



L'altimetria nell' Infrastruttura Dati Territoriali (IDT)

Seminario di formazione e aggiornamento

I lavori di livellazione e di rilievo LiDAR eseguiti dalla Regione del Veneto nel 2015

Venezia, 9 novembre 2015



Indice della presentazione

Livellazione

- Introduzione tecnica
- Rete altimetrica nazionale dell'IGM
- Archivio geodetico regionale
- Appalto ed esecuzione del servizio
- Sviluppi futuri

Rilievo LiDAR

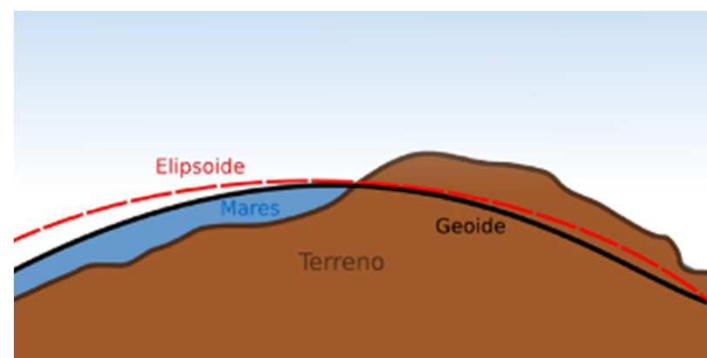
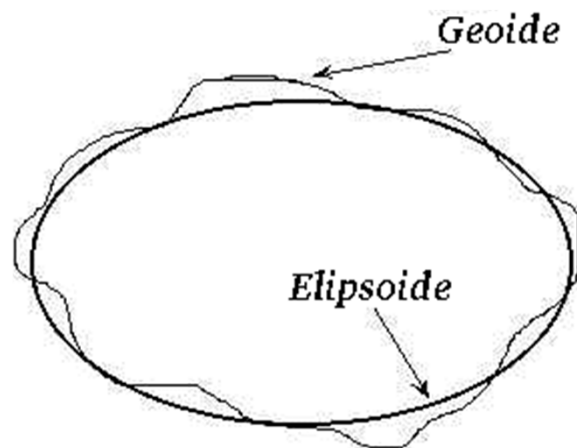
- Introduzione tecnica
- Applicazioni dei dati LiDAR
- Stato dei rilievi nel Veneto
- Appalto ed esecuzione del servizio
- Sviluppi futuri

Conclusioni – Interazioni tra le diverse tecniche di rilievo



Livellazione – introduzione tecnica

- Il **geoide** è una superficie perpendicolare in ogni punto alla direzione della verticale, cioè alla direzione della forza di gravità; è definibile come la superficie equipotenziale del campo gravitazionale.
- Un **ellissoide** di riferimento è una superficie definita matematicamente che approssima il geoide.

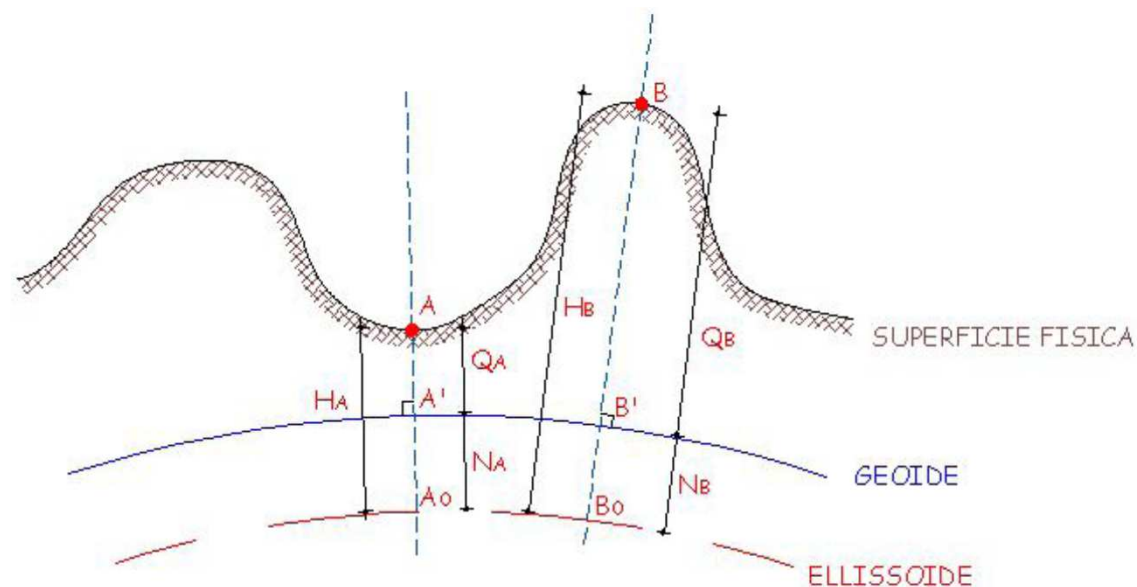


- Differenze che intercorrono tra il geoide e l'ellissoide di riferimento: il primo ha una rigorosa definizione fisica ma non è descrivibile matematicamente, il secondo ha una ben definita equazione matematica che lo descrive ma non ha alcun significato fisico per quanto riguarda la superficie terrestre.



Livellazione – introduzione tecnica

- Si definisce Quota Ortometrica ($QA = AA'$ o $QB = BB'$ nella figura) di un punto la lunghezza del tratto di linea di forza della gravità terrestre che va dal punto (A o B) alla superficie del geode. Se si trascura la curvatura della linea di forza, essa corrisponde alla distanza tra il punto e il geode misurata lungo la verticale per il punto.
- Si definisce Altezza Ellissoidica ($HA = AA_0$ o $HB = BB_0$ nella figura) di un punto, la distanza del punto dalla superficie dell'ellissoide di riferimento, misurata lungo la normale all'ellissoide stesso.

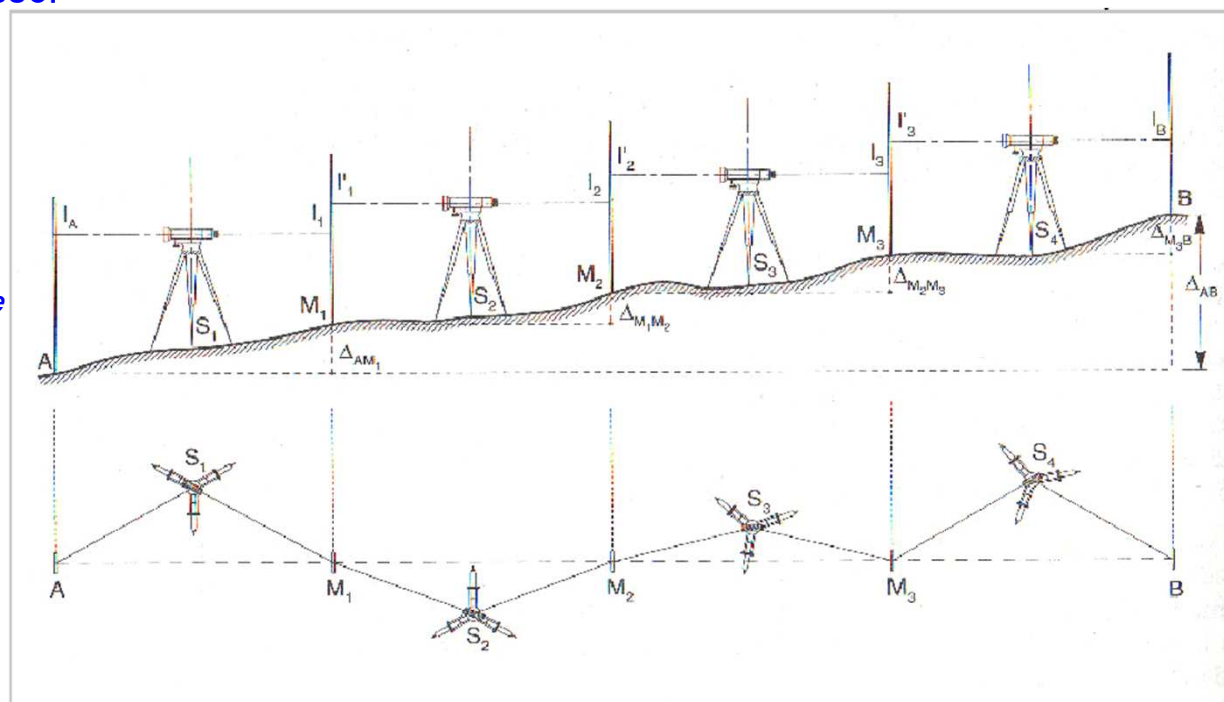




Livellazione – introduzione tecnica

- Nella cartografia la quota che compare e che interessa i tecnici è sempre quella ortometrica, che corrisponde a un livello energetico del campo gravitazionale; l'altezza ellissoidica si ottiene dalle misure satellitari GNSS, ma ha un significato solo geometrico e non fisico.
- Nella topografia classica si misurano dislivelli e non quote. Le quote si ottengono a partire da un punto di quota nota (di norma un mareografo) sommando algebricamente i dislivelli misurati a partire da esso.

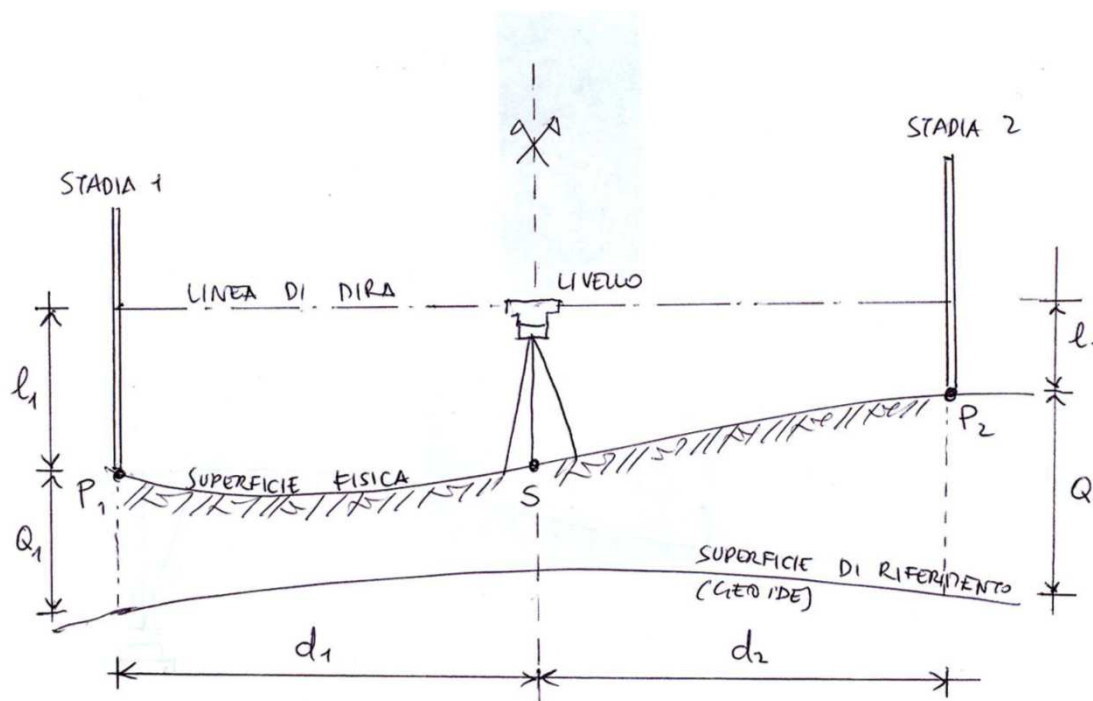
Solitamente si realizza una rete di livellazione con misure ridondanti e la si compensa a minimi quadrati





Livellazione – introduzione tecnica

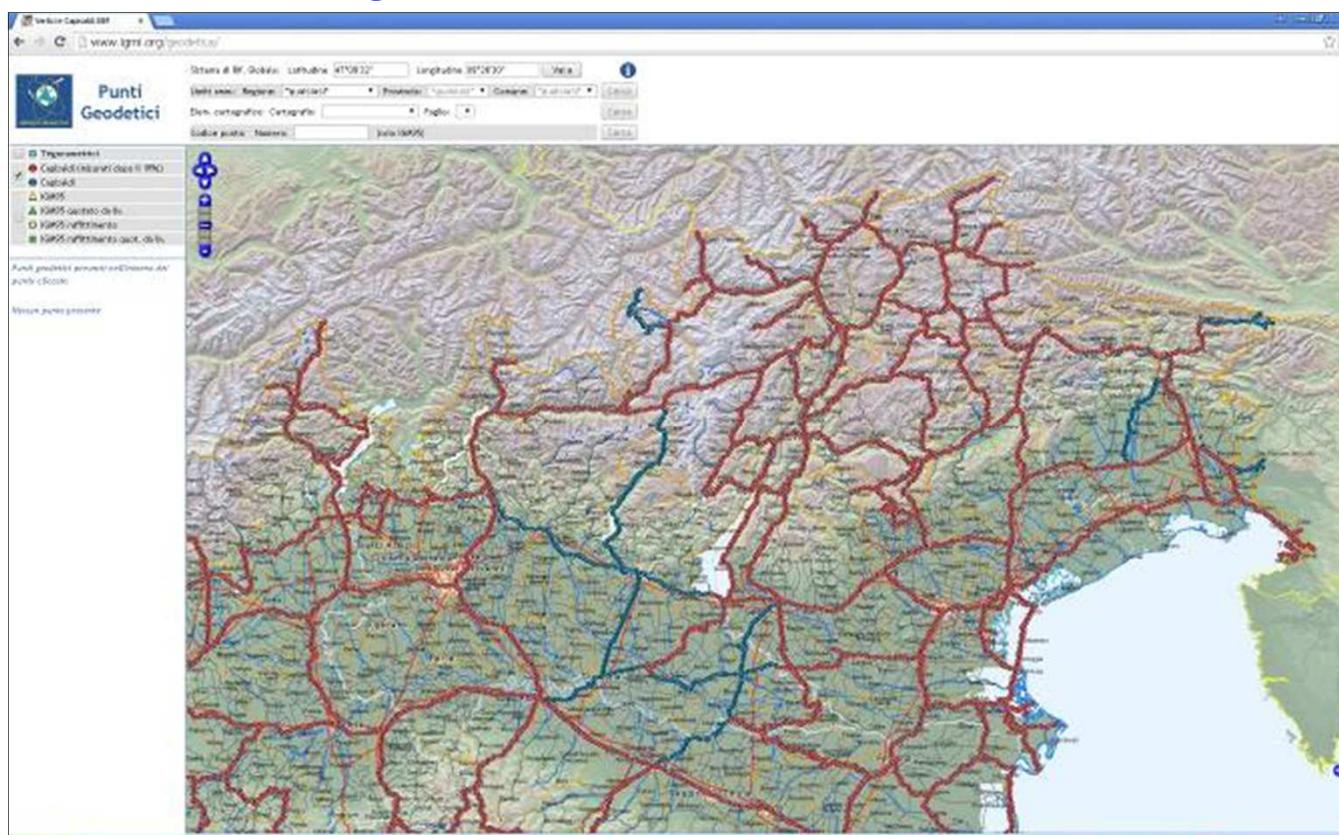
- La livellazione è quindi la misura dei dislivelli e può essere trigonometrica o geometrica; la livellazione geometrica dal centro è una tecnica di livellazione a visuale orizzontale e indipendente dalla distanza. Lo strumento utilizzato è detto livello che si utilizza insieme a due stadia.





Livellazione – rete altimetrica nazionale dell'IGM

- Le linee di livellazione eseguite compongono le maglie della Rete Altimetrica Nazionale che, attraverso la compensazione dell'IGM, fornisce il riferimento di base per gli aspetti legati all'altimetria; inoltre i riferimenti altimetrici integrati da misure GNSS contribuiscono a determinare il modello del geoide.





Livellazione – rete altimetrica nazionale dell'IGM

- Un modello di geoide è una descrizione numerica approssimata del geoide, ottenuta ad esempio mediante sviluppi in serie di opportune funzioni (armoniche sferiche). I coefficienti delle funzioni del modello vengono calcolati in base a dati di diverso tipo (misure gravimetriche, confronto tra altezze ellissoidiche e quote ortometriche su capisaldi di livellazione, misure astronomiche di deviazione della verticale, conformazione topografica della superficie fisica della Terra).
- L' altezza ellissoidica che si ottiene dalle misure satellitari GNSS per avere un significato fisico deve sempre trasformata in quota ortometrica togliendo ad essa l'ondulazione del geoide.
- Il modello ufficiale attualmente in uso è ITALGEO2005, coerente con il datum altimetrico della rete di livellazione nazionale. A questo modello viene attribuita una accuratezza inferiore ai 10 cm.



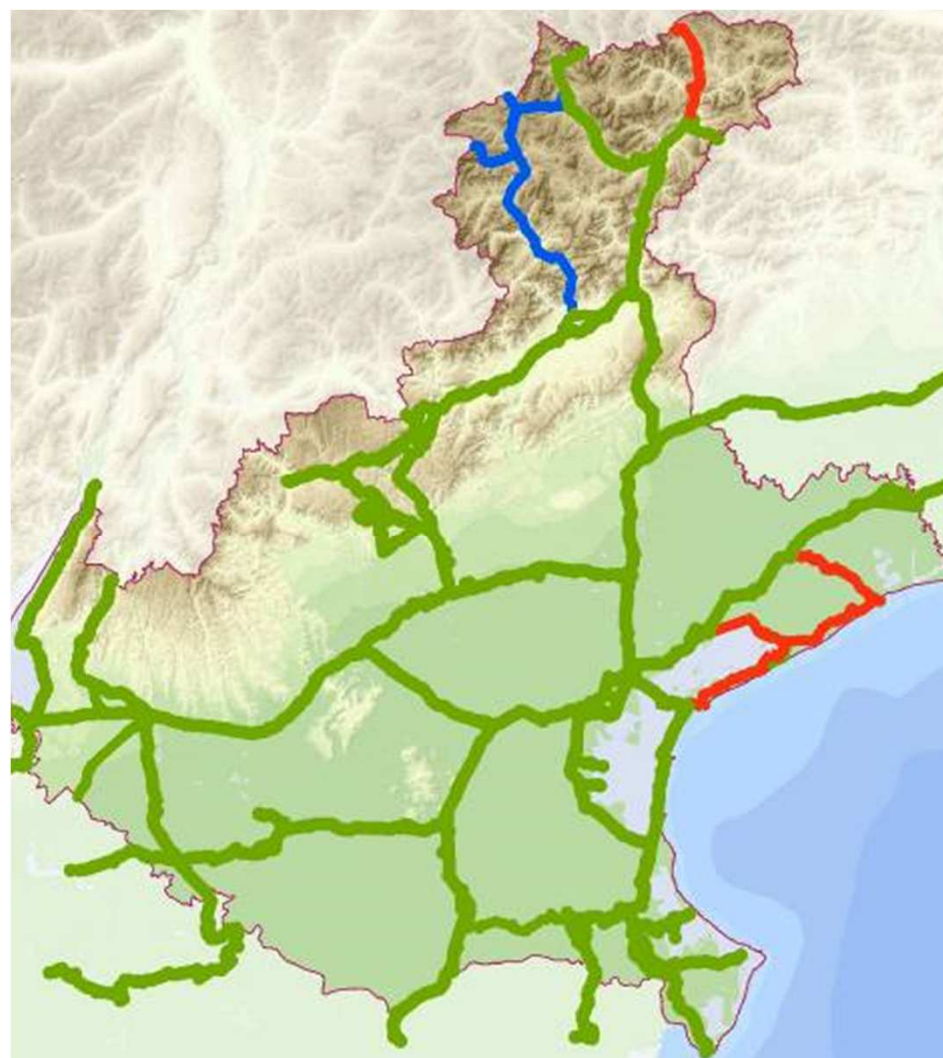
Livellazione – archivio geodetico regionale

- La Regione del Veneto, oltre alla rete di stazioni permanenti, dispone di un vasto patrimonio di punti geodetici (vertici trigonometrici e capisaldi di livellazione) che sono integrati e verificati in continuità nel quadro degli aggiornamenti della cartografia e, in coerenza con le numerose collaborazioni promosse con le Università e con i Centri di ricerca, sono state definite soluzioni condivise sia con gli Organi Cartografici dello Stato sia con il sistema degli Enti Locali del Veneto.
- Per quanto concerne gli aspetti altimetrici, per disporre di una rete di riferimento topografico dei dati altimetrici necessari alle strategie di controllo e difesa del suolo oltre che allo studio e al monitoraggio dell'abbassamento del suolo (subsidenza), sono state realizzate negli anni diverse linee di livellazione di alta precisione, in collaborazione con l'Istituto Geografico Militare, il Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienze Marine (ISMAR) di Venezia, il Dipartimento di Geofisica dell'Università degli Studi di Padova e il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università degli Studi di Trieste.



Livellazione – archivio geodetico regionale

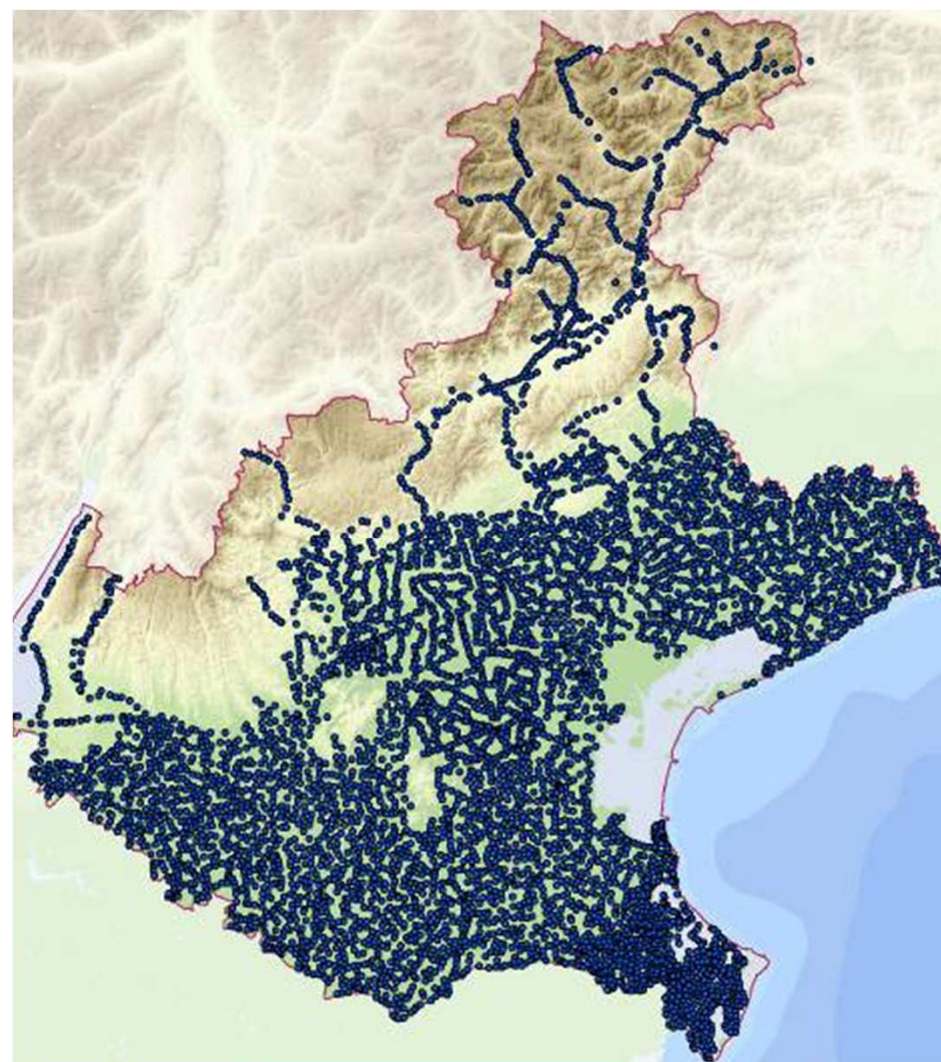
I dati altimetrici prodotti, per un totale di quasi 1500 km di linee di livellazione di alta precisione, opportunamente verificati e certificati dall'IGM, fanno parte della rete altimetrica nazionale.





Livellazione – archivio geodetico regionale

La Regione del Veneto attualmente dispone di oltre 6000 capisaldi di livellazione derivanti da misure eseguite per il raffittimento della rete altimetrica nazionale.

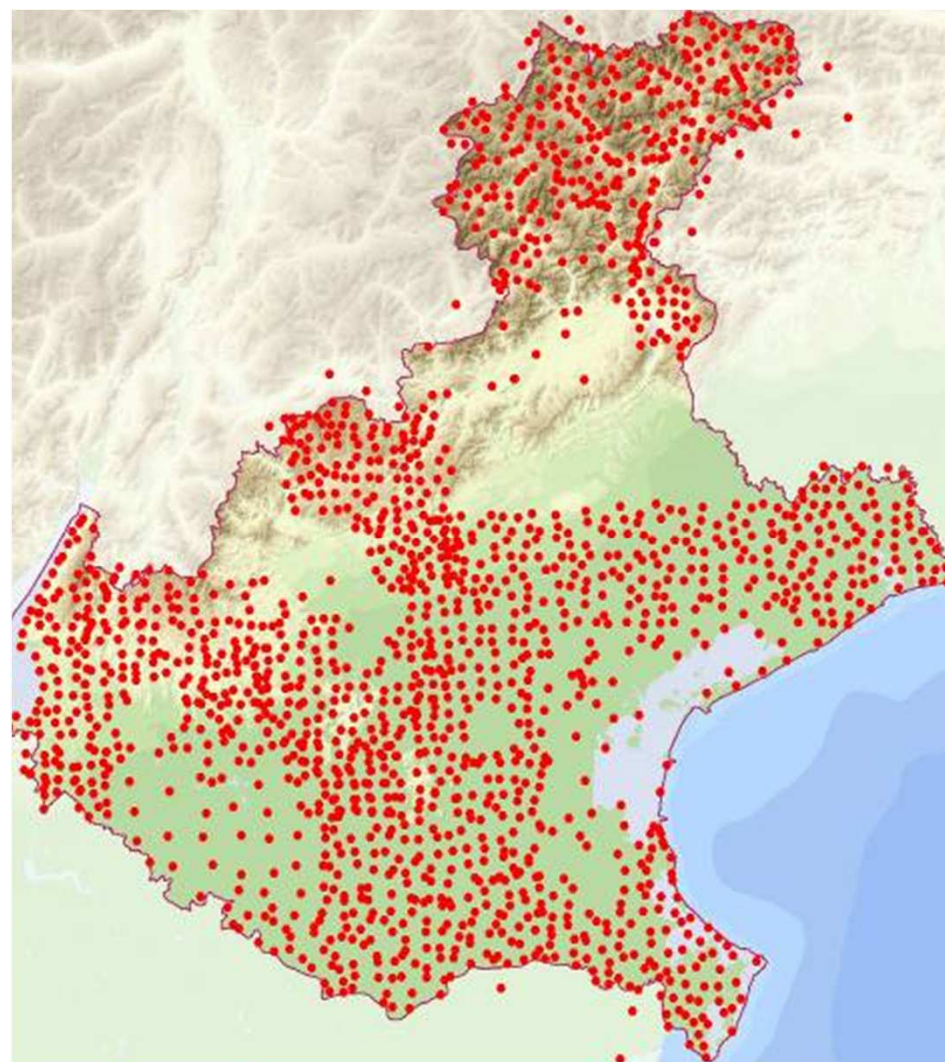




Livellazione – archivio geodetico regionale

Si aggiungono infine quasi 1000 vertici ottenuti da misure GNSS eseguite nel quadro delle reti geodetiche dei lotti di produzione e aggiornamento della CTRN – DB geotopografico.

Tutti i dati sono pubblicati e liberamente scaricabili dagli utenti, attraverso il GeoPortale regionale.





Livellazione – appalto ed esecuzione del servizio

- ATTO ESECUTIVO N. 9 ALL'ACCORDO QUADRO SOTTOSCRITTO IN DATA 20/11/2012 PER LO SVOLGIMENTO DI AZIONI COORDINATE TESE ALLA REALIZZAZIONE DI LINEE DI LIVELLAZIONE DI ALTA PRECISIONE NELLA REGIONE VENETO E LO SCAMBIO DATI E PRODOTTI CARTOGRAFICI TRA L'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE E LA REGIONE DEL VENETO.
- dal 2004 la REGIONE e l'IGM hanno sottoscritto tre accordi quadro per lo sviluppo di rapporti di collaborazione nel settore geotopocartografico; a seguito di tali accordi la REGIONE e l'IGM hanno sottoscritto numerosi Atti Esecutivi (A.E.) di cui i seguenti inerenti misure di livellazione:
 - ✓ 2005 A.E. n. 1 per la realizzazione di linee di livellazione di alta precisione;
 - ✓ 2006 A.E. n. 3 la realizzazione di linee di livellazione nella REGIONE e di azioni coordinate per la diffusione della cultura geo-topocartografica;
 - ✓ 2007 A.E. n. 4 per la realizzazione di livellazione nella REGIONE;
 - ✓ 2009 A.E. n. 6 per la realizzazione di lavori di livellazione nella REGIONE e la certificazione delle reti geodetiche regionali;
 - ✓ 2012 A.E. n. 7 per la realizzazione di linee di livellazione di alta precisione nel territorio regionale e lo scambio di dati.



Livellazione – appalto ed esecuzione del servizio

“Servizio per la realizzazione delle misure ed integrazioni dati della Rete altimetrica nazionale di alta precisione nel territorio veneto”.

- *Linea 213 Lozzo di Cadore – Confine Regione*
- *Linea 173 Venezia – Caorle – Ceggia*
- *Linea 216 Jesolo – Carafia*

Gara d’ appalto a mezzo procedura aperta e con il criterio del prezzo più basso

Impresa: Digital Rilievi s.r.l., con sede in Zoppola (PN) – Via Montello, 50/a

Importo Contratto: € 39.539,75 più IVA al 22% per € 8.698,75 per un totale di € 48.238,50

Responsabile Unico del Procedimento: ing. Maurizio De Gennaro Direttore della Sezione Pianificazione Territoriale Strategica e Cartografia

Direttore dell’ esecuzione del servizio: arch. Antonio Zampieri, dott. Umberto Trivelloni



Livellazione – appalto ed esecuzione del servizio

Oggetto dell' appalto:

L' appalto ha per oggetto la realizzazione di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica regionale nn. 213 e 173 e 216, così come dettagliato negli Allegati 1 e 2, e prevede le seguenti operazioni:

- la ricognizione e l' eventuale riattamento di capisaldi di riferimento altimetrico appartenenti a linee regionali e IGM (per riattamento si intendono tutte le operazioni necessarie a rendere stabili e fruibili i contrassegni esistenti, compresa la posa in opera di nuovi contrassegni);
- la posa in opera di nuovi capisaldi di riferimento altimetrico;
- le misure di livellazione geometrica di alta precisione, in andata e ritorno, lungo linee facenti parte della rete la cui entità e localizzazione sono riportate in Allegato 1 e 2.
- l' implementazione, con i dati monografici di tutti i capisaldi, sia della “Banca dati di livellazione” IGM, sia di quella della Regione Veneto, di cui all' ART. 8 lettera c);



Livellazione – appalto ed esecuzione del servizio

Linea 213



Linea 173 e Linea 216





Livellazione – appalto ed esecuzione del servizio

- I lavori sono stati eseguiti secondo le specifiche dell'IGM per l'esecuzione delle misure di livellazione di alta precisione
- La compensazione sui dati misurati è realizzata dall'IGM

	Documento: SPECIFICA_IGM_4 Versione : 1.1 Livellazione Data : marzo 2007
ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE	
TITOLO: Specifiche tecniche per la progettazione, ricognizione, segnalizzazione e misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale	
COMPILATO DA:	Servizio Geodetico e Direzione Lavori Ricerca e sviluppo
EMESSO E CUSTODITO DA:	Direzione Lavori Ricerca e Sviluppo
APPROVATO DA:	Consiglio Scientifico dell'IGM
COMPOSIZIONE DEL DOCUMENTO	
<ol style="list-style-type: none">1. Nomenclatura e definizioni2. Progettazione e ricognizione3. Segnalizzazione4. Misure5. Attrezzature strumentali6. Squadra operativa e produzione7. Documentazione tecnica	
RIFERIMENTI:	
Capitolato d'appalto per la ricognizione, segnalizzazione e misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale (CAP_IGM_4/A)	



Livellazione – appalto ed esecuzione del servizio

- La misura del dislivello esistente fra due capisaldi contigui, detto tratta (distanza media 1 km), sarà ottenuto, secondo il metodo della livellazione frazionata, dalla somma dei dislivelli relativi a ciascuna campata. La misura di ogni campata verrà realizzata, secondo il metodo della livellazione geometrica dal mezzo, stazionando con il livello fra le due stadiе. La distanza fra strumento e stadia non dovrà superare i 40 m (battuta).
- Ogni tratta dovrà iniziare e terminare tassativamente sui contrassegni principali (CSO) dei due capisaldi che la delimitano. In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza tra le due stadiе con incertezza non superiore ad 1 m; alla fine della tratta la differenza tra le somme cumulate delle due semidistanze (indietro e avanti) non dovrà eccedere il limite di 5 metri. Si assumerà come misura di ogni singola tratta (andata o ritorno) il dislivello derivante dalle operazioni di livellazione, cioè la somma dei dislivelli di tutte le campate comprese in quella tratta, corretto del metro medio e dei valori di tallone per l'appoggio sui capisaldi, ottenuti dalla campionatura delle stadiе.
- Il dislivello di ogni tratta dovrà essere misurato due volte (andata e ritorno) in modo totalmente indipendente. La discordanza tra il dislivello in andata e quello in ritorno di ogni singola tratta non deve superare la seguente tolleranza:

$$T = \pm 2,5 \sqrt{L} \text{ mm (con } L \text{ la lunghezza espressa in Kilometri)}$$



Livellazione – appalto ed esecuzione del servizio

➤ Linea 213 Lozzo di Cadore – Confine Regione

Distanza misurata in andata e ritorno: 33,429 km

Monografie prodotte: 40

Punti GEOTRAV misurati: 8

➤ Linea 173 Venezia – Caorle – Ceggia

Distanza misurata in andata e ritorno: 86,497 km

Monografie prodotte: 109

Punti GEOTRAV misurati: 4

➤ Linea 216 Jesolo – Carafia

Distanza misurata in andata e ritorno: 22,267 km

Monografie prodotte: 29

Punti GEOTRAV misurati: 8

NOTA 1: i GEOTRAV sono punti sui quali vengono eseguite misure di livellazione e GNSS e servono per realizzare le modellazioni del geoide.

NOTA 2: i dati sono stati consegnati ed è in corso la verifica di conformità finale



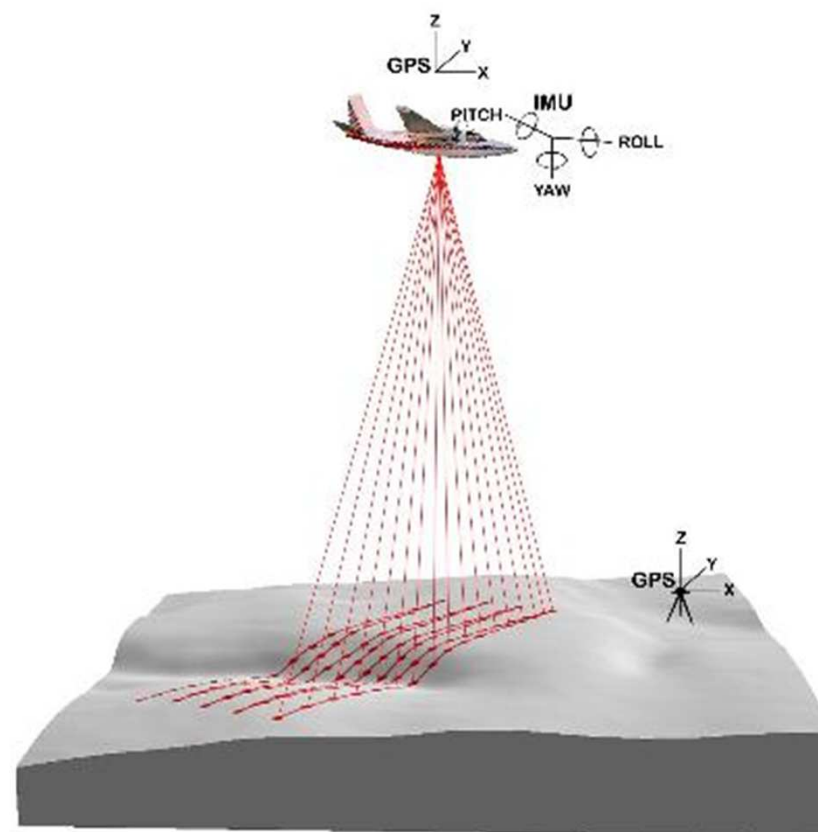
Livellazione – sviluppi futuri

- Manutenzione della rete geodetica regionale e della relativa banca dati
- Completamento rete planimetrica di raffittimento
- Ripetizione di misure per monitoraggio
- Integrazione con dati satellitari interferometrici
- Sviluppo applicativi IDT
- Generazione di app per ricerca e gestione da mobile del DB dei punti geodetici



Rilievo LiDAR – introduzione tecnica

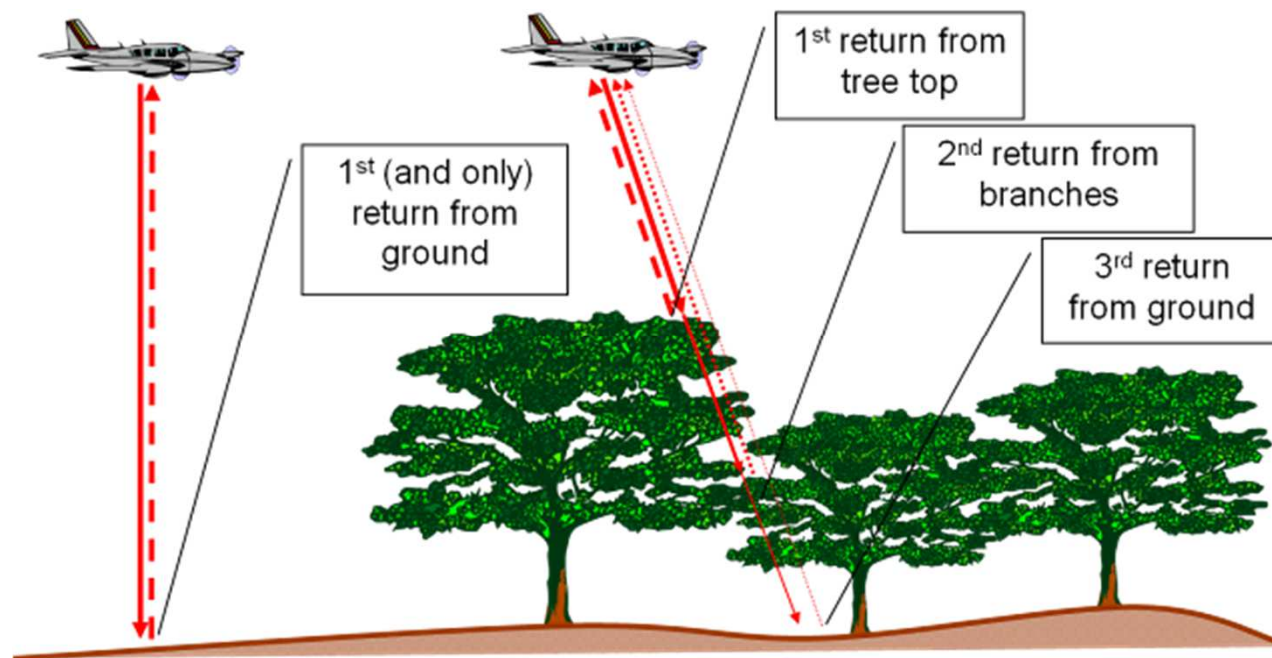
Il LIDAR (Light Detection and Ranging) è una tecnica di telerilevamento che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser; come per il radar, che al posto della luce utilizza onde radio, la distanza dell'oggetto è determinata misurando il tempo trascorso fra l'emissione dell'impulso e la ricezione del segnale retrodiffuso. La tecnologia Lidar ha applicazioni in geologia, sismologia, rilevamento remoto e fisica dell'atmosfera.





Rilievo LiDAR – introduzione tecnica

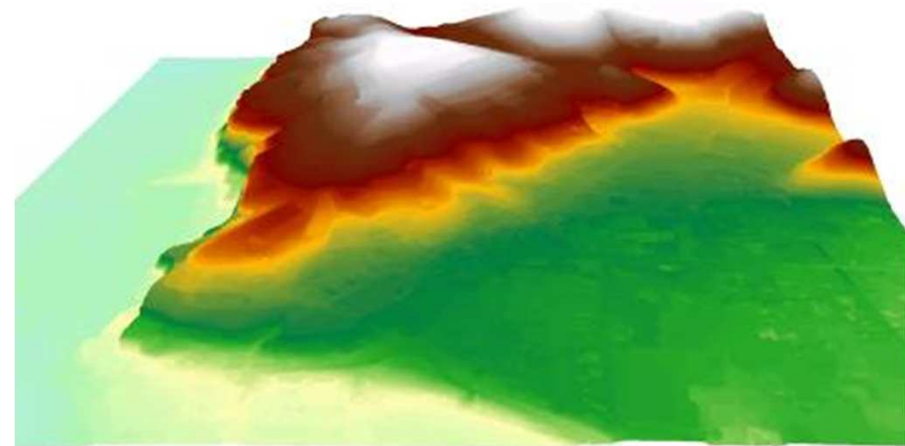
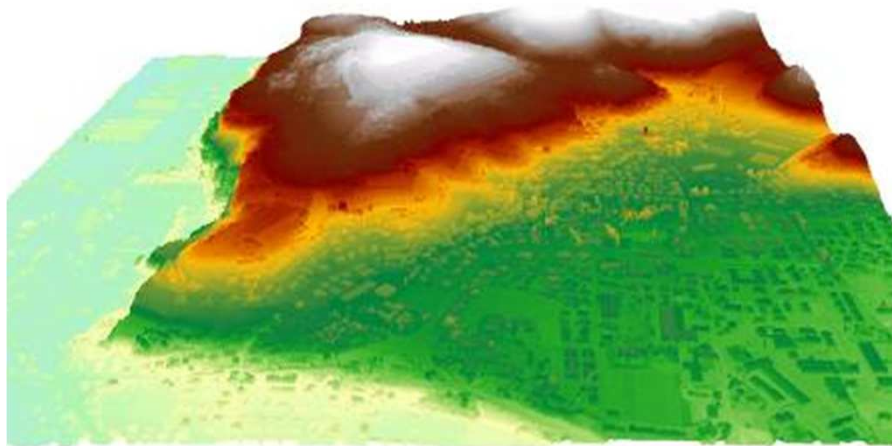
I segnali di risposta provocati dall'impulso possono essere diversi e forniscono la distanza non soltanto del suolo e degli edifici, ma anche dei diversi livelli della vegetazione presente sul terreno.





Rilievo LiDAR – introduzione tecnica

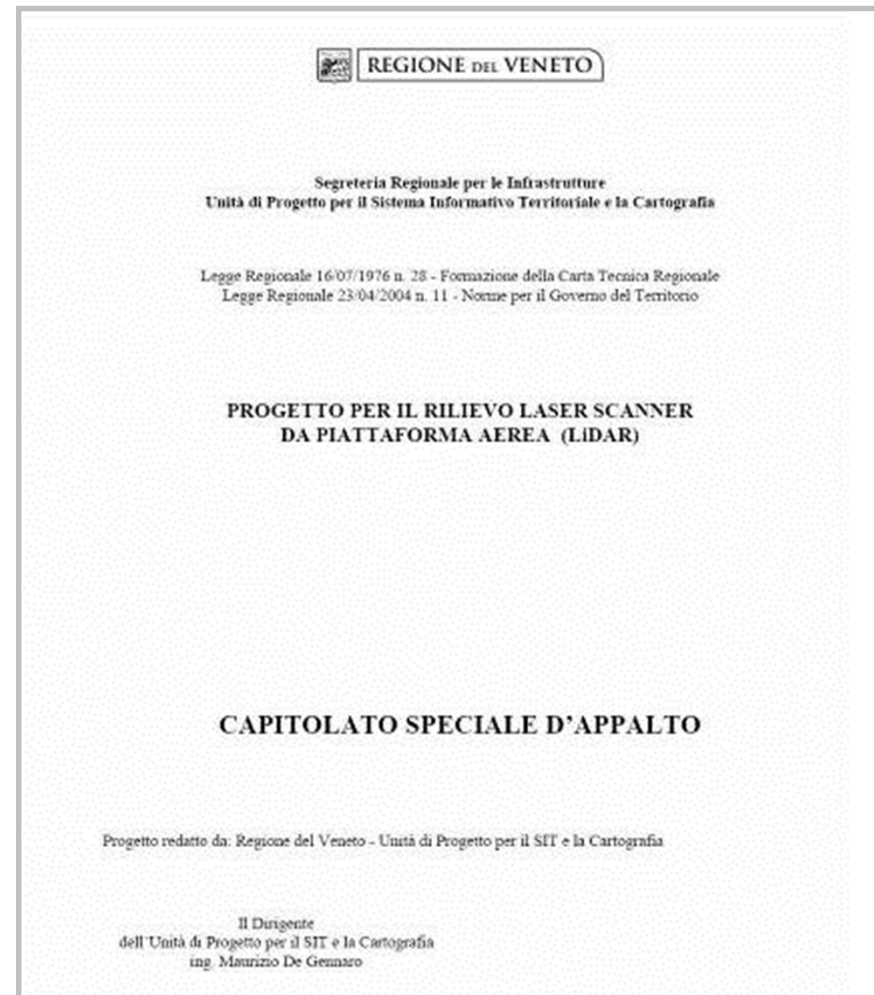
I dati grezzi sono costituiti da una nuvola di punti disposti irregolarmente sul territorio, di cui sono note le coordinate, la quota e l'intensità di riflessione. I principali prodotti che si ottengono dall'elaborazione di questi punti sono il DTM (Digital Terrain Model) e il DSM (Digital Surface Model). In particolare, il DSM viene ottenuto dai dati puntuali x, y, z "first pulse", corrispondenti alla rappresentazione tridimensionale di tutte le superfici riflettenti (suolo, vegetazione, edifici, etc.), mentre il DTM viene ottenuto dai dati puntuali x, y, z "last pulse", corrispondenti alla rappresentazione tridimensionale della sola superficie fisica del suolo, con successiva rimozione degli edifici e dei manufatti rilevati che viene eseguita attraverso procedure semiautomatiche.





Rilievo LiDAR – introduzione tecnica

La Regione del Veneto ha realizzato nel 2011 uno studio che definisce le linee guida per la redazione di un Capitolato Speciale d'Appalto per il rilievo mediante Laser Scanner da piattaforma aerea; l'attività si è sviluppata sull'esame di una vasta documentazione tecnica, riferita alle caratteristiche del rilievo LiDAR sia in riferimento agli strumenti sia ai risultati potenzialmente acquisibili; inoltre sono state ampiamente utilizzate le esperienze dirette acquisite nel corso degli ultimi anni.





Rilievo LiDAR – applicazioni dei dati LiDAR

Tra i numerosi possibili usi dei dati LiDAR ve ne sono alcuni che rivestono particolare importanza per le possibili applicazioni alle produzioni cartografiche o per lo sviluppo di sistemi per il monitoraggio e la gestione del territorio.

Alcune attività sono già ampiamente consolidate specialmente per analisi su aree di modeste dimensioni; si possono ad esempio citare gli studi per la stabilità dei versanti, le stime delle masse forestali, i rilievi archeologici e le stime volumetriche di ghiacciai o spiagge.

Non va poi trascurato il supporto che un dato territoriale tridimensionale può dare sia per gli strumenti di visualizzazione sia per le analisi di tipo qualitativo associabili ad esempio a studi di carattere paesaggistico.

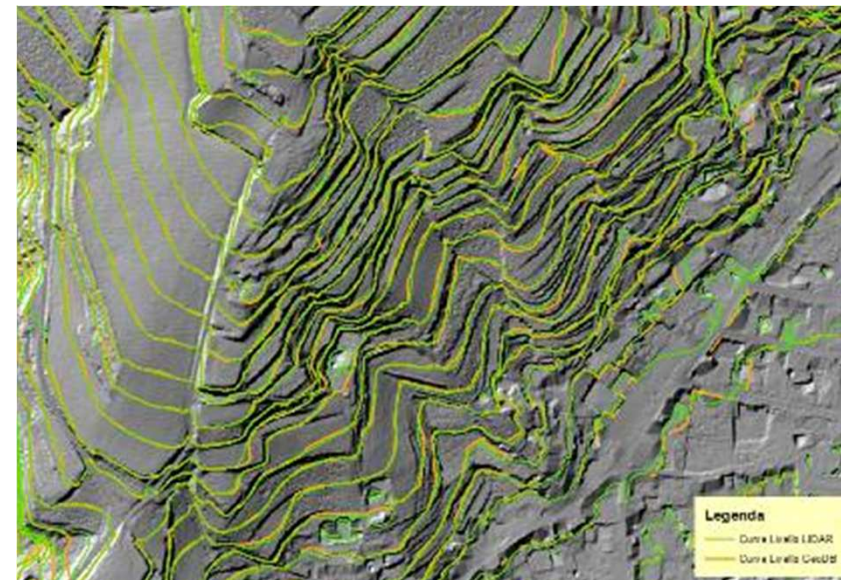
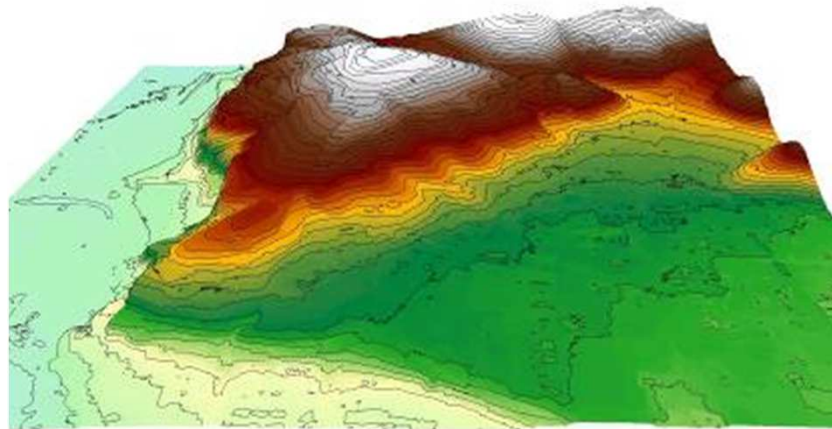
Di seguito vedremo alcuni esempi di applicazioni potenzialmente sviluppabili su vasta scala:

- Aggiornamento e miglioramento dell'altimetria
- Determinazione del volume degli edifici
- Studi per il calcolo dell'irraggiamento delle superfici
- Coni di visibilità
- Studi idraulici



Rilievo LiDAR – applicazioni dei dati LiDAR

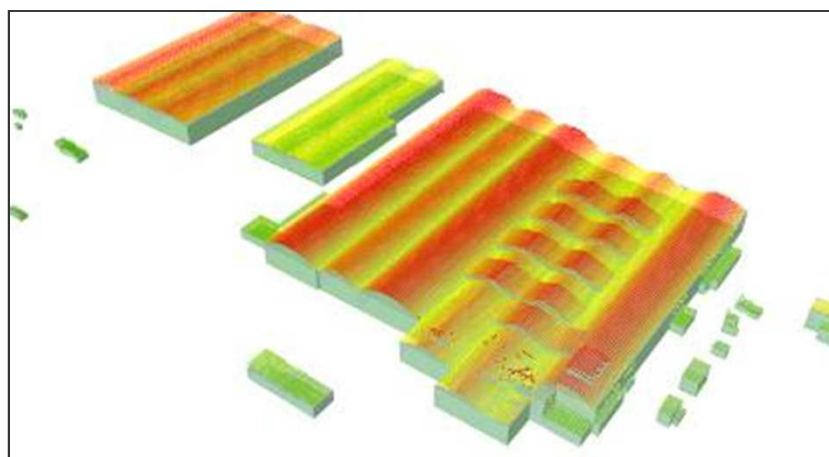
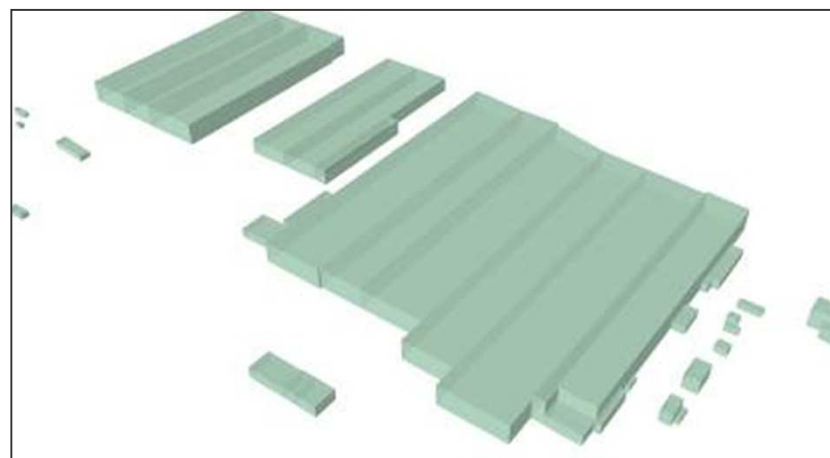
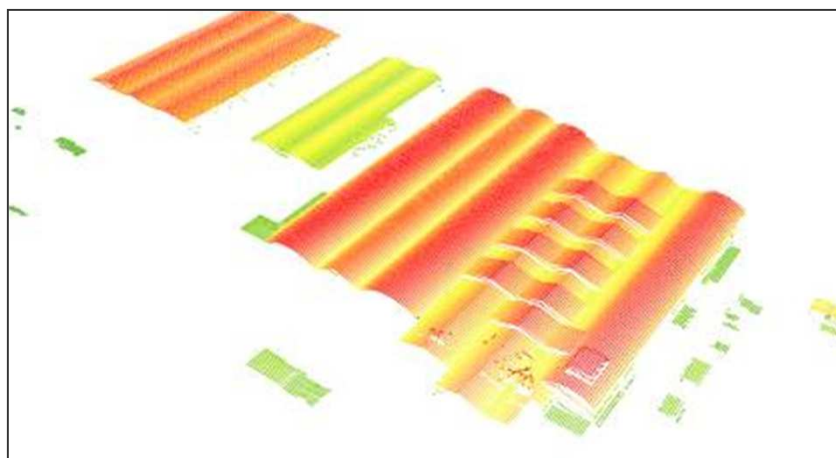
Aggiornamento e miglioramento dell' altimetria





Rilievo LiDAR – applicazioni dei dati LiDAR

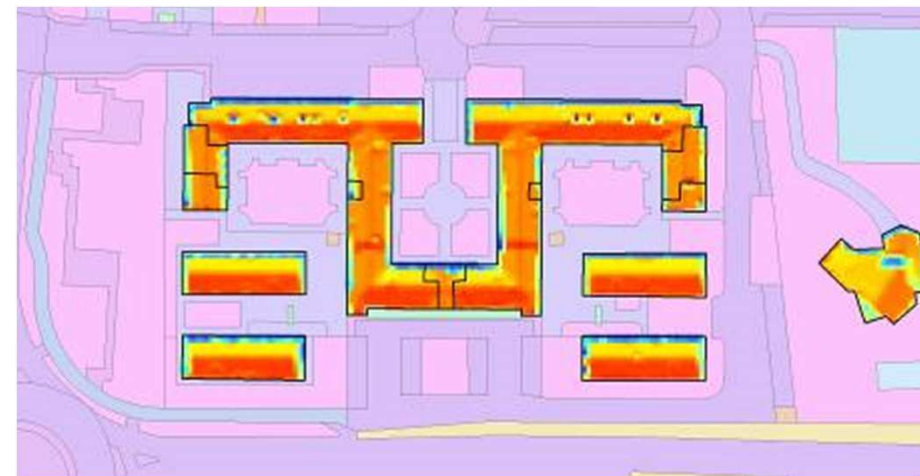
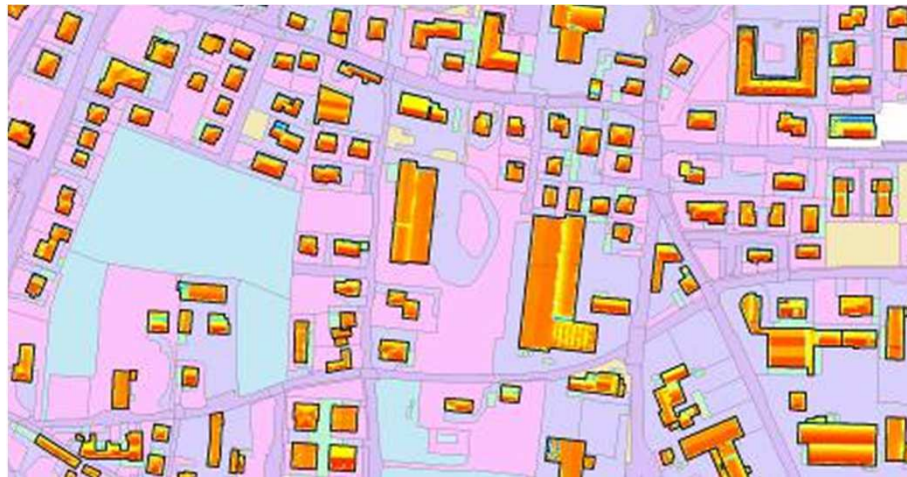
Determinazione del volume degli edifici





Rilievo LiDAR – applicazioni dei dati LiDAR

Studi per il calcolo dell'irraggiamento delle superfici





Rilievo LiDAR – applicazioni dei dati LiDAR

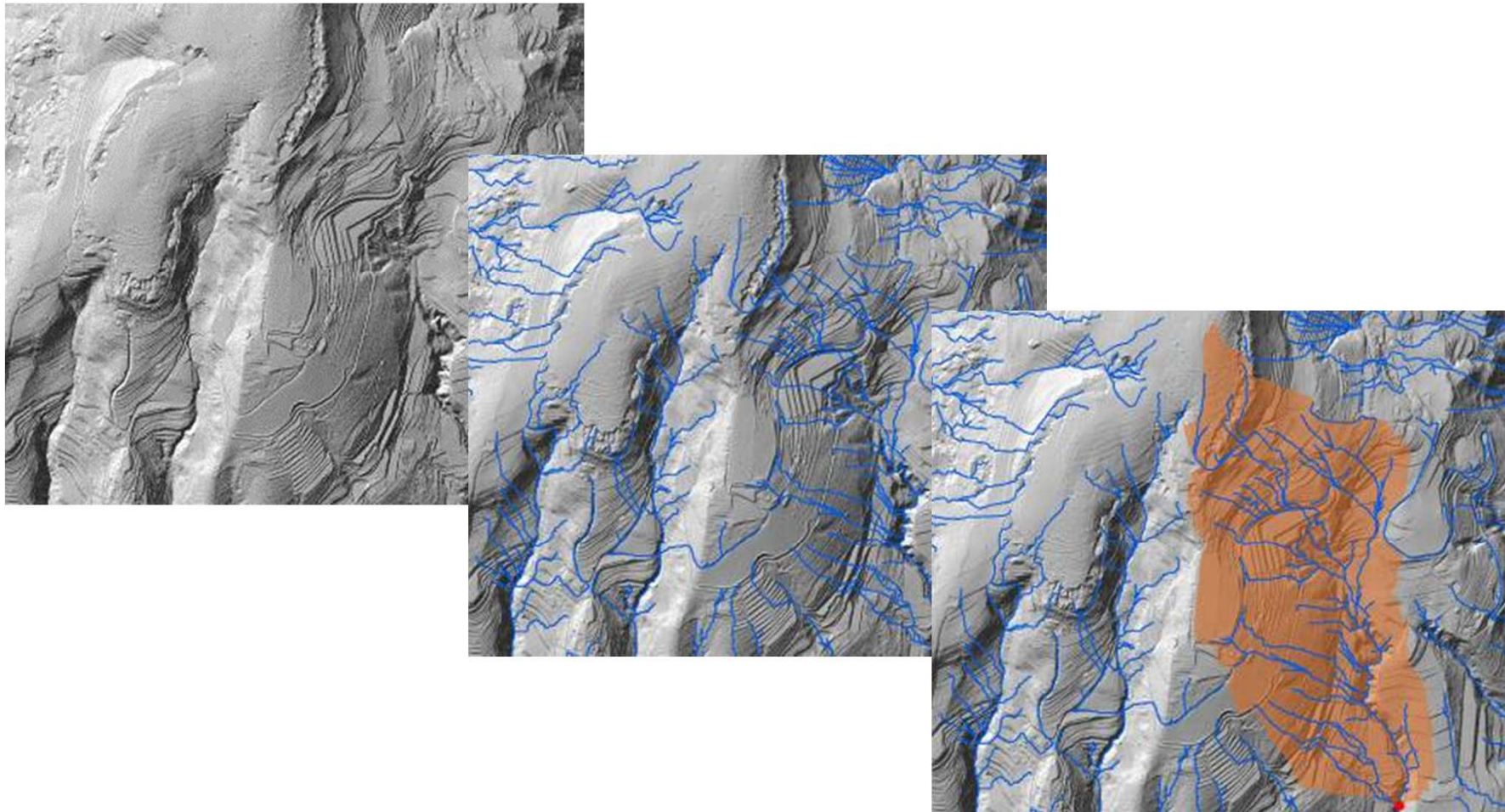
Coni di visibilità





Rilievo LiDAR – applicazioni dei dati LiDAR

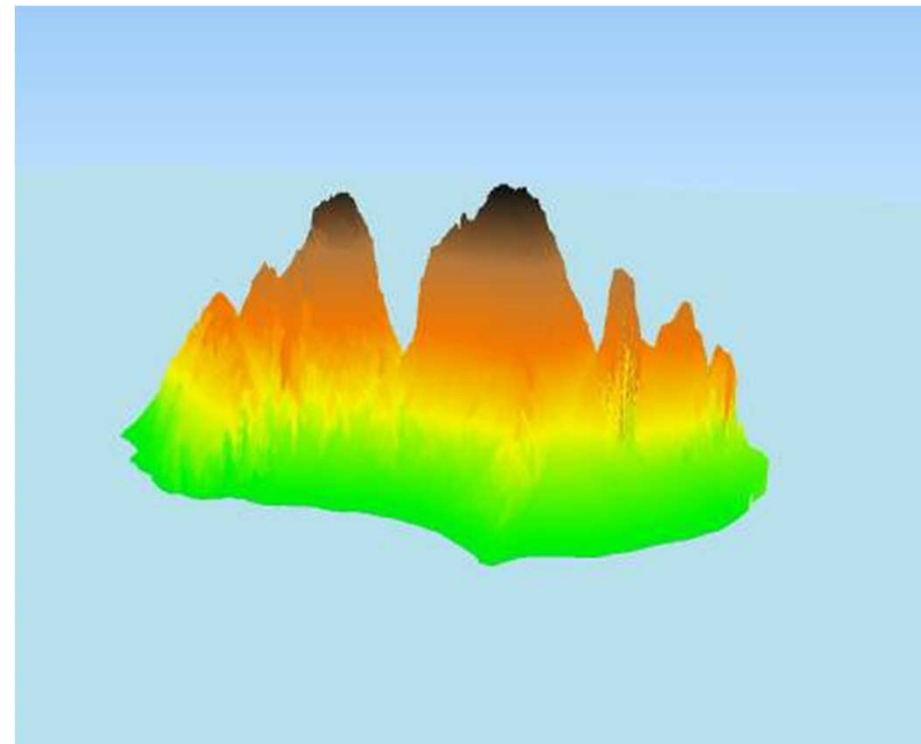
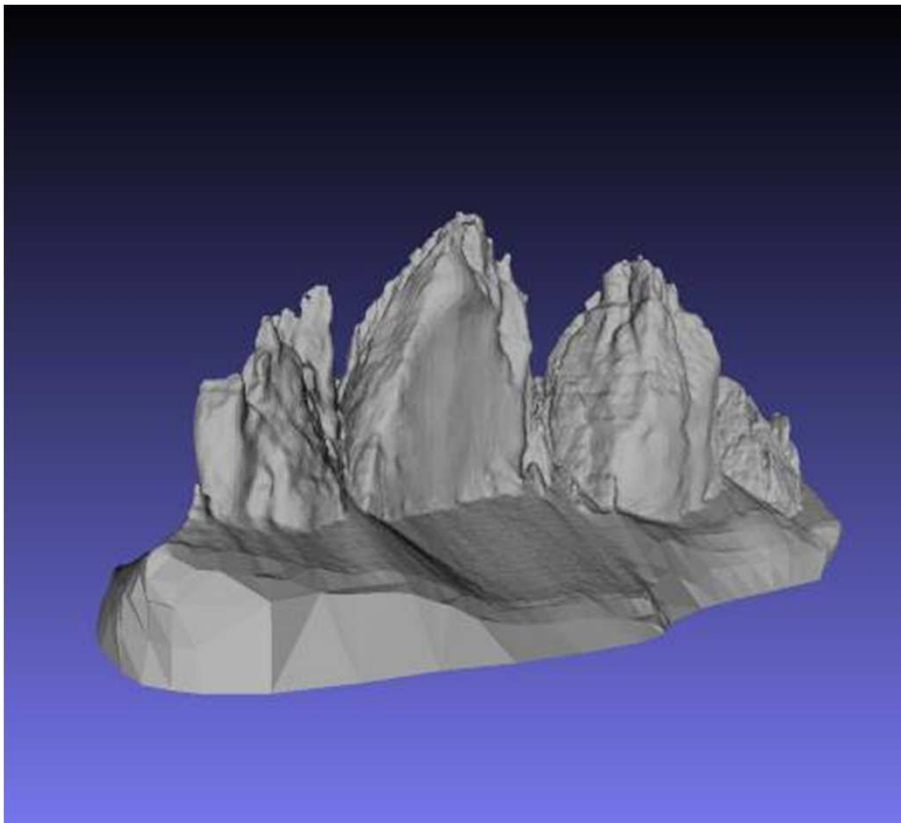
Studi idraulici





Rilievo LiDAR – applicazioni dei dati LiDAR

Rendering 3D e produzione di modelli tridimensionali fisici





Rilievo LiDAR – stato dei rilievi nel Veneto

Il territorio della Regione del Veneto è in gran parte interessato da rilievi LiDAR che raggiungono una copertura pari a più dell' 80% del totale.






Sono set di dati con origini diverse che però possiedono in genere caratteristiche compatibili:

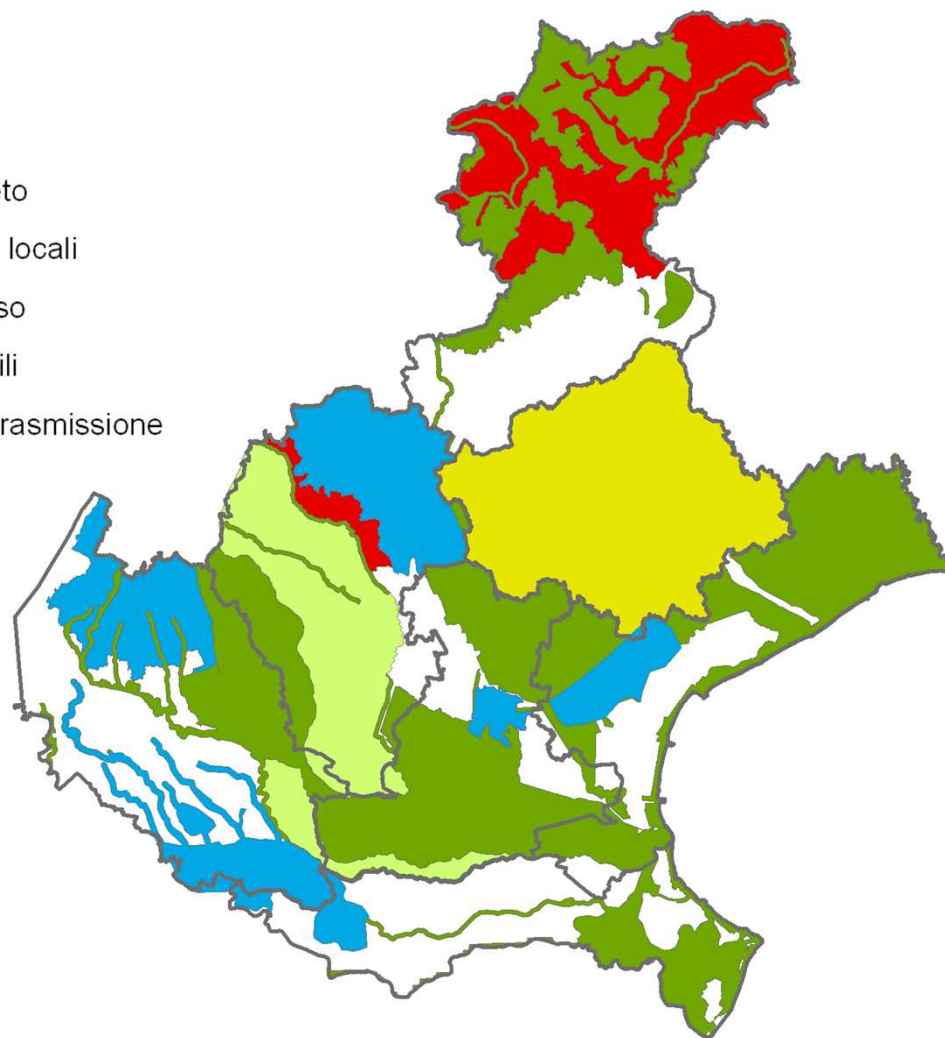
- Quote geoidiche riferite a Italgeo 2005
- Densità media non inferiore a 1,5 punti a m²

NOTA: alcune produzioni sono state eseguite, contestualmente agli aggiornamenti cartografici, assieme a Enti locali o Consorzi; ad esempio BIM Adige, ETRA, Comune di Padova.



Rilievo LiDAR – stato dei rilievi nel Veneto

-  Rilievo eseguito da Regione del Veneto
-  Rilievi eseguiti da Regione e altri Enti locali
-  Rilievo eseguito da Provincia di Treviso
-  Rilievi del PST - MATTM già disponibili
-  Rilievi del PST - MATTM in attesa di trasmissione





Rilievo LiDAR – appalto ed esecuzione del servizio

“Servizio per il rilievo LiDAR aviotrasportato, con produzione di modelli digitali dell’elevazione, di parte del territorio delle province di Belluno e di Vicenza”.

Impresa: Raggruppamento Temporaneo tra le Imprese HELICA srl con sede in Amaro (UD) (capogruppo) e GIA Consulting srl con sede in Napoli.

Gara d’ appalto a mezzo procedura aperta e con il criterio del prezzo più basso.

Importo Contratto: € 147.000,00 più IVA al 22% per € 32.340,00 per un totale di € 179.340,00.

Responsabile Unico del Procedimento: ing. Maurizio De Gennaro Direttore della Sezione Pianificazione Territoriale Strategica e Cartografia.

Direttore dell’ esecuzione del servizio: dott. Umberto Trivelloni

Assistenti alla direzione dell’ esecuzione: dott.ssa Alessandra Amoroso, geom. Mauro Bettella, dott. Luciano Arziliere.



Rilievo LiDAR – appalto ed esecuzione del servizio

Oggetto dell' appalto:

La fornitura ha per oggetto l' esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnica LiDAR (Light Detection and Ranging) da piattaforma aeromobile di parte del territorio delle province di Belluno e Vicenza.

Dai dati grezzi dovrà essere ottenuto il modello digitale di superficie (DSM – Digital Surface Model). Il DSM caratterizzato dai first-pulse include e descrive tutti gli oggetti naturali ed antropici presenti sul territorio quali l' edificato la viabilità, la vegetazione ecc..

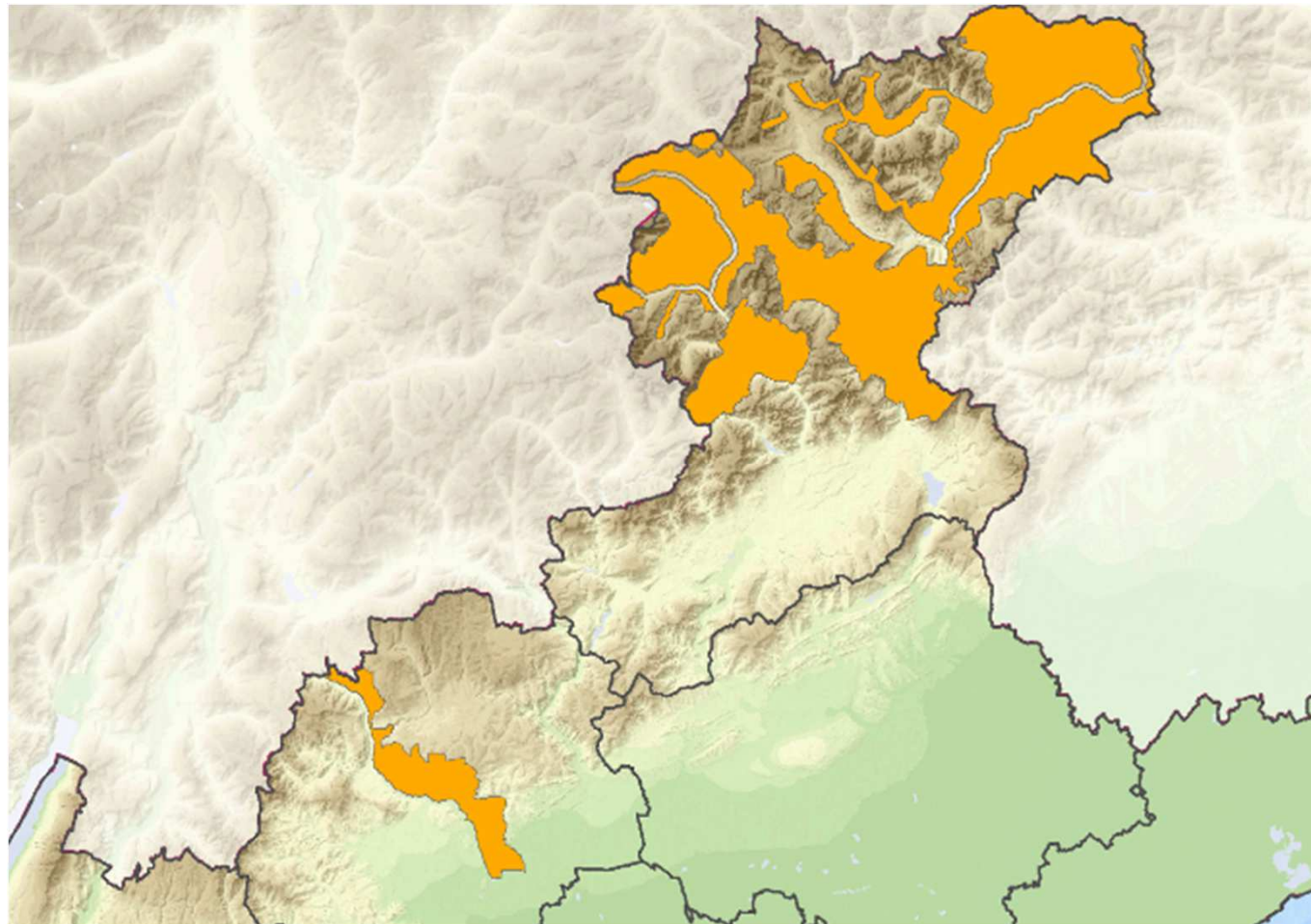
Con opportuni trattamenti di filtraggio del DSM dovrà essere elaborato il modello digitale del terreno (DTM – Digital Terrain Model) eliminando tutti gli oggetti che insistono sul terreno ma che non sono significativi ai fini della determinazione dell' assetto plano-altimetrico e morfologico del terreno (es. edifici, vegetazione, infrastrutture viarie, pali, cavi, ecc.).

La superficie oggetto della scansione LiDAR si estende per circa 150.000 ha.



Rilievo LiDAR – appalto ed esecuzione del servizio

Area oggetto del rilievo:





Rilievo LiDAR – appalto ed esecuzione del servizio

Caratteristiche del rilievo da aeromobile:

Il sistema laser – scan Riegl LMS–Q780 è costituito da un laser operante nell'infrarosso vicino che invia impulsi di luce utilizzando uno specchio rotante, fino ad una frequenza di 400 kHz, a seconda dell'altezza di volo.

Il raggio laser una volta colpito il suolo viene riflesso e parte dell'energia incidente sul terreno ritorna verso lo specchio che convoglia il segnale luminoso ad un sistema di rilevamento che registra per ogni impulso la forma d'onda associata. Questo dato, integrato con le misure dei sistemi GPS e IMU, che acquisiscono in contemporanea, viene utilizzato per determinare il range, ovvero la distanza tra emettitore ed il punto di riflessione al suolo.

L'intero sistema è montato rigidamente sull'aeromobile la cui posizione (vettore di stato) viene determinata con soluzione GPS (Global Position System). Il calcolo della traiettoria del sistema avviene mediante misure GPS differenziali cinematiche utilizzando almeno una stazione fissa posizionata su di un punto noto entro 30 km dall'area del rilievo.

L'elaborazione non avviene in tempo reale ma in post-processamento con una frequenza di campionamento di 1 Hz.



Rilievo LiDAR – appalto ed esecuzione del servizio

Caratteristiche minime del sensore:

Il sistema LiDAR dovrà possedere i requisiti minimi per garantire il raggiungimento delle precisioni e delle densità di seguito specificate. Il sensore LiDAR dovrà essere in grado di determinare almeno due distanze per ogni impulso laser (first-pulse, last-pulse). L'Impresa fornitrice dovrà consegnare al Direttore dell'Esecuzione tutta la documentazione tecnica descrittiva del sensore che intende utilizzare.

In merito ai software utilizzati e sulle procedure di elaborazione dei dati grezzi dovrà essere fornita relazione e documentazione da parte dell'Impresa fornitrice.

Il territorio oggetto dell'Appalto dovrà essere rilevato con idoneo sensore il quale dovrà garantire le seguenti precisioni, densità e caratteristiche:

S.q.m. (1σ) altimetrico (68,3%)	S.q.m. (1σ) planimetrico (68,3%)	Densità per m ²	Valori di risposta per impulso (first- last)
± 15 cm	± 30 cm	1,5 punti	≥ 2



Rilievo LiDAR – appalto ed esecuzione del servizio

Dati da consegnare al termine del servizio:

Dati grezzi LiDAR

La nuvola di punti LiDAR

Modello Digitale delle Superfici (first pulse)

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati grezzi dei rilievi, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento delle superfici (first pulse), con celle 1m x 1m.

Modello Digitale del Terreno

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati elaborati dal DSM last pulse, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento del terreno senza vegetazione e senza edificato, con celle 1m x 1m.

Intensità

I valori di intensità rilevati.

NOTA: i dati sono in fase di consegna ed è in corso la verifica di conformità finale



Rilievo LiDAR – sviluppi futuri

- Completamento del rilievo sull'intero territorio almeno a 1,5 punti per m²
- Armonizzazione dei DTM e dei DSM derivanti da rilievi LiDAR diversi
- Generazione di nuovi modelli altimetrici regionali
- Implementazione DBGT con classi derivate direttamente dal LiDAR
- Esecuzione di rilievi a maggior dettaglio per aree specifiche
- Inserimento dei dati LiDAR e dei derivati nell'IDT



Conclusioni

L'inquadramento geodetico del territorio è la base per ogni tipo di rilievo che porti alla produzione di dati georeferenziati, ricordando che georeferenziazione è diversa da geolocalizzazione (google earth).

La misura reale, fisica, oggettiva del territorio deve stare nel quadro degli standard condivisi, tanto in planimetria:

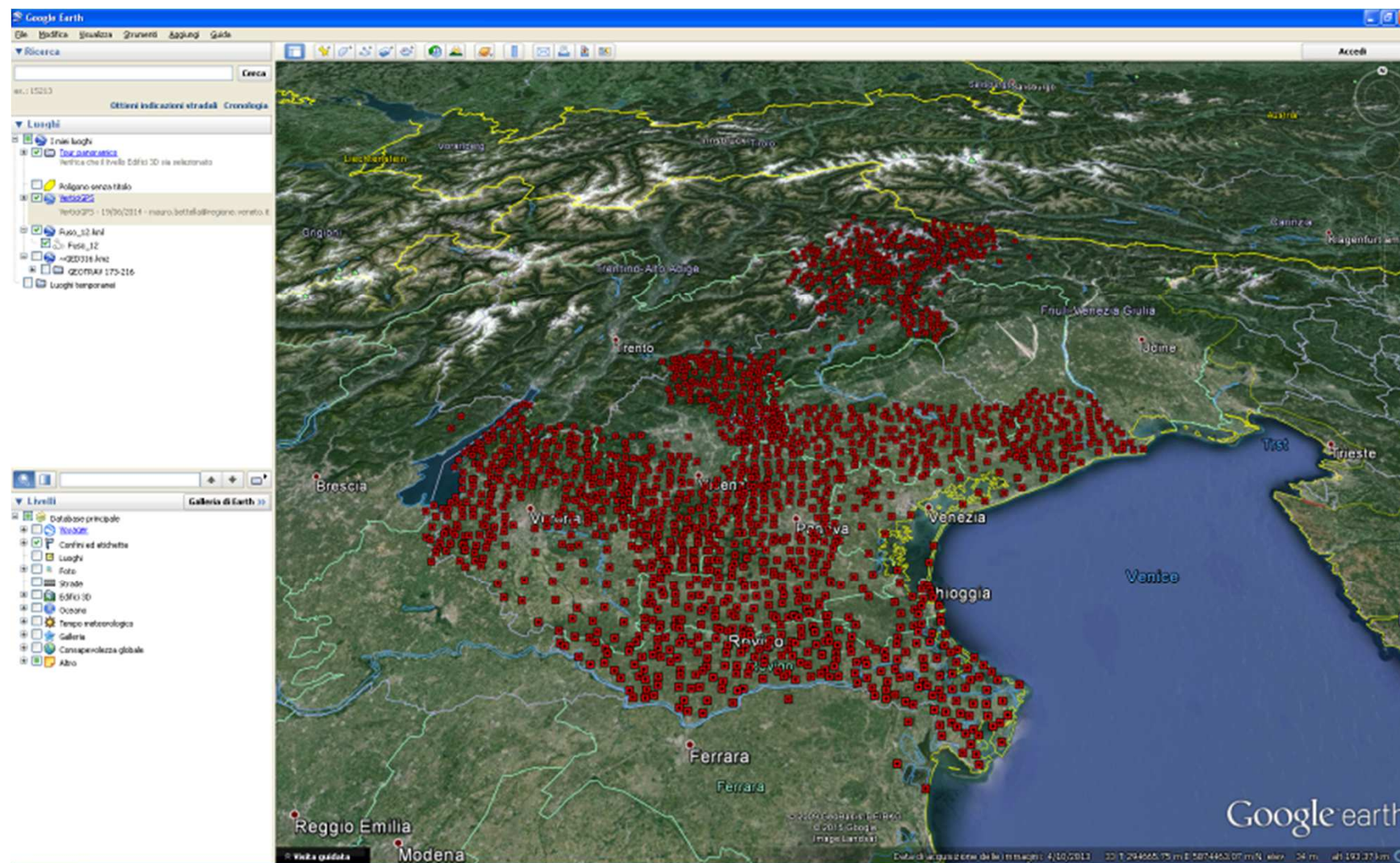
- ETRS89/ETRF2000
- RDN
- Rete di stazioni permanenti
- VTR

quanto in altimetria:

- EVRS
- Rete altimetrica nazionale
- Capisaldi di raffittimento regionale



Conclusioni





Conclusioni





Conclusioni

Se il sistema di riferimento è condiviso metodi e tecnologie diverse di rilievo produrranno risultati differenti solo in virtù delle proprie caratteristiche intrinseche.

La scelta delle tecnologie di rilievo da utilizzare è strettamente connessa all'obiettivo che s'intende raggiungere, spesso è necessario ricorrere all'integrazione tra diverse fonti per ottenere un esito soddisfacente.

Anche per questo motivo è sempre più importante acquisire le necessarie capacità di gestione di dati e processi diversi che vanno sempre opportunamente metadati, gli uni e gli altri.

- CTRN – Database Geotopografici
- Ortofoto
- Prodotti derivati dal LiDAR
- Ortoimmagini e modelli digitali di elevazione da autocorrelazione
- Interferometria da satellite
- Rilievi diretti
- ...