso in caso di sisma e a supporto della gestione post-evento <i>M. Pollino, A.B. Della Rocca, L. La Porta, A. Arolchi, S. Lo Curzio, C. Pascale, V. James</i> | 1497 |
| La tecnologia Laser Scanning per l'analisi morfologica multitemporale delle aree estrattive: moderne metodologie topografiche a servizio dell'analisi di stabilità <i>S. Riccucci, R. Salvini, M. Francioni, A. Scognetti</i> | 1503 |
| DESYCO: un Sistema di Supporto alle Decisioni per la valutazione degli impatti legati ai cambiamenti climatici nelle aree costiere <i>J. Rizzi, S. Torresan, A. Critto, A. Zabeo, S. Giove, A. Marcomini</i> | 1509 |
| E-QUALITY: un software GIS per la valutazione della qualità ambientale della Laguna di Venezia <i>J. Rizzi, A. Critto, S. Gottardo, A. Marcomini</i> | 1515 |
| INSPIRE e la conservazione della natura: il contributo del progetto europeo Nature-SDIplus <i>E. Roccatagliata, G. Saio, C. Attardo</i> | 1521 |
| Analisi della incidenza degli incendi boschivi in aree di interfaccia: un caso di studio in Puglia <i>F. Ronco, R. Laforteza, G. Colangelo, M. Elia, G. Sanesi</i> | 1527 |
| Finalmente il dato catastale alla portata dei Comuni <i>P. Rossi, M. Fedozzi, R. Magretti, P. Alberti, M. Calzolari</i> | 1533 |
| InSiTu - Sistema Informativo per il Turismo di Regione Lombardia: modello concettuale, funzionalità, prospettive <i>L. Rossignoli, D. Sciunnach, A. Hinojosa Valencia</i> | 1537 |
| La Rete Tematica NESIS a supporto dell'implementazione di SEIS <i>G. Saio</i> | 1543 |
| Monitoraggio delle coperture nevose tramite analisi di immagini da postazione fissa <i>R. Salvatori, P. Plini, R. Salzano, M. Giusto, M. Montagnoli, G. Esposito, M. Valt, A. Cagnati, G. Crepez, D. Sigismondi</i> | 1549 |
| Utilizzo di una stereocoppia GeoEye-1 per la realizzazione della cartografia geologica e topografica del sito archeologico di Kuşaklı Höyük (Yozgat-Turchia) <i>R. Salvini, M.C. Salvi, A. Cartocci, E. Magnani, S. Mazzoni</i> | 1555 |
| La realizzazione in Italia del progetto Corine Land Cover 2006: uno strumento di monitoraggio delle dinamiche di uso e copertura del suolo <i>V. Sambucini, I. Marinosci, N. Bonora, G. Chirici, P. Corona, S. Bologna, L. Morgante, O. Oradini, M. Bagnoli, F. Papini, M. Marchetti</i> | 1561 |
| Reti 3d miste gps/total station e deviazione della verticale <i>D. Sampietro, G. P. Almudena</i> | 1567 |
| Test di qualità sulle reti della Sardegna e della Corsica <i>G. Sanna, A. Vivanet</i> | 1573 |
| Classificazione CORINE al 2008 per la provincia di Avellino e confronto con la previsione del Land Change Modeler (Clarks Lab.) <i>F. Saveriano, M. Zicarelli</i> | 1579 |

| | |
|--|------|
| Tecniche <i>object-oriented</i> per la classificazione delle coperture forestali su fotogrammi storici pancromatici <i>D. Savio</i> | 1585 |
| Simulazione e sistemi idroinformatici per la gestione della risorsa idrica <i>C. Schifani, R. Rossetto, I. Borsi, M. Primicerio, P. Mogorovich, E. Bonari</i> | 1591 |
| Sperimentazioni sullo studio delle volumetrie degli edifici e relative applicazioni in campo ambientale <i>C. Secco, D. Mo, G. Menetto, P. Ghisleni, G. Truffo</i> | 1597 |
| Analisi dell'idroesigenza del bacino idrografico fiume Santerno <i>A. Seravalli</i> | 1603 |
| I WebGIS per l'idraulica del territorio: analisi critica delle possibili applicazioni <i>C. Soffia, M. De Agostino</i> | 1609 |
| Rappresentare l'identità dei luoghi. Il territorio di Grottaferrata nella cartografia storica <i>L. Spagnoli</i> | 1615 |
| Classificazione di dati telerilevati ad alta risoluzione: risultati di approcci contestuali in ambito Open Source <i>C. Tarantino, F.P. Lovergine, M. Adamo, G. Pasquariello</i> | 1621 |
| Collaudo, rappresentazione, generalizzazione db topografici <i>E. Tiengo, A. Olivari, A. Trebeschi</i> | 1627 |
| Stime non parametriche di attributi forestali con dati inventariali e immagini telerilevate <i>D. Travaglini, G. De Simon, N. Puletti, G. Alberti, A. Peressotti, G. Chirici, P. Corona</i> | 1631 |
| Produzione DB Topografico: l'attività del Servizio Cartografia e Gis della Provincia di Brescia <i>A. Trebeschi, T. Gaudiosi, D. Taboni</i> | 1637 |
| Il rilievo della Basilica del Santo Sepolcro a Gerusalemme <i>G. Tucci, V. Bonora</i> | 1643 |
| La rupe tufacea di Pianiano (VT): dal rilievo integrato al progetto di consolidamento dei centri abitati instabili <i>G. Tucci, A. Nobile, G. Ridolfi, L. Papacchini</i> | 1649 |
| Valorizzazione del patrimonio informativo ai fini della valutazione ambientale delle politiche in Regione Piemonte <i>G. Turco, M. Orso Giacone, A. Spaziante, F. Fiermonte, F. Ronchetti, G. Menetto, E. Sarzotti</i> | 1655 |
| Il recepimento della direttiva INSPIRE in Italia: esperienze pilota in ambito SINAnet <i>G. Turco, C. Maricchiolo, M. Munafò, E. Sarzotti, L. Zamponi, E. Bonansea</i> | 1661 |
| Applicazione di INSPIRE ai dati ambientali: sperimentazione di un metodo per l'individuazione delle autorità pubbliche responsabili dei dati di riferimento <i>G. Turco, S. Pia, E. Sarzotti, E. Bonansea</i> | 1667 |
| Una semplice interfaccia geografica per l'accesso ai beni immobili e mobili del patrimonio culturale lombardo <i>S. Urbisci</i> | 1673 |
| Integrazione delle informazioni catastali nel DBMS della Regione Sardegna <i>N. Utzeri, U. Falchi</i> | 1679 |
| Arte e cartografia a Napoli tra '700 e '800: uno straordinario connubio <i>V. Valerio</i> | 1685 |
| Monitoraggio e verifica costruttiva (as built) di grattacieli e strutture di ingegneria civile a prevalente sviluppo verticale <i>G. Vassena, M. Fiocco, M. Campanella, E. Colombo, M. Sgrenzaroli</i> | 1693 |

| | |
|---|------|
| Utilizzo dei sistemi di telerilevamento per il monitoraggio di fenomeni franosi: il progetto WISELAND <i>M. Vellico, P. Sterzai, C. Pietrapertosa, A. Corsini, F. Ronchetti, M. Berti, P. Mora, F. Coren</i> | 1699 |
| Il servizio di consultazione dati cartografici dell’Agenzia Interregionale per il fiume Po – AIPO <i>M. Vergnani, S. Ambrogio, S. Aielli, A. Aimar</i> | 1705 |
| EcoGIS una piattaforma per il monitoraggio delle emissioni <i>P. Viskanic, S. Segala, B. Montali, D. Überbacher, R. Rossanelli</i> | 1711 |
| Confronto fra CLC 2006 e DUSAF 2.1 della Regione Lombardia <i>P. Zaffaroni</i> | 1715 |
| Classificazione di immagini SPOT per l’aggiornamento al 2008 della mappa di copertura del suolo della Regione Lombardia <i>P. Zaffaroni, M. Maggi, P. Pileri</i> | 1721 |
| Sette anni di interoperabilità per il traffico metropolitano intorno a Milano: da Roma Eur 2004 a Brescia 2010 <i>E. Zanaboni, F. Visconti, M.M. Langfelder</i> | 1727 |
| La cartografia secentesca quale fonte informativa per lo studio delle divagazioni fluviali. Valutazioni di analisi interdisciplinari mediante l’utilizzo di sistemi GIS e foto interpretazione <i>G. Zanichelli, L. Masotti, M. Dubbini, M. Vergnani</i> | 1733 |
| I-MAP: il GIS partecipativo nella gestione del territorio <i>P. Zingaretti, E.S. Malinverni, A. Mancini, E. Frontoni</i> | 1739 |
| Quantificazione della componente ombra nelle chiome di <i>Araucaria angustifolia</i> in immagini digitali ad altissima risoluzione <i>V.A. Pesck, A.A. Disperati, J. Disperati, J.R. dos Santos, A. Rudek</i> | 1745 |

INDICE DEGLI AUTORI

Sensori accelerometrici per il monitoraggio in continuo di versanti in frana

Maria Grazia D'Urso (*), Francesco Cavaliere (**), Mattia Crespi (***)

(*) Di.M.S.A.T. - Università di Cassino

Via G. Di Biasio, 43 – 03043 Cassino (FR) - durso@unicas.it

(**) Libero professionista Via A. Aligerno, 03043 Cassino (FR) cavalierefrancesco@inwind.it

(***) DICEA - Area Geodesia e Geomatica -Università La Sapienza

Via Eudossiana, 00184 Roma-mattia.crespi@uniroma1.it

Sommario

Molto spesso i tracciati stradali e ferroviari si sviluppano lungo rilievi potenzialmente franosi sia per la particolare formazione geologica di buona parte del territorio italiano, sia per particolari condizioni climatiche. Pertanto, unitamente alla realizzazione di opere di prevenzione, un efficiente monitoraggio dei dissesti che consenta di individuare, in tempo utile, l'eventuale instaurarsi di criticità o di allarme al fine di assicurare la sicurezza degli utenti e l'integrità delle strutture/infrastrutture costituisce il rimedio ottimale sia in termini sociali che economici per affrontare il rischio delle frane.

In questo lavoro si presenta una tecnica di monitoraggio, a basso costo e alta densità di punti di misura, dello strato superficiale di versanti in frana, fino allo spessore di circa 1 metro, realizzata mediante una rete di sensori accelerometrici a tecnologia MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems). Tali sensori comunicano in modalità wireless con un'unità di elaborazione e un sistema di trasmissione dati e funzionano da inclinometri; pertanto se resi solidali ad un elemento rigido infisso nel terreno consentono di monitorare l'inclinazione dell'elemento stesso. La variazione nel tempo di questa grandezza è rappresentativa della cinematica del movimento franoso del versante in cui l'elemento e il sensore sono infissi.

Scopo di questo lavoro è presentare i risultati dei test di calibrazione e di sensibilità di tali sensori al fine di stimare i principali parametri di errore sistematico (bias di origine, fattore di scala) al variare dei valori della frequenza di acquisizione delle misure, del fondo scala e della temperatura di funzionamento e di determinare l'errore quadratico medio.

Infine, vengono presentati i risultati della elaborazione di una serie temporale mensile in una rete pilota di tali sensori accelerometrici, monitorati in tempo reale, installata su un versante franoso prospiciente i binari di una linea ferroviaria della rete Circumvesuviana di Napoli.

Introduzione

Negli ultimi anni si è avuta una notevole diffusione di sensori accelerometrici nelle applicazioni geomatiche grazie allo sviluppo dei sensori micro-elettromeccanici (MEMS – *Micro-Electro-Mechanical Systems*). Tali sensori, caratterizzati da una sensibile riduzione delle dimensioni, del costo e del peso, sono ideali per l'integrazione con sensori di posizionamento satellitare GNSS, al fine di monitoraggi ambientali, topografici e navigazione.

Tuttavia, il segnale in uscita da tali sensori risulta essere fortemente disturbato dalla presenza di un rumore ad altissima frequenza, che rende molto complesso il trattamento delle osservazioni grezze. In aggiunta, nella maggior parte dei casi, tali sensori sono soggetti anche ad una incertezza *run-to-run* (Cazzaniga 2007) e pertanto alcuni errori di natura sistematica possono variare ogni volta che il sensore viene riacceso, con un'entità che può essere fino a 10 volte maggiore rispetto a quella del rumore di misura. Pertanto, per poter sfruttare appieno le potenzialità di tali tipologie di sensori è

necessario sottoporli preventivamente a diverse procedure di *calibrazione*, al fine di caratterizzare in maniera esaustiva il comportamento complessivo dei diversi tipi di errori sistematici e di valutare le entità degli errori accidentali.

Gli errori sistematici sono, in massima parte, rappresentabili per mezzo di un *bias* di origine (nel seguito indicato semplicemente come *bias*) e di un *fattore di scala* all'interno delle misure effettuate. I parametri che rappresentano errori di questa natura sono stimabili mediante tarature della piattaforma, effettuate tramite opportune procedure operative di *calibrazione*.

Gli errori accidentali, come noto, possono avere origine interna (e in tal caso viene definito *rumore*) o esterna (in tal caso prende il nome di *disturbo*) al sistema di misura e, come di consueto, possono essere globalmente caratterizzati tramite la stima dello scarto quadratico medio.

I sistemi con costo e precisione medio-alto generalmente presentano tecnologie di fabbricazione e algoritmi di controllo, contenuti all'interno del sensore stesso, che limitano gli effetti legati a queste due tipologie di errore, dopo averli opportunamente caratterizzati.

Nel caso dei sensori accelerometrici MEMS, proprio in quanto sensori a basso costo, le procedure di calibrazione e valutazione dello scarto quadratico medio devono essere svolte *off-line*, precedentemente all'impiego dei sensori medesimi.

Nei paragrafi successivi viene illustrata ed eseguita tale procedura di calibrazione e, successivamente, si discutono i risultati della elaborazione di una serie temporale mensile acquisita da una rete pilota di sensori accelerometrici MEMS installata su un versante franoso prospiciente i binari di una linea ferroviaria della rete Circumvesuviana di Napoli.

La calibrazione dei sensori accelerometrici MEMS

Test statico

Il metodo per la determinazione del **bias** e del **fattore di scala** degli accelerometri è quello proposto dallo Standard IEEE 517, e riproposto in letteratura (El-Sheimy, 2003; Titterton e Weston, 2004) con il nome di test statico delle sei facce (*six positions static test*) basato sulla misura per un tempo prolungato, solitamente almeno una decina di minuti, di grandezze note come, ad esempio, il vettore di accelerazione gravitazionale. Tenendo conto della letteratura i tre parametri che modellano complessivamente gli errori sistematici b_a , fattore di scala s_a e parametro di correzione termica c_T compaiono nel modello matematico espresso dalla relazione:

$$\underline{a}_a = \underline{a} + g + b_a + s_a \cdot g + c_T \cdot (T - T_0) + v$$

ove \underline{a}_a è la misura dell'accelerometro, \underline{a} è l'accelerazione del punto, g è l'accelerazione gravitazionale terrestre, T la temperatura durante la misura, T_0 la temperatura all'accensione dello strumento e v è il noise di osservazione.

Nel nostro caso è stata considerata una terna di accelerometri MEMS triassiali, dotati di alimentazione autonoma e modalità di trasmissione wireless, cortesemente messa a disposizione dalla Società Strago s.r.l. Via Campana 233, 80078 Pozzuoli- Napoli che ha provveduto anche all'assemblaggio dei diversi componenti elettronici. Tale terna di sensori effettua l'acquisizione secondo le direttive impartite da un altro sensore inerziale denominato "master" che si occupa della gestione dell'acquisizione e del download dei dati. L'unità master è alimentata a 15 V mediante un trasformatore ed è collegata ad un computer dotato di un'uscita seriale nonché del software di gestione dei dati SMAMID 2.0. La terna di sensori inerziali è stata montata su una piastra metallica che può essere posta in posizione orizzontale con grande accuratezza. Per tale motivo è stato predisposto un treppiede munito di una basetta geodetica, livellata per mezzo di una livella torica di precisione. Sul treppiede è stato montato un teodolite al secondo, al cui cannocchiale è stata resa solidale la piastra metallica con gli accelerometri, che può essere pertanto orientata a piacimento nello spazio con grande accuratezza; in particolare, la piastra può essere resa orizzontale. Per evitare di disturbare le misure con la componente *run-to-run* del bias, è, inoltre, necessario prestare particolare cura affinché il sensore non venga mai spento durante la prova e non subisca variazioni di corrente.

Durante la prova calibrazione è necessario impedire il più possibile che le misure vengano disturbate da agenti esterni come brusche accelerazioni o sensibili variazioni di temperatura. In particolare, quest'ultimo parametro risulta il più difficile da controllare dato che il sensore stesso tende a surriscaldarsi durante il suo funzionamento.

I parametri bias e fattore di scala così stimati rappresentano l'effettivo errore sistematico dello strumento e possono essere utilizzati per compensare le osservazioni grezze del sensore rappresentate dalle accelerazioni.

Durante l'esecuzione del test, il sensore inerziale è posto su un piano livellato, con il sistema di riferimento posizionato alternativamente in alto e in basso, per tutte le sei posizioni possibili degli assi. Gli assi del sensore vengono sempre posizionate in modo da ottenere una rotazione di 180° gradi tra le due facce opposte.



Figura 1 – Acquisizione in configurazione "z_{up}".

Test di validazione dei parametri di acquisizione

Tale test si propone di caratterizzare la strumentazione accelerometrica variando i parametri di acquisizione quali la frequenza di acquisizione e il valore di fondo scala. La frequenza è stata variata dal valore minimo di 40Hz al valore massimo 640Hz considerando anche un valore intermedio di 160Hz; viceversa il valore del fondo scala è stato variato dal valore di $\pm 2g$ al valore di $\pm 6g$.

Analisi dei risultati

L'intera procedura di calibrazione del "test statico a sei facce" fin qui descritta è stata applicata ad una terna di sensori accelerometrici, denominati nelle tabelle n.1, 2 e 3 come schede n.3 n.4 e n.5, per i quali il sistema di riferimento assunto è sempre coincidente con gli assi Nord, Est e verticale.

La sperimentazione è stata compiuta nel corso di due giornate di misura, lasciando ciascun sensore fermo su ogni faccia per 15 minuti e lasciando trascorrere, dopo ogni cambio di posizione, almeno 5 minuti per eliminare eventuali movimenti residui del sensore che potevano essere generati durante il passaggio da un assetto ad un altro.

Successivamente, l'intera procedura di calibrazione descritta per il test statico in laboratorio è stata ripetuta all'esterno, al fine di caratterizzare il comportamento della strumentazione alla temperatura esterna che al momento della prova, è risultata essere di circa 20°C.

Come si può osservare dalle tabelle i valori del bias dell'accelerometro oscillano attorno ad un valore medio per tutta la sessione di misura con ampiezza di $10^{-3} g$, in ogni direzione mentre, per i fattori di scala, si osservano valori dell'ordine di 10^{-3} . I valori delle componenti dell'accelerazione grezza, compensati con i valori medi del bias e del fattore di scala si presentano sensibilmente ridotti.

L'analisi dei parametri di precisione ottenuti per i tre sensori mostra una sostanziale stabilità dei parametri sistematici durante il periodo di misura. Al di fuori di particolari casi operativi, legati a scenari in cui vi è ad esempio una sensibile variazione di temperatura, è ragionevole accettare, la tesi secondo cui, all'interno di sessioni di misura di qualche ora, i parametri sistematici possano essere considerati costanti (Sansò, 2006). In conclusione, attesa l'importanza dei parametri di calibrazione all'interno degli algoritmi di integrazione multi-sensore, è necessario ripetere le procedure di calibrazione, ad intervalli di tempo regolari, in funzione della frequenza e della modalità di utilizzo del sensore, in maniera da poter disporre di una stima realistica degli errori.

| TEST X UPDOWN | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| max | | | | | |
| min | | | | | |
| media | | | | | |
| sqm | | | | | |
| SCHEDA N.03 | x_{10} [g] | 9.97079E-01 | 9.93117E-01 | 9.93117E-01 | 7.792396E-04 |
| | x_{40} [g] | 9.91230E-01 | 9.96919E-01 | 9.93244E-01 | 3.228515E-04 |
| | b_1 [g] | 1.95310E-03 | -9.76500E-04 | 4.50743E-04 | 1.845208E-04 |
| | b_2 [g] | -4.88280E-03 | -7.81250E-03 | -6.29626E-03 | 1.847236E-04 |
| | v [g] | 2.91418E-03 | -1.96807E-03 | 2.07734E-03 | 1.792530E-04 |
| SCHEDA N.04 | x_{10} [g] | 1.00939E+00 | 9.80281E-01 | 9.95200E-01 | 6.164320E-04 |
| | x_{40} [g] | 9.72662E-01 | 9.97888E-01 | 9.97888E-01 | 5.975152E-04 |
| | b_1 [g] | 1.17187E-02 | 4.39850E-03 | 8.18656E-03 | 3.899561E-04 |
| | b_2 [g] | -9.27740E-02 | -1.66016E-02 | -1.26559E-02 | 3.995375E-04 |
| | v [g] | 6.75247E-03 | -6.91932E-03 | -2.21809E-03 | 6.164020E-04 |
| SCHEDA N.05 | x_{10} [g] | 9.96919E-01 | 9.81445E-01 | 9.89407E-01 | 5.476305E-04 |
| | x_{40} [g] | 9.94717E-01 | 9.99009E-01 | 9.99251E-01 | 6.813902E-04 |
| | b_1 [g] | 2.92965E-03 | -4.88280E-03 | -7.04148E-04 | 3.653348E-04 |
| | b_2 [g] | -6.83950E-03 | -1.81603E-02 | -1.01169E-02 | 3.637700E-04 |
| | v [g] | 7.15301E-03 | -7.49538E-03 | 2.25484E-03 | 5.476305E-04 |

Tabella 1 – Risultati Test in laboratorio.

| TEST X UPDOWN | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| max | | | | | |
| min | | | | | |
| media | | | | | |
| sqm | | | | | |
| SCHEDA N.03 | x_{10} [g] | 9.95117E-01 | 9.94406E-01 | 9.86979E-01 | 3.409944E-04 |
| | x_{40} [g] | 9.93161E-01 | 9.95117E-01 | 9.94194E-01 | 9.184565E-05 |
| | b_1 [g] | 4.96550E-04 | -4.88300E-04 | 4.95192E-04 | 1.767922E-04 |
| | b_2 [g] | -4.88280E-03 | -6.34795E-03 | -5.44110E-03 | 1.767922E-04 |
| | v [g] | 1.18791E-04 | -1.18791E-04 | -2.10921E-04 | 3.609444E-04 |
| SCHEDA N.04 | x_{10} [g] | 9.96919E-01 | 9.95117E-01 | 9.96696E-01 | 4.853484E-04 |
| | x_{40} [g] | 9.97982E-01 | 9.89084E-01 | 9.91511E-01 | 4.573205E-04 |
| | b_1 [g] | 8.30075E-03 | 7.32452E-03 | 7.75347E-03 | 3.356053E-04 |
| | b_2 [g] | -1.17188E-02 | -1.26953E-02 | -1.20951E-02 | 3.183242E-04 |
| | v [g] | -6.81287E-04 | -6.81287E-04 | -6.81287E-04 | 4.853484E-04 |
| SCHEDA N.05 | x_{10} [g] | 9.90234E-01 | 9.88281E-01 | 9.89257E-01 | 7.194181E-05 |
| | x_{40} [g] | 9.92244E-01 | 9.91210E-01 | 9.90978E-01 | 4.099896E-04 |
| | b_1 [g] | 0.00000E+00 | -1.46485E-02 | -8.97063E-04 | 2.081470E-04 |
| | b_2 [g] | -0.27735E-02 | -1.07420E-02 | -9.87926E-03 | 2.081470E-04 |
| | v [g] | 8.90723E-04 | -9.72476E-04 | 3.486507E-05 | 7.194181E-05 |

Tabella 2 – Risultati Test in ambiente esterno.

Al variare della frequenza di acquisizione da 40Hz a 160Hz e 640Hz e del valore di fondo scala da $\pm 2g$ a $\pm 6g$, si ottengono maggiori informazioni temporali, un incremento dell'errore strumentale e un segnale particolarmente disturbato. Tale disturbo è dovuto all'incremento della frequenza di acquisizione che registra dei picchi massimi e minimi di accelerazione, notevolmente maggiori rispetto a quelli relativi alla configurazione di riferimento.

| REPORT DATI GREZZI | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| max [g] | | | | | | |
| min [g] | | | | | | |
| media [g] | | | | | | |
| var [g ²] | | | | | | |
| sqm [g] | | | | | | |
| SCHEDA N.03 | y_{40} 2g 160Hz | -9.81E-01 | -9.87E-01 | -9.84E-01 | 3.98E-07 | 5.98E-04 |
| | y_{40} 2g 40Hz | -9.82E-01 | -9.85E-01 | -9.84E-01 | 2.26E-07 | 4.76E-04 |
| | y_{40} 2g 640Hz | -9.93E-01 | -1.01E+00 | -9.84E-01 | 2.60E-06 | 1.61E-03 |
| | y_{40} 2g 40Hz | -9.82E-01 | -9.85E-01 | -9.84E-01 | 2.26E-07 | 4.76E-04 |
| | y_{60} 6g 160Hz | -9.90E-01 | -9.96E-01 | -9.93E-01 | 1.08E-06 | 1.04E-03 |
| | y_{60} 2g 40Hz | -9.82E-01 | -9.85E-01 | -9.84E-01 | 2.26E-07 | 4.76E-04 |
| SCHEDA N.04 | y_{40} 2g 160Hz | -9.93E-01 | -9.99E-01 | -9.96E-01 | 6.23E-07 | 7.90E-04 |
| | y_{40} 2g 40Hz | -9.93E-01 | -9.99E-01 | -9.96E-01 | 3.30E-07 | 5.75E-04 |
| | y_{60} 6g 160Hz | -1.00E+00 | -1.01E+00 | -1.00E+00 | 1.66E-06 | 1.29E-03 |
| | y_{60} 2g 40Hz | -9.93E-01 | -9.99E-01 | -9.96E-01 | 3.30E-07 | 5.75E-04 |
| | y_{40} 2g 160Hz | -1.00E+00 | -1.02E+00 | -1.01E+00 | 2.73E-06 | 1.65E-03 |
| | y_{40} 2g 40Hz | -9.93E-01 | -9.99E-01 | -9.96E-01 | 3.32E-07 | 5.76E-04 |
| SCHEDA N.05 | y_{40} 2g 640Hz | -9.78E-01 | -1.04E+00 | -1.01E+00 | 4.11E-06 | 3.03E-03 |
| | y_{40} 2g 40Hz | -1.01E+00 | -1.01E+00 | -1.01E+00 | 3.32E-07 | 5.76E-04 |
| | y_{60} 6g 160Hz | -1.01E+00 | -1.03E+00 | -1.02E+00 | 2.70E-06 | 1.64E-03 |
| | y_{60} 2g 40Hz | -1.01E+00 | -1.01E+00 | -1.01E+00 | 3.32E-07 | 5.76E-04 |

Tabella 3 – Risultati Test parametri di acquisizione.

In definitiva, l'acquisizione con un fondo scala di $\pm 2g$ e frequenza di 40Hz, risulta idonea per le applicazioni di monitoraggio qui considerate. La configurazione ottimale si presenta con i valori di frequenza di 40Hz e fondo scala $\pm 2g$, presentando un valore di deviazione standard pari a $10^{-4}g$, contro un valore di deviazione standard di $10^{-3}g$ all'aumentare della frequenza di acquisizione.

Caso di studio: una rete pilota di sensori per il monitoraggio delle frane

Il caso di studio è relativo alla rete di monitoraggio di sensori MEMS installata sul costone prospiciente la stazione di Castellammare di Stabia, al fine di ripristinare l'esercizio del terzo binario, situato immediatamente ai piedi del costone.

Il sistema è costituito da una rete discreta di sensori accelerometrici a tecnologia MEMS a basso costo, di facile installazione e ad alta densità di punti di misura che permette un monitoraggio della configurazione superficiale del rilievo franoso, affiancata da un sistema pluviometrico. Il sistema opera in continuo e fornisce in tempo reale l'informazione sull'instaurarsi di situazione di allarme tramite l'invio di messaggi GSM.

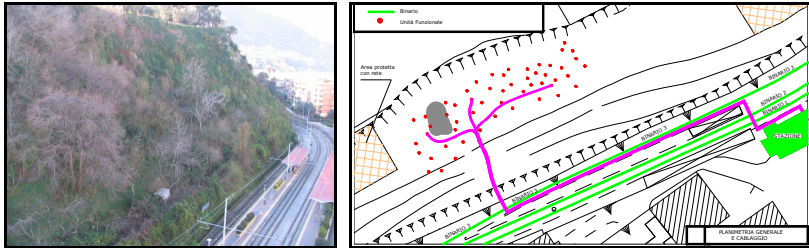


Figura 3 – Planimetria generale del sito e cablaggio.

Il sistema di monitoraggio degli spostamenti superficiali è composto da:

1. Rete wireless di UF (Unità Funzionali) accelerometriche MEMS;
2. UAD (Unità di Acquisizione Dati);
3. Unità di trasmissione dei segnali di allarme al Centro di Controllo (CdC) e ad Utenti Remoti (UR) predefiniti, che saranno raggiunti da sms.

La rete di UF è costituita da 53 unità di cui 3 master, che si occupano della gestione dell'acquisizione, del download dei dati dalle rimanenti unità (slave) e dell'upload dei dati verso la UAD, e 50 unità slave, che effettuano l'acquisizione.

Le unità slave, funzionando in modalità wireless ed essendo alimentate a batteria, sono collocate nei punti di interesse senza richiedere alcun tipo di cablaggio.

Il software installato sulle UF slave consente loro di acquisire per una durata di 1 secondo e con un intervallo di 15 minuti. Il software installato sulla UAD consente di inviare opportuni comandi alle unità master e di raccogliere i dati acquisiti, salvandoli sul proprio disco fisso, e di eseguire le operazioni di elaborazione dei dati inviati dalle UF slave al fine di calcolare l'inclinazione della UF slave, la variazione di inclinazione rispetto a quella iniziale e di determinare lo stato di ogni UF e del sistema globale sulla base di criteri configurabili dall'utente.

Le UF sono montate su dei chiodi metallici, di lunghezza di 100 cm, i quali sono infissi per battitura nel terreno. I sensori accelerometrici sono disposti nei nodi di una maglia ad una distanza reciproca non superiore agli 8-10 metri e funzionano come inclinometri, cosa possibile in quanto ognuno di essi misura la componente dell'accelerazione di gravità lungo 3 assi ortogonali (Mannara et al., 2009).

Risultati

L'analisi dei dati raccolti permette di tracciare l'andamento delle variazioni dell'inclinazione per ciascun asse, ovvero degli spostamenti angolari dei singoli sensori e, quindi, delle porzioni di terreno su cui insistono. In linea generale, si è osservato che solo occasionalmente, e su un numero molto ridotto di punti misura, si sono verificate delle variazioni di inclinazione dell'ordine di qualche centesimo di grado.

Tipicamente, le variazioni di inclinazione rispetto all'asse "z" verticale, riportate nei grafici seguenti a titolo esemplificativo, sono contenute entro pochi decimi di grado; ciò sembrerebbe indicare che il pendio è attualmente soggetto a movimenti lenti almeno relativamente alla coltre superficiale monitorata. In particolare, la sommatoria dei singoli spostamenti angolari fornisce grafici che evidenziano leggeri spostamenti del versante in frana.

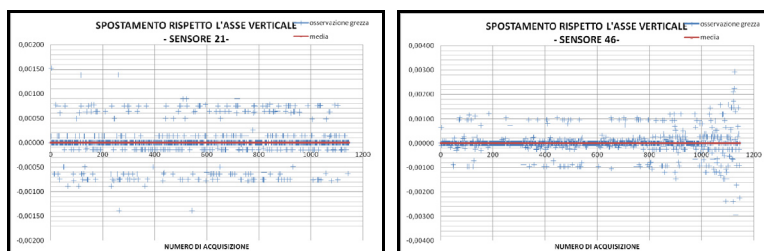


Figura 4 – Risultati degli spostamenti.

Tali risultati si riferiscono ad un caso di studio di una serie storica di dati mensili, ma, al fine di valutare gli spostamenti dei sensori destinati al monitoraggio del versante in frana, occorre effettuare un'analisi di serie storiche su un adeguato set di dati.

Lo studio svolto è mirato alla stima di angoli a partire da accelerazioni storicamente registrate nel mese di novembre 2008 nel sito di Castellammare di Stabia (Na); in particolare è stata studiata l'individuazione di discontinuità, spesso non note a priori, e l'identificazione di cluster internamente coerenti rispetto alle condizioni di osservazione.

Come è noto l'analisi di serie temporali di soluzioni di coordinate è uno strumento importante sia a monte che a valle del processo di compensazione delle misure grezze. In particolare trova applicazione nelle tecniche di monitoraggio ambientale, strutturale e nel posizionamento satellitare. Infine l'analisi temporale delle serie di soluzioni ricopre un ruolo importante anche nella definizione della precisione degli stessi risultati finali attraverso la valutazione della ripetibilità.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano la società Strago s.r.l. per aver cortesemente messo a disposizione i sensori, il software di elaborazione e la serie mensile di dati rilevati nonché l'intero Team di ricerca della stessa Strago per gli utili consigli e suggerimenti ricevuti nel corso di questo studio.

Si ringrazia inoltre il sig. Fabio Sammartino, Tecnico di Laboratorio del DICEA-Università di Roma "La Sapienza", che ha realizzato la piastra metallica di supporto per gli accelerometri e il suo collegamento al teodolite al secondo utilizzati in fase di calibrazione.

Bibliografia

- De Marchi A., Lo Presti L., "Incertezze di misura", *C.L.U.T.*, 1993 Torino
- De Agostino M., "Appunti di navigazione inerziale", *Politecnico di Torino* 2006
- Sansò F., "Navigazione geodetica e rilevamento cinematico", *Polipress, Milano* 2006, pp.171-237
- Mannara G., Sarnataro A., Sposito P., Piccolo G., Ciancia N., Infante S., "Rete di sensori accelerometrici MEMS per il monitoraggio in continuo di rilievi franosi in ambito ferroviario", *SEF2009*
- El-Sheimy N., "Inertial Techniques and INS/DGPS Integration", *Department of Geomatics Engineering, 2003 Calgary*
- Mannara G., Infante S., Barbati N., "Guida all'uso del sistema hardware e del software di gestione", *STRAGO Ricerche* 2009
- N. E. Cazzaniga, G. Forlani, "Integrazione di dati INS/GPS", *8° Conferenza Nazionale ASITA, Roma, 2004*
- Titterton D.H., Weston J.L., "Strapdown inertial navigation technology", II ed., *American Institute of Aeronautics and Astronautics IEE, 2004*