

Utilizzo di laser scanner e camera digitale aviotrasportati nella progettazione di impianti fotovoltaici

di N. Santomauro, B. Lacovara, A. M. Lo Piano, A. Guariglia, E. Viola



La normativa nazionale nel perseguire le direttive impartite dalla CEE in materia di energia, ha incentivato fin dal 2007 lo sviluppo delle energie rinnovabili e di conseguenza il sorgere della cosiddetta green-economy ove la Geocart ha deciso di investire nella progettazione di impianti fotovoltaici di micro-generazione, con potenza installata inferiore ad 1 MW. Di particolare rilevanza nella fase di progettazione è risultato un laser scanner ed una camera digitale integrati nella piattaforma aviotrasportata MAPPING nel processo di rilievo dei siti individuati come idonei alla installazione di impianti fotovoltaici.

Figura 1- Piattaforma MAPPING installata su elicottero.

E' dal 2008 che Geocart, società di ingegneria che si occupa tra le varie attività di telerilevamento ed ispezioni aeree delle linee elettriche, ha deciso di ampliare il ventaglio dei servizi offerti con la progettazione di impianti fotovoltaici. Quello delle energie rinnovabili è un settore che ha riscosso un elevato interesse, grazie soprattutto al regime di incentivi istituito dalla Normativa nazionale con i "Conti energia" susseguitisi in questi anni. In particolare, l'azienda ha focalizzato la propria attenzione sulla progettazione di impianti con potenza inferiore ad 1 MW, del tipo *grid connected* ovvero connessi alla rete elettrica e posizionati a terra, maturando una consistente esperienza nel settore della progettazione energetica. Un impianto fotovoltaico è costituito da tre elementi fondamentali:

- un generatore di corrente elettrica in bassa tensione, con moduli fotovoltaici assicurati a strutture metalliche di supporto;
- il gruppo convertitori/trasformatori, che convertono ed innalzano la tensione della corrente prodotta dal generatore;
- gli elettrodotti di connessione dell'impianto alla rete elettrica gestita dall'Enel Distribuzione, per la media tensione, o da Terna, per l'alta tensione.

La fase iniziale della progettazione degli impianti fotovoltaici consiste nella individuazione dei siti idonei alla installazione del generatore fotovoltaico e presuppone l'esistenza di alcuni elementi territoriali fondamentali: una esposizione quanto più possibile rivolta a sud, l'assenza di interferenze naturali e/o artificiali tali da inficiare l'ottimale funzionamento dei moduli fotovoltaici, la presenza di linee elettriche di media tensione.

Nella fattispecie la progettazione ha riguardato impianti situati nella regione Basilicata, ed in particolare nei comuni di Matera e di Oppido Lucano. Nel comune di Matera sono state individuate aree idonee alla installazione di tre impianti fotovoltaici aventi ciascuno una potenza di picco pari ad 1 MW. In agro del comune di Oppido Lucano, dall'analisi condotta, un solo sito è risultato adatto alla realizzazione di un impianto con potenza di circa 1 MW.

L'estensione delle aree investigate non è stata trascurabile, soprattutto a causa della lunghezza degli elettrodotti di connessione pari rispettivamente a 4 e 6 km.

Anche per questo si è quindi deciso di adottare le richiamate tecnologie aviotrasportate per il rilievo delle aree a discapito di metodologie tradizionali. La scelta effettuata ha infatti ottimizzato sia i tempi di esecuzione che l'impiego delle risorse umane necessarie.

Piattaforma aviotrasportata e pianificazione del volo

L'acquisizione dei dati è avvenuta mediante l'impiego della piattaforma MAPPING, sviluppata da Geocart, costituita da un laser scanner, da una camera metrica digitale ad alta risoluzione, da un sistema di posizionamento GPS e da una piattaforma di navigazione inerziale.

Il laser scanner è il Riegl LMS-Q560, strumento di ultima generazione, con frequenza di emissione fino a 240.000 Hz, che consente la *Full Waveform Analysis*, ovvero la raccolta di tutti gli echi di risposta, contro i 2 (*first e last echoes*) o al massimo 4 echi raccolti dai primi altimetri laser. La registrazione della catena completa di echi si traduce nella capacità di penetrare anche al di sotto di coperture vegetali importanti e di rilevare, come conseguenza, caratteristiche morfologiche del terreno altrimenti non visibili.

La camera metrica digitale è una DigiCAM-H/39, camera ad alta risoluzione con un array da 39 Mpixels (7216 x 5412 pi-

xels) equipaggiata per il lavoro in oggetto con un obiettivo *Hasselblad* da 3.5/50 mm. La corretta georeferenziazione dei dati raccolti è assicurata da un'antenna GPS *Novaltel L1/L2*, installata in coda al velivolo, con una distanza ben nota nelle coordinate spaziali *x, y, z* (*lever arm*) dal centro geometrico del sistema di acquisizione. Sono ugualmente note le *lever arm* relative alla fotocamera e allo scanner laser. Tutti i dati sono pertanto riferiti al sensore inerziale *IMU-IIId (Inertial Measure Unit)*, basato su 3 accelerometri e 3 giroscopi a fibre ottiche che garantiscono la registrazione di tutti i movimenti dell'elicottero con campionamento a 256 Hz per la correzione dell'assetto sia in fase di rilievo che di post-processing dei dati.

La figura 1 mostra l'installazione della piattaforma *MAPPING* su elicottero per l'utilizzo aviotrasportato.

Il rilievo è stato eseguito secondo un piano di volo redatto per linee parallele, con sovrapposizione laterale delle strisciate del 60% e con una linea ortogonale di controllo. La quota media di volo è stata impostata a 700 m e la densità media dei punti laser è risultata di 10 pt/m² su suolo nudo. Nella figura 2 è riportato il piano di volo adottato, nel caso dell'area rilevata nel comune di Oppido Lucano, con indicazione dei fotogrammi di progetto lungo una singola linea di volo.

Prodotti del rilievo e loro impiego

I prodotti dell'attività di rilievo con laser scanner e camera digitale sono stati essenzialmente:

- Punti laser classificati;
- DTM a maglia quadra a passo 1 m;
- DSM, con le stesse caratteristiche;
- Ortofoto ad alta risoluzione con pixel di 10 cm.

Gli output sopraindicati sono stati utilizzati come supporto alla progettazione degli impianti, per lo studio della morfologia dell'area, delle esposizioni e per l'individuazione di

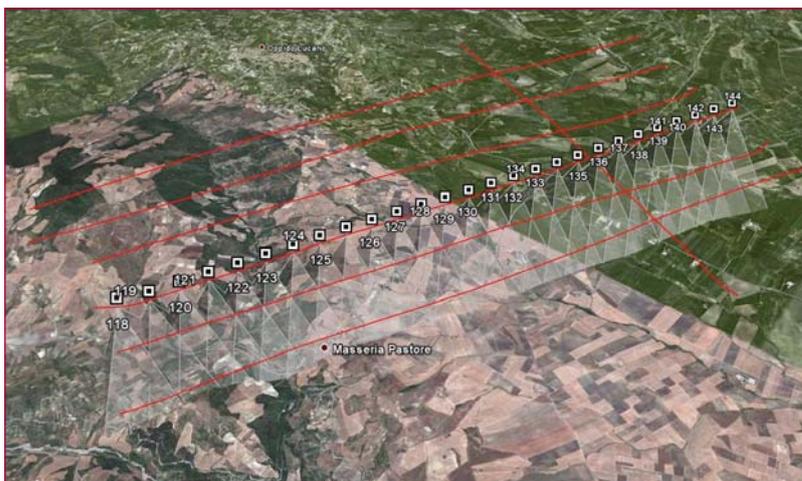


Figura 2- Rappresentazione del piano di volo relativo al rilievo effettuato nel Comune di Oppido Lucano (PZ) sull'area oggetto di progettazione dell'impianto fotovoltaico.

caratteristiche antropiche o naturali di interesse ai fini costruttivi, come ad esempio infrastrutture viarie, elettrodotti, vegetazione da abbattere o da sfoltire, possibili coni d'ombra a ridosso degli impianti, ecc.

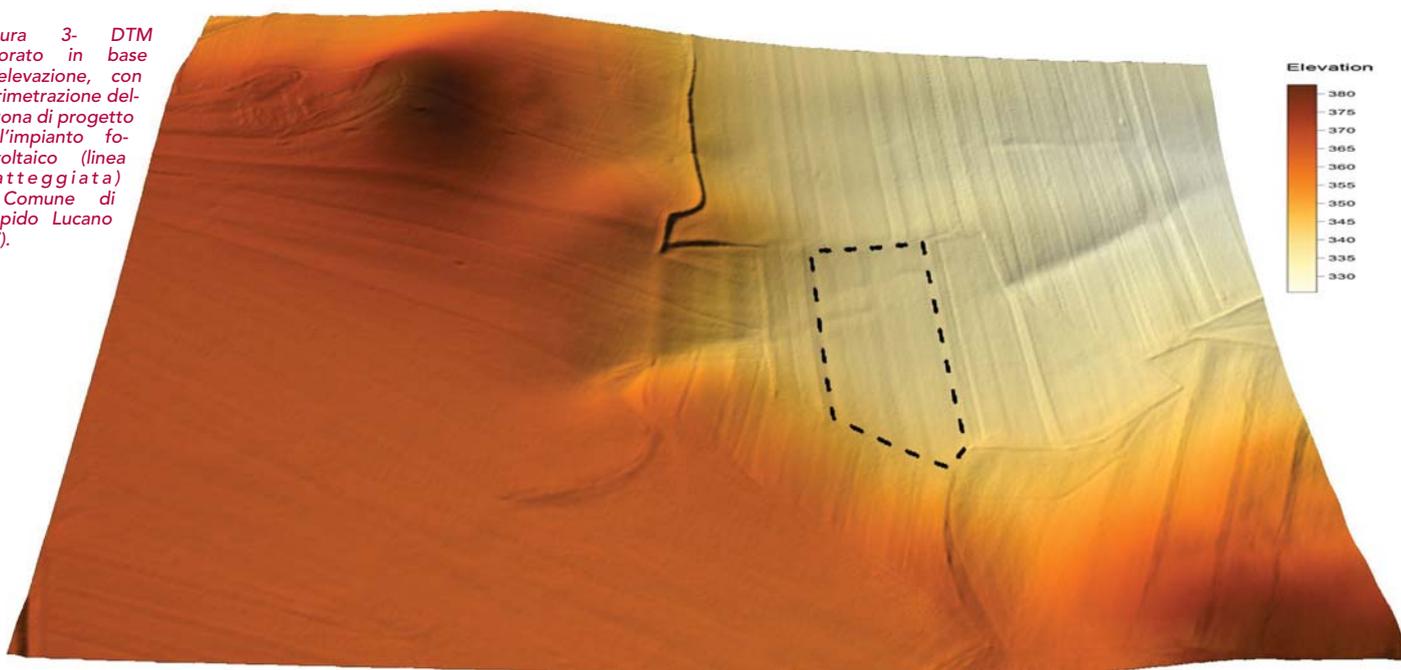
La tecnologia di rilievo adottata ha consentito, partendo dai dati acquisiti, l'estrazione dei modelli del terreno e delle sezioni per la caratterizzazione di dettaglio dei siti.

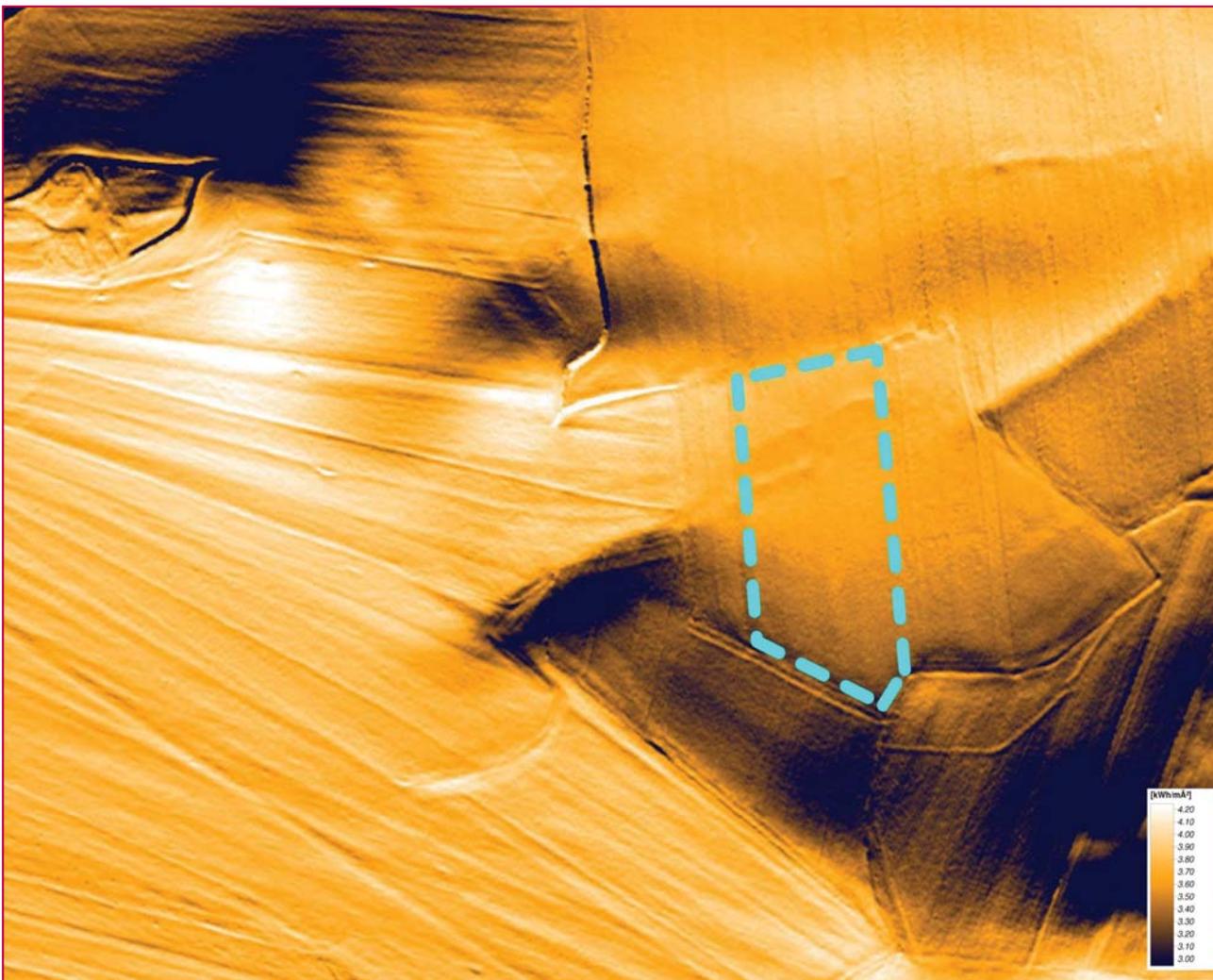
Le figure 3, 4 e 5 mostrano l'utilizzo dei DTM nella progettazione degli impianti fotovoltaici. Nella figura 6 è riportato uno stralcio del progetto dell'impianto di Oppido Lucano sovrapposto alle ortofoto derivate dalla fase di rilievo aereo.

Nello specifico delle aree interessate dagli impianti fotovoltaici, si è ricavato l'andamento plano-altimetrico del terreno, con curve di livello aventi equidistanza pari a 0,5 m. Tale grado di precisione ha consentito l'estrapolazione di profili con un livello accurato di dettaglio, sia in termini di progressive che di altezze, sulla base dei quali si è quindi proceduto alla progettazione.

Sia per l'area rilevata a Matera che per quella di Oppido Lucano, è stato riscontrato, un andamento del terreno con pendenza negativa, rispetto alla direzione Nord-Sud, pari al 3-4%.

Figura 3- DTM colorato in base all'elevazione, con perimetrazione della zona di progetto dell'impianto fotovoltaico (linea tratteggiata) - Comune di Oppido Lucano (PZ).





Sopra, Figura 4- DTM con irraggiamento solare sull'area dell'impianto fotovoltaico di progetto (linea tratteggiata) - Comune di Oppido Lucano (PZ)

A sinistra, Figura 5- Sovrapposizione dell'impianto fotovoltaico su DTM drappeggiato con foto aeree - Comune di Oppido Lucano (PZ).

Pagina a fianco, Figura 6- Stralcio del progetto dell'impianto fotovoltaico e relativo cavidotto sovrapposto all'ortofoto.

Quest'ultima informazione unitamente all'ulteriore dato in ingresso rappresentato dall'inclinazione critica dei raggi solari pari a 20° e al ricorso ad una struttura di supporto inclinata di 30° con altezza massima di 1,70 m, ha consentito in fase di progettazione di individuare la disposizione ottimale in pianta delle file di moduli fotovoltaici e la determinazione della distanza tra le stesse tale da escludere, in ogni zona dell'impianto, fenomeni di ombreggiamento. Nella figura 7 è riportato il layout definitivo di uno degli impianti progettati nel comune di Matera, su mappa a curve di livello con il progetto delle file di moduli fotovoltaici.

Sono state inoltre ricavate sezioni nelle vicinanze delle aree interessate dal progetto, che hanno evidenziato la presenza di alberi ad alto fusto e di edifici. Anche in questo caso si è quindi utilizzato il dato acquisito per ottimizzare la disposizione in pianta dei pannelli fotovoltaici. La figura 8 evidenzia un esempio di sezione con presenza di interferenze riscontrate durante la fase di rilievo. A partire dai dati digitali acquisiti, per i corridoi interessati dall'attraversamento degli elettrodotti di connessione, sono state estrapolate sezioni nelle zone di particolare incertezza.



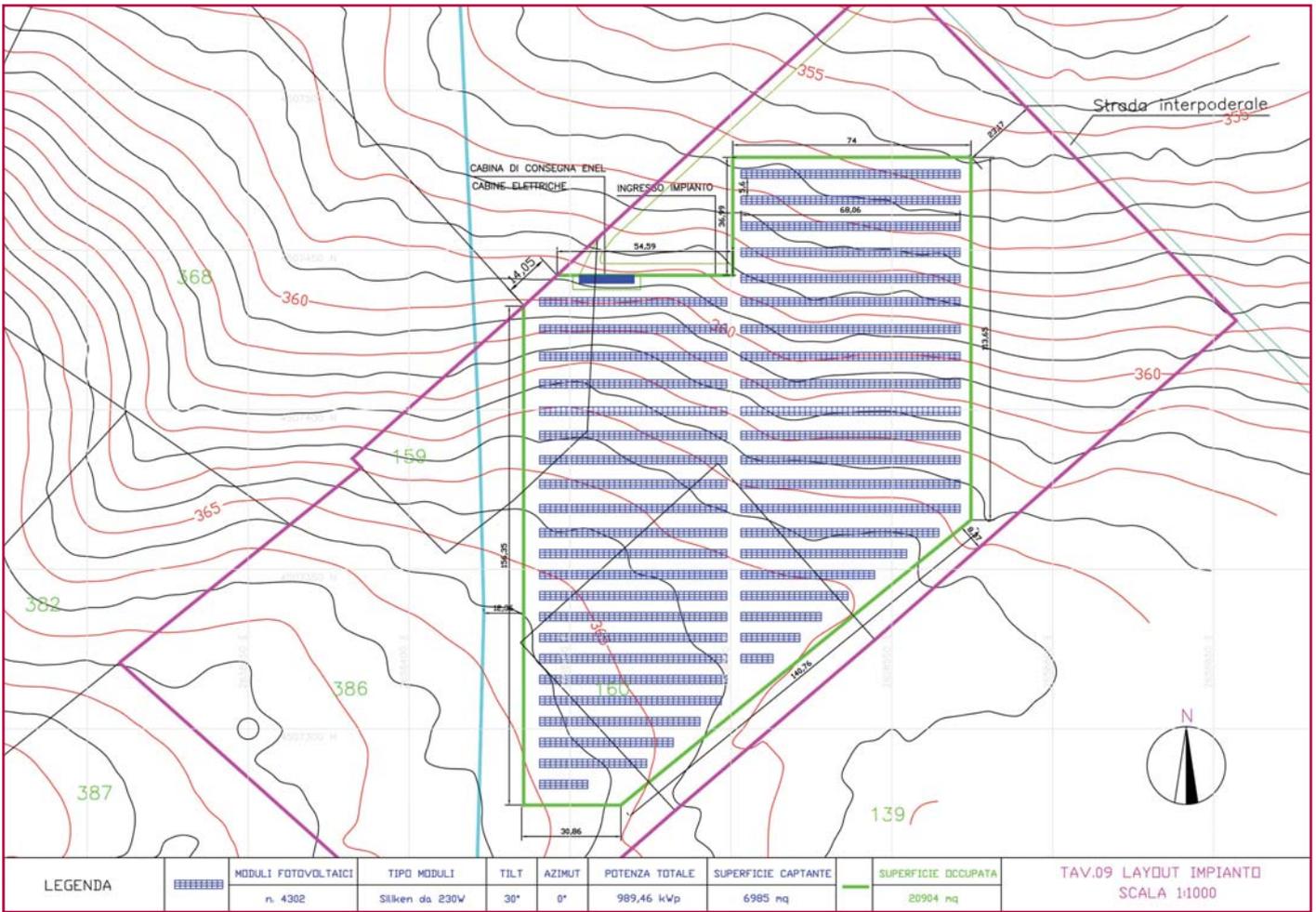


Figura 7- Layout dell'impianto su mappa a curve di livello ricavata dal rilievo con laser scanner aviotrasportato integrato nella piattaforma MAPPING - Comune di Matera.

Nello specifico, grazie alla qualità ed alla precisione delle informazioni disponibili, sono state analizzate con estremo dettaglio le aree in prossimità di interferenze artificiali quali opere d'arte: tombini, ponticelli, muri di sostegno in c.a., etc.

L'accuratezza del dato estratto è stata tale da consentire, anche in questo caso, sia in fase di progettazione definitiva che di progettazione esecutiva, la valutazione ottimale delle soluzioni tecniche da adottare.

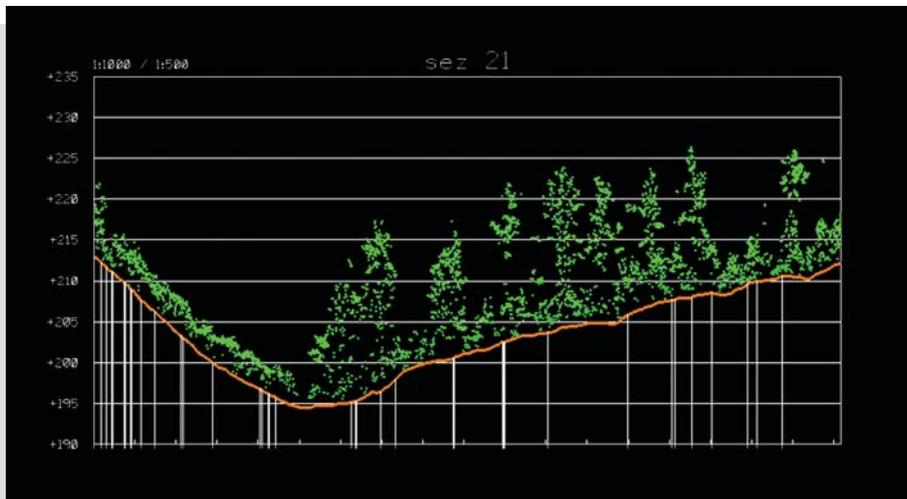


Figura 8- Sezione del terreno con evidenza di vegetazione interferente.

Conclusioni

Nel processo di progettazione degli impianti fotovoltaici, il ricorso all'impiego della piattaforma *MAPPING* aviotrasportata di Geocart che integra un laser scanner e una camera digitale è stato sicuramente una scelta appropriata sia da un punto di vista economico che del risultato tecnico ottenuto.

Il suo utilizzo ha consentito, infatti, di avere una mappatura delle aree rilevate con un grado di dettaglio tale da individuare la totalità delle interferenze, sia naturali che artificiali, che avrebbero potuto limitare l'efficienza di funzionamento del generatore fotovoltaico.

Questo ha assicurato, da un lato, il corretto posizionamento dei moduli e, dall'altro per la parte interessata dall'elettrodotta, la caratterizzazione dei punti critici, identificando la soluzione ottimale a chiusura del processo di progettazione.

Abstract

Using airborne laser scanner and digital camera in the design of photovoltaic power plants

The design of ground-mounted photovoltaic power plants requires a deep knowledge of the territory where people work, mainly if the area of interest has a wide coverage and the survey is not smooth.

In this article, it is described the experience gained by Geocart in the design of 4-MW photovoltaic solar power plants of micro-generation, developed also by means of airborne laser scanner and digital camera for aerial survey of large scale areas within the Matera and Oppido Lucano's municipalities in Basilicata.

Parole chiave

LASER SCANNER, CAMERA DIGITALE, RILIEVO AEREO, IMPIANTO FOTOVOLTAICO.

Autore

ING. NICOLA SANTOMAURO
N.SANTOMAURO-CONS@GEOCART.NET

ING. BIAGIO LACOVARA
B.LACOVARA@GEOCART.NET

ING. ANNA MARIA LO PIANO
A.LOPIANO-CONS@GEOCART.NET

ING. ANNIBALE GUARIGLIA
A.GUARIGLIA@GEOCART.NET

ING. EUGENIO VIOLA
E.VIOLA@GEOCART.NET

GEOCART S.R.L. - VIALE DEL BASENTO, 120 - POTENZA
TEL: +39 0971.56671
E-MAIL: GEOCART@GEOCART.NET



Computer Graphics Technologies

Via Corradino di Svevia n° 48
90134 Palermo

- Distributore autorizzato **TRIMBLE**.
- Laboratorio autorizzato per la strumentazione **TRIMBLE**.
- Proprietaria rete di stazioni permanenti GPS (**VRS SICILIA**).
- Supporto e controllo in remoto di tutta la strumentazione mobile **TRIMBLE** attraverso il software **TRIMBLE ASSISTANT**.
- Corsi di formazione.



tel. 0916513421
Fax 0916513414
E-mail info@cgtsrl.it
www.cgtsrl.it