

## INTERREG IIIA “ALPIS PŒNINA”



### Rilevamento del tracciato viario antico tra il Colle del Gran San Bernardo e il comune di Saint-Rhémy

#### Indagini sulla viabilità verso l'Alpis Pœnina

Patrizia Framarin

L'esigenza di documentare graficamente la morfologia del *Plan de Jupiter*, la cui estensione è pari a ca. 1.800 mq, ha potuto avvalersi delle riprese aerofotogrammetriche,<sup>1</sup> non più impedita dalla legislazione restrittiva nelle zone di confine.

Durante la campagna di scavo del 2001, oltre all'esecuzione dei sondaggi relativi all'edificio sud dell'area archeologica, si è proceduto quindi al rilevamento aereo dell'intera zona interessata dalla presenza di resti monumentali, per ottenere un quadro d'insieme delle sopravvivenze antiche emergenti nel contesto geografico. La registrazione dell'irregolare paesaggio del *Plan de Jupiter*, uno pseudo-pianoro irto di rocce salienti, tra le quali sono ancora visibili quelle modificate dall'uomo per le esigenze del transito antico - una sede viaria e la base d'imposta delle fondazioni di un edificio sacro - ha fornito la base cartografica puntuale su cui innestare parti di rilievo archeologico eseguito a terra, mano a mano che lo scavo esplorerà nuove porzioni del deposito residuo.

Se i resti viari in *Summo Pœnino*, ritagliati nella roccia per una sessantina di metri, sono testimoni praticamente imperituri dell'organizzazione di un tratto difficile della via delle Gallie, il percorso ad essi connessi, non si presta alla lettura con la stessa evidenza. Il tragitto della strada per raggiungere il colle<sup>2</sup> si snoda infatti sul versante come un sentiero di ampiezza variabile dal centro di Saint-Rhémy, la supposta *Eudracinum* della *Tabula Peutingeriana*,<sup>3</sup> superando quasi 900 metri di dislivello. Per quanto durevolmente impresso nel paesaggio e ancora battuto da volenterosi turisti, questo sentiero-mulattiera - nelle zone più scoscese sembra riassorbito dal fianco della montagna - rischia di sfumare o di mimetizzarsi facilmente per eventi naturali ed anche per le trasformazioni indotte dalla viabilità moderna.

Seguendo quindi la stessa logica documentaria applicata nell'area tutelata sul colle, nell'ambito delle iniziative del progetto Interreg IIIA, è stato effettuato il rilevamento aereo del percorso di circa 11 km nel tratto compreso tra il comune di Saint-Rhémy (1623 m s.l.m.) e il Colle del Gran San Bernardo (2473 m s.l.m.). La ripresa delle tracce ancora percepibili di un'antica viabilità e delle sue varianti di percorso, ha registrato uno stato di fatto, materia di studio e base per la programmazione di scavi mirati, alla ricerca di elementi che possano offrire un supporto alla cronologia del transito, perpetuatosi per secoli. Associando a questo rilievo una tecnica supplementare di indagine, si è inteso inoltre integrare al dato documentario un fine prognostico. L'uso aggiuntivo della termografia (infrarosso termico) può infatti rivelare in particolari condizioni di clima e vegetazione le disomogeneità del primo sottosuolo, consentendo di individuare tracce dell'occupazione umana interrate, oltre a

quelle già segnalate. Nell'ambito delle infrastrutture viarie, sono state da tempo riconosciute e in parte scavate,<sup>4</sup> resti di murature relative ad una *mansio* o *mutatio* all'altezza della località di Fonteintes (2050 m), posta a pochi chilometri dal valico, la cui vocazione a prestarsi come rifugio è confermata anche per l'epoca medievale dalla presenza di un ospizio.

#### Il rilievo aerofotogrammetrico

Arnaldo Maria Tonelli\*, Giorgio Viazzo\*

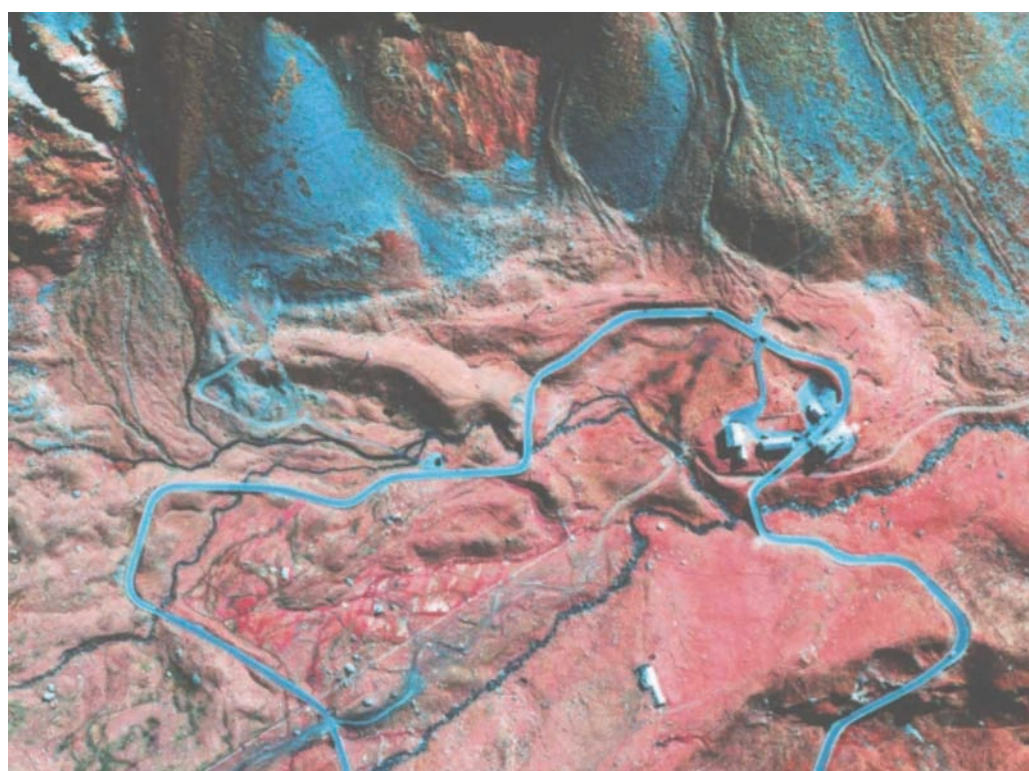
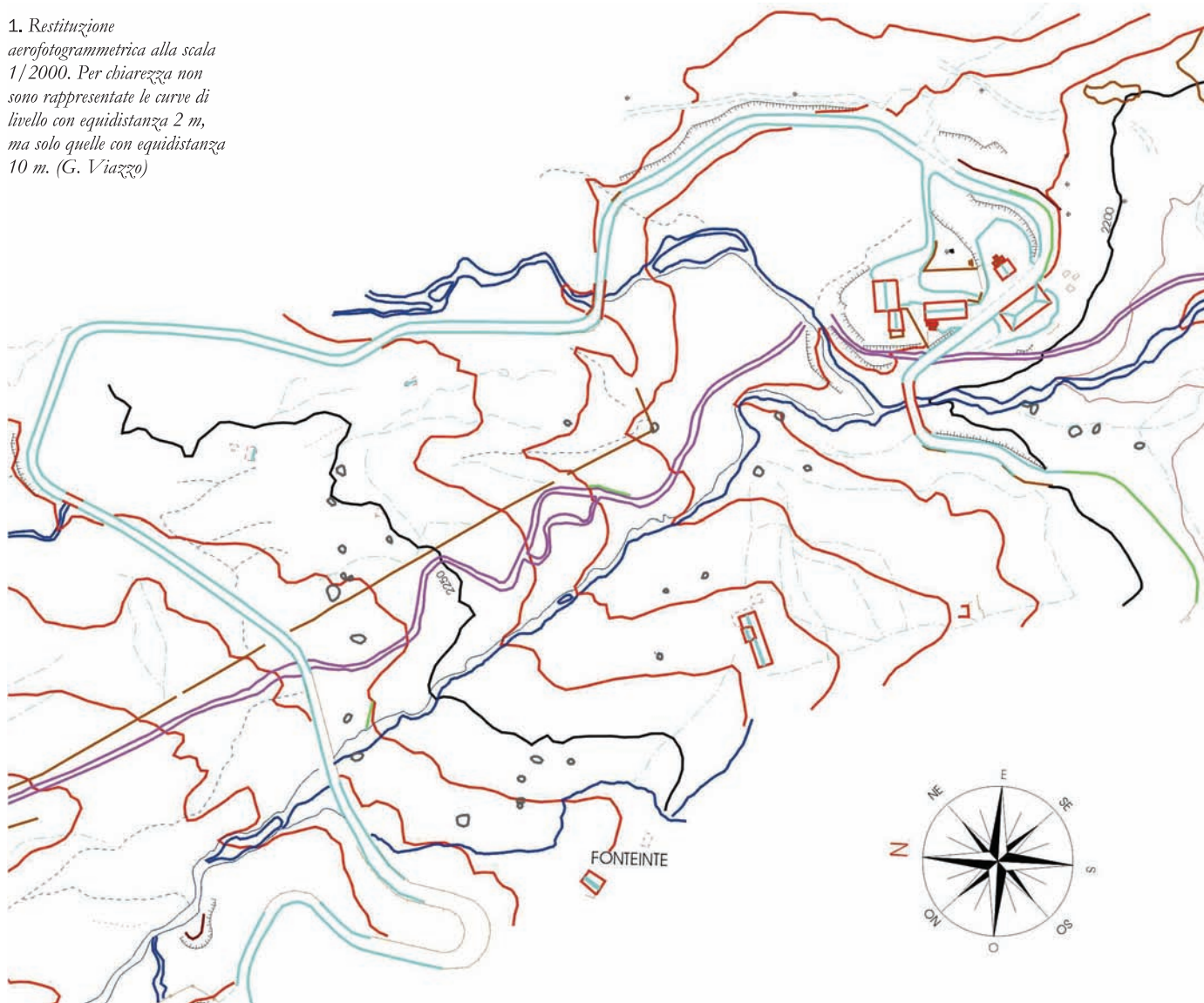
Il rilievo aerofotogrammetrico del presunto tracciato della strada romana del Colle del Gran San Bernardo aveva la finalità di fornire una base cartografica sia per i prossimi scavi sia per l'appena successiva indagine di telerilevamento con termocamera (riprese all'infrarosso termico) e con camera digitale (riprese nel visibile ed all'infrarosso vicino). Pertanto si decise di far eseguire i fotogrammi aerei con pellicola all'infrarosso, a falsi colori, onde avere riprese in due momenti diversi (al momento del volo per aerofotogrammetria, avvenuto il 13 settembre 2005, e quelle con elicottero e da terra a fine luglio) per le necessità del telerilevamento. I fotogrammi aerei pertanto presentano la tipica colorazione rossastra che mette in evidenza lo stato della vegetazione. Questi sono stati ripresi dalla quota ottimale per una buona restituzione alla scala 1/2000. Contemporaneamente allo scatto sono stati registrati, tramite GPS e piattaforma inerziale (sistema Applanix posto a bordo dell'aereo) sia la posizione che la rotazione nello spazio del punto di presa.

Tali dati sono stati utilizzati poi per le procedure di orientamento dei fotogrammi, operazione preliminare alla restituzione dei disegni, che di fatto permette la ricostruzione in scala e l'orientamento verso il nord del terreno fotografato. Con tale procedura non è stato più necessario determinare le coordinate di punti a terra visibili sui fotogrammi (a volte, specialmente in montagna, di estrema difficoltà), ottenendo così quella che viene definita "aerofotogrammetria diretta". Il sistema di riferimento è di conseguenza il WGS 84, trasformato poi con il software dell'IGM Verto1, in Gauss-Boaga.

La restituzione ha riguardato le linee dei tetti dei fabbricati, le strade, il reticolo idrografico, le linee di separazione tra roccia e terreno vegetato e le curve di livello con equidistanza di 2 m. La restituzione è quindi servita come base per l'esecuzione di una ortofotocarta. L'ortofotocarta è costituita da una deformazione differenziale di piccole parti di una fotografia, al limite del singolo *pixel*, trasformando la prospettiva centrale in una proiezione ortogonale su un piano definito, nel presente caso un piano orizzontale. Per fare ciò è necessario anche conoscere la quota altimetrica di tutte le areole che devono essere trasformate, ottenendola dalla restituzione fotogrammetrica.

Il risultato è una immagine perfettamente in scala e che pertanto può essere sovrapposta al rilievo fotogrammetrico,

1. Restituzione  
aerofotogrammetrica alla scala  
1/2000. Per chiarezza non  
sono rappresentate le curve di  
livello con equidistanza 2 m,  
ma solo quelle con equidistanza  
10 m. (G. Viazzo)



2. Ortofotocarta della stessa  
zona rappresentata al tratto.  
La dimensione del pixel a terra  
è 0,50 m. La tonalità rossastra  
deriva dal fatto che le riprese  
sono state eseguite con pellicola  
all'infrarosso a falsi colori, per  
cui la vegetazione, che riflette  
molto la radiazione infrarossa,  
rimane di colore rossastra.  
(G. Viazzo)





3. a) Ripresa, da elicottero, a colori, di un tratto dell'area a quota maggiore; b) sintesi additiva di infrarosso riflesso, rosso e blu, di un'inquadratura parziale dalle riprese multispettrali attuate da elicottero; c) saggio di una ripresa termografica da elicottero sulla stessa area. (A.M. Tonelli)

di facile comprensione anche per i non addetti ai lavori. L'ortofotocarta è stata poi utilizzata per meglio rappresentare i risultati dell'elaborazione delle riprese con camera termica.

Il pixel della ortofoto proiettato sul piano orizzontale ha una dimensione di 0,50 m, sufficiente a rappresentare i dettagli ad una scala 1/2000, pur mantenendo la dimensione del file entro limiti ragionevoli.

I disegni, sia al tratto che con la sovrapposizione delle ortofoto, sono stati eseguiti con restitutori analitici e rifiniti con software ACAD2000.

Nel corso del lavoro di telerilevamento in data 26 luglio 2005 veniva eseguito un sopralluogo con l'acquisizione di una serie di immagini multispettrali da postazioni fisse a terra e il giorno seguente si realizzavano le riprese da elicottero. Un'altra serie di riprese veniva effettuata da aereo il 13 settembre, al termine di una serie di tentativi andati a vuoto per le condizioni meteo avverse.

Impiegando una termocamera per la banda 8÷14 µm dell'infrarosso di emissione e una coppia di fotocamere digitali gemelle, una adibita all'infrarosso prossimo nella banda 0,8÷0,9 µm, l'altra alle bande del rosso, verde e blu, sono state acquisite le matrici-immagine base del lavoro. Queste sono state impiegate per individuare strutture regolari nel primo sottosuolo attraverso i risentimenti indotti sul terreno dalle disomogeneità nella massa, fra le quali l'umidità è il veicolo guida (Atti del Workshop in Geofisica, 10 dicembre 2004, Museo Civico di Rovereto, Osiride, museo@museocivico.rovereto.tn.it).

I dati raccolti sono stati analizzati sia direttamente che per mezzo di elaborazioni. Le riprese nei differenti intervalli spettrali del blu, verde, rosso e infrarosso prossimo sono state studiate singolarmente e in forma di sintesi additiva a colori falsati (fig. 3b), dove le aree densamente vegetate e in piena fotosintesi appaiono in rosso-magenta vivo. La densità della copertura vegetale viene descritta quantitativamente da una relazione che rapporta l'intensità della riflessione nell'infrarosso prossimo con quella nel rosso (fig. 4b). Valori limitati di densità possono essere associati alla presenza di uno spessore meno potente di terreno "agrario" e quindi, anche, alla presenza di artefatti lapidei o altre strutture estranee che limitano la risalita per capillarità

dell'umidità verso la superficie. La distribuzione dell'umidità e la presenza di masse estranee nel primo sottosuolo hanno effetto sull'andamento della temperatura sul terreno, da cui l'impiego della termografia sia su terreni inerbiti che spogli. La temperatura è influenzata infatti dalla capacità termica del terreno e l'analisi della sua distribuzione porta un contributo importante alla individuazione di disomogeneità nel primo sottosuolo e alla risoluzione di ambiguità sulla risposta delle superfici rilevate.

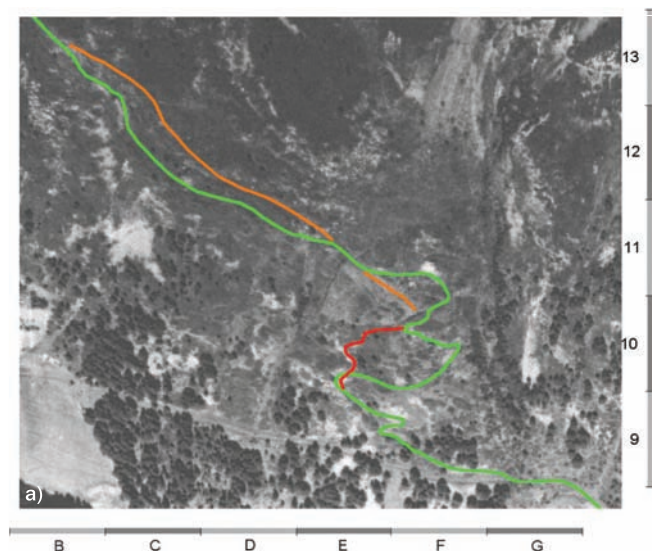
Il risultato della fotointerpretazione dei dati e delle elaborazioni, assistita al computer, è stato riportato su immagini ortoproiettate, rese in toni di grigio tenui per una migliore leggibilità del tracciato della viabilità, reso a colori. Ad indicare il tracciato "certo" è stato usato il colore verde; in rosso sono indicati i tratti che presentano qualche ambiguità e in arancio tratti alternativi del percorso (che possono essere assunti, verosimilmente, come tracciati più antichi, abbandonati per l'impatto di slavine o altro).

#### Abstract

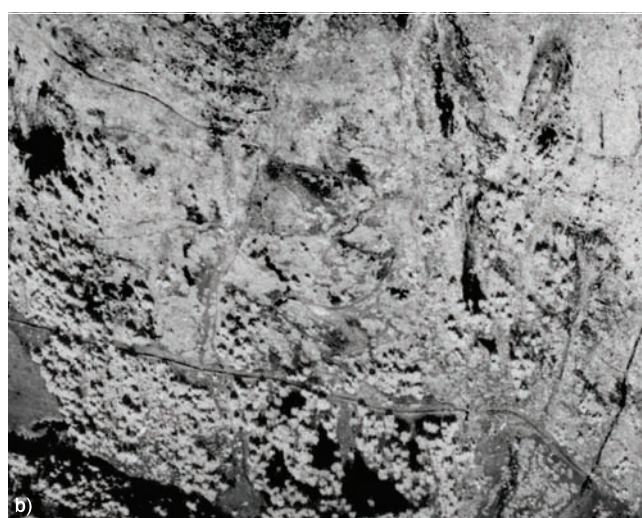
Aerial survey was used to document the morphology of *Plan de Jupiter*, a Roman archaeological area on the Gran San Bernardo pass (2473 m), on the border between Italy and Switzerland, where the remains of a little temple and two buildings for travellers were found. The same method of survey was used also along the way to Gaul between the pass and the village of Saint-Rhémy, applying even the techniques of remote sensing for the recognition of the buried remains.

- 1) Eseguite a cura dell'ing. G. Viazzo (Progetto Interreg II, 1994-1999, Italia-Svizzera).
- 2) Una carta topografica di questo tratto della via romana si trova in P. Barocelli, *Forma Italiae, Regio XI Transpadana*, vol. 1, *Augusta Praetoria*, Roma 1948, tav. II, fig. 1.
- 3) Vedi L. Bosio, *Le Alpi occidentali e la Valle d'Aosta nella descrizione della Tabula Peutingeriana*, in Atti del Congresso Internazionale A.I.C.C., Saint-Vincent 1992, pp. 62-80.
- 4) R. Mollo Mezzena, *Le mansiones romane in Valle d'Aosta*, in *Dove si cambia cavallo. Luoghi di sosta lungo la Flaminia e le vie dei Romani*, Cattolica 1995, pp. 182-184.

\* Ingegneri, consulenti esterni.



4. a) Segmento dal rapporto su ortoproiezione della sintesi dello studio sulle tracce della viabilità: in verde il tratto individuato con maggiore certezza dall'analisi dei dati, in rosso il tracciato con qualche margine di ambiguità, in arancio il tracciato più incerto (e, probabilmente, più antico);



b) densità della copertura vegetale, la densità cresce dal nero (suolo spoglio) al bianco (piena copertura della coltura erbacea). (A.M. Tonelli)