



TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE SICILIA



COMUNE DI RAMACCA



COMUNE DI CASTEL DI IUDICA

NOME PROGETTO:

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA".

ID. PROGETTO DEL MITE:

PROCEDURA:

Valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art. 23 c. 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

PROPONENTE:



INE Ficurinia Srl  
A Company of ILOS New Energy Italy

INE FICURINIA S.R.L.  
Piazza di Sant Anastasia 7  
00186 Roma (RM)  
ineficuriniarsrl@legalmail.it  
RESPONSABILE PROGETTO:  
Ing. Jury Mancinelli

INE FICURINIA S.R.L.

a company of ILOS New Energy Italy  
P.IVA e C.F.: IT 11311551002

Sege legale: Piazza di Sant Anastasia 7, 00186 Roma  
ineficuriniarsrl@legalmail.it

Firmato Digitalmente

Legale rappresentante: Ing. Sergio Chiericoni



IDENTIFICATORE ELABORATO:

RS06REL031A0

CARTELLA:

\\VIA\_2

TITOLO ELABORATO:

Relazione sulla metodologia di rilievo dell'area d'intervento

SCALA:

-

ELABORATO REDATTO DA:

Ing. Pietro Salvagno

WE SII S.R.L.

VIA NINO BIXIO 13/4/4

16043 CHIAVARI (GE)

P.IVA /C.F.: 02396340990



**PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO**  
Arato SRL  
Dott. Ing. Giada Stella Maria Bolignano  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Reggio Calabria, n. A 2508  
Via Diaz, 74 - 74023 Grottaglie (TA)  
info@aratosrl.com



**OPERE ELETTRICHE**



Studio Tecnico BFP SRL  
Dott. Ing. Danilo Pomponio  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Bari, n. A6222  
Via Degli Arredatori, 8 - 70026 Modugno (BA)  
info@bfpgroup.net

**ACUSTICA**



Dott. Ing. Marcello Latanza  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Taranto, n. A2166  
via Costa 25/b - 74027 S. Giorgio Jonico (TA)  
marcellolatanza@gmail.com

**ARCHEOLOGIA**



GeA Archeologia Preventiva  
Dott. Archeologa Ghiselda Pennisi, Abilitazione MIBACT 2192  
Via De Gasperi, 4 - 95030 Sant'Agata Li Battiati (CT)  
info@aratosrl.com

**GEOLOGIA E IDROLOGIA**



Dott. Geol. Domenico Boso  
Ordine dei Geologi della Sicilia, n. 1005  
Geoexpert di Maria Rita Arcidiacono  
via Panebianco, 10  
95024 Acireale (CT)

**IDRAULICA**

**I3 Ingegneria S.r.l.**

I3 Ingegneria S.r.l.  
Dott. Ing. Alfredo Foti  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Catania, n. A2333  
via Galermo, 306 - 95123 Catania (CT)  
i3ingegneria@gmail.com

**STUDIO PEDO-AGRONOMICO**



Dott. Agr. Arturo Urso  
Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali,  
Prov. di Catania, n. 1280  
Via Pulverenti, 10  
95131 Catania (CT)  
arturo.urso@gmail.com

**STRUTTURE ED OPERE CIVILI**



Dott. Ing. Giuseppe Furnari  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Catania, n. A6223  
Viale del Rotolo, 44  
95126 Catania (CT)  
sep.furnari@gmail.com

N. REV. DATA REVISIONE  
0 apr-22 Emissione

ELABORATO VERIFICATO VALIDATO  
Ing. Salvagno Ing. Migliazzi INE Ficurinia S.r.l.



# **REPORT METODOLOGICO**

Ispezione Multispettrale

# INTRODUZIONE

Il presente documento si prefigge di riportare l'ispezione aerea eseguita su una vasta area in provincia di Catania, Sicilia, nonché descrivere la metodologia adottata per elaborare i dati e i prodotti finali del processo.

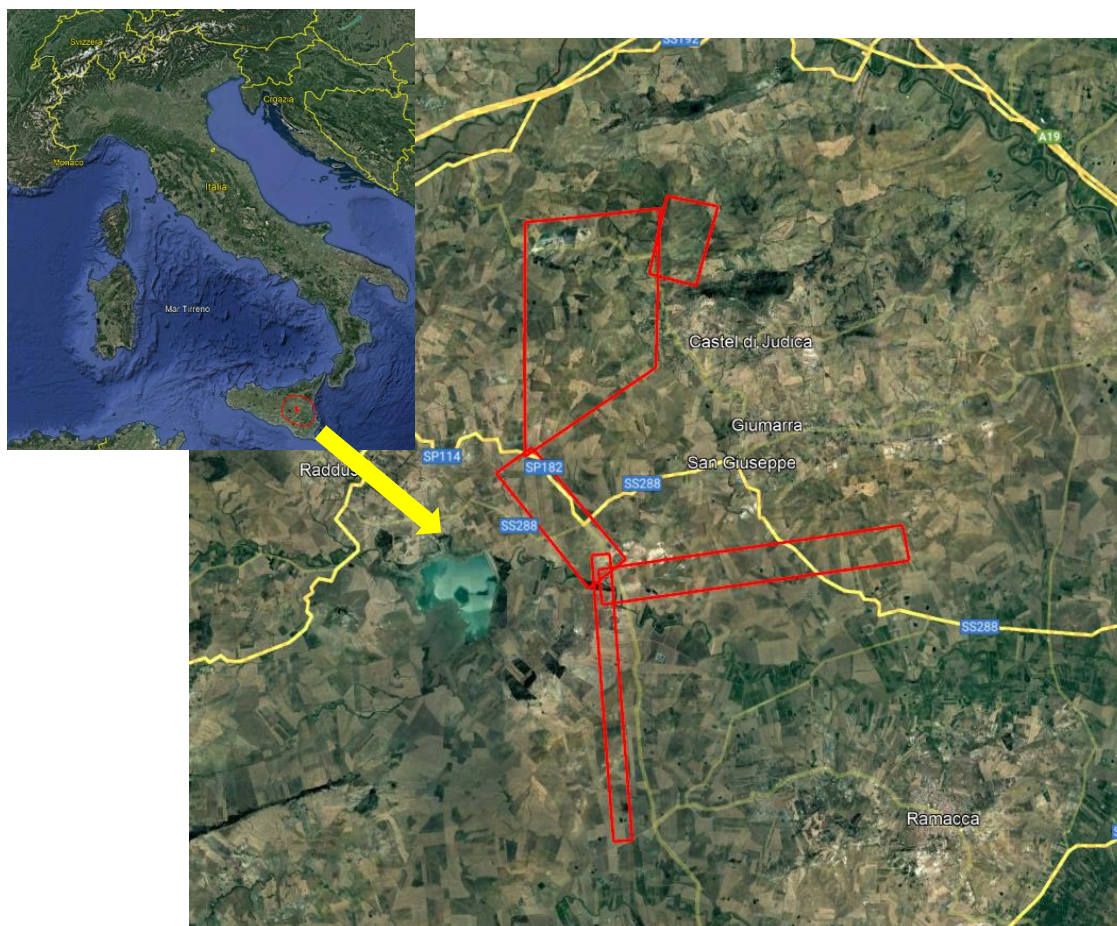
A differenza di un'ispezione fotogrammetrica tradizionale, questa è stata caratterizzata da un'acquisizione multispettrale nata dall'esigenza di estrarre utili informazioni sulla copertura vegetativa al suolo.

I voli sono stati effettuati nei giorni 26/08/2021 e 27/08/2021 e hanno catturato immagini nello spettro visibile e infrarosso vicino contemporaneamente.

Vengono descritti gli strumenti utilizzati, sia il velivolo sia il sensore, nonché la modalità operativa di esecuzione del volo.

Sono poi elencati tutti i prodotti fotogrammetrici elaborati a partire dal dato acquisito: ortomosaico, nuvola di punti e modello digitale del terreno.

Infine viene riportata l'analisi sulla copertura vegetativa, basata sui diversi spettri di luce catturati e condotta secondo le esigenze finali del cliente.

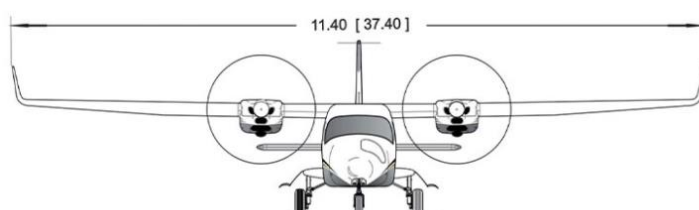
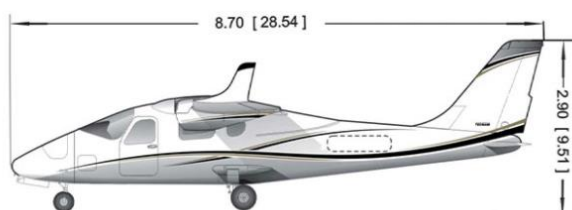


# 1. ISPEZIONE

## 1.1 SPECIFICHE TECNICHE

### 1.1.1 Aereo

Il velivolo adottato è l'aereo modello P2006T SMP della Tecnam, azienda italiana di produzione e utilizzo di velivoli aerei che, in collaborazione con Digisky, ha ideato una piattaforma fisica per installare diversi tipi di camera lungo la superficie inferiori delle ali.



#### EXTERIOR

Length	28.5 ft (8,7 m)
Height	8.46 ft (2,58 m)
Wingspan	37.4 ft (11,4 m)
Area	159 ft <sup>2</sup> (14,8 m <sup>2</sup> )

#### INTERIOR

Main Door Width	25 in (634 mm)
Main Door Height	38 in (970 mm)
Max Seating capacity	4

#### PERFORMANCE

Max cruise speed	150 kts (278 km/h)
Stall Speed (Flaps Down Power Off)	55 kts 102 km/h
Practical Ceiling	14000 ft (4267 m)
Take off run	988 ft (301 m)
Take off distance	1293 ft (394 m)
Rate of climb	1036 ft/min (5.3 m/sec)
Landing Run	758 ft (231 m)
Landing Distance	1145 ft (349 m)
Range	669 NM (1240 km)

#### WEIGHT & LOADING

Maximum Take Off Weight	2712 lb (1230 kg)
Empty Weight, Standard	1806 lb (819 kg)
Useful Load	906 lb (411 kg)
Baggage allowance	176 lb (80 kg)
Fuel tank capacity	200 lt (52.8 US Gal)

#### POWERPLANT

Engine Manufacturer	ROTAX 912 S3
Engine Power	200 HP
Propeller	Two-Bladed Constant Speed Full Feathering MT Propeller
Fuel Consumption	9 USG/h (34 lt/h)
Fuel Type	Mogas and Avgas

## 1.1.2 Camera RGB e NIR

Alla luce delle finalità del progetto, è stata montata sul velivolo una camera PhaseOne iXM-RS150F a quattro bande: il sensore è infatti sensibile non solo alle bande RGB dello spettro visibile ma anche a quella dell'infrarosso vicino (Near InfraRed NIR) che fornisce informazioni fondamentali sulla copertura vegetativa.

	iXM-RS150F				iXM-RS150F 4-Band		
Frame geometry	Central projection						
Image size (pixel)	14204 X 10652						
Image volume (MP)	150						
Image formats	PhaseOne RAW, Undistorted TIFF, JPG						
Output formats	Distortion Free RGB in TIFF 8 and 16 Bit or JPEG				Distortion Free RGB, NIR, CIR, RGBN, NVDI in TIFF 8 and 16 Bit or JPEG		
Pansharpen ratio	N/A				1:1.8		
Frame width for 10 cm GSD (m)	1420						
Frame height for 10 cm GSD (m)	1065						
Frame area for 10 cm GSD (sq.km)	1.51						
Typical image size (MB) for TIFF (8 Bit)	450				600		
Lenses type	Rodenstock / Schneider-Kreuznach						
Number of lenses	1				2		
Focal length (mm)	32	40	50	70	90	110	150
FOV - across flight (°)	77.8	65	54.6	41.8	33	27.6	20.8
FOV - along flight (°)	62.3	51	42.3	31.9	25.1	20.9	15.6
Aperture Range	f/5.6 - 11						
Exposure principle	Leaf shutter						
Shutter speed (sec)	Up to 1/2500						
Capture rate (sec)	2.0						
Light Sensitivity (ISO)	50-6400						
Dynamic Range (db)	83						
NIR Range (nm)	N/A				720 - 1000		
Events synchronization speed (µsec)	100						
<b>Sensor Specifications</b>							
Sensor type	CMOS						
Sensor number	1				2		
Pixel size (µm)	3.76						
Array (pixel)	14204 x 10652						
Analog-to-digital-conversion (bit)	14						

	iXM-RS150F	iXM-RS150F 4-Band
<b>Flight Specifications</b>		
Maximal ground speed for 10 cm GSD with motion blur under 1 pixel (knot)	300	
Maximal forward overlap for 10 cm GSD at 150 knot (%)	96	
Maximal orthophoto angle for 20% side overlap (°)	27 for 90mm focal lens	
Flight altitude for 10cm GSD (Feet)	7850 for 90mm focal length	
<b>Operating Conditions</b>		
Power input (V)	12-30 V DC	
Maximal Power consumption (W) - camera only	16	32
Humidity - non-condensing (%)	15 to 80	
Temperature (°C)	-10 to 40	
Approvals	FCC (Class A), CE, RoHS	
<b>System Specifications</b>		
System weight (kg/Lb)	8.5 / 19	31 / 68.5
System size (mm/in)	290 x 275 x 260 / 11.4 x 10.8 x 10.3	
Pilot monitor for navigation (In)	7	
Operator monitor for camera management (In)	15	
Gyro-stabilizer SOMAG	CSM40	DSM400
Power consumption	6 Amp at 28V	
<b>iX Controller MK5</b>		
Interfaces	USB3, power and control ports for camera, GNSS and mount	
Storage capacity (TB)	2.0	
Storage type	SSD	
Storage exchangeability	Yes	
Weight (kg/lb)	5.6 /12.3	
Size (mm/in)	290 x 109 x 225 / 11.4 x 4.3 x 8.9	
GNSS/IMU configurations	AP180 (IMU - 69)	
	AP310 (IMU - 82)	
	AP510 (IMU - 91)	
	AP610 (IMU - 57)	

## 1.2 MODALITA' DI VOLO

La stessa tipologia di ispezione può essere fatta sia con drone sia con aereo, ma è chiaro che la modalità di volo cambia radicalmente fra i due mezzi e offre vantaggi diversi.

Dove i costi operativi di una singola ispezione basata su drone sono contenuti, l'area coperta durante ogni missione è però limitata, in relazione all'impossibilità di montare camere raffreddate e dotate di maggiore lunghezza focale a causa del peso eccessivo. Al contrario, la capacità di carico dell'aereo è notevolmente maggiore, rendendolo in grado di adottare una camera quale la PhaseOne iXM-RS150F, di volare a distanze maggiori pur rimanendo entro i limiti di risoluzione richiesti e, quindi, coprire una maggiore area per singola ispezione.

In definitiva, il fattore determinante nella scelta operativa è l'area di interesse.

In questo caso specifico, la sua estensione non ha lasciato alcun dubbio sull'adozione dell'aereo, che ha permesso di ispezionare la totalità della zona in sole due giornate di volo facendo risparmiare almeno una settimana di attività in campo rispetto all'utilizzo di un drone. Se anche questo non fosse bastato, la conformità dell'area è collinare e frastagliata in numerosi dislivelli, cosa che avrebbe reso il volo del drone ancora più difficoltoso e lungo in quanto necessariamente entro linea di vista del pilota (Visual Line Of Sight VLOS).

**Volo 1** - 26/08/2021 dalle 13:00 alle 16:00 circa

**Volo 2** - 27/08/2021 dalle 8:40 alle 10:30 circa

**Altezza di volo** - 500 metri

**Estensione dell'area di interesse** - più di 600 ettari

**Numero di foto complessivo** - 1950 circa

**Sovrapposizione frontale** - 50% circa

**Sovrapposizione laterale** - 30% circa

## 2. PROCESSING

### 2.1 RESTITUZIONE FOTOGRAMMETRICA

La combinazione delle due camere RGB e NIR permette di ricavare immagini composte da tutte e quattro le bande contemporaneamente, in modo da elaborare l'output complessivo e poter successivamente svolgere agilmente le operazioni di analisi.

L'elaborazione in questione prevede diversi prodotti fotogrammetrici: la nuvola di punti, l'ortomosaico, e infine il modello digitale del terreno (Digital Terrain Model DTM). I prodotti in questione sono stati generati tramite il software proprietario Agisoft Metashape e successivamente trattati con i software CloudCompare e QGIS, infine messi a disposizione in una apposita "Download Area" sul portale Wesii EliosPortal.

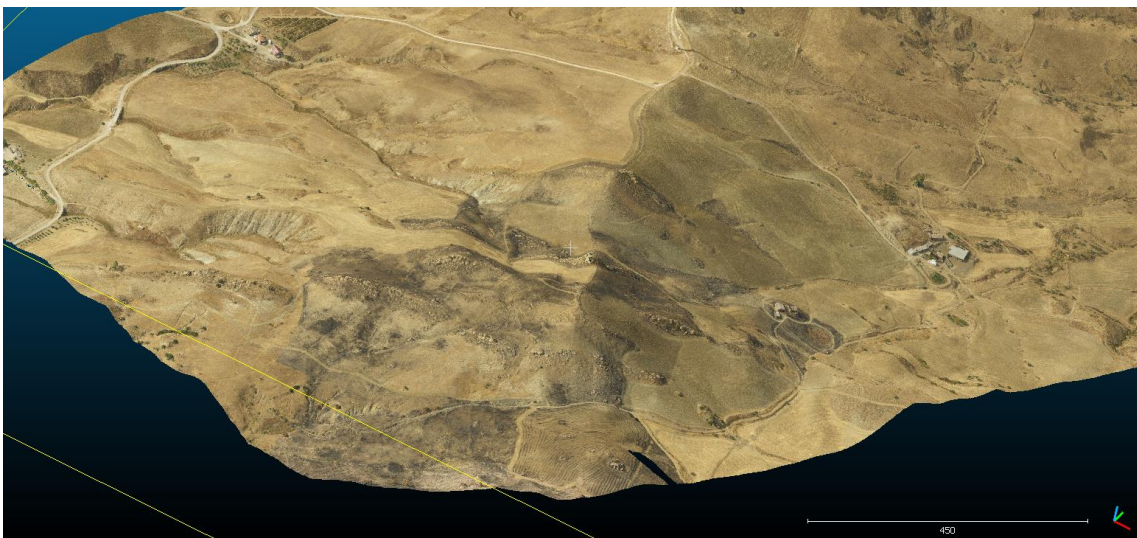
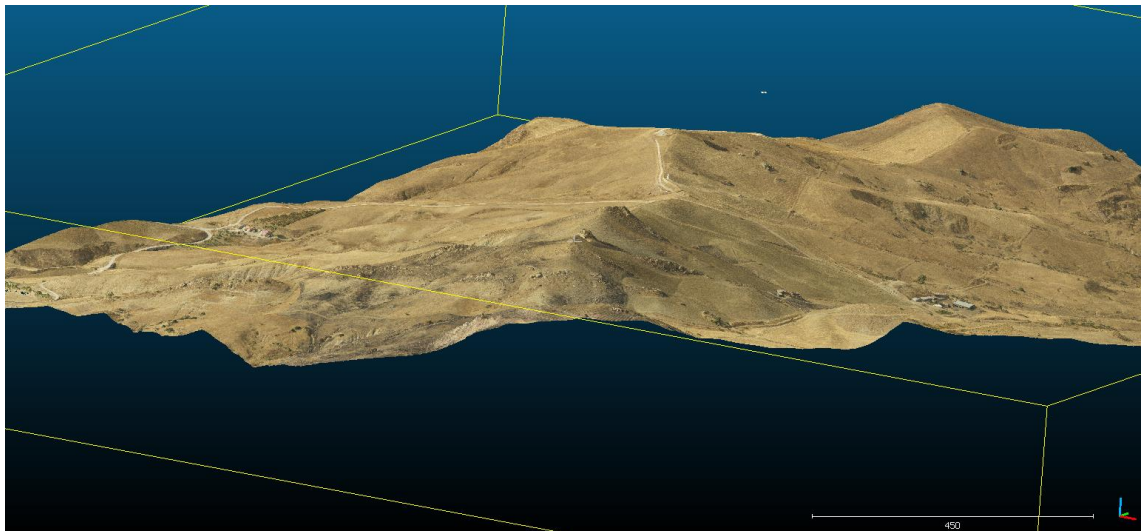
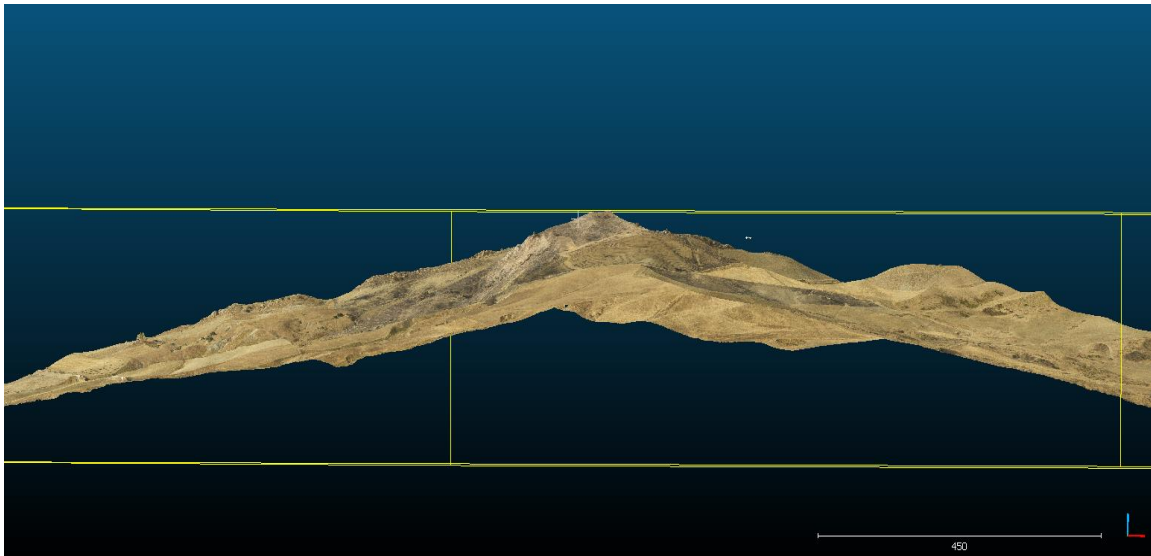
#### 2.1.1 Nuvola di Punti

La nuvola di punti (Dense Point Cloud) è il primo prodotto fotogrammetrico restituito a partire dalle foto multispettrali allineate. Come suggerisce il termine, è formata da un insieme di punti che conservano la loro posizione nello spazio tridimensionale: ogni punto viene generato tramite associazione di coordinate lungo gli assi X, Y e Z, nonché di un colore RGB basato sulle foto scattate in corrispondenza del punto stesso.

La qualità di una nuvola di punti si può giudicare sulla base della sua densità: in questo caso, data la densità dei punti generati e l'estensione dell'area di interesse, si è preferito suddividere il prodotto in cinque nuvole distinte così da poter maneggiare il dato più facilmente sia durante le elaborazioni successive, sia da parte del fruitore finale.

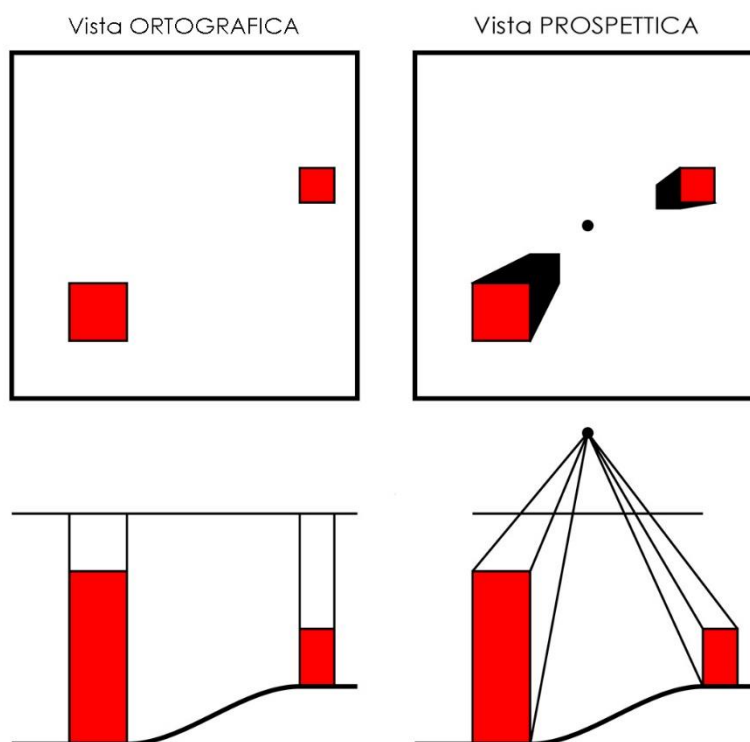
Le immagini riportate nella pagina seguente fanno riferimento alla nuvola di punti di una delle porzioni di terreno in questione. La scala topografica è stata mantenuta a 450 metri mentre la nuvola viene esaminata da tre punti di vista diversi per esaltarne la disposizione. Nonostante la discretizzazione del dato a questo primo stadio non permetta misure rilevanti (se non, ovviamente, la lettura dei valori di quota in corrispondenza dei punti stessi) la sua visualizzazione è veloce e intuitiva, fornendo un colpo d'occhio immediato sulla morfologia e la conformazione della zona.



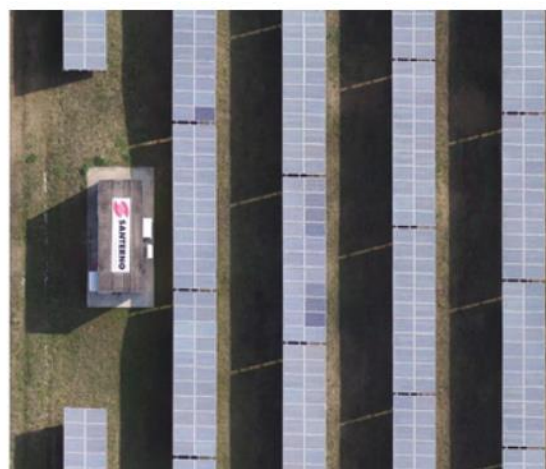


## 2.1.2 Ortomosaico

L'ortomosaico racchiude in sé due diverse operazioni fondamentali effettuate sulle immagini acquisite: un'operazione di mosaicatura, ovvero di unione e integrazione delle immagini in un'unica rappresentazione, e un'operazione di orto rettificazione, ovvero di modellazione del mosaico affinché vengano corrette distorsioni dovute a prospettiva e lenti della camera (vedasi immagini seguenti).



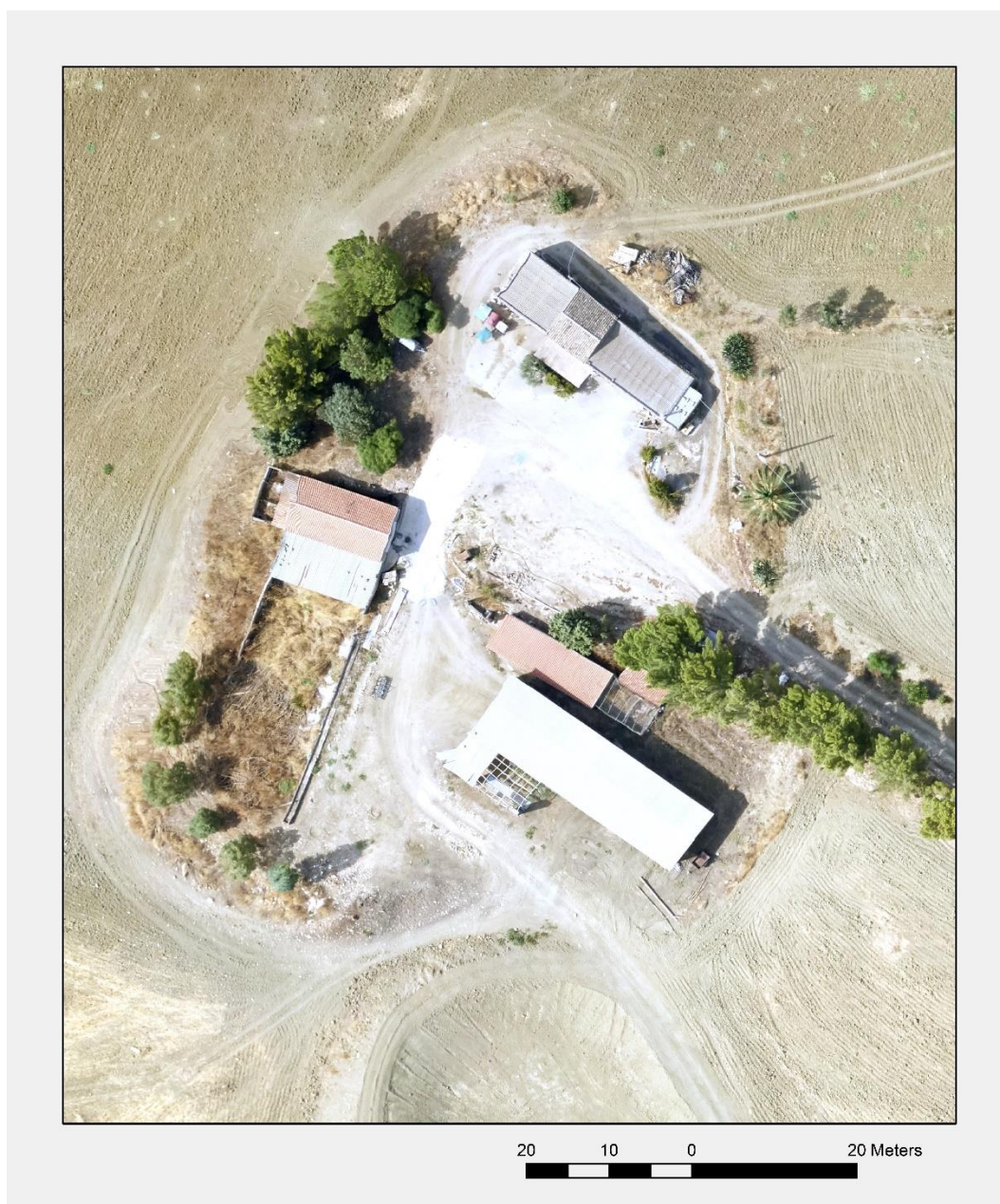
Original



Orthomosaic

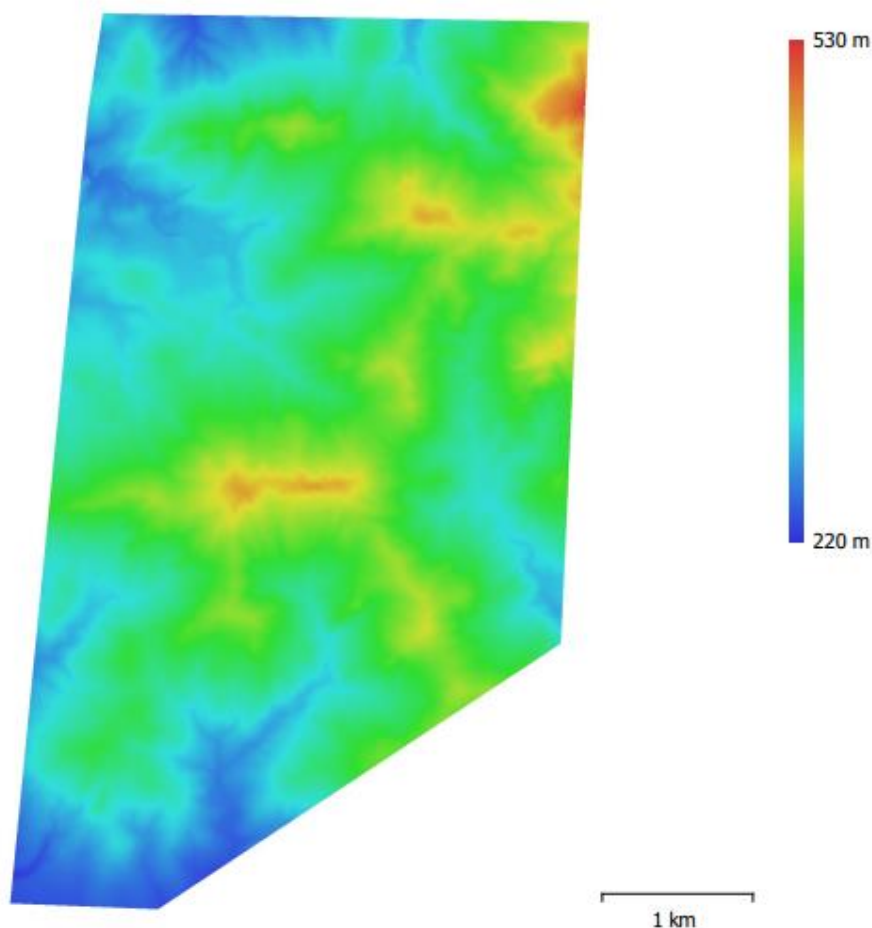
Questo significa, in ultimo, che l'ortomosaico è una rappresentazione bidimensionale geometricamente consistente dell'area di interesse, su cui è possibile effettuare misure di distanza accurate e quindi dimensionare gli elementi catturati. Tutti i processi di digitalizzazione e vettorializzazione, come per esempio la suddivisione delle strade e delle proprietà, è effettuata sulla base dell'ortomosaico.

Per la commissione oggetto della presente reportistica, la risoluzione finale dell'elaborato ha raggiunto circa i 3,5 cm/pixel, ben migliore rispetto a quella delle basemap disponibili più conosciute nonostante la rapidità del rilievo e l'estensione della superficie catturata. È chiaro che un livello di dettaglio del genere permette di distinguere particolari anche piccoli quali possibili ingombri, elementi vegetativi o antropici, affioramenti rocciosi (vedasi immagine di dettaglio seguente).



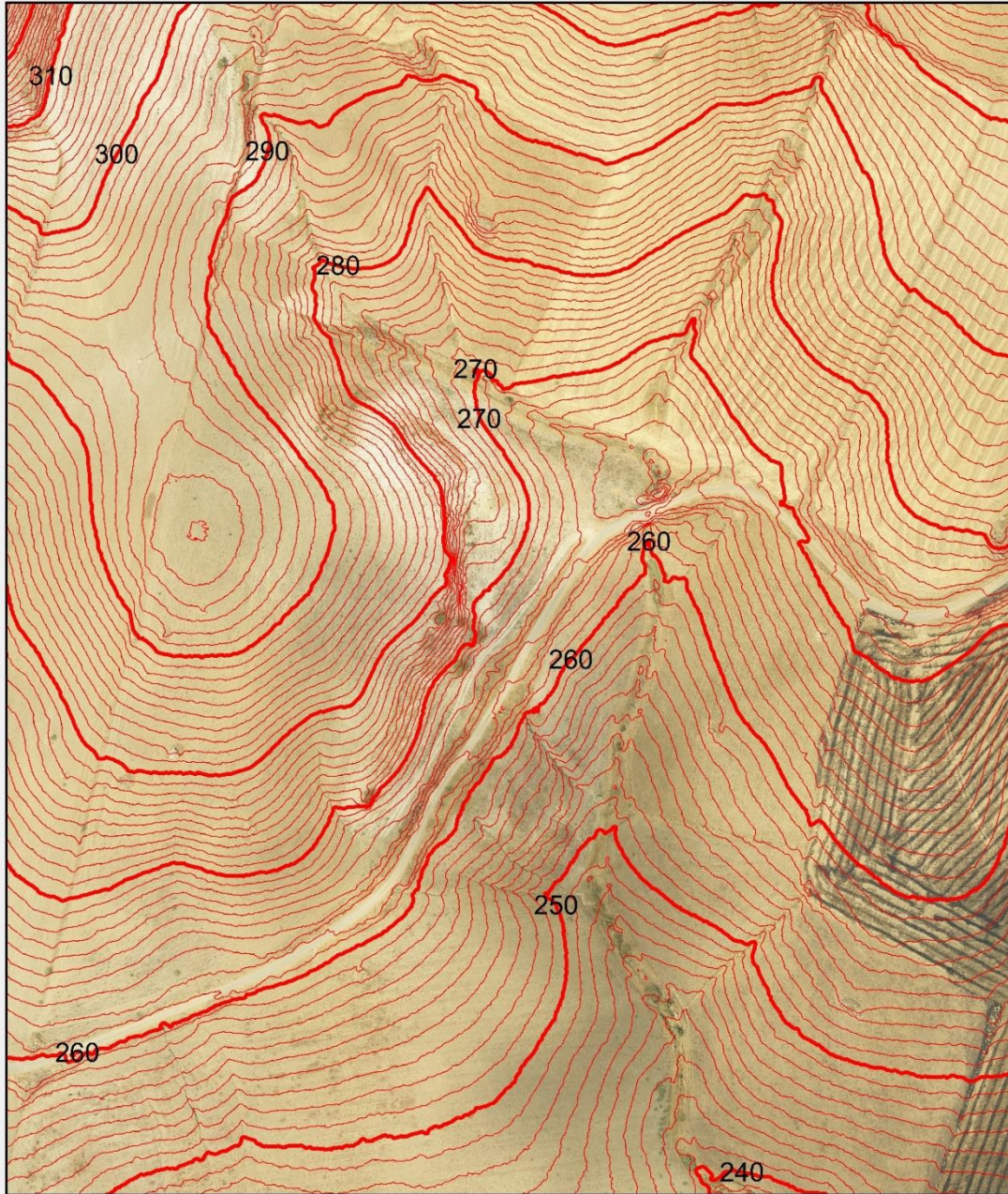
## 2.1.3 Digital Terrain Model

Il modello digitale del terreno (Digital Terrain Model, DTM) combina l'informazione planimetrica dell'ortomosaico all'informazione altimetrica della nuvola di punti: ogni pixel è infatti associato a un valore di altimetria.



Grazie al DTM, si possono tracciare le curve di livello dell'intera area di interesse, così da fornire una rappresentazione quantitativa dei dislivelli e dell'orografia. Ogni curva rappresenta infatti il luogo dei punti del terreno a stessa altimetria. Prima di generare il DTM, tuttavia, la nuvola di punti da cui viene generato è stata ripulita di ogni valore che non appartenga al terreno vero e proprio: vegetazione, edifici, turbine eoliche. Le zone filtrate vengono interpolate con il terreno sgombro circostante in modo da avere una rappresentazione il più realistica possibile della morfologia del suolo.

Grazie alla risoluzione raggiunta in fase di ispezione e di restituzione, sono state generate curve di livello con passo di 10 metri ma anche con passo di un singolo metro, esattamente come vengono distinte in figura con diverso spessore. Le due elaborazioni sono state esportate in formato shapefile e messe a disposizione nella "Download Area" di EliosPortal.



90 45 0 90 Meters

## 2.2 ANALISI MULTISPETTRALE

Lo spettro dell'infrarosso termico vicino, Near InfraRed NIR, è forse il più significativo per poter estrarre informazioni utili sulla vegetazione e sulla copertura del suolo.

Questo perché ogni pianta tende a riflettere quasi tutta la radiazione incidente a quella lunghezza d'onda (0,7 - 1 mm) e diventa quindi molto facile distinguerla da altri elementi anche a colpo d'occhio. Un prodotto molto frequente è infatti il cosiddetto CIR, ovvero Colored InfraRed: un ortomosaico RGB dove però la solita banda del rosso viene sostituita dalla banda NIR. Tutta la vegetazione viene allora rappresentata di un rosso brillante e ciò che non lo è si mantiene in varie scale di colori freddi, cosa che risulta di immediato impatto visivo.

A partire dal NIR è possibile estrarre uno degli indici vegetativi maggiormente utilizzato in quest'ambito, l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), definito come:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

I suoi valori possono variare tra -1 e 1, là dove valori bassi tendono a indicare assenza di vegetazione e valori vicini all'unità indicano invece la presenza di vegetazione folta e rigogliosa.

Per l'ambito di questo progetto è stata preparata una mappa NDVI associando un valore dell'indice a ogni singolo pixel dell'ortomosaico, in modo da quantificare se, quanto e dove il terreno fosse coperto da vegetazione. Preso un valore di riferimento di 0,6 sono state allora delimitate con un'operazione vettoriale quelle aree che avevano valori di indice superiori.

Le aree generate sono state successivamente esportate in formato shapefile e infine messe a disposizione nella "Download Area" di EliosPortal.

