











## base mobile da aereo

### RIPRESE TRAMITE UAV

#### UAV

**Aeromobile a pilotaggio remoto**, conosciuto internazionalmente come **UAV**, acronimo di

***unmanned aerial vehicle***

che tradotto letteralmente significa

**veicolo aereo senza pilota** (autonomo o pilotato a distanza),

è il termine con cui si definisce la categoria di veicoli che volano senza l'ausilio di un pilota a bordo. Vengono talvolta anche chiamati **droni**, italianizzando la parola inglese *drone* che significa "*ronzio per via del rumore prodotto*".

## DRONI

**ALA**



**ROTORE**



QUADRICOTTERO / ESACOTTERO

## DRONI

### ALA



- MAGGIORE AUTONOMIA  
(le ali hanno una loro portanza)
- POSSIBILITA' DI COPRIRE  
AREE ESTESE

### ROTORE



- MAGGIORE CONTROLLO
- POSSIBILITA' DI COPRIRE  
AREE DI DETTAGLIO ANCHE  
IN SPAZI RIDOTTI

## Dotazioni di bordo

Unità di volo senza pilota:

GPS

Sistema Inerziale

(IMU) stabilizzatore del volo e delle prese

Camera digitale

Computer di bordo

A terra su pc:

Telemetria (parametri di volo: quota di volo, stato delle batterie, andamento del vento)

Live View = cosa vede la camera

## Camere fotografiche compatte



pay load massimo di 1 kg circa

Il carico incide sull'autonomia di volo



## VOLO CON UAV

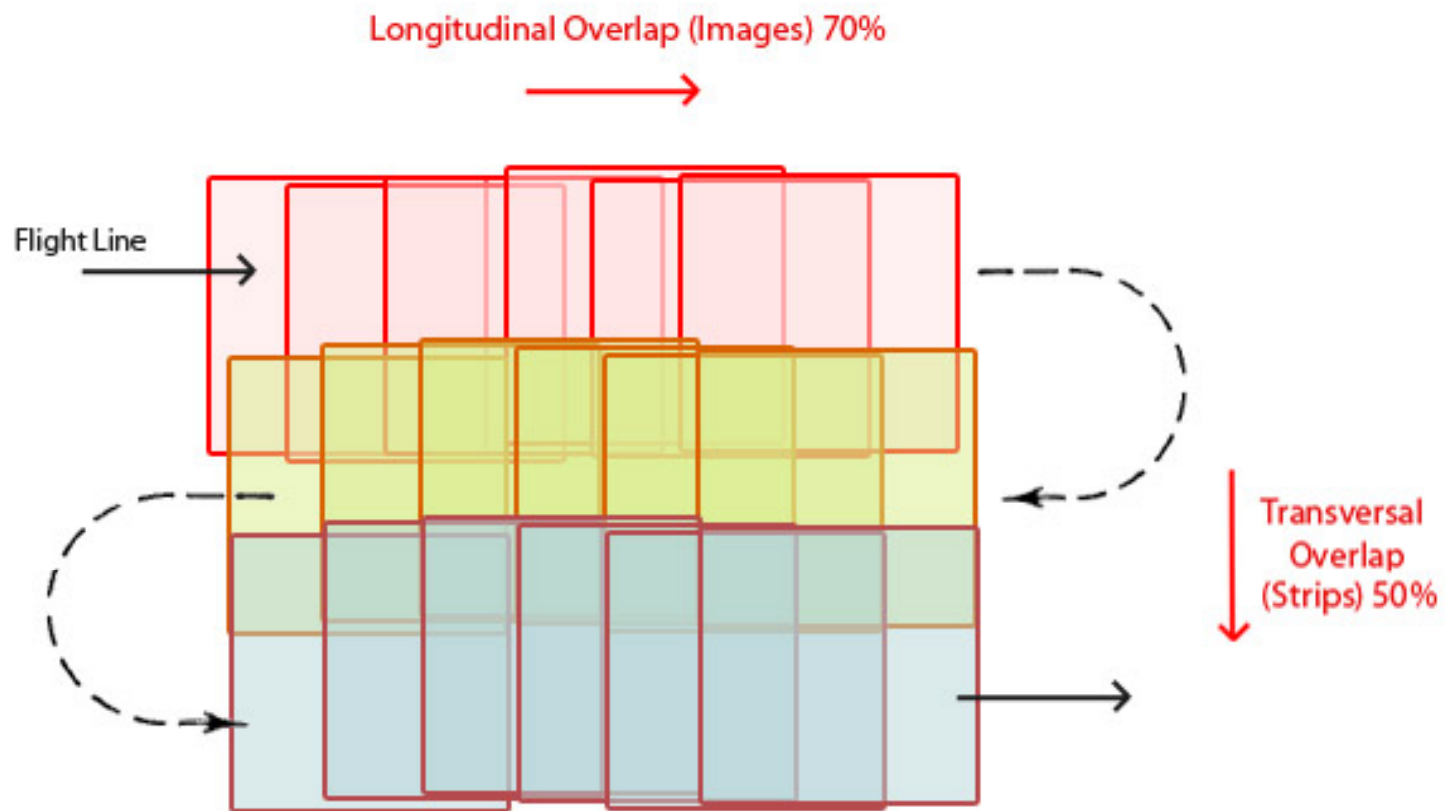
- VOLO PRE-PROGRAMMATO
- VOLO MANUALE

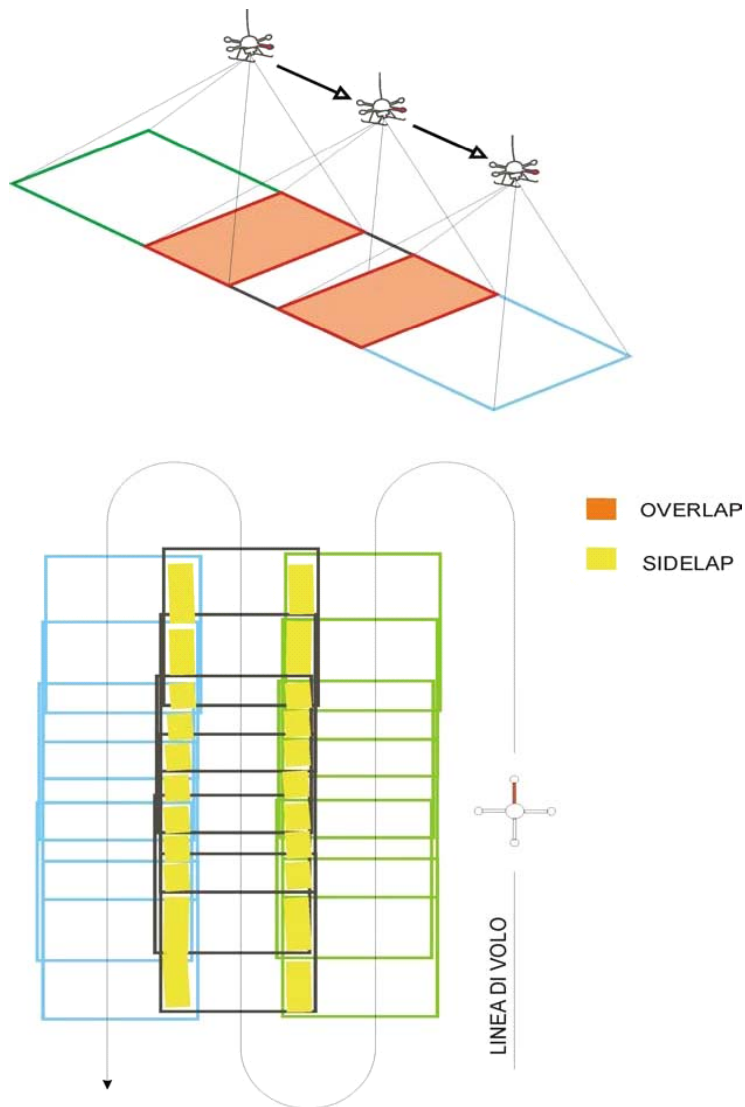
**OTTIMA CONOSCENZA DEI CRITERI DI BASE PER RILIEVO  
CON CARATTERISTICHE AEROFOTOGRAMMETRICHE:**

- 1) COPERTURA ADEGUATA
- 2) RIDONDANZA DEI FOTOGRAMMI
- 3) ZENITH



## SCHEMA DI VOLO

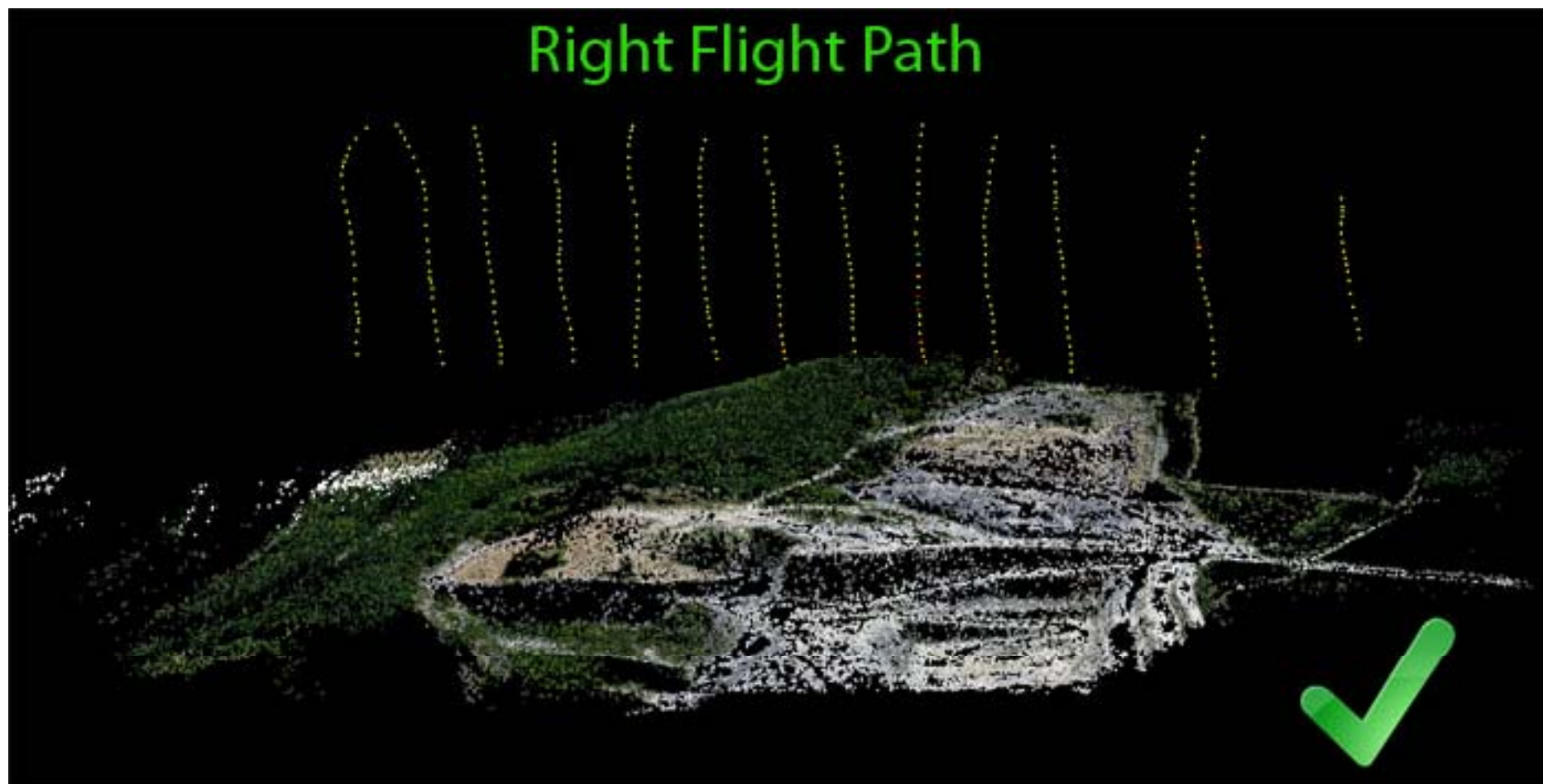




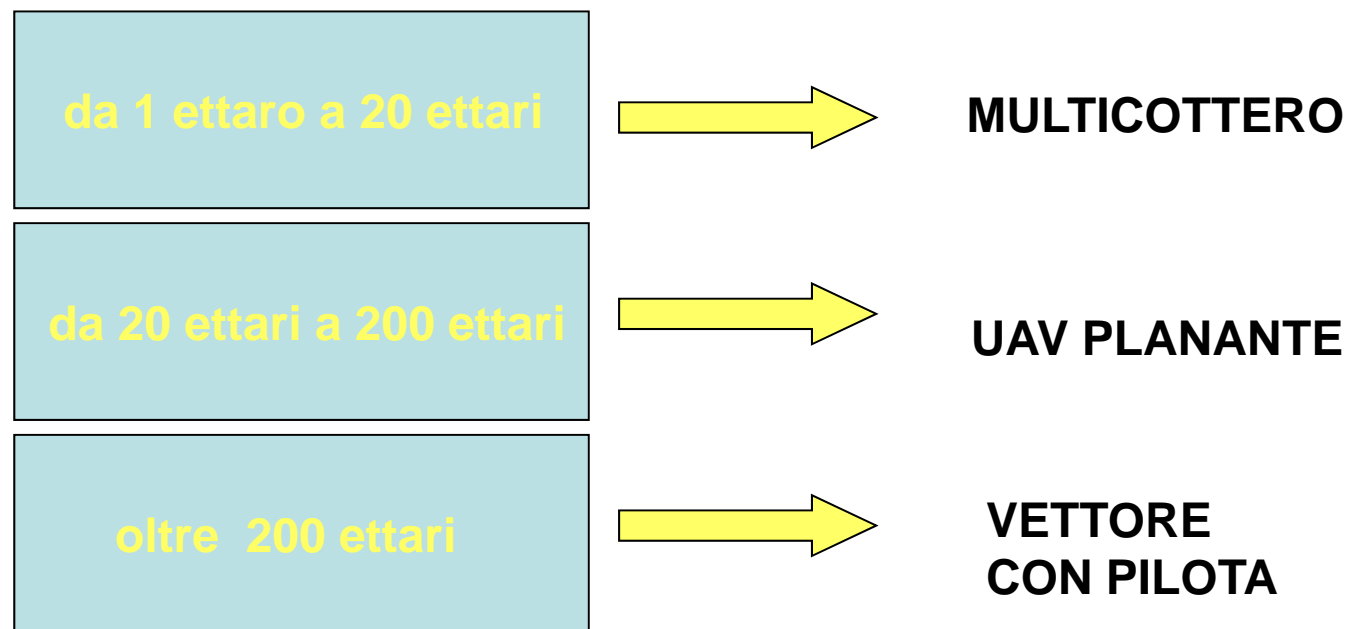
ricostruzione dell'assetto spaziale dei  
fotogrammi

determinazione delle coordinate  
tridimensionali dei punti oggetto del  
rilievo, elaborazione di modelli 3D  
digitali, produzione di ortofoto





## Scelta del mezzo in funzione dell'estensione dell'area da rilevare



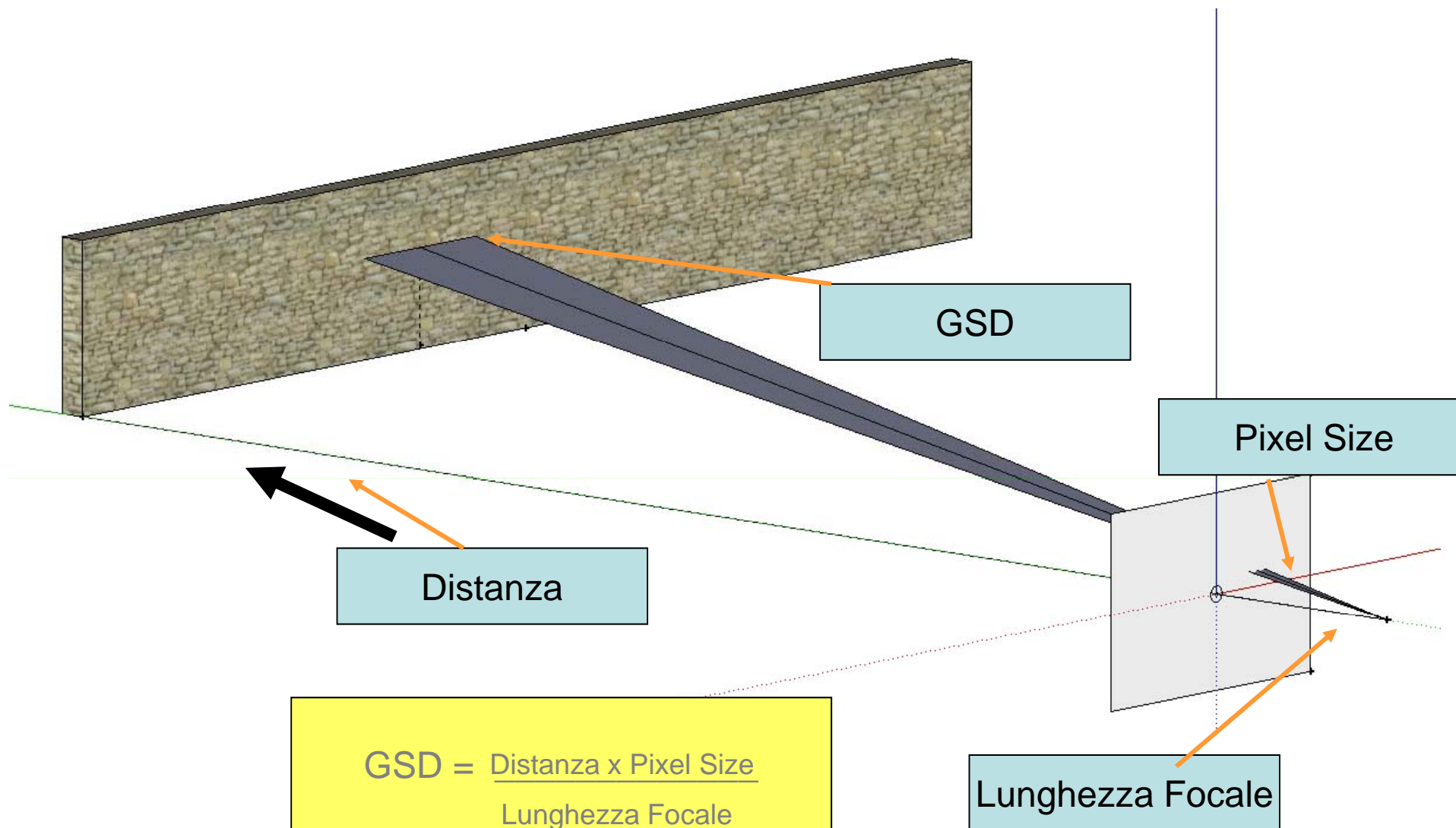
## **ACCURATEZZA DI RICOSTRUZIONE 3D DA IMMAGINI SCATTATE TRAMITE DRONE**

**4 PIXEL**

**IL PIXEL SUL MODELLO =  
GSD (GROUND SAMPLE DISTANCE)**



## Ground Sample Distance



## Dove operare con drone

- **Architetture isolate**
- **Siti archeologici**
- **Zone di interesse culturale**
- **Aree dove è possibile operare in sicurezza**
- **Rilievo di territorio, cave, frane**
- **Monitoraggio cantieri**

# ESPERIENZE APPLICATIVE



## Integrazione di tecniche di ripresa

**per la generazione di un modello**

**3d completo del sito campione**

**del Teatro Romano di Aosta**

## Sito Archeologico Aosta



## Metodi utilizzati

Rilievo di porzione di cavea

Metodi utilizzati:

- i. Riprese fotografiche a mano libera  
con overlap 80% sia verticale sia orizzontale
- ii. Ripresa video da UAV: ripresa zenitale rispetto  
alla superficie da ricostruire
- iii. Rilievo topografico

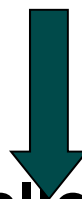


## Dati Oggettivi del Rilievo

**2 filmati da 5 min cad (30 frame/sec)**

**180 Foto da terra**

**20 punti di controllo**



**Modello 3d da**

**49 milioni di punti**

## UAV



## Go Pro HD



[www.hobbymedia.it](http://www.hobbymedia.it)

**Video Full HD 1920  
x 1080  
30 frame/sec  
Ottica  
Fisheye 140°**

## Canon 400 D



**Reflex**

**10 Mpix**

**Ottica  
18 mm**

## **1) Calibrazione geometrica**

**Scatti in laboratorio su poligono premisurato**

## **2) Calibrazione colorimetrica**

**Scatti nelle condizioni di illuminazione**

**tipiche del rilievo ad un campione di colore  
certificato**



## CANON 400D CALIBRATION CERTIFICATE

camera model 400D  
camera s/n 1881148488  
nominal c 18  
lens s/n 3040535312  
date 19/05/2009  
w 3888  
h 2592  
ps 0.00570  
c 18.21270  
ppx 1898.58844  
ppy 1317.47110  
k1 -556.50  
k2 1854000.00  
k3 -2170000000.00  
p1 -0.08  
p2 -0.04

## Immagine originale



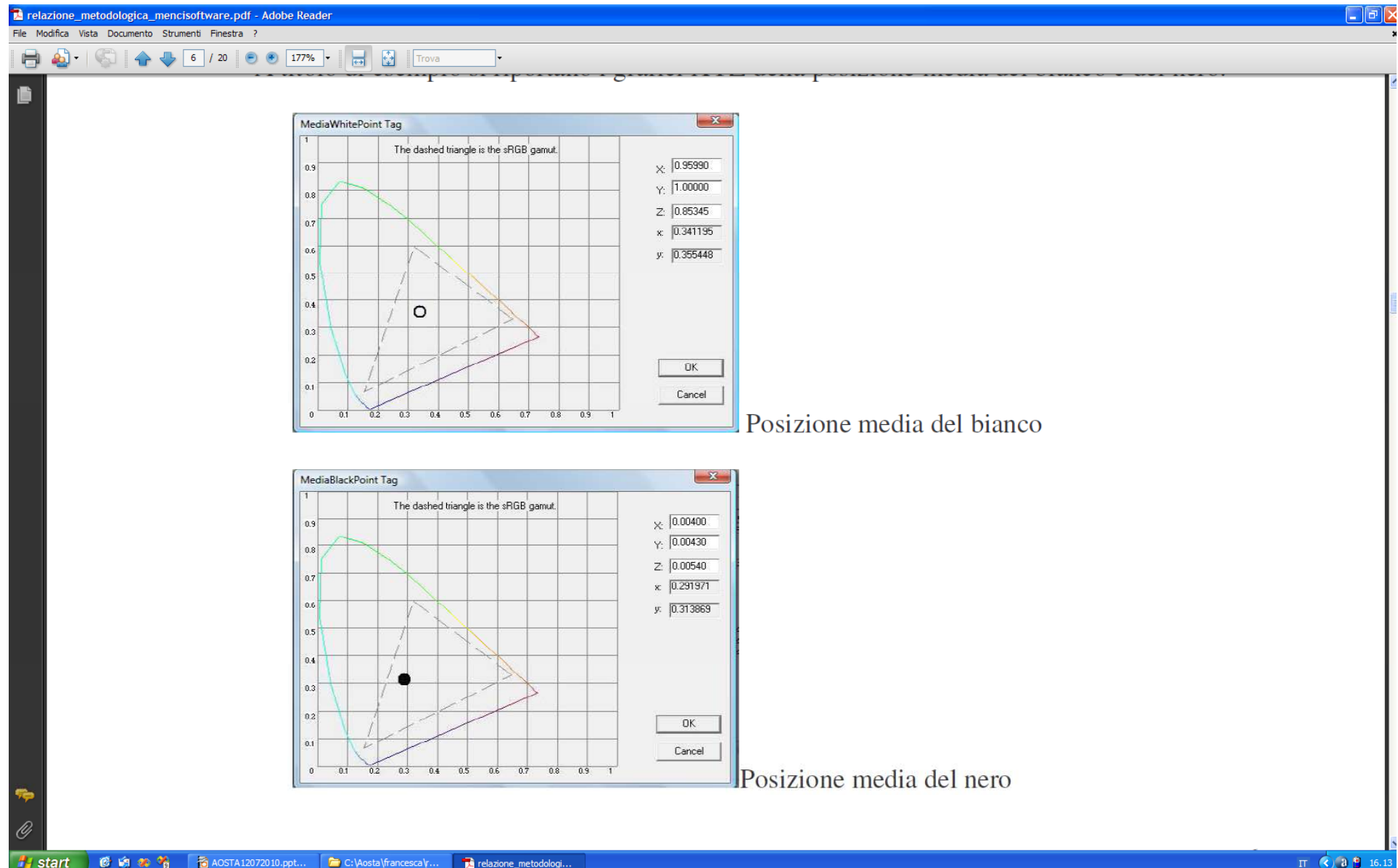


## Immagine Controdistorta



# Trattamento del colore per le immagini

# Profilo Colorimetrico





## **Fase 1**

**Le immagini sono state acquisite in formato raw**

**(formato dell'immagine grezza – non trattata da alcun software della camera per ottimizzarne la visualizzazione)**

**Così da consentire la possibilità di utilizzare algoritmi diversi di sviluppo**



## Immagine trattata da sw standard (da raw a jpg)





# Immagine normalizzata mediante profilo colorimetrico





## Ricostruzione del modello

- 1) Assemblaggio automatico dei fotogrammi  
– (bundle adjustment)
- 2) Ricostruzione per correlazione  
automatica multi-immagine

## Creazione del blocco

### **Creazione del blocco:**

Compensazione in blocco di tutti i fotogrammi che appartengono all'acquisizione.

Su ciascun fotogramma vengono ricercati circa 2500 punti di interesse, che poi vengono confrontati e correlati con tutti i punti degli altri fotogrammi. Viene così realizzata una matrice di associazioni sulla quale è descritto come ogni fotogramma si associa agli altri. Queste associazioni vengono trasportate attraverso le varie immagini così da ottenere la massima molteplicità di collimazioni per ciascun punto.

Tra tutti i fotogrammi viene prescelta la coppia di foto più idonea per l'innescò del calcolo di bundle adjustment



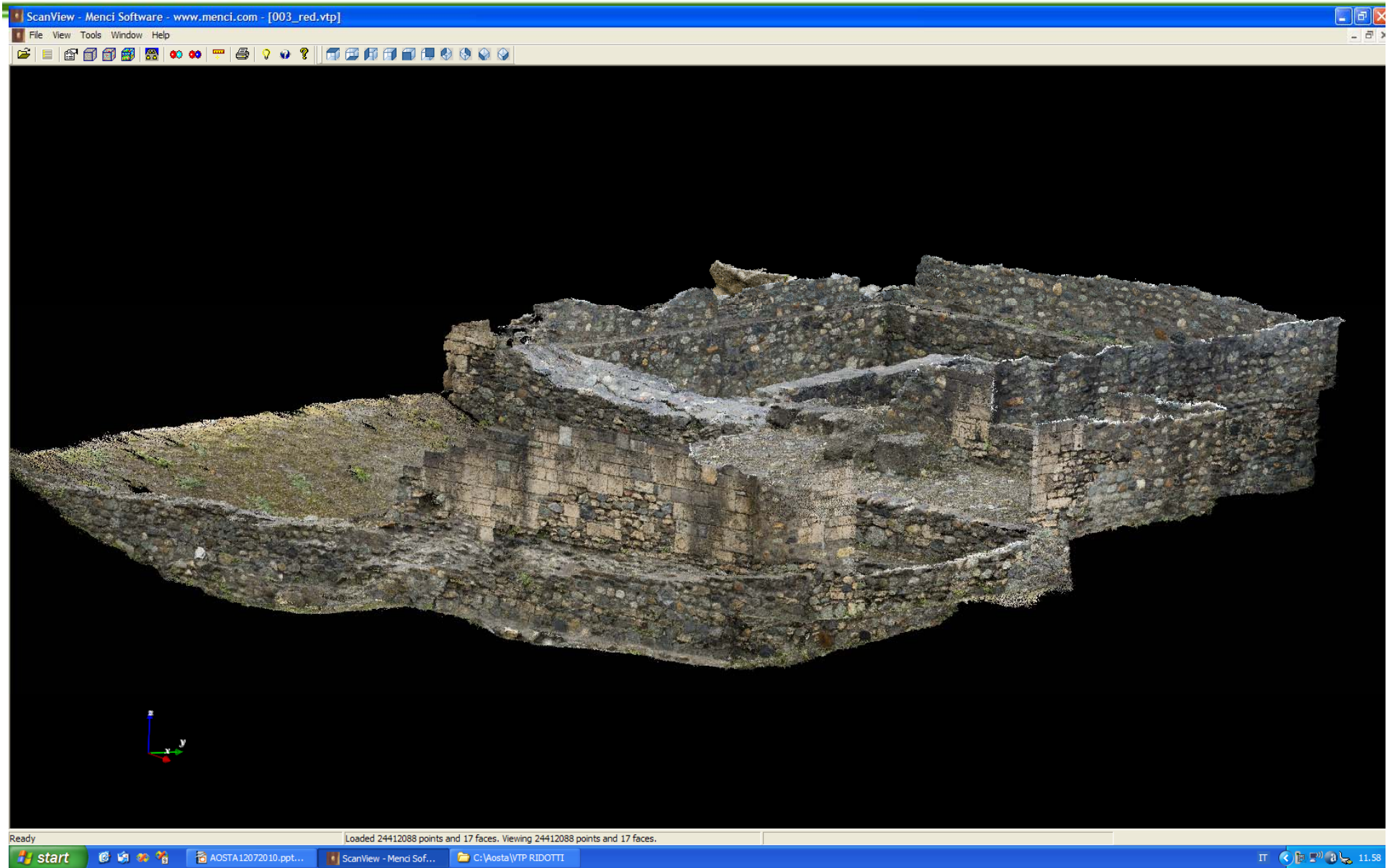
## NUVOLA DENSA

Da questo modello e dall'orientamento dei fotogrammi si procede alla densificazione della nuvola di punti mediante processo di multi-image stereo matching. La generazione della nuvola è modulabile in termini di risoluzione (densità dei punti) in funzione delle esigenze di utilizzo. Questa operazione, essendo di back office, non incide ovviamente sui tempi di lavoro di campagna di rilievo in situ.

# Nuvola densa: 250.000pt/mq

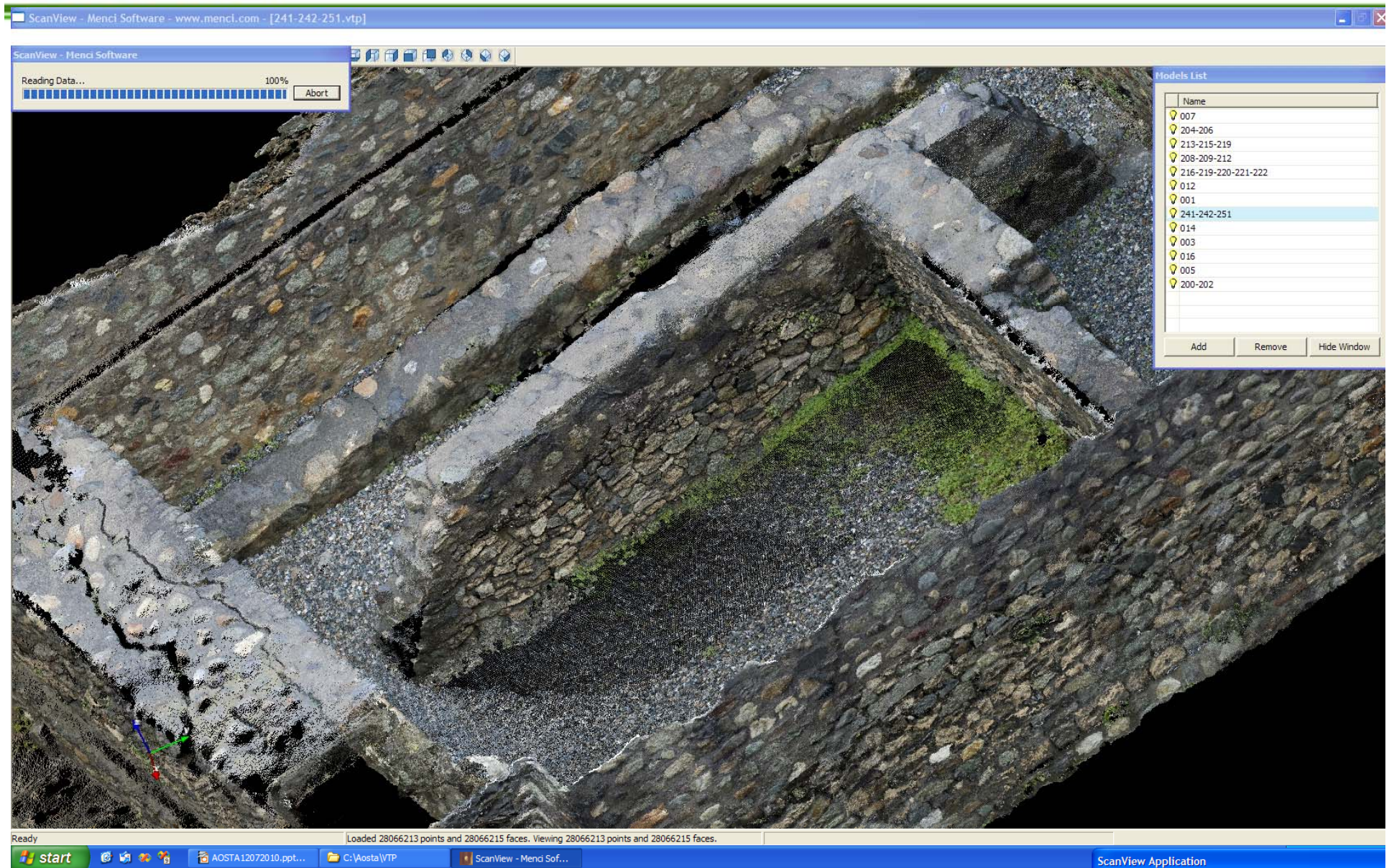


# Nuvola densa: 1pt ogni 4mm



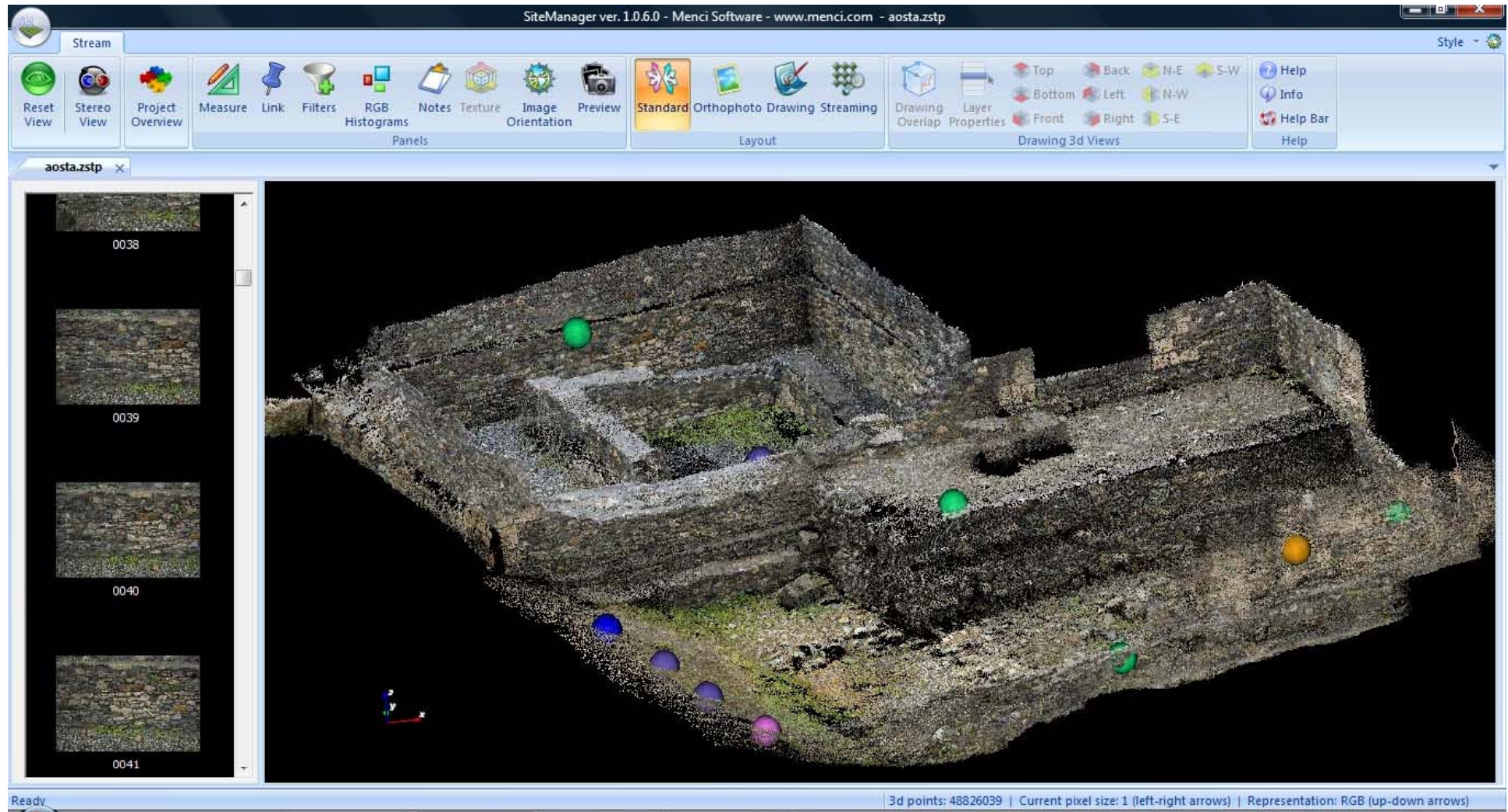


# Nuvola densa



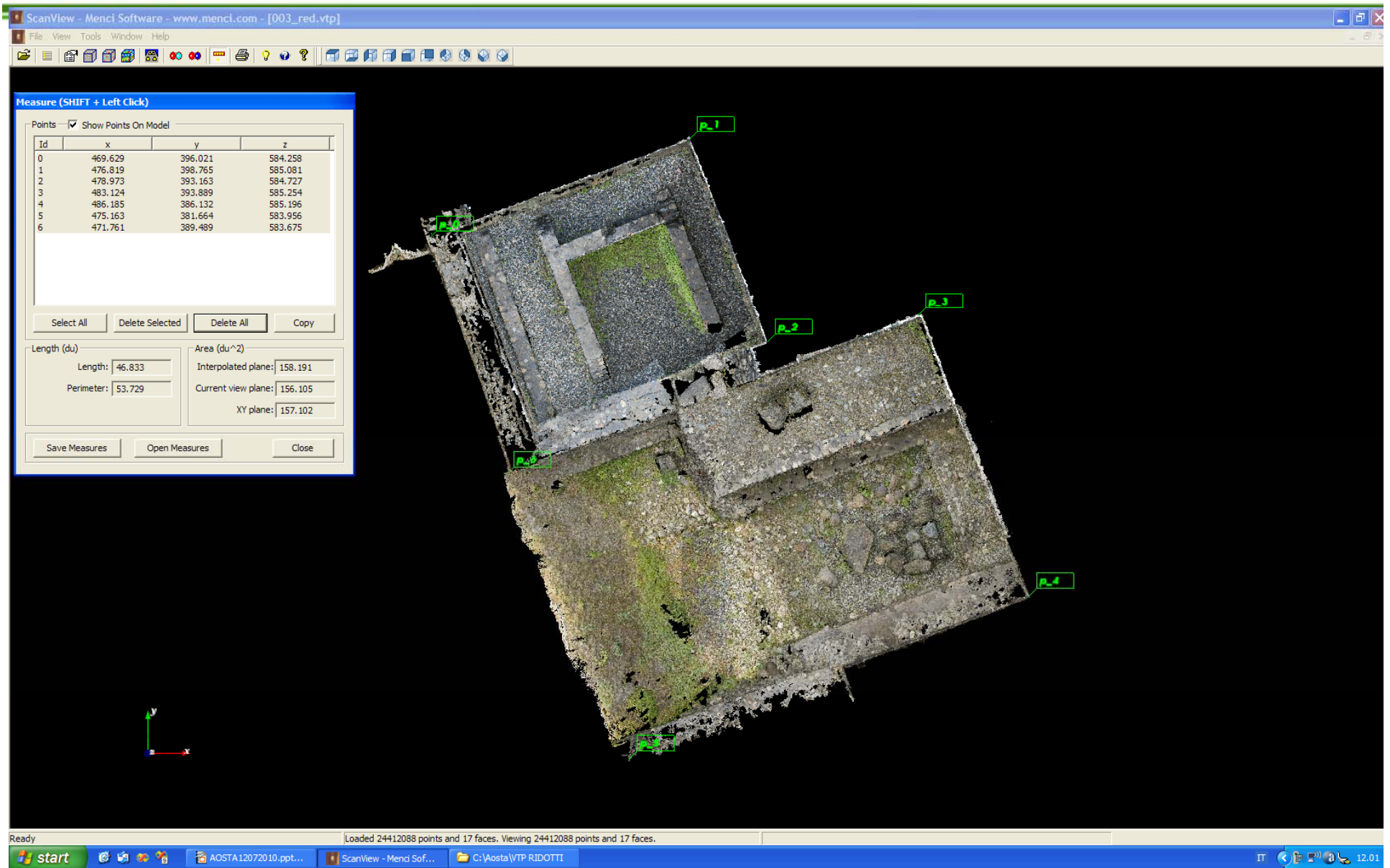


# SITE MANAGER

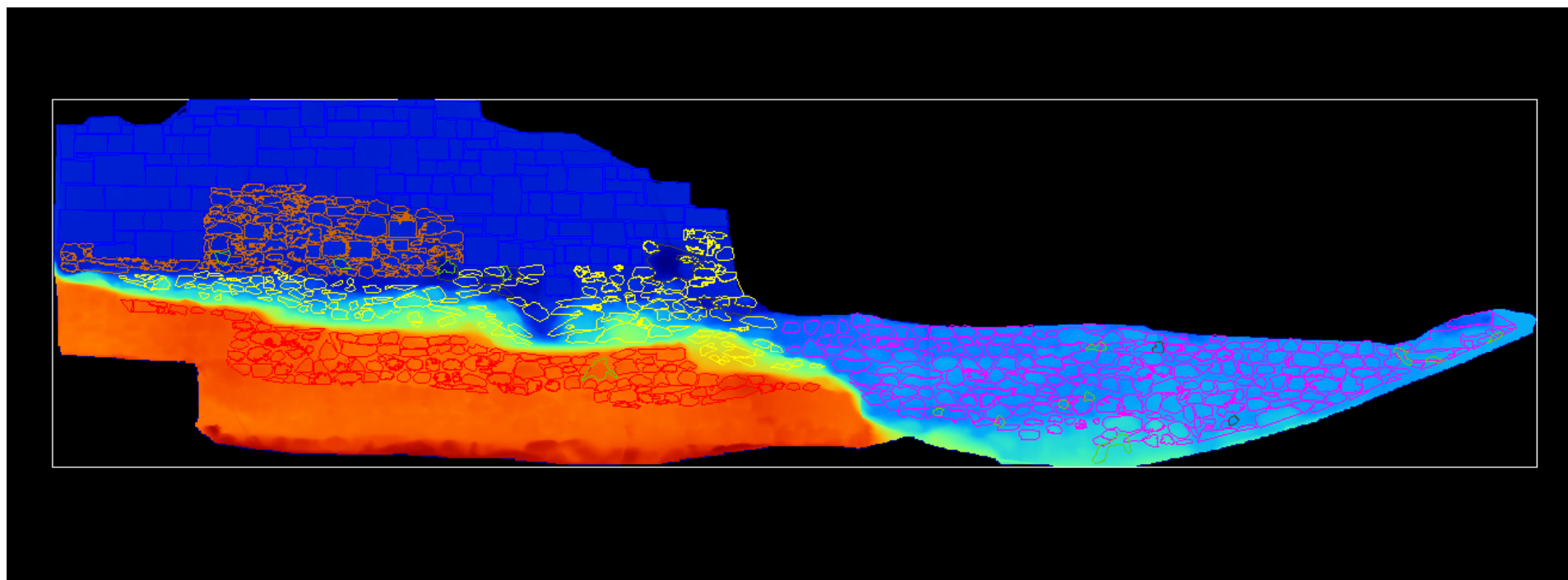




# Misure







# MENCI REM SERVICE

## Servizio di mapping 3d (REM)

**Web service per  
la realizzazione di mappe 3d  
ad altissima risoluzione  
mediante immagini  
a bassa quota.**





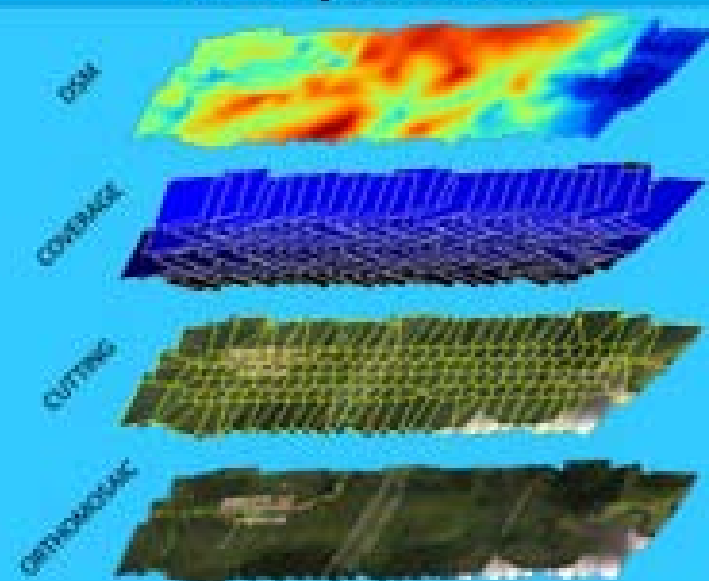
## R.E.M. Service Offer



### Flight + Data process

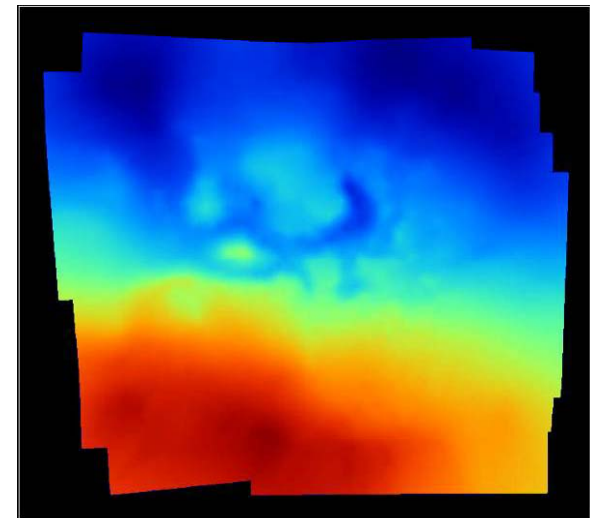
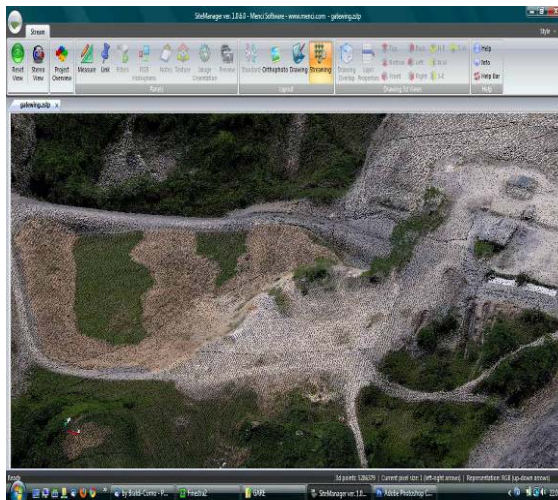


### Data process



## Prodotti del servizio

1. **Modello 3d a nuvola di punti**
2. **Ortofoto**
3. **DSM (modello del terreno denso)**



Rispetto alle tecniche di rilievo tradizionali (topografia o laser)

## Vantaggio Competitivo

Il servizio REM per la mappatura 3d fotografica è:

- Ha una risoluzione ed un **dettaglio** migliore
- Fornisce una nuvola con **omogeneità** della distribuzione dei punti
- Essendo le **prese zenitali** non crea zone lacunose (ombre)
- Offre immediatamente una nuvola di punti con **colori naturali**
- Non mette a rischio l'operatore, si opera in **sicurezza**
- Grande **risparmio di tempo** in fase di rilievo
- **Tutte le zone** possono essere documentate anche quelle inagibili da terra
- **Rapidità** di intervento e di restituzione del risultato
- **Accuratezza**
- **Ripetibilità e oggettività** nel monitoraggio

# **Esperienze di modellazione 3d a bassa quota utilizzando immagini catturate mediante UAV**



# R.E.M. Remote Environment Mapping



MENCI SOFTWARE

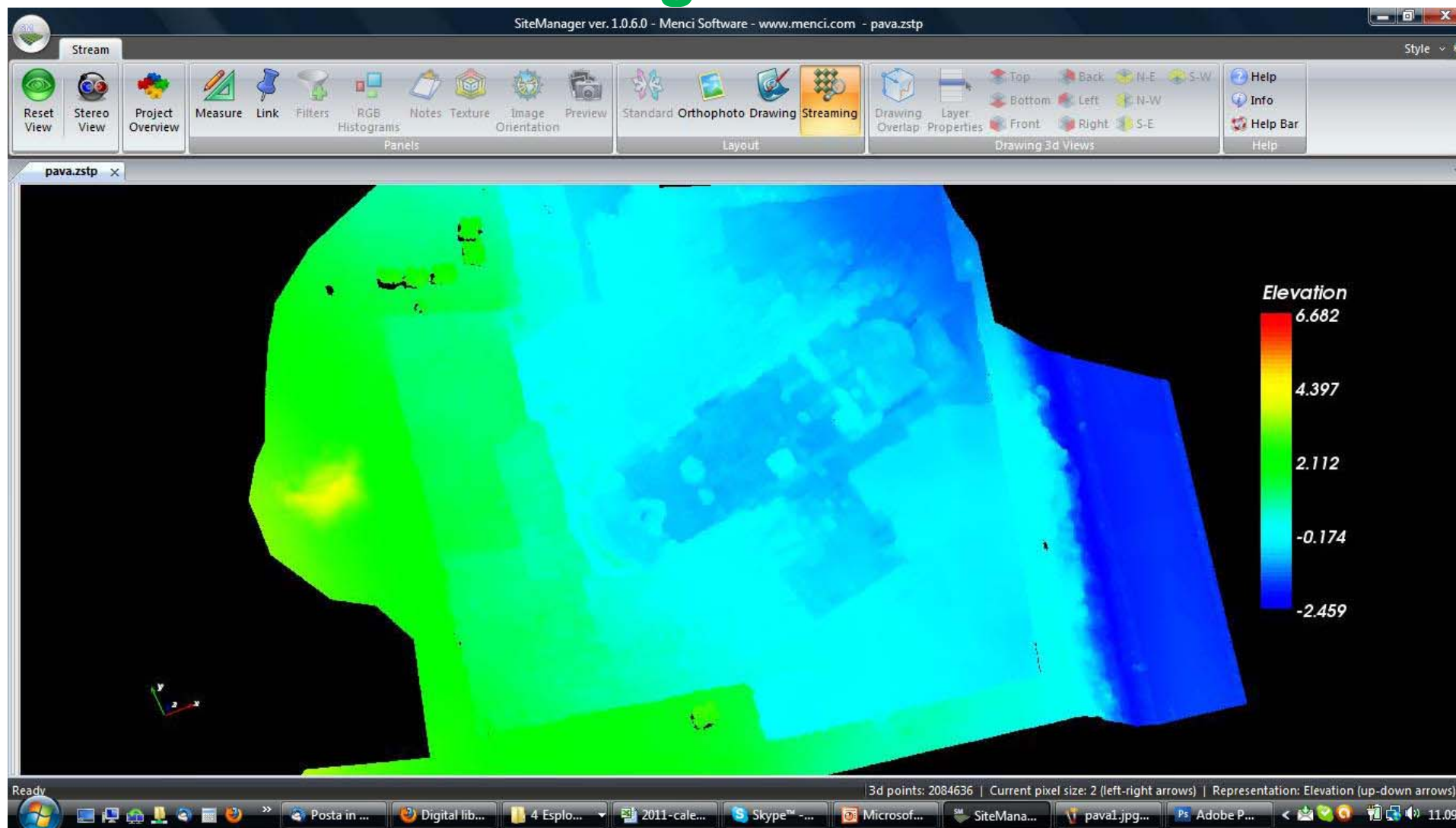
[www.menci.com](http://www.menci.com)



## Sito Archeologico PAVA



# Sito Archeologico PAVA : DEM





# R.E.M. Remote Environment Mapping



MENCI SOFTWARE

[www.menci.com](http://www.menci.com)



## VEIO



## Dettaglio

