

*Ai miei genitori, i loro sacrifici
mi hanno permesso di studiare
e seguire la strada che ho
scelto.*

*La vita è di chi ha coraggio, di
chi agisce, sbaglia ed impara.*

Massimiliano Moraca – ingegnere, gis
analyst, ciclista urbano

Indice

<i>Presentazione</i>	12
<i>Introduzione</i>	14
<i>Capitolo I – I LiDAR</i>	16
1.1 – Cosa sono	16
1.2 – Campi di utilizzo	19
<i>Capitolo II – Applicazioni</i>	20
1.1 – La funzione r.watershed	20
1.2 – Confronto dei risultati di r.watershed su DTM a diversa risoluzione	21
<i>Conclusioni</i>	25
<i>Indice delle figure</i>	26
<i>Biografia</i>	26

Presentazione

Questo breve testo nasce dalla mia esperienza diretta con i dati LiDAR. Ho “incontrato” i LiDAR per la prima volta nella mia esperienza lavorativa come Gis Analyst per il progetto MEDPAN che vede come partner il CSI Gaiola Onlus.

Quando ebbi sotto mano la nuvola di punti dell'area che va da Capo Posillipo a Nisida ebbi subito la sensazione di trovarmi di fronte a qualcosa di straordinario. Ebbi infatti la possibilità di riprodurre un DTM ed un DSM con la risoluzione di 1 metro, in cui quindi ogni pixel ha le dimensioni di 1x1; non avevo mai visto tanta accuratezza nella riproduzione di un territorio!

Dopo l'iniziale stupore mi vennero in mente tutti i campi di applicazione di una tecnologia come questa, dall'urbanistica alla difesa del suolo campo a me più vicino essendo un ingegnere per l'ambiente ed il territorio junior, laureato presso la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base della Federico II di Napoli.

Introduzione

In questo breve testo approfondirò ciò che ho esposto nel corso del GIS Day 2015 al DIARC della Federico II.

Riprenderò brevemente il mio intervento dal titolo “LiDAR: riprodurre in maniera perfetta la realtà che ci circonda” andando a soffermarmi maggiormente sull’utilità dei LiDAR anche nel campo dello studio della morfologia dei luoghi fornendo un confronto tra il risultato della funzione r.watershed per un DTM con celle 20x20 ed un DTM elaborato da indagini LiDAR con risoluzione delle celle 1x1.

Le elaborazioni presentate sono ottenute usando QGIS 2.8 ed il plugin GRASS GIS 7 presenti nella suite OSGeo 9 distribuita su Ubuntu.

Concluderò questo breve testo con alcuni spunti di riflessione sui LiDAR e sul loro utilizzo in Italia.

Capitolo I – I LiDAR

1.1 – Cosa sono

LiDAR, acronimo di *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*, è una tecnica di telerilevamento inizialmente aerotrasportata. Questa tecnica, anche chiamata *Laser Scanning*, consente di determinare le coordinate tridimensionali di un punto grazie alla misura della distanza tra il sensore ed il punto colpito dal fascio luminoso.

Il prodotto di una campagna di indagini LiDAR è una nuvola di punti che riproduce il profilo delle aree colpite dal fascio luminoso; ogni punto porterà con sé le coordinate tridimensionali consentendo quindi di ottenere una nuvola di punti che riproduce posizione, forma ed altezza reale di ciò che è presente nell'area di indagine. La nuvola di punti viene poi rielaborata in fase di post processamento per generare DEM (*Digital Elevation Model*) che possono poi essere spacializzati ad esempio in DSM (*Digital Surface Model*), DTM (*Digital Terrain Model*) o CHM (*Canopy Height Model*) e seconda dell'eco che viene utilizzato.

Gli echi sono i segnali che arrivano alla sensoristica LiDAR e sono funzione della risoluzione dei sensori ottici che generano l'impronta a terra dei raggi laser, detta *footprint*. La *footprint* ha una dimensione che varia da 20 cm a più di 2 m, nel primo caso la sensoristica impiegata determina una *small footprint*, nel secondo caso si parla invece di *large footprint*. In funzione del tipo di sensoristica utilizzata quindi si ottengono misurazioni con echi che possono dare risultati diversi. Un raggio laser quando incontra un ostacolo, come la chioma di un albero, riflette parte del suo fascio, che torna quindi al sensore, mentre un'altra parte

del fascio prosegue il suo tragitto fino al prossimo ostacolo. E' chiaro quindi che se uso un *small footprint* mi verranno restituiti più echi in quanto il fascio laser incontra più ostacoli consentendomi di ottenere misure più accurate rispetto all'utilizzo di un *large footprint* sulla stessa area.

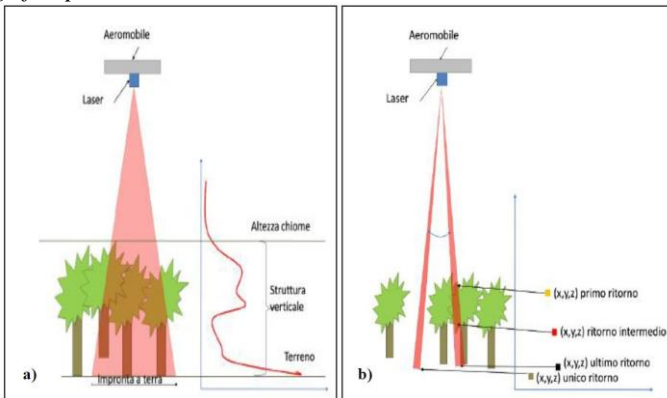


Figura 1 - Rappresentazione schematica del footprint. a) *large footprint*; b) *small footprint*. (Penasa, 2012)

La scelta del tipo di footprint dipende dall'indagine che si va a fare. Si è detto quindi che gli echi sono i segnali che arrivano alla sensoristica LiDAR, tra tutti gli echi quelli più importanti sono il *first pulse* ed il *last pulse*. Il primo restituisce una informazione che può essere usata per l'elaborazione dei DSM mentre l'ultimo restituisce informazioni utili all'elaborazione dei DTM; la differenza tra DSM e DTM genera il CHM (Penasa, 2012).

Alcuni sensori ALS recenti possono registrare le riflessioni non attraverso un numero di impulsi discreti, ma in continuo, dando origine a modelli della forma degli oggetti colpiti cosiddetti *full-waveform* (Pirotti, 2009).

In funzione del tipo di rilievo possiamo distinguere dispositivi di laser scanning installati a terra, si parla in questo caso di TLS (*Terrestrial Laser Scanner*) oppure su aereomobili come aerei, elicotteri, droni, si parla in questo caso di ALS (*Airborne Laser Scanner o Aerial Laser Scanner*). I due sistemi applicano lo stesso principio teorico, ma le loro caratteristiche tecniche, le procedure di acquisizione, gli obiettivi delle scansioni e gli approcci per la post-elaborazione dei dati acquisiti sono differenti (Penasa, 2012).

Vediamo ora quali sono le strumentazioni del sistema di terlerilevamento più utilizzato ad oggi, l'ALS. L'ALS è composto da:

- un distanziometro (o telemetro) laser, composto di un emettitore di impulsi luminosi e di un ricevitore che registra i segnali di risposta degli oggetti colpiti;
- un ricevitore GPS (Global Positioning System) cinematico, che permette di determinare le coordinate del trasmettitore durante la fase di volo;
- un ricevitore GPS master fisso a terra su un punto di coordinate note, utile per il posizionamento relativo (correzione differenziale);
- un sensore inerziale IMU (Inertial Measuring Unit), sistema elettronico composto di tre accelerometri e tre giroscopi, utili per determinare l'orientamento e l'assetto del velivolo durante la fase di volo;
- apparati di servizio per l'alimentazione, il controllo dei sensori e la registrazione dei dati (Penasa, 2012).

Esistono altri elementi aggiuntivi installati durante il campionamento, quali:

- fotocamera metrica per l'acquisizione d'immagini digitali;

- sensori multi/iperspettrali, che registrano l'ampiezza del segnale di ritorno, che dipende dal materiale che ha riflesso il raggio (Penasa, 2012).

1.2 – Campi di utilizzo

La tecnica LiDAR è a sensori attivi, quindi la sensoristica non ha bisogno di una sorgente luminosa esterna per poter effettuare i rilievi. Possiamo quindi condurre una campagna laser scanner in qualunque condizione di luminosità, notte compresa; in caso di ALS però bisogna tenere conto dell'occlusione causata dalle nubi che interponendosi tra la sensoristica e la superficie possono generare errori di misurazione.

La tecnica LiDAR può essere usata in molti campi. Gli ALS ad esempio sono un ottimo supporto per una analisi urbanistica, per la cartografia topografica e la pianificazione territoriale, possono essere usati in campo ingegneristico per la progettazione e realizzazione di infrastrutture viarie come rilevati stradali e ferroviari, possono anche essere usati in campo geologico, geotecnico ed in applicazioni di ingegneria ambientale come quella che verrà esposta nel capitolo successivo.

Capitolo II – Applicazioni

1.1 – La funzione *r.watershed*

Le elaborazioni presentate sono ottenute usando QGIS 2.8 ed il plugin GRASS GIS 7 presenti nella suite OSGeo 9 distribuita su Lubuntu, cosa sono ed a cosa servono questi software non è argomento di questo testo si invita però il lettore a ricercare informazioni in rete sugli stessi e sul loro utilizzo visti in tanti articoli e tutorial reperibili. Prima di descrivere il confronto tra i risultati ottenuti nel paragrafo successivo è indispensabile un breve excursus che descriva la funzione *r.watershed* di GRASS GIS che andremo ad usare.

Tale funzione si attiva dal gruppo GRASS Commands nel Toolbox di Processing di QGIS; *r.watershed* è un vero e proprio modulo per l'analisi idrologica di bacino che consente, utilizzando il DTM come dato di input, di generare le seguenti mappe raster: accumulo del flusso superficiale (*flow accumulation*), direzione di deflusso (*drainage direction*), reticolo e bacino idrografico. Il modulo genera anche due parametri utilizzati nell'equazione RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) per lo studio dell'erosione di versante (fattori S e LS)(Valerio Noti, 2014).

Per la procedura dettagliata utile ai fini dell'analisi di bacino con la funzione *r.watershed* si rimanda al capitolo 17 del manuale “GIS OPEN SOURCE PER GEOLOGIA E AMBIENTE – Analisi e gestione di dati territoriali e ambientali con QGIS”.

1.2 – Confronto dei risultati di r.watershed su DTM a diversa risoluzione

In questo paragrafo verranno confrontati due distinti DTM della stessa area ed i risultati delle elaborazioni con r.watershed: il DTM da LiDAR ed il DTM a 20m che è possibile scaricare dal Geoportale nazionale; entrambi sono stati usati per l'individuazione dei bacini idrografici e del reticolo idrografico.

22 *Applicazione dei LiDAR in campo idrogeologico per la determinazione dei bacini e del reticolo idrografico*

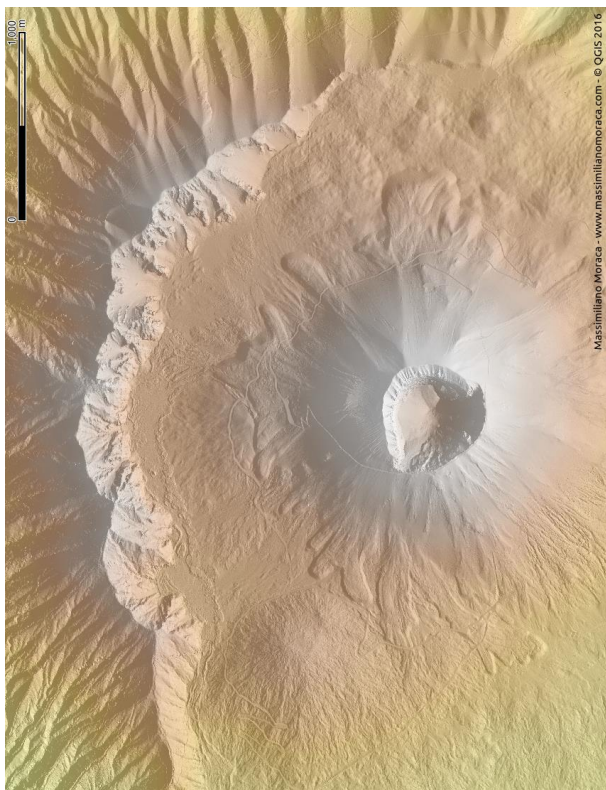


Figura 2 - DTM su Hillshade da LiDAR, risoluzione 1x1



Figura 3 - DTM su Hillshade da Geoportale, risoluzione 20x20

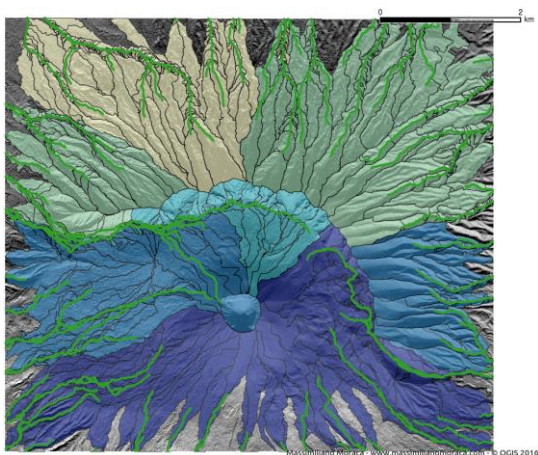


Figura 4 - Bacini e reticolo, DTM LiDAR

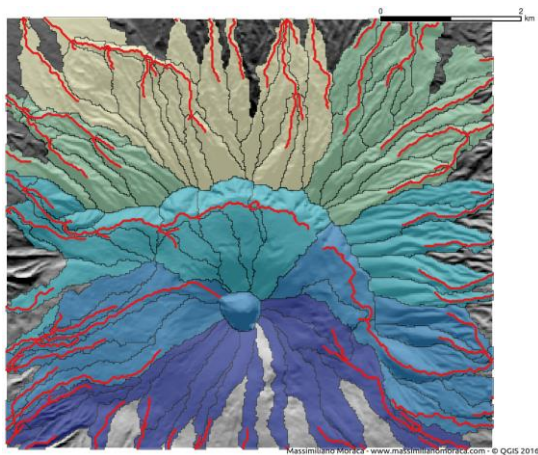


Figura 5 - Bacini e reticolo, DTM Geoportale

Conclusioni

Come si può notare confrontando i due diversi DTM (*figure 2 e 3*) la differente risoluzione permette un dettaglio migliore a favore del DTM da LiDAR, come ci si poteva aspettare.

La grande utilità dei LiDAR viene fuori prepotentemente con l'applicazione della funzione *r.watershed*. Confrontando infatti la *figura 4 con la 5* si possono notare sia differenze nel reticolo idrografico sia nell'individuazione dei bacini. Il grande dettaglio dei LiDAR permette di individuare aste del reticolo idrografico che il DTM del Geoportale non individua ed è inoltre possibile individuare ulteriori bacini che consentirebbero uno studio idrologico dell'area molto più accurato.

I LiDAR utilizzati in questo breve testo sono stati scaricati dal Geoportale della Città Metropolitana di Napoli; mettendo da parte il modo macchinoso con cui è possibile scaricare i LiDAR da quel Geoportale, fa riflettere il fatto che in Campania la sola ex Provincia di Napoli abbia messo in OpenData questi utilissimi file. A livello nazionale invece i LiDAR scaricabili dal Geoportale Nazionale non coprono tutto il territorio, non vanno oltre i 2x2 e mancano anche dei LiDAR scaricabili dal Geoportale della Città Metropolitana di Napoli.

I LiDAR sono senza dubbio strumenti utilissimi ma i problemi di reperimento e la mancanza di comunicazione tra enti rende difficile il loro uso.

Indice delle figure

<i>Figura 1 - Rappresentazione schematica del footprint. a)large footprint; b)small footprint. (da Penasa, 2012)</i>	17
<i>Figura 2 - DTM su Hillshade da LiDAR, risoluzione 1x1</i>	22
<i>Figura 3 - DTM su Hillshade da Geoportale, risoluzione 20x20</i>	23
<i>Figura 4 - Bacini e reticolo, DTM LiDAR</i>	24
<i>Figura 5 - Bacini e reticolo, DTM Geoportale</i>	24

Biografia

- Andrea Penasa - *IMPIEGO DI DATI LiDAR PER LA CREAZIONE DI MAPPE TEMATICHE A SUPPORTO DEL TECNICO FORESTALE* - **Università degli studi di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Corso di laurea in Tecnologie Forestali e Ambientali**, anno 2012;
- Francesco Pirotti – *LA TECNOLOGIA LIDAR PER APPLICAZIONI FORESTALI*, **Sherwood n.156** anno 2009;
- Valerio Noti – *GIS OPEN SOURCE PER GEOLOGIA E AMBIENTE Analisi e gestione dei dati territoriali con QGIS* – **Dario Flaccovio Editore**, anno 2014