

**Scuola di Dottorato
Le culture dell'ambiente, del territorio e dei paesaggi**

**Corso di Dottorato in
Storia e Archeologia Globale dei Paesaggi**

XXVIII Ciclo

**Analisi spaziali in ambiente GIS Open Source per lo studio di contesti archeologici della
Daunia medievale.**

*Sperimentazioni applicative intra-site ed inter-site per i siti di Montecorvino, S. Lorenzo in
Carmignano e Pantano (FG)*

Settore Scientifico Disciplinare: L-ANT/10

Coordinatore Corso: Prof. Giuliano Volpe

Tutor: Prof. Pasquale Favia

Dottorando: Dott. Luca d'Altilia

Indice

Introduzione	<i>p. 1</i>
1. Il paesaggio medievale della Capitanata (sec. XII - XIV): un'analisi critica	<i>p.3</i>
<i>1.1 L'età altomedievale e la politica insediativa bizantina nella regione</i>	<i>p. 3</i>
<i>1.2 L'età normanna</i>	<i>p. 6</i>
<i>1.3 Eredità e mutazioni in epoca sveva</i>	<i>p. 9</i>
<i>1.4 Insediamenti d'altura e di pianura: caratteri generali</i>	<i>p. 12</i>
<i>1.5 Le vie di comunicazione: continuità e discontinuità</i>	<i>p. 17</i>
2. Le analisi spaziali in archeologia	<i>p. 25</i>
<i>2.1 Storia degli studi</i>	<i>p. 25</i>
<i>2.2 Tipologie di analisi: Cost Surface Analysis (Site Catchment, Least Cost Paths), Viewshed</i>	<i>p. 28</i>
<i>2.3 Osservazioni metodologiche</i>	<i>p. 36</i>
3. I casi di studio: Montecorvino, S. Lorenzo in Carmignano, Pantano (FG)	<i>p. 38</i>
<i>3.1 Un approccio multi-scala al paesaggio archeologico</i>	<i>p. 38</i>
<i>3.1.1 Analisi inter-site</i>	<i>p. 41</i>
<i>3.1.2 Analisi intra-site</i>	<i>p. 43</i>
<i>3.2 Inquadramento storico-archeologico</i>	<i>p. 46</i>
<i>3.3 Nuove tecnologie per il rilievo, la documentazione e la comunicazione in archeologia: il contributo degli APR e delle immagini satellitari ad alta risoluzione</i>	<i>p. 85</i>

3.3.1 Rilievo aerofotogrammetrico da APR e applicazioni di Structure From Motion allo scavo archeologico: la ricerca a Montecorvino (FG)	p. 85
3.3.2 La ricerca a San Lorenzo in Carmignano e Pantano (FG): l'utilizzo di dati telerilevati da sensori satellitari	p. 105
3.4 Analisi spaziali in ambiente GIS: obiettivi, risultati, prospettive	p. 109
4. Modelli 3D e stampa 3D in archeologia: nuove strategie di comunicazione	p. 151
4.1 Dal reale al virtuale, dal virtuale al reale	p. 151
4.2 Vantaggi e limiti applicativi	p. 153
4.3 Un progetto di ricerca sostenibile: "Smart Strategies" e soluzioni Low Cost	p. 169
Conclusioni	p. 172
Bibliografia	p. 178
Indice delle figure	p. 202

Introduzione

Le ricerche condotte da chi scrive nell'ambito di questo progetto di Dottorato hanno visto in questi anni l'utilizzo di molteplici approcci tecnici e metodologici alla materia. Il progetto trae origine ed ispirazione da una sperimentazione applicativa di GIS *intra-site* già condotta in precedenza sul sito medievale abbandonato di Montecorvino (Vulturino, FG).

Pur nella ricerca di una continuità metodologica, questo lavoro intende estendere le potenzialità di ricerca in senso geografico, includendo come casi di studio un contesto d'altura (Montecorvino) e uno di pianura (San Lorenzo in Carmignano - Pantano) e tipologico, mirando a coniugare tipologie di analisi *Intra-site* ed *Inter-site* e di conseguenza l'attività di scavo stratigrafico e lo studio del paesaggio archeologico. L'obiettivo preposto è utilizzare i risultati delle analisi spaziali, in particolare delle *Viewshed*, e *Cost Surface Analyses*, per formulare nuove ipotesi di lettura riguardanti le dinamiche endogene di occupazione e di popolamento delle regioni in esame, ad integrazione del dato storico - archeologico e in continua correlazione con esso.

L'analisi *Intra-site* ha previsto l'importazione in ambiente GIS *Open Source* di modelli digitali del terreno ad alta risoluzione spaziale e il conseguente studio del microrilievo, al fine di esaminare, da una nuova prospettiva di indagine, forme di fortificazione in contesti insediativi di altura e di pianura del medioevo di Capitanata.

Fondamentale è risultato l'apporto di nuove tecnologie per il rilievo, la documentazione e la comunicazione in archeologia, come l'aerofotogrammetria da APR, la *Structure From Motion*, l'utilizzo di immagini da sensori satellitari di ultima generazione e la stampa 3D, inserite in flussi di lavoro ottimizzati e strategie applicative economicamente sostenibili.

1. Il paesaggio medievale della Capitanata (sec. XII - XIV): un'analisi critica

1.1 L'età altomedievale e la politica insediativa bizantina nella regione

A seguito dell'invasione longobarda, che interessò il Tavoliere dalla fine del VI sec., il dato insediativo più rilevante fu lo sconvolgimento della pur solida rete di città daunie e romane¹. Di centri ben noti in età romana come *Arpi, Aecae, Herdonia, Teanum o Carmeianum* non c'è, nelle fonti, più traccia. Destino migliore ebbero gli insediamenti d'altura come Lucera, Bovino o Ascoli e quelli costiero - lagunari quali Siponto o Salpi.

Nella lettura di J. M. Martin² non fu l'avvento dei Longobardi in quanto tale ad agire in senso distruttivo sulla maglia insediativa, bensì il crollo di una forma capillare e ben strutturata di amministrazione, quella romana, senza la quale un ambiente per natura fragile, vide sconvolti i propri equilibri. Ancora nel IX sec. la popolazione rurale del Tavoliere sembra inquadrata in un regime di insediamento sparso, o comunque non concentrato, se si eccettuano la zona occidentale delle colline e le vicinanze di Siponto. La regione iniziò senza dubbio a ripopolarsi all'inizio del sec. XI, per iniziativa dell'amministrazione bizantina. Il catepano

¹ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 54

² *Ibidem*

Basilio Boioannes concepì una doppia linea di città fortificate lungo il confine dell'Impero, verso il tema dei Longobardo - beneventani ad occidente, fra Fiume Fortore, Monti Dauni e Vulture³. Sorgono in questo modo centri quali Troia, Civitate, Dragonara, Fiorentino, Montecorvino, Tertiveri⁴. La natura di questi insediamenti è chiaramente difensiva, come dimostra la loro stessa impostazione topografica: piante sviluppate in lunghezza, dal fitto tessuto urbano, disposte su alture o su speroni allungati⁵. Rilevante risulta la scelta urbanistica di collocare il nucleo castrense all'estremità degli abitati (o, in alcuni casi, in posizione sommitale), determinata da un'esigenza di controllo e vigilanza sul territorio circostante, ma allo stesso tempo sull'area residenziale non privilegiata dell'abitato⁶. Tra questi, Troia e Civitate sono i centri che più si confrontano con la realtà insediativa di età classica della regione⁷ (rispettivamente con *Aecae* e *Teanum Apulum*), pur rivelando rioccupazione delle aree urbane di età romana in misura e dimensioni minime, privilegiando gli spazi più naturalmente protetti, all'interno dei quali il recupero delle strutture esistenti risulta limitato ad uno spoglio selezionato⁸. Le ricerche condotte a Montecorvino e Fiorentino⁹ evidenziano preesistenze strutturali nelle aree interessate dalle successive fortificazioni di età sveva e in relazione ai corpi di fabbrica

³ FAVIA 2015, p. 416; MARTIN 1993, pp. 261-263

⁴ *Infra* p.55

⁵ La scelta dell'ubicazione di alcuni di questi abitati rivela una certa volontà di recupero ideale di siti strategici di epoca romana. (FAVIA 2010)

⁶ La presenza di fossati che dividono l'area castrale dall'abitato e di feritoie nei bastioni che guardano anche verso l'abitato non fa che confermare questa tendenza alla cesura, anche ideale, tra area signorile ed abitato. (Cfr. Montecorvino: GIULIANI, FAVIA 2007; FAVIA *et al.* 2009b; *Casalenovum*: GUAITOLI 2003)

⁷ FAVIA 2015, p.416

⁸ *Ibidem*

⁹ Per Montecorvino: FAVIA *et al.* 2015, con bibliografia precedente; per Fiorentino: BECK 2012

delle rispettive chiese Cattedrali. In entrambi i casi queste strutture risultano verosimilmente ascrivibili ad età catepanale¹⁰. È tuttavia il sito di Vaccarizza, nei pressi di Troia¹¹, ad offrire il maggior numero di dati archeologici legati a fasi di frequentazione della prima metà dell'XI sec. All'interno del sito lo schema insediativo per quell'epoca risulta bipartito fra una zona direzionale, sede inoltre delle più rilevanti attività economiche, ed una zona più propriamente residenziale¹². Pur considerando la possibilità che alcune di queste fondazioni siano sorte su preesistenze¹³, è tuttavia rilevante considerare quanto esse abbiano svolto un ruolo di polarizzazione per un contesto rurale piuttosto sparso¹⁴. La ricostruzione di questo quadro insediativo mostra significativamente la plurale funzione di questi centri, nel contempo baluardi strategici e centri di aggregazione del popolamento, con funzione militare e di polo religioso e una progressiva influenza sull'ambito territoriale circostante, in cui non mancavano piccoli nuclei religiosi e agricoli¹⁵.

¹⁰ Per Fiorentino si è altresì ipotizzata una differente organizzazione della topografia urbana e del tessuto viario in età bizantina (PIPONNIER 2012, pp. 235-236)

¹¹ L'insediamento è menzionato nel diploma di fondazione di Troia ed è classificato come città, pur non divenendo mai sede vescovile

¹² CIRELLI, NOYÈ 2003, pp. 481-484

¹³ Cfr. per Vaccarizza: CIRELLI, NOYÈ 2003, p. 70; per Fiorentino: PIPONNIER 1998a, p. 165

¹⁴ Lo spostamento di nuclei di abitanti dall'Irpinia verso l'area di Vaccarizza e Troia è noto dalle fonti scritte relative a Troia (MARTIN 1976, p. 37); Anche i dati delle ricognizioni condotte nell'area mostrano esili tracce di insediamenti altomedievali (ROMANO, VOLPE 2005; MARCHI c.s.)

¹⁵ Nel primo documento che attesta l'esistenza della città di Montecorvino si fa riferimento a una chiesa extraurbana con corte e case circostanti (RNAM, IV, doc n. 384, pp. 312-314). Cfr. FAVIA 2015, p. 417

1.2 L'età normanna

In alcuni casi, l'evidente volontà di affermazione e dichiarazione di un nuovo potere, da parte dei signori normanni, porta materialmente ad un'obliterazione delle strutture precedentemente esistenti, per mezzo della realizzazione di opere fortificatorie, tra cui quella afferente al tipo, di nuova introduzione in Puglia, della motta¹⁶, ovvero un accumulo artificiale di terreno, di forma generalmente troncoconica, circondato da un fossato. All'interno di questi insediamenti, il recinto castrale adempie a funzioni residenziali e militari ed è segno tangibile dell'autorità del signore. Oltre alla funzione difensiva, questi centri rivestirono però anche un ruolo di avamposto per la colonizzazione della pianura, in questa fase a basso tasso demografico. Il documento del 1019, che fissa i confini di fondazione di Troia, mostra come il suo territorio si estenda dalle colline daunie fino alla pianura, giungendo a lambire i confini della zona costiera di pertinenza di Siponto. Se però la prima porzione è chiaramente destinata all'agricoltura, il territorio pianeggiante è, in maniera del tutto prevalente, destinato al pascolo, il che ne evidenzia la scarsa rilevanza insediativa in questa fase. Lo sviluppo, anche in senso demografico, proseguì per tutto il sec. XI e trasse nuova linfa dalla dominazione normanna, con la costruzione di *castra* nella zona collinare¹⁷ e verso la fine del secolo, di *casalia*, muniti di difese leggere, in pianura¹⁸. L'aerofotografia mostra una morfologia circolare o ellittica per questi

¹⁶ È il caso della cittadella bizantina di Vaccarizza (CIRELLI, NOYÉ 2003, p. 484)

¹⁷ Martin li ritiene molto simili a quelli studiati da Pierre Toubert nel Lazio

¹⁸ F. Violante li definisce "settori-diaframma" nel rapporto tra spazi abitati e rurali, in un contesto di lavoro mobile (FAVIA, VIOLANTE, DE VENUTO 2014, p. 215)

insediamenti¹⁹, con strutture difensive riconducibili alle tipologie del fossato e del terrapieno, o strutture miste con zoccolo in muratura ed alzato in materiale deperibile. Con la conquista normanna, la natura della gestione e del controllo degli insediamenti fu accompagnata, almeno per la prima fase, da un tratto insediativo essenzialmente militare. Le nuove residenze signorili fortificate sono riflesso del potere di dominazioni che possono assumere carattere ereditario e sorgono spesso ai margini della città bizantina. La dominazione normanna coincise con un periodo di evidente crescita demografica; nuovi insediamenti emersero tra la fine dell'XI e l'inizio del XII sec. Dapprima *castra* o *castella* sulle colline: è il caso di Candela, Deliceto, Celenza Valfortore, Pietramontecorvino. Il vero fenomeno nuovo è però la colonizzazione della pianura. Da circa il 1080 e per almeno un secolo, emergono numerosi nuovi *casalia*. Si tratta di insediamenti protetti da difese leggere, solitamente un fossato senza muro di cinta. Secondo Martin la ragione risiede in una razionalizzazione dello sfruttamento economico dei territori della piana del Tavoliere da parte dei signori normanni. Il casale è difatti una forma più economica di insediamento, ma con una resa sicura, una volta che vi si siano insediati contadini in grado di fornire manodopera gratuita, sotto forma di *corvées*, al signore. Il XII sec. vede il trasformarsi di alcuni di questi *casalia* in *castra* con strutture difensive e superficie maggiormente estesa (è il caso di *S. Lorenzo in Carminiano* e *Casale Novum*) e almeno nel caso di Foggia, in città. La pianura torna ad essere valorizzata, anche dal punto di vista economico, riscoprendo un ruolo rilevante nella produzione cerealicola e una, più timida, rinascita dell'olivicoltura e della viticoltura. Non esiste

¹⁹ GOFFREDO 2006

ancora un'amministrazione statale in grado di gestire compiutamente l'allevamento transumante (i presupposti politici ne sono, del resto, totalmente inadatti), ma non mancano di certo riferimenti a forme d'allevamento in pianura. La riformulazione delle gerarchie sociali e l'avvento di nuove forme di sfruttamento del territorio, propri del contesto normanno della seconda metà del XII sec., introducono un orizzonte insediativo bipartito, in cui convivono centri incastellati e realtà urbane o rurali meno protette, ma di maggiore estensione e rilevanza economica. È il contesto con cui si confronteranno le nuove politiche insediative della regione, in un panorama in cui inizieranno a prevalere nuovi interessi socio-economici, spesso perseguiti tramite una decisa pianificazione statale, come senz'altro avviene in epoca sveva, per iniziativa del sovrano Federico II.

1.3 Eredità e mutazioni in epoca sveva

Diversi indicatori storici portano a considerare un palese arresto della espansione insediativa e della stessa crescita demografica nel XIII sec. Pare rilevante in questo senso l'intervento statale: la politica di Federico II incide pesantemente sulla maglia insediativa di Capitanata, tramite la ricostruzione di castelli eretti in età normanna e la creazione *ex-novo* di palazzi di svago, nuovi *casalia* e *massarie*. Queste ultime tipologie ben rappresentano, insieme ad *aratie* e *marescalles* la volontà sveva di gestione diretta di attività agricole ed allevamento, compreso quello equino, cui quest'ultime erano specificatamente dedicate. Documenti come il *Quaternus de excadenciis et revocatis*²⁰ ci forniscono dati essenziali sull'organizzazione delle *massarie*, sulla gestione colturale e della manodopera, per le quali fu istituita ad hoc la figura del *provisor/magister massariarum*, a controllo dell'intero sistema produttivo in ambito regionale²¹. Per quanto riguarda i *casalia*, diventa presto evidente una loro gerarchizzazione: alcuni mantengono dimensioni contenute, mentre altri conoscono un maggiore sviluppo e si evolvono in *castra*, spesso protetti da difese in muratura. È il caso di *Casalenovum*, San Lorenzo in Carmignano e della stessa Foggia, che alla fine del XII secolo è già strutturata come città vera e propria e che conoscerà, com'è noto, le maggiori fortune sotto il regno di Federico II. Il rigido controllo della Corona sveva sul territorio è palesato dalla nuova strutturazione e

²⁰ Montecassino, Archivio dell'Abbazia di Montecassino, *Quaternus Excadenciarum Capitinate*, ms. 763. Redatto tra il 1248 e 1249

²¹ DEL TREPPO 1996; LICINIO 1998; VIOLANTE 2012

gestione del sistema dei castelli²² e della rete di masserie agricole regie. Il processo di selezione degli insediamenti castrali, che prenderà le mosse già a partire dalla fine del XIII sec. e che porrà in parte le basi per i successivi abbandoni, può dirsi chiaramente influenzato da questa evoluzione e gerarchizzazione degli assetti insediativi e fondiari, oltre che dalla non meno importante ricomposizione della realtà rurale, che vide progressivamente incrementare il fenomeno della pastorizia transumante, rilevante realtà economica della regione per i secoli successivi²³.

Centro cruciale per le vicende insediative e gli assetti territoriali di età svevo-angioina nella regione è senz'altro Lucera, già ben nota colonia latina. Risulta qui palese il fenomeno, comune nel Medioevo, di un sostanziale restringimento delle aree intramurane rispetto a quelle popolate in età romana. Nel caso specifico non si può chiaramente prescindere dal considerare la profonda influenza che può aver avuto in questo contesto la politica federiciana, con la deportazione in città, dalla Sicilia, di gruppi di Saraceni²⁴ e soprattutto con la costruzione del palazzo regio, nell'area del colle Albano. Dinamiche per certi versi simili visse Siponto, anch'essa città di fondazione antica, che riuscì a mantenere nel Medioevo tanto il ruolo di principale scalo portuale della Daunia, quanto una rilevante posizione nella geografia ecclesiale della regione come centro episcopale. Anche qui, a seguito del periodo di crisi che sembra aver colpito la città nel XII sec., si realizzò una dislocazione e redistribuzione dell'abitato rispetto al nucleo antico, fino alla quasi totale

²² LICINIO 1994, pp. 148-150

²³ FAVIA 2010, p. 212

²⁴ È attestata in quest'epoca la denominazione di *Luceria Sarracenorum*

ripresa nel XIII sec. L'indagine archeologica ha rivelato come sia il settore periferico nordorientale a caratterizzarsi, nella prima metà del '200, come nucleo residenziale dell'insediamento, senza peraltro particolari cesure stratigrafiche con i livelli di frequentazione precedenti. Le dinamiche insediative riguardanti le già citate città installatesi sui rilievi dei Monti Dauni risultano in parte differenti. Nel caso dei centri di Fiorentino e Montecorvino, elementi urbanistici comuni agli insediamenti di pianura ed altri propri dei borghi murati paiono fondersi. Ciò che sembra tuttavia rilevante è la marcata occupazione spaziale da parte del potere signorile e di quello ecclesiastico, ben manifestata dall'imponenza e dalla fattura delle strutture castrali e di culto, a scapito di un tessuto urbano residenziale che sembra scontare una posizione di secondo piano, sul piano dell'incidenza sociale e delle produzioni, rispetto agli insediamenti di pianura.

1.4 Insedimenti d'altura e di pianura: caratteri generali

Analizzando i siti fortificati bizantini in Capitanata, emergono chiaramente le precise scelte strategiche adottate per la loro ubicazione. Il già citato confine bizantino-longobardo viene difeso da una serie di città fortificate disposte in doppia fila a zig-zag²⁵ (Fig. 1). Gli insediamenti più avanzati ed esposti sembrano essere di dimensioni più contenute e destinati a proteggere le più consistenti realtà insediative retrostanti come Fiorentino, Lucera o Troia²⁶. La presenza di difese naturali si delinea come discriminante privilegiata per l'ubicazione dei nuovi siti. La scelta ricade spesso su alture interfluviali, le più adatte a scoraggiare ed eventualmente sostenere potenziali attacchi. Tuttavia gli insediamenti mostrano le più variegata morfologie, per adattarsi alle diverse condizioni topografiche e di conseguenza piuttosto vari risultano gli apprestamenti difensivi²⁷. Le prime fasi insediative si concentrano, com'è naturale, nelle porzioni maggiormente protette degli habitat: sulle estremità di speroni e colline. Le dimensioni variano dai 225 m., sul lato più lungo, di Fiorentino, agli oltre 300 di Tertiveri. Tra il XII e il XII sec. alcuni di questi insediamenti conoscono una notevole espansione verso l'entroterra: è il caso di Fiorentino, Tertiveri e Civitate, con il fenomeno dei *suburbia*; in rari casi restano vincolate ai propri confini originari (Vaccarizza, Montecorvino).

²⁵ Martin lo definisce una sorta di "glacis" (MARTIN, NOYÈ 1991, p. 87)

²⁶ *Ibidem*

²⁷ Sulle ricerche aerofotografiche su questi insediamenti: SCHMIEDT 1968, pp. 889-891; ALVISI 1979 p. 15; GUAITOLI 2003, p. 126, figg. 234-236

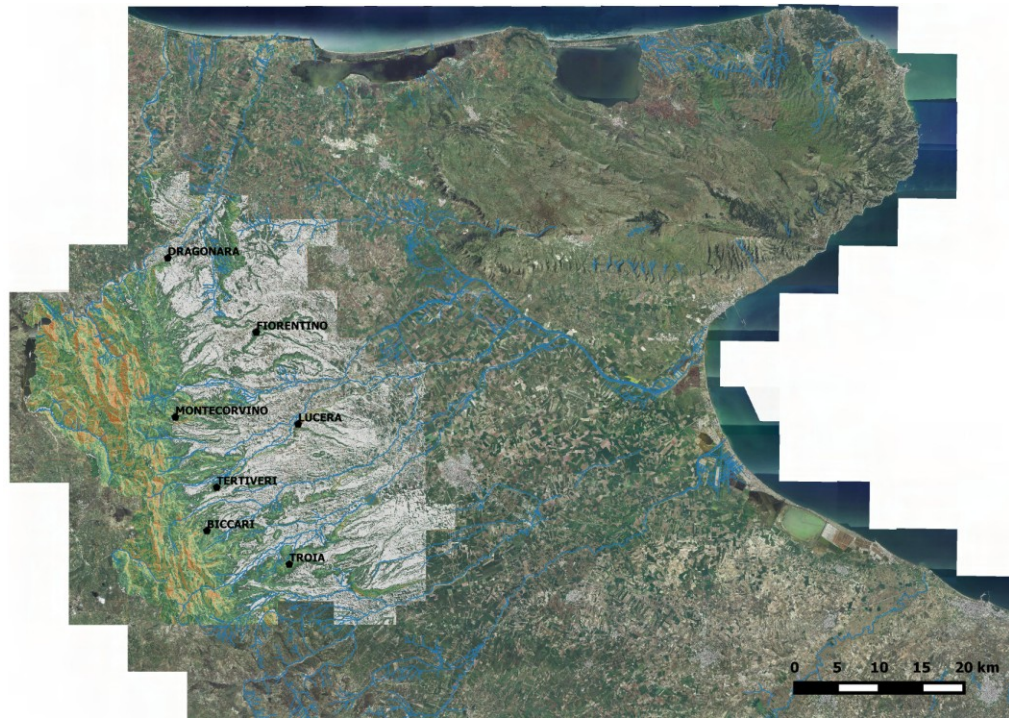


Fig. 1 - Elaborazione in software GIS della "linea difensiva" bizantina in funzione anti-longobarda in Capitanata

La pur non ancora capillare disponibilità di dati archeologici su questi siti ci permette ad ogni modo di riconoscere, in molti casi, la volontà di proteggere ed isolare gli insediamenti con forme di fortificazione, *in primis* la combinazione di fossato e terrapieno. Bisogna inoltre sottolineare come alcuni di questi agglomerati presentino al loro interno, ai margini dei sistemi di delimitazione dell'abitato, una porzione ulteriormente definita e difesa, con ogni probabilità destinata ad accogliere frequentazioni privilegiate per funzioni e gerarchia²⁸. Questi sistemi protettivi autonomi rispetto al resto dell'insediamento assumono in alcuni casi connotati topografici e strutturali che rimandano a specifiche tipologie fortificatorie, quali la motta. Non è tuttavia semplice,

²⁸ FAVIA, MARUOTTI 2013, p. 93

dal punto di vista archeologico (in particolare tramite l'aerofotografia archeologica) giungere a stabilire con assoluta certezza il rapporto stratigrafico tra queste compresenze: di fatto, ad una prima analisi, i recinti di dimensioni più ridotte potrebbero rappresentare tanto il nucleo originario dell'insediamento (successivamente ampliato in seguito a sopraggiunte necessità insediative), quanto un restringimento dei limiti originari, teso a definire un'area distinta e "privilegiata"²⁹.

Il contributo dell'aerofotografia archeologica alla comprensione della frequentazione umana e della mutazione del paesaggio storico nell'area del Tavoliere, resta tuttavia imprescindibile. Già J. Bradford, pilota della britannica R.A.F., durante il secondo conflitto mondiale, notava, nella seconda pianura d'Italia per dimensioni, *"one of the densest concentrations of ancient sites to be identified in Europe..."*³⁰, analizzando con occhio avvezzo alla ricerca archeologica gli scatti realizzati dall'alto, dal 1943 al 1945, nella provincia di Foggia. La tradizione degli studi legati all'aerofotografia archeologica trova continuità e rafforzamento negli anni Sessanta e Settanta del Novecento, coprendo una casistica di studio vasta, dall'età neolitica al Medioevo. Per quest'ultima epoca, lo "sguardo dall'alto" ha avuto un ruolo fondamentale nel riconoscimento delle caratteristiche tipiche degli insediamenti medievali in Puglia: la configurazione spaziale dell'abitato aggregato, spesso ben delimitato e difeso³¹. Aggeri, terrapieni, fossati, opere difensive in terra o in muratura sono tra gli elementi insediativi più facilmente riscontrabili dall'analisi

²⁹ La seconda eventualità sembrerebbe essere la più comune (*Ivi*, p. 94)

³⁰ Egli aggiunge ancora: *"there are no other regions in Italy in which the natural conditions of terrain and cultivation are so suited"* (BRADFORD 1950, pp. 84-85)

³¹ FAVIA 2006, p. 180

delle foto aeree, in un'area estremamente vantaggiosa per questa tipologia di ricerca³².

Chi studia il paesaggio medievale di Capitanata dovrà per forza di cose scontrarsi con una sostanziale "invisibilità" del dato archeologico per i secoli dell'Alto Medioevo. Qui, come in altri casi, si pone tuttavia la questione legata alle cause di questo, pur palese, fenomeno. In altre parole, se il fenomeno, percepito principalmente per la pianura del Tavoliere, rispecchi una reale contrazione della frequentazione antropica nella regione o se piuttosto siano i limiti degli studi finora condotti a nascondere una porzione di dati agli occhi del ricercatore³³. Quanto emerge dalle fonti sembra però corroborare questo dato: l'abbandono o il declino di svariate realtà urbane nella pianura, tra Tardoantico e Medioevo, appare tangibile³⁴. Le persistenze si collocano ai limiti della pianura (Lucera, Bovino, Ascoli, Canosa) o nei pressi del litorale (Siponto, Salpi, Lesina sul Gargano). La pianura pare destinata all'incolto e al pascolo e lo sfruttamento agricolo sembra prediligere la fascia collinare³⁵. Soltanto la fine dell'XI sec., con la stabilizzazione e il rafforzamento della signoria normanna, offre concreti indizi di ripopolamento della pianura. *Civitas*, *Castrum* (o *Castellum*) e *Casale* rappresentano la distinzione, operata nelle fonti, tra le nuove tipologie di insediamento³⁶. Dall'analisi delle stesse non sfugge, peraltro, l'oscillazione terminologica tra queste definizioni, verosimilmente arbitraria in taluni casi, ma spesso legata a concreti processi evolutivi degli stanziamenti (da *castrum* a città, da

³² *Ibidem*

³³ *Ivi*, p. 188

³⁴ Su questo tema: MARTIN, NOYÈ 1988; MARTIN NOYÈ 1988b; MARTIN NOYÈ 1991; MARTIN 1993b

³⁵ MARTIN 1998, p. 79; Più in generale sul tema: MUSCIO, ALTOBELLA 1998

³⁶ MARTIN 1984; MARTIN 1993b, pp. 258-270

casale a castrum, ad esempio)³⁷. L'età sveva e in seguito quella angioina rappresentano periodi di notevole ristrutturazione insediativa, in cui non mancano le nuove fondazioni di *castra*, *massarie*, palazzi e città, ma anche i prodromi di una nuova gestione statale accentrata, che riorganizzerà secondo nuove forme l'economia agro-pastorale, riaffermando la tendenza all'abbandono di nuclei insediativi della pianura del Tavoliere, contribuendo in tal modo ad un fenomeno che vedrà il proprio apice tra l'avanzato XIV e il XVI sec.³⁸

³⁷ MARTIN 1984 pp. 95-99; MARTIN 1993b pp. 258-270

³⁸ FAVIA 2006, p. 189; LICINIO 1983; LICINIO 1998; MARTIN NOYÈ 1991, p. 57

1.5 Le vie di comunicazione: continuità e discontinuità

Lo studio della viabilità romana in Daunia è ancora oggi strettamente legato al lavoro di interpretazione aerofotografica intrapreso da G. Alvisi nel 1970³⁹, la cui organicità non è stata, ad oggi, replicata, pur non mancando vari ed interessanti contributi specifici sia di carattere topografico che epigrafico, i quali, anche grazie alle nuove tecnologie, hanno apportato modifiche e nuove interpretazioni ad alcune delle ipotesi di itinerari tracciati dall'Alvisi. L'interpretazione delle foto aeree, unitamente allo studio degli itinerari antichi e delle fonti letterarie ed epigrafiche ha permesso alla studiosa tanto la ricostruzione del tracciato dei grandi assi viari interregionali, quanto quella della viabilità minore, che metteva in comunicazione tra loro vari centri cittadini e gli stessi con le rispettive aree produttive⁴⁰ (Fig. 2). L'approccio della ricerca, basato quasi esclusivamente, come si è accennato, sull'aerofotointerpretazione, ha tuttavia in alcuni casi consentito l'inserimento nel novero dei tracciati romani di vie di comunicazione di origine più tarda, spesso di età tardoantica o medievale, sviluppatasi come alternativa ai tracciati esistenti o funzionalmente al raggiungimento di centri di nuova formazione⁴¹.

Le prime notizie sulla viabilità romana in Daunia si desumono da Livio⁴², che cita le due possibili strade per raggiungere Lucera da Settentrione: la prima che valicava gli appennini a nord, scendeva lungo la costa adriatica

³⁹ ALVISI 1970

⁴⁰ Per una ricostruzione degli assetti territoriali e produttivi della Daunia romana: VOLPE 1990, p. 85

⁴¹ *Ibidem*; MARIN 1984, pp. 68 - 72

⁴² LIV., IX, 2, 6

fino ad *Histonium* e da qui puntava diritta all'interno verso sud, l'altra che passando per *Maleventum* e le valli del Calore, del Miscano e del Celone, entrava nel Tavoliere⁴³. Questi due tracciati di età repubblicana furono a grandi linee successivamente ripresi dai percorsi dell'Appia Traiana e della Litoranea. L'importanza strategica di Lucera in età romana e poi medievale è ben nota e il lavoro dell'Alvisi ha permesso l'identificazione di ulteriori tracciati che si dipartivano da questo centro, soprattutto verso il versante occidentale e le prime pendici delle montagne⁴⁴. Partendo da N-O, un primo tracciato, proveniente da oltre il Fortore, attraversa il guado di Dragonara e si ricollega poi con la via Teano-Lucera. Più a sud si colloca il grande tratturo Celano-Foggia, via che giungeva al Fortore e lo traversava in corrispondenza di un guado⁴⁵, proseguendo verso Lucera. Uno dei collegamenti doveva attraversare Monte Rotaro, una modesta altura (550 m.s.l.m.), ma straordinariamente importante dal punto di vista strategico, potendo godere di una vista su tutta la valle del Fortore ad occidente e sull'intero Tavoliere, fino al Gargano, ad oriente⁴⁶. Ancora più a meridione, l'autrice segnala due strade che da Lucera si dirigono verso ovest: una per Coppa Civitamaro, Pietramontecorvino e Monte Sambuco, la seconda segue il tracciato della SS 17 verso Taverna Cavallaro e Motta Montecorvino; resti di un abitato romano sono stati individuati all'altezza del km. 307 della strada statale⁴⁷. In questa zona il

⁴³ ALVISI 1970, p. 27

⁴⁴ *Ivi*, p. 83. L'autrice segnala la presenza di particolari toponimi, tra la piana del Tavoliere e le prime alture dei Monti Dauni, con nomi evocativi quali *Colle d'Armi* (Casalnuovo), *Monte La Guardia* (Alberona), *Difesa* (Faeto) per rimarcare l'importanza strategico-militare della zona, già da età romana e poi in età longobarda (si veda anche RUSSI 2009)

⁴⁵ Importantissima per la ricostruzione della viabilità daunia è anche la ricomposizione della rete tratturale di lungo periodo

⁴⁶ *Ivi*, p. 87

⁴⁷ *Ibidem*

toponimo "Selva Piana" sembrerebbe ricondurre all'antico abitato di *Planisium*, uno dei nuclei fortificati disposti intorno a Lucera⁴⁸.

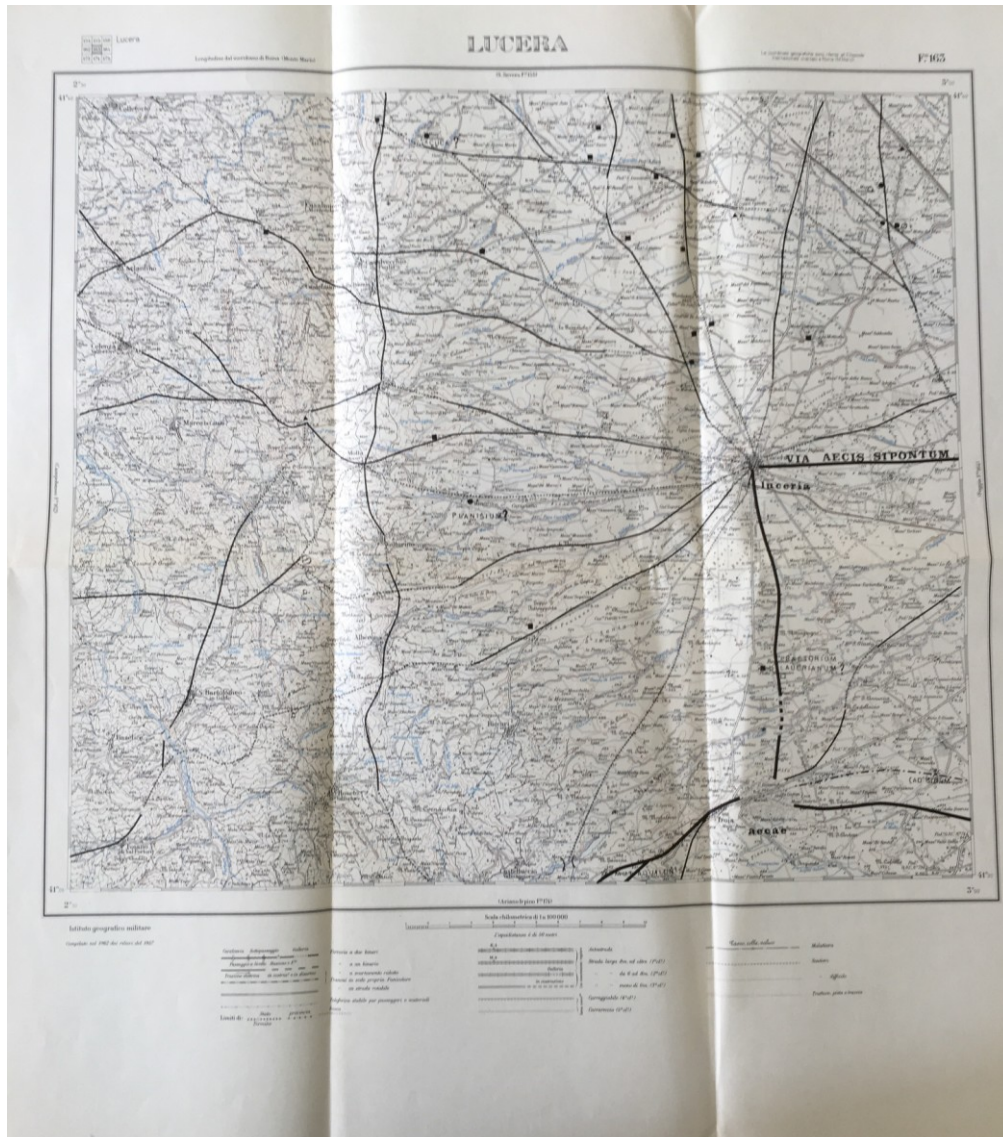


Fig. 2 - Ricostruzione, su foglio IGM, della viabilità romana ad O di Lucera di G. Alvisi (ALVISI 1970, foglio 163)

⁴⁸ Ne fa menzione Melillo in una serie di articoli apparsi sul "Tempo" tra il settembre ed il novembre 1953 (ALVISI 1970, p. 86)

Da Pietramontecorvino e da Motta Montecorvino due vie si dirigono verso Monte Sambuco, sito di un abitato preromano e di un casale di pertinenza di Montecorvino in epoca medievale⁴⁹.

In epoca romana sarebbero in sostanza *Teanum* ed *Aecae*, poste topograficamente ai limi del Tavoliere, a condurre un'azione di controllo sulle due grandi arterie che diverranno rispettivamente la Litoranea e l'Appia Traiana, mentre Lucera, collocata al centro di una vasta pianura, avrebbe impostato il suo sistema difensivo su una barriera di avamposti fortificati sulle colline, forse già concepita dai Dauni per difendersi dalle popolazioni delle montagne⁵⁰.

L'Alvisi segnala un collegamento tra *Aecae* e Arpi⁵¹, visibile nelle fotografie aeree IGM del 1954. Esso seguirebbe, in un primo tratto, un percorso parallelo all'attuale Troia-Foggia, per poi perdersi al passaggio del Celone e riapparire all'incrocio con la S.S. 16, dove sarebbe nettamente seguibile fino alle mura di Arpi⁵². Ad est di Arpi è stato riscontrato un tracciato che doveva unire la città al mare, collegandola con tutta probabilità con Siponto. La strada sembra essere stata tracciata per unire Arpi ad *Anxanum*, una delle stazioni della via Litoranea, prevedendo inoltre il distacco di un ramo all'altezza di Posta Farano che si dirige verso Versentino e Beccarini. Si tratta chiaramente del tracciato che univa Arpi con i piccoli centri lagunari e con la costa⁵³, così come è ragionevolmente individuabile la via che, uscendo a S-E di Arpi, doveva unire direttamente la città con Salapia, pur non potendosi

⁴⁹ V. *infra*

⁵⁰ ALVISI 1970, p. 89

⁵¹ È noto dalle fonti uno spostamento di truppe, operato da Fabio Massimo durante azioni di disturbo contro l'esercito di Annibale (ALVISI 1970, p. 91)

⁵² ALVISI 1970, p. 91

⁵³ ALVISI 1970, p. 96

delineare in modo indiscutibile il percorso della stessa, a causa dei notevoli mutamenti intervenuti in questa zona a livello del terreno, in seguito a canalizzazioni e successivi abbandoni di numerosi corsi d'acqua⁵⁴. Ben attestato è anche il collegamento tra Arpi ed *Herdonia*⁵⁵, pur non potendosene distinguere con precisione il tracciato che, tuttavia non doveva essere dissimile dall'attuale Foggia - Ortona, considerati anche gli scarsi ostacoli naturali alla viabilità presenti in zona⁵⁶.

La conoscenza della viabilità romana risulta senza dubbio fondamentale anche per lo studio del paesaggio antropizzato in età medievale e dei suoi multiformi caratteri di continuità e discontinuità.

A partire dal III sec. d.C., gli *Itineraria scripta o adnotata* e gli *Itineraria picta*⁵⁷ rappresentano fonti preziose per una rappresentazione organica della viabilità romana. Il *cursus publicus* romano rimase in uso almeno sino al primo decennio del VI sec., quando, sotto il regno di Teodorico, venne ripristinato un tratto impaludato dell'Appia, sino a Terracina. Alla caduta dell'Impero romano, l'amministrazione bizantina pose decisamente minor cura e attenzione al sistema viario; di fatto Giustiniano disarticolò e in alcuni casi sopprime il *cursus publicus*⁵⁸. Tuttavia l'importanza delle strade in ambito militare continuava ad essere ben percepita: quasi tutte le operazioni della guerra contro i Goti si

⁵⁴ *Ibidem*

⁵⁵ L'esistenza del collegamento sarebbe comprovata dallo spostamento delle truppe romane da Arpi ad Ascoli nel 279 a.C., in occasione dello scontro con Pirro (ALVISI 1970, p. 97)

⁵⁶ ALVISI 1970, p. 98

⁵⁷ Rilevanti, tra i primi, l'*Itinerarium Antonini* (seconda metà III sec.) e la *Cosmographia* (fine VII sec.), tra i secondi la *Tabula Peutingeriana* (III sec, conservata in copia medievale). L'*Itinerarium Burdigalense* (IV sec.) rappresenta un ricco documento odeporeico, una sorta di "guida" per i pellegrini cristiani diretti a Gerusalemme.

⁵⁸ DALENA 2003, p. 11

svolsero lungo i maggiori assi viari romani ancora utilizzabili⁵⁹. Dopo la metà del VI sec., alla fine della guerra greco-gotica, i frequenti disordini politici e la scarsa manutenzione iniziarono ad avere un pesante impatto sul sistema viario romano⁶⁰. Alcune strade di rilevante importanza, tra cui l'Appia, persero l'originaria funzione di collegamento con le città portuali e si ridussero a tracciati di viabilità interna, con porzioni in parte rimaneggiate o dismesse. Una grave pestilenza e l'invasione longobarda accentuarono lo stato di desolazione: Gregorio Magno scrive: "*le città sono devastate, i castelli abbattuti, le chiese bruciate, i monasteri maschili e femminili distrutti. I campi sono spopolati e la terra giace in solitudine, abbandonata da ogni coltivatore*"⁶¹. Fenomeno diffuso nei primi secoli del medioevo è la distruzione di ponti e viadotti e il recupero di materiale da costruzione dal manto stradale e dagli edifici prospicienti. Tali azioni non si configurano soltanto come semplice saccheggio, bensì in buona parte come cosciente strumento di difesa e di isolamento⁶². È soltanto dalla seconda metà del VII sec. che l'Appia, la Latina e la Litoranea, con altre strade minori di adduzione ai santuari, riprendono ad essere frequentate, anche dai pellegrini⁶³. In particolare la via Appia, nel tratto da Roma a Capua, veniva considerata itinerario privilegiato per raggiungere Gerusalemme⁶⁴, mentre la Traiana, durante il dominio longobardo, iniziava a ricevere il traffico dei pellegrini diretti a Monte Sant'Angelo.

⁵⁹ Il generale Giovanni (547 - 548) inviò alcuni esploratori in Lucania, perchè verificassero che le strade non fossero danneggiate dalle truppe nemiche (PROCOPIO vol. II, III/26, p. 371)

⁶⁰ DALENA 2003, p. 13

⁶¹ GREGORIO MAGNO, I dialoghi, lib. III, 38, 3 [Sources Chrétiennes, 260], t. II, p. 430

⁶² DALENA 2003, p. 15

⁶³ *Ibidem*

⁶⁴ Lo testimonia un'epistola di Gregorio Magno del 601 (GREGORIO MAGNO, XI/26, p. 901)

Risulta rilevante sottolineare la percezione comune nell'Alto Medioevo di due distinti livelli all'interno della trama stradale: gli itinerari (variamente definiti), strade di lunga percorrenza, battute da eserciti, pellegrini e mercanti e i percorsi (*semita, tramites, diverticula*), che rappresentano un tessuto connettivo interno tra nuovi abitati e luoghi di interesse sociale, in molti casi varianti del sistema stradale romano o tracciati recuperati da antiche piste d'età magno-greca⁶⁵. Questa rete, pur estremamente funzionale al raggiungimento di luoghi isolati, denotava una natura estremamente fragile e variabile, spesso condizionata da fattori climatici e stagionali, rispecchiando alcuni caratteri essenziali dell'epoca: frantumazione del rapporto città-campagna, particolarismi istituzionali, pericolosità dei viaggi.

Una più organica maglia di piccole strade, spesso carreggiabili, caratterizza il basso medioevo, garantendo il collegamento tra i nuovi abitati e l'accesso ai luoghi impervi dove sorgevano i santuari di interesse locale. Sentieri, viottoli, tratturi e tratturelli sono sempre di più "il nucleo di base" della rete viaria, fondamentali per il funzionamento dell'economia agraria⁶⁶. Già dai primi anni dell'XI sec. il risveglio demografico, sociale ed economico comincia a trasformare il paesaggio rurale con *pyrgoi, kastellia e kastrà*, circondati da un reticolo di nuove strade. Il fenomeno diventa ancora più evidente negli ultimi decenni del secolo, con la dominazione normanna, attraverso la riorganizzazione delle diocesi e il potenziamento della gestione monastica che contribuì particolarmente al potenziamento del reticolo viario e al miglioramento

⁶⁵ DALENA 2003, p. 23

⁶⁶ Thomas Szabò definisce le vie di comunicazione campestri come un vero "mezzo di produzione" (SZABÒ 2000, pp. 37-38)

delle condizioni generali dei trasporti⁶⁷. Dall'XI al XIII sec. la viabilità interpodereale assume grande rilevanza, segnando e modificando il territorio e concorrendo ad aumentare il valore dei fondi, diventando, di fatto, segno distintivo di potere e, in alcuni casi, di munificenza⁶⁸. Ad ogni modo, in età normanna le strade non dovevano essere più che *"sentieri che passavano tra muretti a secco delimitanti i campi e le vigne"*⁶⁹, con fondo in terra battuta, privo di un mantello di ciottoli e di opere particolari per il drenaggio.

La dominazione sveva non si lega ad un particolare sviluppo dell'assetto viario esistente: i funzionari locali dovevano curare soltanto le strade principali e imperiali. Permaneva una certa insicurezza per i viandanti nel percorrere le strade, sicuramente non per l'imperatore, che secondo le cronache del tempo riusciva agilmente a muoversi attraverso il regno, seguendo antichi e nuovi tracciati⁷⁰. I sovrani angioini dedicano maggior cura alla manutenzione dei ponti e delle strade ordinarie: il compito è affidato ai baiuli, ai procuratori e alle Università locali⁷¹. Il sistema viario di quest'epoca risulta complesso e spesso frammentario, ma allo stesso tempo funzionale al territorio e ai bisogni degli abitanti; nelle sue diversificate forme esso incide notevolmente sull'economia, sui processi culturali e sulle relazioni sociali del Basso Medioevo⁷².

⁶⁷ DALENA 2003, p. 30

⁶⁸ La viabilità minore è fortemente presente nella documentazione notarile dall'XI sec. in poi. Cfr. LIZIER 1907, p. 4

⁶⁹ VON FALKENHAUSEN 1993, p. 464

⁷⁰ Così lascia intendere Riccardo da San Germano. Cfr. DALENA 2003, p. 39

⁷¹ Si veda il mandato del 7 giugno 1271 di Carlo I d'Angiò (R.A. VI [1270-1271], p. 237 - 238)

⁷² Non è da sottovalutare, a partire dalla fine dell'XI sec., il ruolo del "sistema" dei casali e dei villaggi rupestri e l'attività del monachesimo benedettino (DALENA 2003, p. 42)

2. Le analisi spaziali in archeologia

2.1 Storia degli studi

«Qualsiasi cosa accada, accade all'interno dello spazio e del tempo»⁷³

L'analisi spaziale è un insieme di metodi e tecnologie che permettono di estrarre informazione dai dati geografici. Nella ricerca riguardante l'interazione dell'uomo con lo spazio, essa si traduce in uno studio formale delle reti di stanziamento umano⁷⁴. Le nozioni che la sua applicazione può fornire al ricercatore, non potrebbero essere recuperate da una carta di distribuzione con il solo impiego della ragione e dei sensi⁷⁵; difficilmente infatti la logica umana potrebbe estrarre ad un primo approccio una precisa forma d'ordine da essa identificabile.

Nel contesto della ricerca storica ed in particolare nello studio delle dinamiche d'insediamento medievali, risulta, di fatto, di fondamentale importanza l'acquisizione di *nuove informazioni*, soprattutto qualora esse siano la risultante di un processo scientifico di quantificazione formale, risultando in tal modo libere da qualsiasi soggettivismo.

L'utilizzo di nuove metodologie basate sulle scienze esatte, da applicare alla ricerca archeologica, è riscontrabile già in alcuni lavori degli anni '60 del '900, nell'ambito di quel processo di rinnovamento noto sotto il nome

⁷³ WEGENERM 2000, p. 3.

⁷⁴ MACCHI JANICA 2003b, p. 18

⁷⁵ *Ivi*, p. 21

di *New Archaeology*⁷⁶. Rilevante fu in questo senso la tendenza, soprattutto a seguito della pubblicazione del volume di Lewis Binford *New Perspectives in Archaeology* (1968), all'identificazione di quelle tendenze generali che si rilevano nei differenti contesti storici. L'analisi quantitativa e statistica diveniva supporto di un processo *ipotetico-deduttivo*, teso a spiegare in senso meccanicistico il funzionamento e lo sviluppo delle società umane. Notevole importanza riveste il lavoro del 1976 di Ian Hodder e Clive Orton: *Spatial analysis in archaeology*⁷⁷, mai tradotto in lingua italiana⁷⁸. Tuttavia la diffusione di queste proposte metodologiche si scontrava, in quegli anni, con la scarsa capacità di calcolo degli elaboratori elettronici disponibili, limitandone di fatto le applicazioni. Nonostante gli studi di analisi spaziale non siano per natura dipendenti dall'utilizzo del calcolatore, è facilmente intuibile come la disponibilità, nel corso degli anni, di microprocessori con elevata capacità di calcolo, abbia enormemente facilitato la loro diffusione⁷⁹. A partire dalla fine degli anni '80, si riscontra una prima reale diffusione di lavori di analisi spaziale in archeologia, supportata pochi anni dopo dalle prime diffuse esperienze di utilizzo di software GIS, evoluzione di applicativi di origine militare, dotati in quegli anni di interfaccia utente che li rendeva utilizzabili da qualsiasi ricercatore.

Il lavoro del 1991 di Gaffney, Stancic e Kvamme, riguardante l'isola di

⁷⁶ D. L. CLARKE 1998

⁷⁷ HODDER, ORTON 1976

⁷⁸ La cosa può difficilmente essere ritenuta ininfluenza nei confronti dello sviluppo dell'archeologia italiana in questo senso, come fa notare Macchi Janica. (MACCHI JANICA 2001)

⁷⁹ MACCHI JANICA 2001, pp. 61-83

Hvar in Croazia⁸⁰, è di fatto uno dei primi studi archeologici in cui abbiano un ruolo rilevante l'utilizzo dei GIS e l'analisi spaziale e il primo in cui venga applicata una *Cost Surface Analysis*. L'aspetto pioneristico della ricerca è reso evidente da alcuni dettagli del progetto, come le 120 ore di calcolo elettronico necessarie ad ottenere un DEM⁸¹. Nel 1996 John Kantner applica la CSA ad uno studio funzionale della viabilità preistorica nel New Mexico⁸² e nello stesso anno Madry e Rakos utilizzano tanto la CSA, quanto la *Line of Sight Analysis* in una ricerca sui rapporti tra siti fortificati e strade di epoca celtica, nella valle del fiume Arroux (Francia centrale)⁸³. Il lavoro del 2000 di Michele Da Silva e Giovanna Pizziolo si concentra sullo studio del movimento attraverso il paesaggio ed evidenzia l'importanza di nuovi aspetti della ricerca, quali il concetto di resistenza al movimento, o *Friction*, e la natura isotropica o anisotropica del movimento stesso⁸⁴.

⁸⁰ GAFFNEY, STANCIC 1991

⁸¹ GAFFNEY, STANCIC 1996, p. 26

⁸² KANTNER 1996

⁸³ MADRY, RAKOS, 1996

⁸⁴ DE SILVA, PIZZILOLO 2001, p. 280

2.2 Tipologie di analisi: Cost Surface Analysis (Site Catchment, Least Cost Paths), Viewshed

In linea di principio, una Cost Surface Analysis è una tecnica di ambiente GIS, basata sull'assegnazione di un "costo" ad ogni singola cella di una mappa raster e sul calcolo della somma di questi costi a seguito della percorrenza di un determinato tragitto. Spesso è strettamente connessa alla Site Catchment Analysis, condividendone i presupposti scientifici. Fondamento di essa è la definizione di un territorio intorno a un punto focale, sulla base di parametri precedentemente definiti. Il più semplice parametro definibile è la distanza, il che può portare a definire aree circolari di approvvigionamento con raggio variabile. Maggiore interesse può suscitare l'inserimento del parametro relativo alle relazioni di tipo economico tra un punto focale e il territorio che lo circonda, con eventuali analisi di tipo statistico sull'eventuale ricaduta, all'interno dell'area definita, di elementi salienti del paesaggio archeologico. L'analisi delle tipologie di risorse presenti all'interno dell'area di *catchment* può essere di grande utilità per avvalorare ipotesi di gestione socio-economica delle aree prese in esame, quali la popolazione massima di un insediamento, l'eventuale auto-sufficienza di una comunità, le tipologie di sfruttamento del territorio e la stessa scelta del posizionamento dell'insediamento, sulla base delle risorse disponibili.

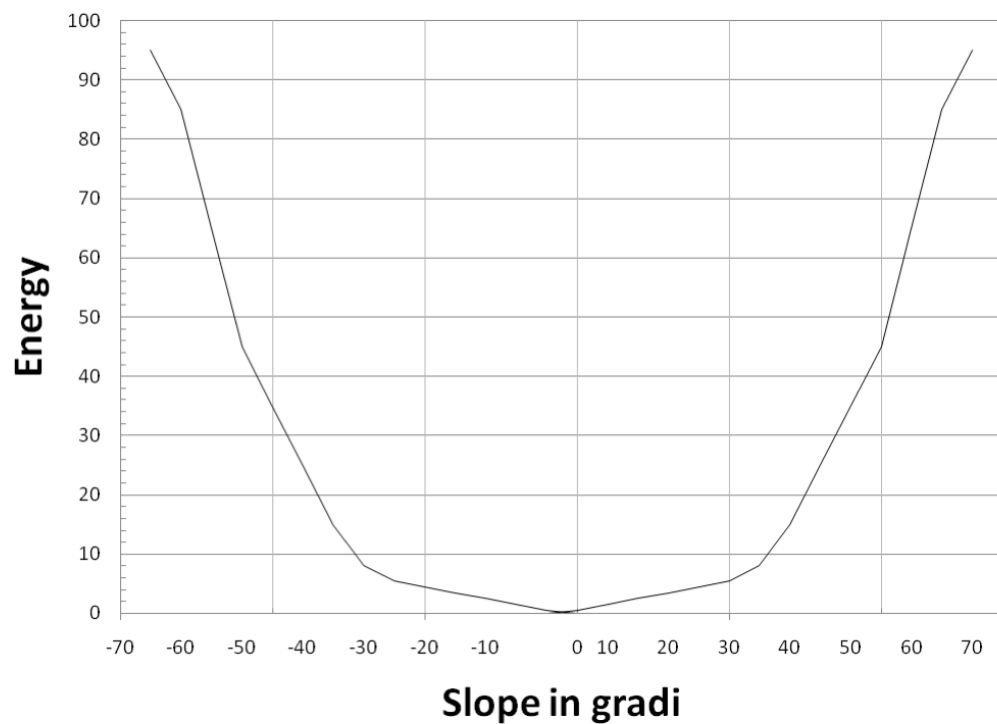
Il limite di queste analisi, a questo stadio, è la derivante definizione dello spazio come un'entità piatta, in cui il controllo economico e sociale di un'area avviene secondo una logica "binaria" (possibile/impossibile), piuttosto che mutare gradualmente sulla base di diversi fattori naturali e

antropici. Il principio che viene tenuto in considerazione per definire una superficie di costi di movimento riguarda la natura stessa del costo di movimento: esso può essere definito Isotropico (il medesimo in ogni direzione) o, al contrario, Anisotropico. La pendenza, la natura del terreno o la presenza di ostacoli naturali, possono notevolmente variare il costo di attraversamento di un'area, in base alla direzione secondo la quale l'attraversamento stesso viene compiuto.

La tipologia di movimento più analizzata in letteratura archeologica è senza dubbio il movimento a piedi. Essa può determinare sia costi di movimento isotropici che anisotropici, avendo nel primo caso come fattori condizionanti l'asperità del terreno e l'uso del suolo, nel secondo principalmente le pendenze. In alcuni casi è possibile ipotizzare delle vere e proprie "barriere" per il movimento (apparecchiamenti difensivi, limiti territoriali, fiumi di difficile attraversamento) all'interno di un software GIS, assegnando valori estremamente alti alle celle interessate, in una mappa di costi di movimento. Allo stesso modo questi valori possono essere volutamente ridotti, qualora si presentasse la necessità di rispecchiare un "incanalamento" del movimento, per la presenza di condizioni fisiche (strade, fiumi navigabili) o di percorsi tradizionalmente accertati. Riguardo alla pendenza, principale fattore da tenere in considerazione relativamente al movimento anisotropico, può risultare utile il calcolo della pendenza effettiva (*effective slope*⁸⁵), che tenga in considerazione la direzione del movimento (ascendente, discendente, trasversale). Alcuni studi hanno dimostrato che il minor impiego di

⁸⁵ LAKE, CONNOLLY, *Geographical Information Systems in Archaeology*, p. 217

energia si ottiene in discese con pendenza di 4-6 gradi. Lo stesso aumenta leggermente su superfici piane e cresce più rapidamente, ma non linearmente, su pendenze maggiori in salita. Maggiore energia viene impiegata anche in pendenze maggiori in discesa, ma con incremento minore rispetto alla medesima angolazione in salita. Il grafico elaborato da Llobera evidenzia il rapporto tra pendenza e costi di percorrenza⁸⁶:



⁸⁶ LLOBERA 2000, p 65-84. Ripreso da GHERDEVICH 2008.

Il consumo in watts spesi per l'attraversamento di un territorio è invece desumibile dalla formula elaborata da Van Leusen⁸⁷

$$M = 1.5W + 2.0(W+L) + N(W+L)(1.5 \sqrt{V^2 + 0.35V|G + 6|})$$

M: Costo metabolico in Watts

W: Peso corporeo del viaggiatore in Kg

L: Peso del bagaglio

V: Velocità di cammino

N: Fattore di influenza del terreno⁸⁸

G+6: Costo minimo di movimento⁸⁹

Gli archeologi spesso non conoscono gli itinerari che connettevano due o più centri, per le scarse o nulle persistenze materiali e la mancanza di dati affidabili nelle fonti documentarie. Un software GIS può essere utilizzato per ipotizzare *Least Cost Paths*, sia per tentare di ricostruire una viabilità perduta, sia per confrontare i risultati di questa ricostruzione con la viabilità antica e moderna attestata. Alcuni studi si sono concentrati sul tentativo di replicare percorsi conosciuti, come nel caso degli studi sulla

⁸⁷ LEUSEN 2002, cap. 6, p.7; Adattamento da PANDOLF et al. 1977.

⁸⁸ MARBLE 1996, indica vari coefficienti di condizionamento del movimento, sulla base della natura del terreno

⁸⁹ In relazione al precedente grafico, il costo minimo non è assegnato a un percorso in piano, bensì ad una pendenza in discesa di circa 6 gradi.

rete viaria celtica nella valle di Arroux, in Francia⁹⁰, mentre altri sono stati diretti all'ipotesi ricostruttiva di collegamenti non conosciuti: è il caso del Wroxeter Hinterland Project⁹¹, il cui obiettivo era ricostruire la rete viaria dell'età del Ferro preesistente all'insediamento romano di Wroxeter, in Inghilterra.

Le analisi di visibilità rivestono un importante ruolo nella ricostruzione del paesaggio archeologico⁹². Nelle forme più basilari, esse tendono a determinare quali aree di un modello digitale del terreno (DTM, DEM) siano visibili da una posizione di cui siano note le coordinate tridimensionali. Ciascuna delle aree visibili può rivestire un valore legato ad attività umane (caccia, controllo del territorio) o all'identità culturale di un popolo. In particolare le analisi *viewshed* hanno lo scopo di valutare la visibilità reciproca (o intervisibilità) tra due o più luoghi, potendo in quest'ultimo caso avanzare ipotesi di strutturazione di un "sistema". Simile interesse riveste l'eventuale non-visibilità di un luogo o di una serie di luoghi, qualora si ravvisi l'intenzionalità dell'esclusione alla vista di particolari aree.

Un interessante studio, riguardante questa tipologia di analisi, è quello condotto nel 2003 dall'Università di Ljubljana nel territorio della romana *Emona*, sulle fortificazioni d'altura di epoca tardoantica⁹³. La ricerca ha permesso di appurare l'intervisibilità tra questi siti e la loro funzione di controllo territoriale.

⁹⁰ MADRY, RAKOS 1996

⁹¹ VAN LEUSEN 2002

⁹² FORTE 2002, p. 100; LAKE, CONNOLLY 2006, p. 225

⁹³ ZUPANEK 2004, p. 101-116

Rilevante è anche il lavoro di Van Leusen⁹⁴, di fatto un'ottima rassegna teorica e metodologica di applicazioni di analisi spaziale in campo archeologico, mentre un interessante lavoro svolto in Italia (in un'area geografica affine a quella riguardante questa ricerca) è quello di Barbara Pecere sugli insediamenti della Daunia tra il X e il VI sec. a.C.⁹⁵

Uno degli obiettivi dell'utilizzo dei sistemi GIS in archeologia dovrebbe essere il superamento dell'oggettività dello spazio geografico, in favore della rappresentazione di uno "spazio sociale" e quindi della rappresentazione di un'esperienza soggettiva. I concetti coinvolti in questo ragionamento sono la percezione e la cognizione del paesaggio. Se la prima si ricollega alla semplice conoscenza fisica dello stesso (ad es. tendenza degli spazi ad essere "aperti" o "chiusi"), la seconda ha il più ambizioso obiettivo di dimostrare che, in alcuni casi, le scelte umane non sono state unicamente condizionate da necessità economiche o dal concetto di utilità.

Le tipologie di analisi qui raccolte prevedono l'utilizzo contemporaneo di dati vettoriali e raster, all'interno di un software GIS. Differenti dati raster possono essere combinati, per ottenere nuovi set di dati, attraverso procedimenti di *Map Algebra* (Figg. 3 - 4). L'espressione "Map Algebra" è stata coniata da Dana Tomlin nel 1990⁹⁶, presentando il proprio lavoro di ricerca intitolato *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Si tratta di un linguaggio di calcolo, utilizzato per effettuare

⁹⁴ LEUSEN 2002

⁹⁵ PECERE 2006

⁹⁶ TOMLIN 1990

analisi spaziali su base cartografica, per mezzo di dati raster. Il concetto base è l'applicazione di modelli matematici alla struttura di un raster, la quale può essere definita come una tabella numerica georiferita. In sostanza è dunque possibile effettuare operazioni matematiche tra due o più raster che abbiano la stessa posizione nello spazio e la stessa risoluzione, utilizzando a tal fine anche gli operatori relazionali, logici, statistici, trigonometrici, logaritmici ed esponenziali. Alcuni tipi di operatori restituiscono valori logici di *vero* o *falso*, sulla base dei dati numerici di partenza. Laddove le celle componenti un raster possiedano valori differenti che rispecchino delle forme di variazione di alcuni elementi nello spazio, come vegetazione o elevazione, il risultato sarà un raster ricalibrato con un nuovo set di variabili⁹⁷. Sono possibili anche combinazioni algebriche più complesse, come avviene per l' NDVI (*Normalised Difference Vegetation Index*), indice per la valutazione dell'attività fotosintetica delle piante, calcolato, sulla base di immagini multispettrali acquisite da generalmente da sensori satellitari, come rapporto tra differenza e somma delle bande del vicino infrarosso (NIR, frazione riflessa dalle foglie) e rosso (VIS, frazione assorbita da parte della clorofilla):

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VIS}) / (\text{NIR} + \text{VIS})$$

La maggior parte dei software GIS (sia open source che proprietari) prevede specifiche interfacce per effettuare operazioni di Map Algebra. Alcuni, come GRASS, prevedono anche un'interfaccia a linea di comando, utile per la ripetizione di calcoli⁹⁸.

⁹⁷ LAKE, CONNOLLY 2006, p. 188

⁹⁸ *Ivi*, p. 189

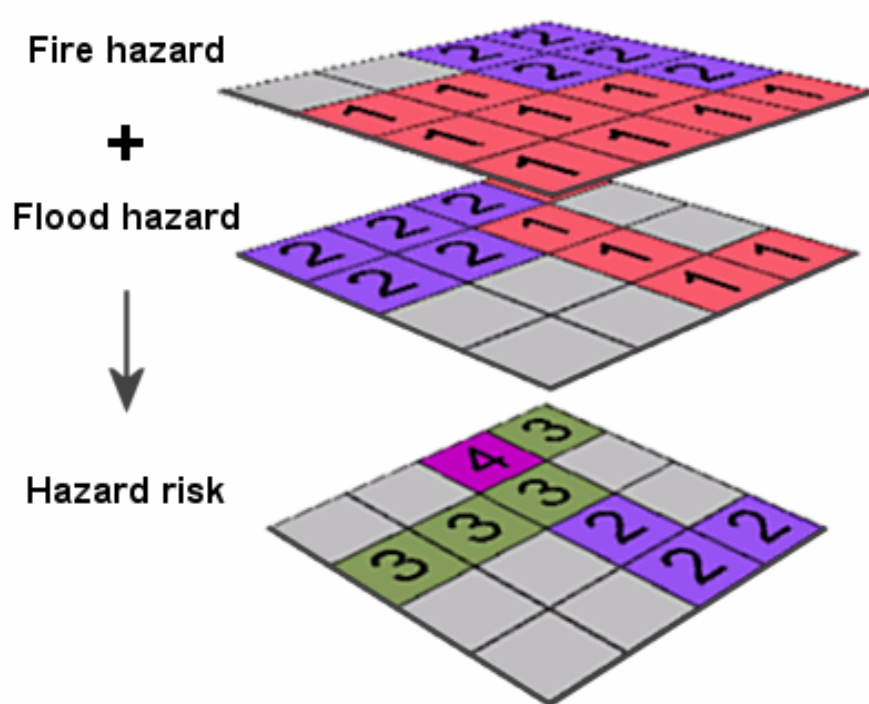


Fig. 3 - Operazione base di Map Algebra⁹⁹

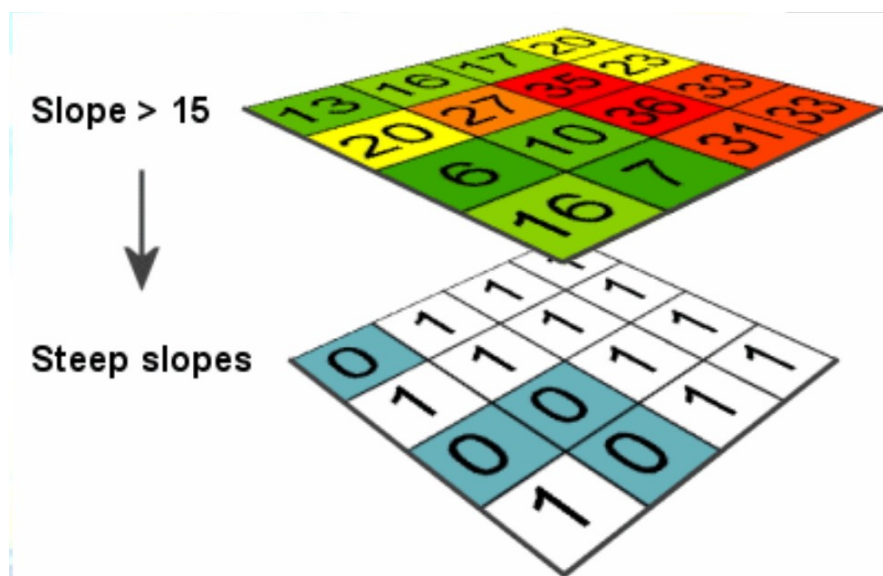


Fig. 4 - Valore logico 1 (vero) o 0 (falso) assegnato alle singole celle di una mappa raster, sulla base del valore di riferimento numerico 15 di una mappa delle pendenze (slope)¹⁰⁰

⁹⁹<http://www.geography.hunter.cuny.edu/~jochen/GTECH361/lectures/lecture11/concepts/Working%20with%20NoData.htm>

¹⁰⁰https://www.nrem.iastate.edu/files/w11-MapAlgebra_presentation5.pdf

2.3 Osservazioni metodologiche

L'applicazione e il risultato delle analisi di visibilità risentono di alcuni fattori di tipo tecnico e metodologico, come evidenziato nell'ottima pubblicazione di Lake e Connolly¹⁰¹. Lo stesso algoritmo di calcolo è spesso differente tra diversi software e di conseguenza diversi possono essere i risultati della stessa analisi condotta tramite diversi applicativi GIS¹⁰². Un parametro spesso non considerato in fase di analisi è il fattore di curvatura terrestre, che incide in realtà in maniera significativa sulla capacità visiva¹⁰³. Non tutti i software GIS prevedono la considerazione di questo fattore¹⁰⁴; in tal caso la procedura corretta consisterebbe nel modificare progressivamente, di conseguenza, il modello digitale del terreno utilizzato. Infine l'accuratezza del DTM utilizzato come base d'analisi risulta chiaramente cruciale. Modelli generati tramite inesatta interpolazione possono essere soggetti a variazioni morfologiche non volute, anche di piccola entità, ma la cui rilevanza è particolarmente significativa all'interno di questa tipologia di analisi¹⁰⁵.

La generazione di *Least Cost Paths* è anch'essa non esente da possibili scenari critici: i tracciati potrebbero non replicare percorsi noti o sembrare del tutto anti-intuitivi¹⁰⁶. Gli algoritmi alla base dell'analisi possono spesso creare dei fenomeni di movimento "a zig zag", laddove ci

¹⁰¹ LAKE, CONNOLLY 2006, p. 228

¹⁰² FISHER 1993, IZRAELEVITZ 2003

¹⁰³ La percezione è una riduzione in elevazione di un target visivo di 7.86 m. ogni 10 km. dal punto di osservazione (LAKE, CONNOLLY 2006, p. 229)

¹⁰⁴ Di ciò è stato tenuto conto all'interno di questa ricerca, tramite le apposite funzioni all'interno del software GRASS

¹⁰⁵ Per alcuni casi, una *Probabilistic Viewshed* è stata proposta in FISHER 1991

¹⁰⁶ LAKE, CONNOLLY 2006, p. 252

si aspetterebbe un movimento in linea retta. Allo stesso modo, problemi di direzione del movimento possono insorgere nei casi in cui il costo di percorrenza è fortemente dipendente dalla direzione (movimento anisotropico¹⁰⁷). Differenti tipologie di algoritmi vengono utilizzate e modificate per far fronte a questi fenomeni. Naturalmente, l'impatto di un approccio matematico, nelle sue varie forme, a problematiche di tipo storico - archeologico rimane questione ampiamente discussa.

¹⁰⁷ COLLISHONN, PILAR 2000

3. I casi di studio: Montecorvino, S. Lorenzo in Carmignano, Pantano (FG)

3.1 Un approccio multi-scala al paesaggio archeologico

Le ricerche condotte da chi scrive nell'ambito del progetto, hanno visto in questi anni l'utilizzo di molteplici approcci tecnici e metodologici alla materia. Il progetto trae origine ed ispirazione da una sperimentazione applicativa di GIS *intra-site* già condotta in precedenza sul sito medievale abbandonato di Montecorvino (Volturino, FG). Pur nella ricerca di una continuità metodologica, questo lavoro intende estendere le potenzialità di ricerca in senso geografico e tipologico, mirando a coniugare tipologie di analisi *Intra-site* ed *Inter-site* e di conseguenza l'attività di scavo stratigrafico e lo studio del paesaggio archeologico. L'obiettivo prefisso è utilizzare i risultati delle analisi spaziali, in particolare delle *Viewshed*, *Site Catchment* e *Cost Surface Analyses*, per formulare nuove ipotesi di lettura riguardanti le dinamiche endogene di occupazione e di popolamento delle regioni in esame.

Il progetto prevede una tipologia di indagine multi-scalare:

- a) Analisi a livello di singolo sito delle evidenze archeologiche totalmente o parzialmente indagate nelle campagne di scavo ("livello micro")

b) Analisi della relazione del singolo sito con il territorio circostante , indirizzata ad indagare le possibili relazioni tra il paesaggio antropico e l'ambiente circostante l'insediamento (“livello semi-micro”).

c) Analisi degli insediamenti nell'ambito del territorio, finalizzata a comprendere le reciproche relazioni tra gli stessi e le dinamiche sincroniche e diacroniche di occupazione e di popolamento della regione (“livello macro”).

Il suddetto approccio recepisce i principi base dell'*archeologia cognitiva*, tentando di coniugare a livello interpretativo gli aspetti processuali e post-processuali della *Settlement Archaeology*

Fondamentale è risultata la fase di acquisizione dati da molteplici fonti (cartografia storica, remote sensing, attività di rilievo e documentazione sul campo) e l'elaborazione degli stessi, al fine di ottenere la migliore base dati, dal punto di vista tecnico e grafico, per lo svolgimento delle analisi previste nell'ultima fase del progetto. Particolare attenzione è stata posta, tanto a livello di sito che su macro-scala, ai Modelli Digitali del Terreno (DTM) delle zone prese in esame, mirando ad ottenere una funzionale gestione degli stessi, in un'ottica di completa interazione col paesaggio ricostruito, oltre ad un'efficace resa grafica. Il fine è di analizzare l'influenza dei contesti geo-morfologici sulla nascita e sullo sviluppo degli

insediamenti in esame, anche in relazione alle risorse naturali disponibili in zona e al loro sfruttamento.

Analisi Spaziali inter-site e intra-site **(siti archeologici di Montecorvino, San Lorenzo in Carmignano, Pantano)**

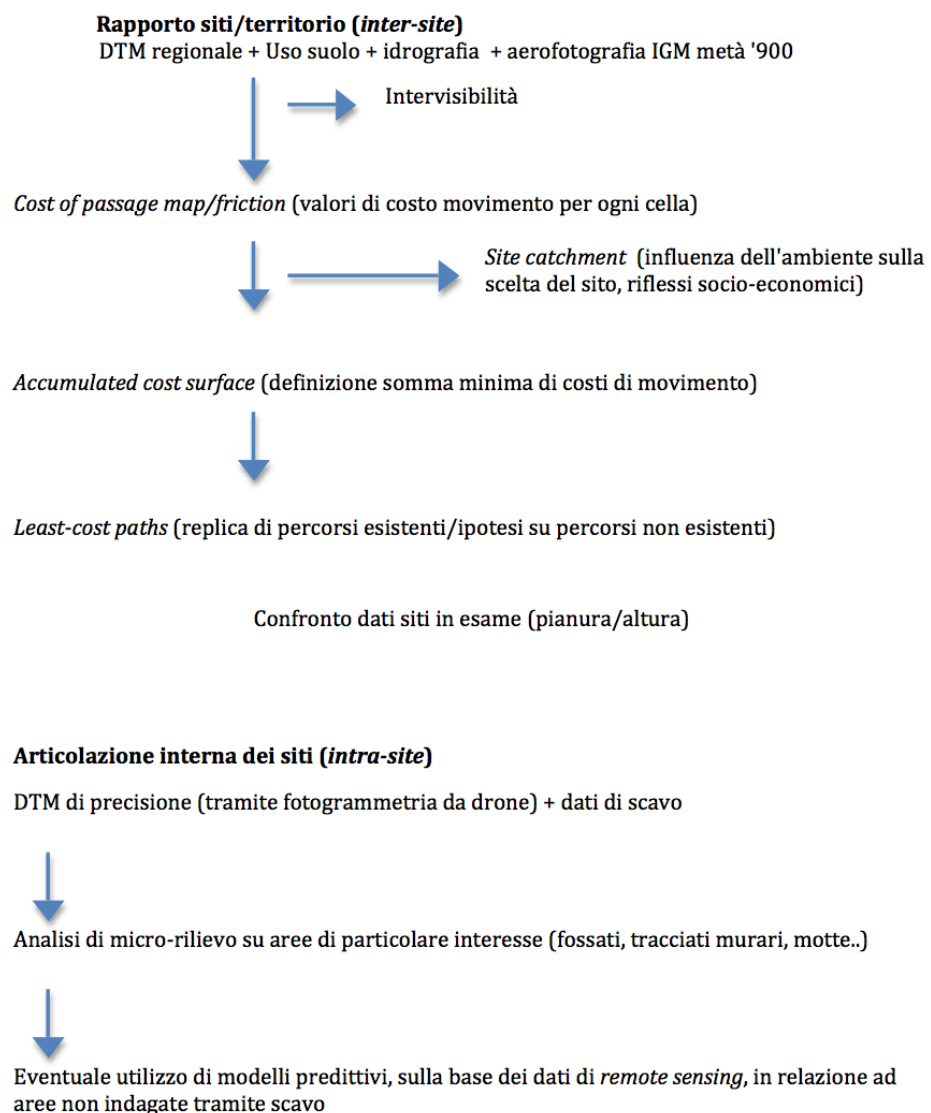


Fig. 5 - Schema concettuale dell'approccio di analisi spaziale multi-scala della ricerca

3.1.1 Analisi inter-site

In un'ottica di lettura integrata del paesaggio naturale e del paesaggio antropico, con particolare riferimento all'età svevo-angioina, sono state condotte alcune tipologie di analisi ben note soprattutto in ambito anglosassone, quali le *Viewshed* e *Cost Surface Analysis*.

Scopo di una *Viewshed Analysis* è giungere alla simulazione complessa delle relazioni tra morfologia del paesaggio e sistemi insediativi¹⁰⁸. Essa consente di calcolare il campo di osservazione (*line of sight*) di un ipotetico osservatore, sia nella sua declinazione di "analisi del campo visivo"¹⁰⁹, ovvero delle relazioni tra un sito e l'ambiente circostante, sia indagando le relazioni tra i diversi siti di un sistema insediativo (analisi di "intervisibilità")¹¹⁰. L'obiettivo è principalmente la ricostruzione del sistema di percezione del paesaggio antico, sulla base di parametri morfologico-ambientali e antropologici¹¹¹.

Le *Cost Surface Analyses* o "Analisi dei costi di percorrenza"¹¹², mirano, attraverso algoritmi, a ricostruire il consumo di energia speso da un individuo per muoversi nello spazio¹¹³. Il dato tiene conto dei potenziali ostacoli naturali o artificiali che possono rendere più difficoltosi gli spostamenti all'interno di un contesto territoriale. Tecnicamente viene elaborata una *Surface Cost Map*, che simula le caratteristiche

¹⁰⁸ PECERE 2006

¹⁰⁹ FORTE 2002

¹¹⁰ *Cumulative Viewshed Analysis* (WHEATLEY 1995, 171-186)

¹¹¹ ALDENDERFER 1996

¹¹² FORTE 2002

¹¹³ WHEATLEY, GILLINGS 2002, 147-163

geomorfologiche del paesaggio e la presenza di ostacoli naturali e artificiali. Tale modello deriva da una combinazione lineare pesata (*Weighted Linear Combination*) di layer¹¹⁴, in questo caso un modello di analisi delle pendenze (*slope*), cui è stato assegnato un peso del 66% e una carta dell'uso del suolo (*Corine Land Cover*), con un peso del 34% sul totale. Il modello *grid* in tal modo ottenuto, rappresenta la base di partenza, tanto per la definizione di *Least Cost Paths*, percorsi più convenienti (in relazione al dispendio di tempo ed energie) per spostarsi tra luoghi precedentemente individuati nell'ambito della ricerca, quanto per la definizione di bacini di approvvigionamento o *Site Catchment Areas* dei siti presi in esame.

Questa tipologia di analisi assume come punto di partenza il dato derivante dalle fonti documentarie e mira ad integrarlo, con l'obiettivo di arricchire la conoscenza del paesaggio naturale e antropizzato delle regioni in esame in età svevo-angioina.

¹¹⁴ VOOGD 1993

3.1.2 Analisi intra-site

Su micro-scala e in un'ottica di indagine intra-site, è stata completata, in una prima fase, durante la campagna di scavo 2014 presso il sito di Montecorvino (Volturino, FG), l'acquisizione di precisi dati spaziali riguardanti una delle peculiarità topografiche dell'insediamento medievale, ovvero la motta castrale. Il rilievo di una fitta maglia di punti tramite stazione totale e l'integrazione degli stessi con i dati esistenti relativi alle isoipse della zona hanno permesso di ottenere un modello digitale 3D della stessa, gestibile tramite diversi software e utilizzabile al fine di analizzare con precisione la morfologia di questa particolare tipologia di fortificazione. La scelta per la tecnica di interpolazione da utilizzare per ottenere la più precisa e realistica modellazione della superficie è ricaduta sul metodo denominato "Natural Neighbor", basato sui diagrammi di Voronoi, con risultati, allo stato attuale, soddisfacenti.

Le più recenti fasi della ricerca hanno visto l'utilizzo delle più innovative tecnologie di rilievo fotogrammetrico, sia tramite l'utilizzo di aeromobili a pilotaggio remoto (comunemente detti "droni"), sia tramite l'utilizzo di fotocamere a terra, adottando in entrambi i casi la tecnica "Structure From Motion" per la creazione di modelli tridimensionali di accuratezza centimetrica. La tecnica SfM consente di ricostruire la forma di oggetti attraverso la collimazione automatica di punti da un insieme di foto. Su questa base è possibile ottenere una superficie a triangoli TIN, ("Triangulated Irregular Network"), cui il software può sovrapporre una

texture fotografica, estratta dalle foto di partenza¹¹⁵. I modelli in tal modo ottenuti risultano perfettamente georiferibili e misurabili, permettendo operazioni di rilievo archeologico *a posteriori* rispetto alla campagna di scavo. In entrambi i casi sono state utilizzate strumentazioni "consumer level" (drone DJI Phantom 3 per le riprese aeree e fotocamera GoPro Hero4 Black per le fotografie a terra), dai costi relativamente contenuti, mirando ad ottimizzare il rapporto tra investimenti e risultati all'interno di un progetto di ricerca. L'esistenza di piattaforme online dedicate alla visualizzazione e gestione dei modelli tridimensionali, può facilitare enormemente la divulgazione del dato archeologico, sia grezzo che interpretato, nel solco di un ideale di "Archeologia Pubblica" e di un recupero del legame ideale tra paesaggio storico e comunità.

Tramite l'utilizzo di APR è stato possibile portare a termine il rilievo su base aerofotogrammetrica dell'intera area del sito di Montecorvino, con l'obiettivo di ottenere dettagliati modelli digitali di superficie (DSM) e del terreno (DTM), al fine di condurre analisi sul micro-rilievo di alcune aree peculiari del sito. La fotocamera installata sul drone ha ripreso circa 380 immagini dell'intera area, con ampia sovrapposizione tra le stesse, ad un'altezza di 50 m. dal suolo. Le immagini, successivamente processate, hanno permesso la creazione di un modello tridimensionale scalato e misurabile dell'area.¹¹⁶ L'utilizzo della fotografia da drone ha altresì costituito un'importante integrazione della documentazione fotografica esistente per il sito di Montecorvino, favorendo l'interpretazione

¹¹⁵ Uno dei risultati di queste elaborazioni, relativo al Saggio di scavo III di Montecorvino, è visibile all'indirizzo web: <https://sketchfab.com/models/5d7e6acf55744e7eb71546d9c7b0d62a>

¹¹⁶ Il modello tridimensionale texturizzato dell'intero sito è visibile all'indirizzo web: <https://sketchfab.com/models/1d0350f46c41405989cc05cc68e39f8e>

planimetrica delle strutture di scavo, soprattutto nell'area castrale, dove le indagini archeologiche stanno delineando distinte e complesse fasi edilizie.

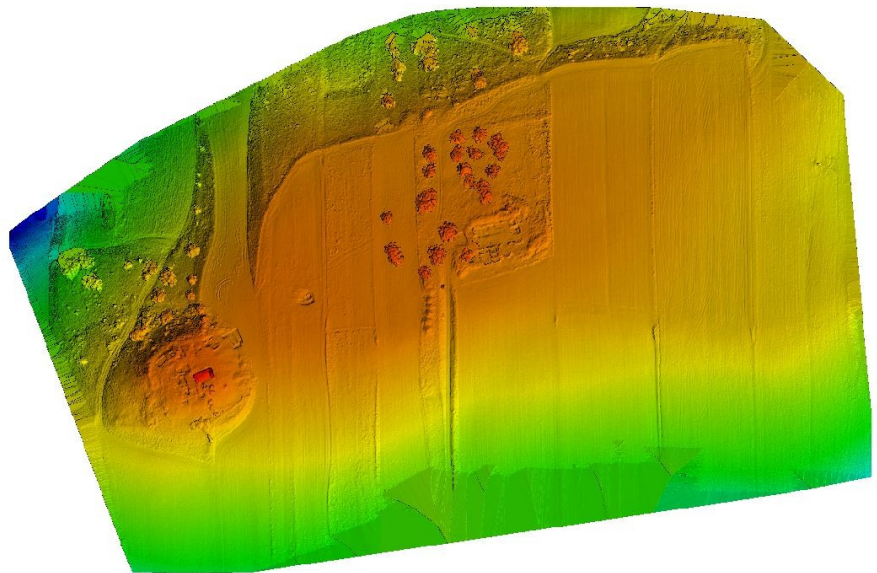


Fig. 6 - Elaborazione di un Digital Surface Model (DSM) di Montecorvino, sulla base del rilievo aerofotogrammetrico da drone

3.2 Inquadramento storico - archeologico

L'attività di ricerca archeologica presso il sito di Montecorvino, localizzato nel comprensorio dei Monti Dauni settentrionali, in territorio di Volturino (Foggia), ha avuto inizio nel 2006. L'antico abitato presenta tuttora imponenti emergenze architettoniche, ascrivibili alla cattedrale medievale, con strutture in elevato conservate fino ad oltre 3 metri e ad un'imponente torre, parzialmente conservata fino ad un'altezza di circa 24 metri. Sono dunque le architetture legate al potere signorile e al culto religioso le uniche testimonianze materiali tuttora visibili dell'abitato medievale.

Le prime fonti scritte utili a ricostruire la storia dell'abitato di Montecorvino risalgono alla prima metà dell'XI secolo. Si fa menzione di un atto privato stilato a Montecorvino nel dicembre del 1044¹¹⁷, nel quale al toponimo è associato l'appellativo di città. Pochi anni dopo Montecorvino è già indicata come sede vescovile. Il sito risulta al tempo inserito nel sistema difensivo bizantino, elaborato dal catapano Basilio Bojoannes, all'interno di una linea difensiva progettata in funzione anti-longobarda, lungo l'asse confinante con i domini beneventani¹¹⁸. La linea difensiva doveva sostanzialmente seguire il fiume Fortore, fino a riallacciarsi a sud-est con l'alto corso dell'Ofanto.

¹¹⁷ *RNAM*, IV, 312-314, n. 384

¹¹⁸ MARTIN 1992, p.261

L'abitato, dopo aver vissuto periodi piuttosto turbolenti sotto la prima signoria normanna, viene successivamente annesso alla Contea di Civitate e fra XII e XIII secolo sembra consolidare la sua posizione nel territorio. Dai primi decenni del Duecento la città è concessa in feudo a vari signori, tra i quali spicca, in età angioina, la figura di Pierre d'Angicourt¹¹⁹, già *prepositus reparationi castrorum* al servizio di Carlo d'Angiò e *protomagister* nel cantiere della fortezza di Lucera. Dall'inizio del XIV secolo il sito è indicato come in fase di declino e flessione demografica, le quali sembrano culminare nel XV secolo, quando la città subisce l'annessione della propria sede vescovile a quella della vicina Volturara (1433)¹²⁰. Testimonianze successive attestano una sporadica presenza abitativa ancora nel XVI secolo¹²¹.

Dal punto di vista topografico il sito è localizzato sul pianoro sommitale di un rilievo collinare, in posizione privilegiata per il controllo del territorio circostante. L'area su cui sorge l'insediamento ha un andamento lievemente discendente da Ovest verso Est e si allunga in senso SO-NE per circa 350 metri. La torre, collocata all'estremità sud-occidentale dell'area, risulta fondata su di un poggio subcircolare del diametro alla base di oltre 80 metri e di circa 8 metri di altezza, contornato sul versante orientale da un fossato. Diversi indizi portano a identificare il suddetto rialzo di terra come una motta artificiale¹²², tipologia fortificatoria di importazione normanna largamente attestata in Italia meridionale¹²³. L'edificio

¹¹⁹ RA, XXVII, p.110, n.93 (anno 1284); sulla figura di Pierre d'Angicourt si veda HASELOFF 1992, pp.160-167

¹²⁰ IP IX, p.151

¹²¹ Sarnelli alla fine del XVII sec. parla di "poche reliquie" ancora visibili (SARNELLI 1691, p.257)

¹²² Già Martin la definisce "*une véritable motte*" in MARTIN, NOYÉ 1982, p.253

¹²³ MARTIN NOYÉ 1988, pp.522-523; MARTIN 1994

presenta pianta quasi quadrata, misurando m. 12 in senso N-S e m. 10,96 in senso E-O, con cortine di spessore variabile. La porzione nord è quella meglio conservata, essendo preservata in altezza per m. 24,30. L'accesso è costituito da un arco a tutto sesto, localizzato presso l'angolo di innesto tra muro nord e muro ovest. Pur situandosi a livello dell'attuale piano di calpestio, il portale d'ingresso doveva essere localizzabile al primo piano della struttura¹²⁴, che si configurerebbe così come una struttura su quattro livelli, di cui soltanto tre attualmente visibili. L'ingresso dava accesso ad un ambiente coperto da volta a botte, illuminato da due finestre poste al centro della parete orientale. Al di sopra dell'apertura d'ingresso, sulla parete nord, è possibile notare una doppia fila di fori realizzati per l'alloggiamento di travi lignee, presumibilmente riconducibile all'utilizzo di una centina realizzata per la costruzione della volta e forse successivamente all'impianto di un soppalco o di un ballatoio. Le soluzioni di collegamento tra livelli non sembrano essere legate a dispositivi fissi, a meno che esse non fossero collocate nella porzione crollata dell'edificio. Più verosimilmente questa funzione doveva essere affidata a strutture lignee¹²⁵. L'ultimo piano presenta una finestra collocata quasi al centro della parete nord, caratterizzata all'esterno da un davanzale modanato, conci lapidei squadrati come stipiti e mensole aggettanti, al di sotto dell'architrave monolitico. La stessa tipologia di finestra è visibile nella torre di Pietramontecorvino e nel castello di Lucera. L'assottigliamento dello spessore della parete della torre, al di

¹²⁴ L'accesso al primo piano si configura come elemento peculiare dei *donjons* della Normandia e dell'Inghilterra. Nel comprensorio territoriale di Montecorvino, le torri di Pietramontecorvino e Tertiveri mostrano la medesima caratteristica (HASELOFF 1992, pp.371-373, 378-381)

¹²⁵ Nella torre di Tertiveri è stata rilevata invece l'esistenza di una originaria scala di collegamento tra il primo e il secondo piano.

sopra dell'ultimo piano, suggerisce la presenza di uno spazio scoperto sommitale, come si può dedurre anche dalla presenza di doccioni aggettanti per il deflusso dell'acqua piovana all'esterno della parete nord. La struttura appare piuttosto omogenea dal punto di vista costruttivo, lasciando così ipotizzare un'unica fase edilizia, seguita da limitati interventi di restauro. Le cortine murarie appaiono costituite da paramenti di bozze calcaree di dimensioni medie e medio-piccole, disposte su filari orizzontali, legati da abbondante malta. All'interno il nucleo appare apprestato in bancate apparecchiate, caratteristica che sembrerebbe essere peculiare di murature coeve di notevole spessore, in particolare con finalità difensive¹²⁶. Le murature occidentale ed orientale appaiono però realizzate con tecnica più accurata rispetto alla facciata nord e denotano l'utilizzo di bozze lapidee di dimensioni maggiori oltre che di una maggiore qualità della malta impiegata. Lungo la parete nord della torre si distinguono diciannove file orizzontali di buche puntaie, di forma generalmente quadrata o rettangolare, per la quasi totalità passanti e dunque riconducibili all'utilizzo di ponteggi di tipo incastrato o dipendente.

Il progetto archeologico sul sito di Montecorvino ha avuto inizio nel 2006, con i primi due anni di ricerca dedicati ad operazioni di diagnostica archeologica (ricognizioni di superficie e geognostica, lettura delle foto aeree, rilievi topografici). Nel 2008 è stato dunque avviato un programma

¹²⁶ Un'analisi di queste tecniche è in DOGLIONI, PARENTI 1993, pp.140-142

di scavo stratigrafico, concentrando l'indagine sui settori individuati come sede di architetture castrali ed episcopali¹²⁷.



Fig. 7 - Il sito di Montecorvino, foto aerea

La combinazione di analisi di superficie e verifiche stratigrafiche ha fin da subito denotato la presenza, sulla sommità del poggio ubicato al vertice occidentale dell'insediamento, di un polo architettonico signorile, a carattere residenziale e militare, distinto dall'abitato per mezzo di un fossato. Alla torre superstite va dunque sicuramente ad aggiungersi

¹²⁷ Il progetto archeologico di Montecorvino è curato dal Dipartimento di Scienze Umane dell'Università di Foggia e si avvale del sussidio finanziario dei Comuni di Pietramontecorvino e Motta Montecorvino. L'attività di ricerca è diretta dal Prof. Pasquale Favia e dalla Prof.ssa Roberta Giuliani.

un'altra struttura quadrangolare, individuata sul ciglio settentrionale del poggio, caratterizzata da un vano interno pressochè quadrato, con superficie interna di 9 mq. La struttura presenta muri massicci, con nuclei interni realizzati a bancate e le pareti interne appaiono rivestite di intonaco idraulico. Nella porzione indagata della struttura non sono visibili aperture ma è possibile cogliere indizi della presenza di un'imposta di copertura di tipo voltato. L'ambiente poteva dunque essere cieco e l'ingresso collocarsi al primo piano, similmente a quanto si riscontra nella torre principale. Il corpo di fabbrica si qualificherebbe dunque come una robusta torretta, seppur di non grandi dimensioni, facente parte del sistema fortificatorio castrale e posta a rinforzare il versante settentrionale.

Lo scavo ha permesso inoltre di indagare archeologicamente il versante meridionale della fortificazione, in particolare della porzione posta immediatamente a Nord-Ovest della torre principale. All'interno dell'area presa in esame è stato possibile individuare una piccola costruzione di forma rettangolare, con asse maggiore disposto in senso Nord-Sud ed il muro breve meridionale ad andamento curvilineo. La particolare configurazione planimetrica ha indotto ad interpretare la struttura verosimilmente come una chiesetta, monoabsidata e ad aula unica, misurante 7,60 m. in lunghezza e con una larghezza ricostruibile di circa 4 m. Ipotizzando un accesso sul lato orientale, rivolto quindi verso la torre, si può ragionevolmente ricostruire un rapporto architettonico preferenziale fra torre stessa e chiesetta, interpretando quest'ultima a tutti gli effetti come cappella castrale. Attorno alla cappella sembrano

essersi impiantati altri corpi di fabbrica, come l'ambiente occupante lo spazio retroabsidale fino alla fortificazione perimetrale meridionale del *castrum*, pavimentato con un semplice acciottolato di pietrisco minuto, o l'ambiente, largo circa 2 m., posto lungo il fianco occidentale della chiesa, con piano d'uso in terra battuta.

Nell'area localizzata al margine nord-orientale del pianoro su cui sorgeva il *castrum* è stata individuata una fossa circolare, ipoteticamente identificabile come una struttura produttiva connessa alla produzione della calce, attiva in età tardomedievale. In relazione a questa struttura è stata messa in luce una sorta di canaletta a profilo concavo e imbocco arrotondato, al cui interno veniva probabilmente bruciato il combustibile utilizzato in un secondo momento come carbone all'interno della fossa.

Nell'area della cattedrale di Montecorvino, le indagini condotte nel 2008 hanno innanzitutto permesso la verifica del perimetro della costruzione e la ricomposizione della planimetria longitudinale su asse Est-Ovest, con tre navate e tre absidi e torri angolari poste a delimitare il fronte orientale che verosimilmente ospitava l'ingresso principale. Lo studio delle murature, intrapreso contestualmente alla prima campagna di scavo ha permesso di individuare diverse fasi costruttive dell'edificio. Il lato occidentale, ivi comprese le absidi, sembra ospitare le murature più antiche della costruzione. Ad un momento di ripresa e ristrutturazione dello schema architettonico originario sembrano invece ascrivibili le strutture poste nella porzione orientale. Dati stratigrafici e analisi delle tecniche costruttive portano a collocare tra l'XI e i primi decenni del XII secolo la costruzione del nucleo originario della chiesa cattedrale, mentre

tra XII e prima metà del XIII secolo, dunque in epoca normanna o sveva, sarebbe stata eseguita una ristrutturazione dell'edificio¹²⁸. L'attività di scavo stratigrafico condotta nell'area compresa tra i resti architettonici delle due torri fiancheggianti il fronte orientale della chiesa ha portato all'individuazione di una muratura posta in direzione Nord-Sud, verosimilmente identificabile come fondazione della facciata della cattedrale, ove doveva aprirsi l'ingresso principale dell'edificio. Un altro ingresso è stato individuato sul fronte settentrionale, verosimilmente con funzione di collegamento diretto della basilica con la via principale dell'abitato. Gli ingressi dovevano essere dotati di basi lapidee e forse di colonnine deputate ad incorniciare il portale: nel complesso entrambi gli ingressi sembrano suggerire carattere di monumentalità. Lo spazio sacro interno alla chiesa sembra essere stato più volte utilizzato in funzione sepolcrale: una tomba con pareti in blocchetti lapidei era stata già individuata nel 2008 lungo il fianco settentrionale della chiesa¹²⁹. La deposizione riguardava un giovane adulto ed intorno ad essa, sullo stesso livello di posa, si trovavano altri cinque crani ed alcune fibbie in ferro. Nella stessa area è stata individuata una seconda tomba, la quale utilizzava come testata occidentale la risega di un semipilastro ed il cui fondo era apprestato su di un allineamento murario di fondazione, divergente dall'andamento del fianco della basilica e ipoteticamente pertinente alla fondazione dell'impianto originale della cattedrale. Una terza sepoltura è stata invece individuata a ridosso della risega di

¹²⁸ Cfr. GIULIANI 2011

¹²⁹ Lo studio dei resti osteologici è stato curato dal dott. Mauro Rubini, della Soprintendenza Ai Beni Archeologici del Lazio.

fondazione della facciata ed ha restituito ossa disconnesse, pertinenti a non meno di sette individui.

La campagna di scavo del 2010 ha visto l'estensione delle ricerche all'intero nucleo episcopale, collocato a Sud dell'aula ecclesiale. La basilica era di fatto in comunicazione, attraverso un varco largo circa 80 cm., con un ambiente di forma quadrangolare, probabilmente coperto da una volta a botte in pietra. Non è stato possibile rinvenire tracce di apprestamenti pavimentali, probabilmente a causa dell'asportazione degli stessi nel corso del tempo. Lungo la parete orientale del vano è stato individuato un piano compatto in terra argillosa mista a pietre e quattro concentrazioni di bruciato, in corrispondenza di altrettanti incavi presenti sul paramento, ad un'altezza di circa 75cm. dalla fondazione. Questi alloggiamenti dovevano essere funzionali all'inserimento di assi destinate a sostenere una struttura (banco o tavolato ligneo) addossata al muro orientale e posta in relazione funzionale con un grosso tubulo in terracotta inserito nella muratura stessa. Il suddetto ambiente andò incontro a rovina, forse nel corso del XIV secolo, e nuove modalità insediative si definirono sul crollo delle sue strutture. In particolare una delle nuove forme d'occupazione ha visto l'impianto di una canaletta delimitata da mattoni rettangolari, la quale attraversava l'ambiente da Sud a Nord, per poi piegare lungo il muro meridionale della basilica, verso il preesistente tubulo in terracotta inserito nella muratura orientale dell'ambiente. Le attività legate alla presenza di questa canalizzazione dovevano giovare di una tettoia in materiale deperibile, la cui esistenza è ipotizzabile dal riscontro della presenza di alcune buche di palo nei pressi del muro

orientale. Questa fase insediativa dell'ambiente, così come le successive, appare totalmente estranea a funzioni di servizio e supporto al culto, risultando piuttosto pertinente a destinazioni d'uso funzionali ad attività artigianali o di lavoro. Ad Ovest l'ambiente appare in collegamento con un altro vano non ancora indagato, mentre a Meridione esso è in comunicazione con un ambiente quadrangolare (amb. 15), lungo 4,30 m. e largo 2,10 e dotato di un unico accesso, in seguito tamponato, sul fronte orientale. Questo ambiente risulta stratigraficamente in appoggio rispetto al 5 e dunque di edificazione successiva. Il piano pavimentale del vano era costituito da un battuto di terra argillosa di colore giallo chiaro. Nella muratura meridionale è possibile notare la presenza di un foro, presumibilmente con funzione di scolo, contornato da un coppo e sfociante all'esterno nell'angolo sud-occidentale del vano. Anche la destinazione d'uso di questo ambiente pare riferibile ad attività artigianali e di servizio.

Tra gli ambienti 5 e 15 e la vicina cappella absidata di S. Alberto, anch'essa comunicante con il versante meridionale dell'aula di culto, nel 2010 è stato indagato un corridoio (spazio 16), misurante 60 cm. in larghezza e 10 m. in lunghezza. Questo ridotto spazio è anch'esso risultato utilizzato a fini funerari: nella porzione settentrionale sono stati infatti rinvenuti resti di ossa umane sconvolte. Un setto murario di circa 80 cm. si sviluppa in appoggio al muro di fondo orientale della cappella. La sua funzione appare pertinente ad una struttura di recinzione, verosimilmente destinata a delimitare il quartiere vescovile. Nello spazio irregolare definito dall'abside della cappella di S. Alberto e dalla muratura

suddetta è stata rinvenuta una piccola tomba, coperta da tre lastre calcaree informi. La deposizione (tomba n.5) riguardava un infante, deposto su di un fondo di pietre di medie e piccole dimensioni poste di piatto; un cranio relativo ad una seconda deposizione era posto ai piedi dell'inumato.

L'area dell'abitato di Montecorvino è stata indagata in due zone campione nella porzione ai piedi del poggio su cui sorge la torre tramite prospezione geomagnetica¹³⁰ e successivamente tramite un saggio di scavo nel 2010. Il magnetogramma ha delineato una topografia urbana del sito incentrata su di una direttrice principale, verosimilmente identificabile con un tracciato stradale, corrente dalla zona castrale fino al versante settentrionale della cattedrale. L'organizzazione insediativa pare configurarsi attorno a questa direttrice, con strade minori e vicoli che si dipartono da essa, delimitando isolati paralleli.

Un saggio stratigrafico di 5x5 m. è stato impiantato nel 2010 lungo l'ipotetico percorso della principale via cittadina, a circa 20 m. a Est della cattedrale. A circa 1 m. di profondità è stato individuato un piano di calpestio in terra battuta, di matrice argillosa e colore nerastro, recante tracce dell'apprestamento di un acciottolato. Almeno cinque strutture ipogee sembrano intaccare il piano, di queste soltanto una è stata completamente indagata. Essa appare come una fossa granaria a imboccatura quadrangolare e sezione cilindrica, realizzata direttamente nel battuto. La profondità massima è risultata essere 2,50 m., il diametro del fondo 1,10 m. , mentre le misure dell'imboccatura sono di 90x71 cm.

¹³⁰ La rilevazione geomagnetica è stata curata dal prof. M. Ciminale del Dipartimento di Geofisica dell'Università di Bari.

Questo settore dell'insediamento pare dunque essere stato destinato ad ospitare diversi silos granari, in una configurazione tale da richiamare l'idea di un "piano delle fosse", presumibilmente in epoca anteriore alla metà del XIII sec. , come suggerirebbe la classificazione dei reperti ceramici. La vicinanza con il complesso di culto permette anche di avanzare ipotesi circa una relazione funzionale tra le due aree. Alla dismissione della fossa granaria dovette seguire l'utilizzo della stessa come immondezzaio, come testimonierebbe la presenza di numerosi reperti ceramici ed ossa animali.

Nel 2011 non è stato possibile proseguire l'indagine nel complesso costituito dalla cattedrale e dai corpi di fabbrica ad essa annessi o su essa gravitanti (saggio I) e neppure proseguire l'analisi avviata nel 2010 (saggio V) su settori dell'insediamento relativi alle zone di abitato del borgo, ovvero di residenza della popolazione e pertanto la ricerca si è totalmente concentrata nella zona castrale del sito. In particolare il saggio II, ubicato nei pressi della torre ha avuto l'obiettivo di chiarire la natura strategico-difensiva del complesso, mentre i saggi III e IV hanno mirato ad esaminare il versante settentrionale del *castrum*.

Nel 2011 nell'area del saggio II, ormai estesa per diversi mq e articolata in vari ambienti, si è deciso di aprire nuovi versanti di ricerca, con allargamenti sia verso Nord che verso Sud. L'espansione settentrionale ha mirato a verificare la presenza di una "corte" o area aperta antistante il muro di facciata dell'amb. 10, scavato durante la campagna 2010 e interpretato come "cappella". Questo ampliamento (4,5x6 metri) ha messo in luce due spazi, identificati rispettivamente come ambienti 14 e

19. A Sud, il secondo ampliamento ha inteso invece verificare l'andamento della cortina meridionale del recinto castrale e verificare eventuali tracce relative al carattere artificiale del rilievo su cui si erge la torre ed eventuali preesistenze alla torre stessa. Nell'impossibilità per motivi di sicurezza di allargare lo scavo alla metà orientale della cappella, nel 2011 ci si è limitati a mettere in luce completamente la facciata settentrionale della chiesetta. In effetti, come ipotizzato, su questo fronte non si è rintracciato alcun elemento ascrivibile a un ingresso. Assume dunque maggiore probabilità l'ipotesi che la chiesa possa avere assolto il ruolo di vera e propria cappella castrale, verosimilmente con accesso riservato dalla torre. Nell'ambiente 12, al termine della campagna 2010, lo scavo si era arrestato alla quota della messa in luce dell'imboccatura di una fossa granaria (Fig. 8) e della relativa quota d'uso. Lo scavo di tale fossa granaria ha però messo in evidenza al fondo la presenza di un resto murario che per quota e allineamento appare riferibile, ipoteticamente, a fasi precedenti la conformazione castrale assunta con l'edificazione della torre e del relativo recinto murario. La fossa infatti è stata realizzata "in appoggio" all'USM 1224, una struttura muraria realizzata a doppio paramento, con blocchi di medie e grandi dimensioni, sbazzati sulla faccia vista e allettati con terra argillosa e grumi di malta. Tale setto murario potrebbe essere sicuramente ricondotto ad una delle prime fasi dell'insediamento di Montecorvino, come è possibile dedurre dalle altimetrie registrate, da un andamento completamente difforme rispetto alle altre strutture dell'Ambiente 12 nonché dalla tipologia della tecnica costruttiva. Dopo essere stata dismessa, la fossa granaria, fu utilizzata in

maniera particolare come luogo cimiteriale , come testimonia una sepoltura ‘adagiata’ sul fondo (Fig. 9) US 1227, realizzato con terra battuta di matrice argillosa e grumi di malta, funzionali all’isolamento dall’umidità delle derrate granarie. La sepoltura individuata, USD 1230, era delimitata a Nord-Est dalla struttura muraria USM 1224 e ricoperta da uno strato di terra di matrice argillosa di colore giallastro US 1228.

La sequenza stratigrafica individuata all’interno della fossa granaria ha consentito, inoltre, di indagare l’ultima fase del silos che fu verosimilmente destinato ad ‘immondezzaio’, come lascerebbero ipotizzare i numerosi reperti ceramici (ceramica comune, da mensa e da fuoco, ceramica invetriata con vernice bruna e verde di produzione valenciana), metallici, associati a reperti faunistici, che tutte le US di riempimento hanno restituito in discrete quantità.



Fig. 8 - Saggio II, Amb. 12, fossa granaria



Fig. 9 - Saggio II, Amb. 12, sepoltura all'interno della fossa granaria

Per la campagna di scavo 2011 si è deciso di impostare un ampliamento ad est del saggio III, scavato nel 2009. Il saggio di approfondimento, impostato a partire dal punto di declivio della zona castrale in direzione del fossato, per un'area complessiva di scavo di m. 5x8, è stato impiantato per verificare i caratteri del deposito stratigrafico nel settore e per cercare di stabilire la natura artificiale o naturale del poggio su cui è impostato il complesso difensivo. L'indagine ha messo in evidenza un setto murario, visibile solo in cresta, di andamento N/S (USM 390), intercettato in corrispondenza di una porzione del limite orientale del saggio e costituito da blocchi calcarei sbozzati, che presentano una facciavista su entrambi i paramenti. Il muro sembrerebbe privo o molto povero di legante.

Successivamente viene messa in opera una seconda struttura muraria (USM 380), sostanzialmente coincidente con la prima (caratterizzata cioè dallo stesso orientamento, anche se di poco arretrata) ma quasi addossata al suo paramento W. L'apparecchiatura muraria risulta composta da filari irregolari di pietre sbozzate e ciottoli legati da malta a granulometria fine, con l'aggiunta di zeppe. A questo muro si lega un'ulteriore struttura, in disposizione ortogonale rispetto a USM 380 (di andamento E/W) costituito da un doppio paramento costituito da ciottoli spaccati, a formare una faccia a vista e da un nucleo di scapoli lapidei annegati nell'argilla (USM 385).

Questi due allineamenti descrivevano probabilmente l'angolo di un ambiente le cui fasi di frequentazione dovettero attestarsi intorno alla prima metà del XIV secolo, purtroppo gli intensi rimaneggiamenti strutturali successivi a tale fase hanno cancellato le tracce relative ai piani d'uso originari di questo vano. Infatti, intorno alla metà del XIV secolo, sia il muro 385 che parte dell'USM 380 vengono rasati e parzialmente obliterati da un piano di argilla con piccoli ciottoli e frammenti lapidei (US 392=386), probabilmente interpretabile come piano di cantiere per la costruzione di nuove strutture murarie. È in questo momento che vengono eretti due allineamenti: si tratta di un muro di andamento N/S (USM 370), costituito da blocchi calcarei sbozzati, conservato per un'altezza di circa 1,80 m. e una lunghezza di circa 5 m. (pari all'intera lunghezza dell'area di indagine), al quale si appoggia una struttura ortogonale di andamento E/W (USM 360 e 395) che va a congiungersi a E con l'USM 380, delimitando in questo modo un ambiente (Amb. 21) di

circa 7,50 m per una larghezza di almeno 4 m. (non è stato rinvenuto il muro di chiusura sud dell'ambiente, che corre al di là del limite di sezione dell'area indagata).

A circa un metro dall'angolo E di tale ambiente si apre un ingresso piuttosto largo (circa 1,60 m), caratterizzato da una lieve strombatura verso l'esterno, ottenuta tramite una fine lavorazione dei blocchi calcarei dei due stipiti del muro, azione che manifesta un'intenzione di monumentalizzare l'ingresso al vano. Tra gli stipiti è visibile una soglia (USM 375), costituita da blocchi calcarei sbozzati, lievemente rialzata rispetto ai primi piani d'uso dell'ambiente. Allo stato attuale della ricerca risulta essere difficile assegnare a tale spazio una funzione precisa, in quanto lo scavo non ha restituito ulteriori elementi per ricostruire ulteriori elementi d'arredo, fissi o mobili; né all'interno delle stratigrafie dell'ambiente sono stati rinvenuti materiali in grado di stabilirne univocamente una funzione specifica, pare in ogni modo chiaro però, dato il suo posizionamento in prossimità del circuito di cortina dell'area, che esso possa essere interpretato come ambiente di servizio legato alle attività svolte all'interno della zona castrale.

Nel corso della campagna di scavo del 2011 è stata ripresa l'indagine dell'area nord-occidentale della zona castrense (saggio IV), dove erano già stati riportati alla luce i resti di una torretta verosimilmente collegata al recinto murario ed utilizzata come cisterna per la raccolta dell'acqua (essa presenta infatti un rivestimento alle pareti in malta idraulica). Le ricerche si sono concentrate per gran parte della campagna di scavo sulla torretta (ambiente 18) per chiarirne gli aspetti strutturali, la profondità e

le caratteristiche degli strati di riempimento. È stata inoltre ampliata l'area del saggio, in particolare verso est, con lo scopo di mettere in evidenza l'intera struttura e chiarirne il rapporto con le aree limitrofe. Nel corso della campagna di scavo del 2011 è stata ripresa l'indagine dell'area nord-occidentale della zona castrense, dove erano già stati riportati alla luce i resti di una torretta verosimilmente collegata al recinto murario ed utilizzata come cisterna per la raccolta dell'acqua (essa presenta infatti un rivestimento alle pareti in malta idraulica). Le ricerche si sono concentrate per gran parte della campagna di scavo sulla torretta (ambiente 18) per chiarirne gli aspetti strutturali, la profondità e le caratteristiche degli strati di riempimento.

È stata inoltre ampliata l'area del saggio, in particolare verso est, con lo scopo di mettere in evidenza l'intera struttura e chiarirne il rapporto con le aree limitrofe. Nel corso della precedente campagna era stato individuato un setto murario con andamento est-ovest (USM 409) addossato al muro di delimitazione ovest dell'ambiente 18, realizzato con bozze, blocchetti e lastre lapidee, di piccole e medie dimensioni, disposte su filari orizzontali (con alcune zeppe laterizie per regolarizzarli) ed un nucleo "a sacco". Il muro è stato interpretato come un tratto della cinta muraria del nucleo castrale, forse realizzato in una fase di ristrutturazione dell'assetto originario; esso infatti potrebbe essere stato realizzato nella stessa fase della suddetta torretta, ma cronologicamente in un momento posteriore, in quanto esso pare appoggiarsi all'USM 405. Nel corso della campagna 2011, tuttavia, non è stato possibile chiarirne lo sviluppo poiché il saggio è stato ampliato prevalentemente verso est. Sul

versante orientale sono stati messi in luce altri due setti murari probabilmente successivi alla realizzazione della torretta. Il primo setto murario (USM 427) si addossa all'estremità sud-orientale dell'USM 424 (paramento est dell'ambiente 18) ed ha un andamento obliquo in senso nord-ovest/sud-est; è costituito blocchi e bozze lapidee posti su filari orizzontali ma piuttosto irregolari (che richiedono perciò l'utilizzo di molte zeppe lapidee e laterizie) legati con terra mista a grumi di malta (Fig. 29). Alla parte meridionale del muro, si lega un setto murario (USM 428) con andamento nord-sud, anch'esso realizzato con blocchi, bozze e zeppe lapidee impiegate per regolarizzare i filari orizzontali, legati con malta mista a terra. Il muro è visibile solo in minima parte poiché posto immediatamente al limite del saggio.

Le indagini archeologiche condotte nel 2012 e 2014 nell'area della chiesa Cattedrale hanno rivelato che tra fine XI e prima metà del XIII sec. gli spazi a S della chiesa erano adibiti a sepolcreto¹³¹. Il fatto che alcune tombe risultino addossate alla fiancata S della chiesa induce a pensare che il cimitero sia successivo alla ristrutturazione dell'edificio ecclesiastico avvenuta fra fine XI - prima metà XIII sec. L'area sembra essere stata riconvertita nella seconda metà del sec. XIII: viene difatti parzialmente obliterata dalla costruzione di un edificio rettangolare (amb. 5), interpretabile come primo nucleo del complesso episcopale¹³². Il nucleo episcopale fu ampliato tra fine XIII e XIV sec., assumendo una configurazione rettangolare (9,15x18,8 m), con asse longitudinale E-O¹³³. Dall'indagine è emerso che gli amb. 15, 24 e 28, subirono un crollo e

¹³¹ Sono state identificate sei sepolture (tombe nn. 5-10)

¹³² FAVIA *et al.* 2015, p. 143

¹³³ In questa fase furono aggiunti al vano 5 gli amb. 15, 24, 28

caddero in disuso, forse a causa di un incendio¹³⁴, mentre i vani 5 e 28 conobbero nuove forme di occupazione tra fine XIV-XV sec., momento in cui l'episcopio di Montecorvino fu annesso alla diocesi di Volturara (1433)¹³⁵. Il culto di Sant'Alberto, affermatosi a partire dal XIII sec. fu probabilmente all'origine del progetto di costruzione, sulla lato S, di una cappella identificabile nel piccolo edificio absidato, eretto in appoggio ai muri della chiesa e ad essa collegato, frutto di intervento di maestranze specializzate¹³⁶. Sullo stesso lato S vennero in seguito costruiti, tra XIII e XIV sec., ambienti di servizio e residenziali ad uso del clero. Il complesso appare, nella sua ultima fase, connotato da un ampliamento di superficie, che lo rende non dissimile per dimensioni dagli episcopi datati da età normanna a epoca angioina nella Francia occidentale. Per l'amb. 5, direttamente connesso alla chiesa, è stata ipotizzata una funzione strettamente legata al culto, mentre l'amb. 24 sembra aver svolto funzione di sala di rappresentanza. Pratiche artigianali o trattamento e lavorazione di risorse alimentari dovevano svolgersi nell'amb. 15. Resta aperta la questione riguardante la collocazione originaria dell'episcopio, in età bizantina e normanno-sveva, quando sul lato S della Cattedrale si sviluppava la necropoli. Non può escludersi l'ipotesi che fosse localizzato sul lato opposto o in posizione distaccata, casistiche documentate in altri contesti¹³⁷.

¹³⁴ FAVIA *et al.* 2015, p. 144

¹³⁵ *Ibidem*

¹³⁶ GIULIANI, CARDONE, MANGIALARDI 2015, pp. 229-231

¹³⁷ RENOUX 1994, pp. 53-57; MILLER 2000

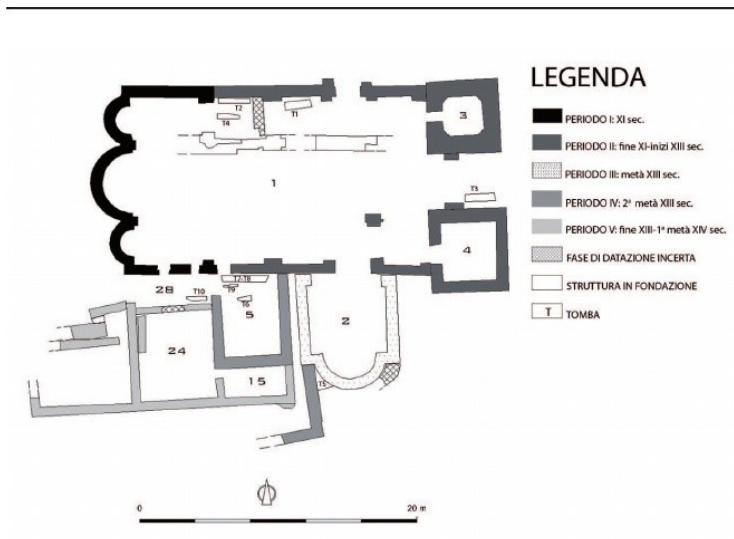


Fig. 10 - Planimetria del complesso episcopale di Montecorvino (da FAVIA *et al.* 2015, elaborazione di G. D'Amelio)

Le indagini condotte dal 2011 al 2014 nel settore NO dell'area castrale hanno consentito di mettere definitivamente in luce le vestigia di una seconda torre difensiva, di forma pentagonale, con un vertice a "puntone" rivolto verso E¹³⁸. Posizione e caratteristiche della struttura inducono a definirne il carattere difensivo, abbinato a esigenze funzionali (utilizzo come cisterna). La realizzazione della torre pentagonale sembra risalire alla prima metà del XIII sec., successivamente all'edificazione del mastio quadrangolare, in un programma di rafforzamento dell'intero *castrum*.

Due piccoli sondaggi di scavo sono stati effettuati all'esterno del fronte S di delimitazione della rocca angioina. Un primo saggio, nella porzione occidentale, ha messo in luce un breve segmento murario privo di malta e pochi resti di un secondo allineamento di pietre, mentre il secondo sondaggio, a ridosso del lato S della torre, ha evidenziato un lacerto murario con orientamento S-E/N-O, stratigraficamente precedente alla

¹³⁸ La struttura si conserva soltanto nella porzione inferiore, priva di aperture (FAVIA *et al.* 2015, p. 147)

torre stessa e databile alla prima metà o a cavallo della metà dell'XI sec. Fasi antecedenti alla costruzione del mastio normanno si evidenziano anche nei reimpieghi di alcune creste murarie dell'amb. 9 e al di sotto delle fondazioni della cappella castrale bassomedievale (amb. 10) e della fossa granaria messa in luce nel vano ad essa adiacente (amb. 12)¹³⁹. L'attività di scavo nell'ambiente 9 ha permesso di delinearne la sovrapposizione ad un preesistente vano (amb. 23) che presenta tracce d'imposta di una volta, dato che suggerirebbe una lettura dello spazio come cisterna voltata e forse parzialmente interrata. A N della cappella castrale e dell'attiguo ambiente con presenza di fossa granaria è stata messa in luce un'area trapezoidale (amb. 27) con una disposizione di laterizi (in parte di età romana, di reimpiego) nell'angolo S-O interpretabile come un piano per la cottura di cibi. Tale configurazione condurrebbe a identificare il vano come cucina e il vicino amb. 19, con esso comunicante attraverso un lungo gradino, come dispensa o magazzino.

La ricerca condotta, a partire dal 2011, lungo il versante E dell'altura castrale, è stata indirizzata all'accertamento della presenza di strutture e dell'eventuale esistenza di accumuli artificiali di terreno a carattere difensivo¹⁴⁰. Nel comparto N-E è stato messo in luce un corpo di fabbrica rettangolare, stratigraficamente databile al XIV sec., pur con l'utilizzo, in qualità di appoggi o sostruzioni, di allineamenti murari preesistenti. La fase bassomedievale vede una prima suddivisione in due ambienti (20 e 21), collegati da un ampio accesso con stipiti strombati; successivamente

¹³⁹ FAVIA et al. 2015, p. 149

¹⁴⁰ FAVIA, MARUOTTI 2013, pp. 98-100

l'amb. 20 fu smantellato e il 21 interessato da almeno tre fasi di frequentazione¹⁴¹. L'amb. 29, individuato ad E dell'amb. 21, presenta una combinazione muraria con il lato N in linea con il fianco dell'amb. 21, mentre quello E parrebbe definire il fronte di delimitazione bassomedievale dell'intera rocca signorile. È ipotizzabile che lo stesso, nel suo punto di interruzione, definisca parte di un accesso per la salita all'intera area castrale¹⁴².

A partire dal 2012 è ripresa l'indagine nell'area dell'abitato, precedentemente interessata soltanto da un piccolo saggio di scavo nel 2010. Lo scavo del saggio VI ha fornito dati su un utilizzo, in una prima fase (XII - prima metà XIII sec.), dell'area come spazio aperto, in cui fu ricavata una serie di fosse ovoidali¹⁴³. L'assenza di tracce di strutture abitative in questa fase (almeno fino alla metà del XIII sec.) induce a ritenere la destinazione d'uso di questi spazi legata a ruoli produttivi o artigianali. Un vasto edificio (con asse maggiore in senso E-O) fu edificato intorno alla metà del XIII sec., successivamente suddiviso in 3 vani (amb. 26, 30, 31) nella prima metà del XIV sec. In seguito a crolli e rimaneggiamenti, l'edificio fu verosimilmente abbandonato dopo la metà del XIV sec.¹⁴⁴

Al centro del Tavoliere di Puglia, alle porte di Foggia, vanno ubicati il sito di San Lorenzo in Carmignano e la vicina area di Pantano. San Lorenzo è sito noto già dall'Antichità e rappresenta nel Medioevo uno degli stanziamenti più importanti della piana. Le fonti storiche, peraltro

¹⁴¹ FAVIA et al. 2015, p. 152

¹⁴² *Ibidem*

¹⁴³ *Ivi*, p. 155

¹⁴⁴ *Ivi*, p. 157

piuttosto cospicue¹⁴⁵, permettono di seguirne l'evoluzione dall'XI al XIV sec¹⁴⁶. Il sito sorge ad un'altezza di circa 69 m. in area pianeggiante e originariamente paludosa, poco distante dal sinuoso corso del Cervaro, che nel Medioevo alimentava una diramazione più vicina all'insediamento, citata nelle fonti col nome di Separone, di cui si conserva il toponimo¹⁴⁷. Località citate negli atti medievali quali *lacus Rotundus*, *Salix*, *Balneum*, *Pantanum*¹⁴⁸.

Tracce archeologiche ancora evidenti nella prima metà del secolo scorso¹⁴⁹ hanno subito l'impatto, in alcuni casi distruttivo, di nuove installazioni agricole, industriali e residenziali, nell'ambito di un progressivo ed inarrestibile sviluppo della cinta urbana. Le ricognizioni archeologiche e le riprese dall'alto avevano già evidenziato le peculiarità topografiche del sito di San Lorenzo: una superficie di oltre 25 ha, racchiusa da un perimetro di fossati e terrapieni. Nello specifico, è stato possibile distinguere tre comparti delimitati da fossati fra loro allacciati (Fig. 12): un recinto settentrionale (recinto I) di forma approssimativamente trapezoidale, che doveva essere delimitato da mura, esteso su circa 7 ha, un altro (recinto II) collocato in posizione nord-occidentale, di dimensioni più contenute e morfologia semicircolare

¹⁴⁵ In particolare gli atti dell'Archivio Capitolare di Troia, del cui vescovo San Lorenzo era possedimento (MARTIN, NOYÈ 1991, p. 231)

¹⁴⁶ C.D.P. XXI; arch. Capit. Troia (dopo il 1266)

¹⁴⁷ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 233; C.D.P. XXI, 28 (1092), 99 (1182), 45 (1122), 146 (1230); Arch. Cava LII, 64 (1248)

¹⁴⁸ C.D.P. XXI, 28 (1092), 156 (1242)

¹⁴⁹ Sulle pionieristiche ricerche condotte a San Lorenzo nel '900 si veda: HASELOFF 1992, pp. 79-88; LEISTIKOW 1971; MARTIN, NOYÈ 1987; FAVIA 1987. Sull'utilizzo nell'area dell'aerofotografia per lo studio dei paesaggi medievali: BRADFORD 1949, pl. Vb; Id. 1950, pp. 93-94; SCHMIEDT 1968, p. 923, tav. XXXVII; ALVISI 1975, p. 455, fig. 14; GUAITOLI 2003, pp. 116-117, fig. 215-218; GOFFREDO 2006, p. 223, fig.16

e un terzo settore (recinto III), nella porzione meridionale, di forma ellittica e assai vasto (fino a 15 ha)¹⁵⁰.

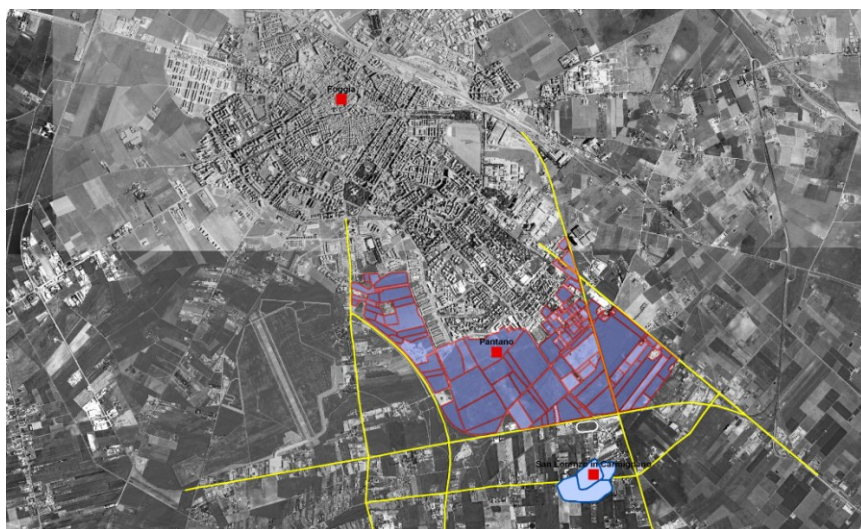


Fig. 11 - Localizzazione dei siti di Pantano e S. Lorenzo in Carmignano in relazione alla città di Foggia

¹⁵⁰ Haseloff e Bradford scrivono ancora di un vallo alto circa 20 m. e alto 5 e di un fossato ampio 10 m. (Cfr. FAVIA *et al.* 2009, p. 382)

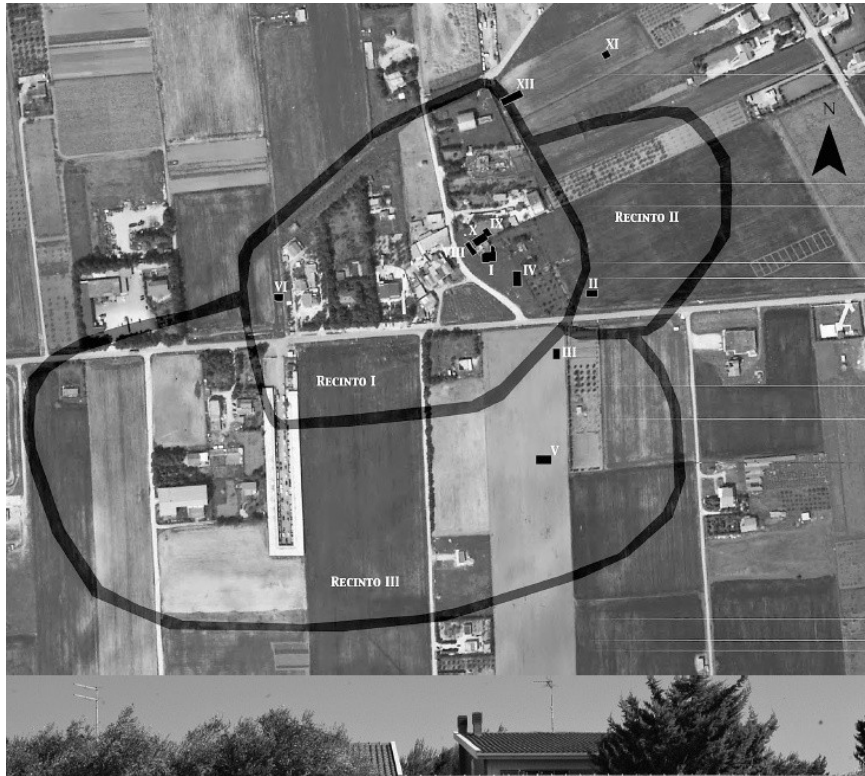


Fig. 12 - Ubicazione dei recinti delimitati da fossati e terrapieni ed indicazione dei saggi di scavo delle indagini archeologiche condotte nel 2005/2006 (da FAVIA et. al. 2009)



Fig. 13 - Vallo e fossato, fotografati a San Lorenzo da A. Haseloff (HASELOFF 1992, p. 85)



Fig. 14 - Resti di strutture, fotografati a San Lorenzo da A. Haseloff (HASELOFF 1992, p. 86)

La parte più antica dell'abitato medievale potrebbe essere sorta su una minima altura, sopraelevata di circa 3/4 m. rispetto al territorio circostante¹⁵¹. Tale sistemazione potrebbe ragionevolmente essere artificiale e ricondursi al riversamento, su una ristretta area, di detriti di baluardi precedentemente esistenti¹⁵². Lo scopo sarebbe chiaramente stato mettere al riparo l'habitat dall'umidità, considerata la natura paludosa della zona e forse un drenaggio meno efficiente nell'area rispetto all'epoca romana. L'insediamento è citato nell'antichità con il nome di *Carneianum* o *Carminianum* e fu verosimilmente capoluogo di un *saltus* imperiale in epoca tarda. Fu sede episcopale nel V sec¹⁵³. e

¹⁵¹ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 234

¹⁵² *Ibidem*

¹⁵³ Viene citato un *Probus, Episcopus Carneianensis* (I.P. IX, p. 227 n. 1; *Ibid.* p. 227)

considerata la mancanza di notizie circa un vescovo di Arpi, dovette gestire un'ampia diocesi¹⁵⁴. La prima menzione del sito in epoca medievale è in un diploma ducale del 1092¹⁵⁵, con il quale il duca Ruggero offre il *casale* e i suoi abitanti al vescovo di Troia; la fondazione doveva essere, al tempo, recente¹⁵⁶. È del 1167 la prima qualifica del sito come *castrum*¹⁵⁷. Sembra che il sovrano Federico II abbia, in seguito, (prima del 1237) trasferito gli abitanti dell'insediamento in altri *casalia* imperiali, tra cui Ortona¹⁵⁸. È probabile che la volontà imperiale fosse quella di riorganizzare gli insediamenti della pianura, considerata la predilezione del sovrano per Foggia, in cui aveva fatto erigere un palazzo e la costruzione della *Domus Pantani*¹⁵⁹, tra la stessa Foggia e San Lorenzo. Il sito parrebbe cedere importanza, ma ancora nel 1255 è protagonista, unitamente a Pantano, dello scontro tra le truppe pontificie e quelle di Re Manfredi¹⁶⁰. Soltanto nel 1288 è nuovamente degradato al rango di *casale*¹⁶¹ e nel 1363 è definito *inhabitatum*¹⁶².

Le indagini archeologiche condotte sul sito dall'Università di Foggia nel 2005 - 2006¹⁶³ e nel 2009 hanno visto l'adozione di un approccio vicino ai principi dell'archeologia urbana¹⁶⁴, attraverso l'ampia adozione di

¹⁵⁴ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 235

¹⁵⁵ C.D.P. XXI, 28

¹⁵⁶ In seguito, nel 1100, il vescovo di Troia Uberto emana un documento che fissa le consuetudini per gli abitanti del luogo (C.D.P. XXI, 33); il duca Guglielmo tiene a San Lorenzo una corte alla quale partecipa lo stesso vescovo, che doveva possedere in loco una residenza (C.D.P. XXI, 46)

¹⁵⁷ Arch. Cava XXXII, 23

¹⁵⁸ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 237 ; Ciò risulta da tre atti (C.D.P. XXI, 153, 154, 155), ma in essi non c'è menzione della distruzione del sito

¹⁵⁹ HASELOFF 1992, p. 79-88; v. *infra*

¹⁶⁰ JAMSILLA, c. 572 D e 574 A

¹⁶¹ Arch. Capit. Troia A 27b

¹⁶² Arch. Capit. Troia E 47a; in realtà già dal 1336 sembra che il suo territorio non sia più abitato (Arch. Capit. Troia B 25c)

¹⁶³ FAVIA, DE VENUTO, DI ZANNI 2006

¹⁶⁴ FAVIA *et al.* 2009, p. 382

tecniche non invasive, cercando di approfondire le dinamiche di sviluppo di un insediamento medievale di pianura con importanti preesistenze di età romana e una forte connotazione identitaria legata alla chiesetta presente in zona.

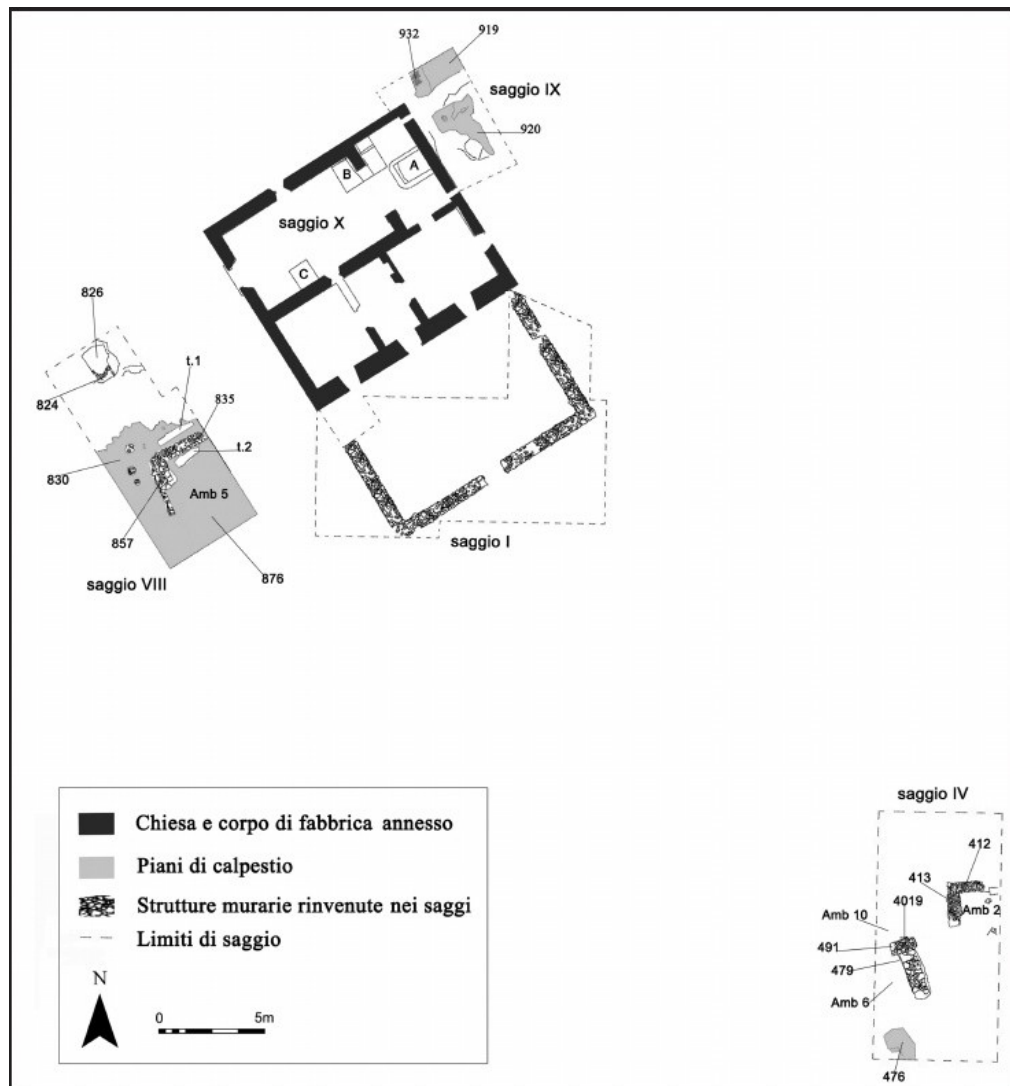


Fig. 15 - Impianto dei saggi di scavo realizzati presso il recinto I e la chiesa (da FAVIA et al. 2009)

Il saggio IV, impiantato 20 m circa a SE della chiesa, ha restituito tracce di occupazione ascrivibili al XIII - XIV sec. e residui elementi di epoca tardoantica. In particolare, nella porzione S del saggio, sono stati definiti due ambienti, parzialmente delimitati dall'incrocio di due setti murari

(amb. 6: USM 479-491; amb. 10: USM 491-4019165) e un battuto in terra, punteggiato da buche di palo, che suggerisce la presenza di strutture in materiale deperibile. Simili apprestamenti sono stati riscontrati all'interno dell'amb. 2, nel settore N del saggio di scavo. Le fasi di frequentazione più tarda di questi ambienti sembrano ricondurre ad un utilizzo degli stessi come spazi aperti, dato confermato dalla presenza di alcuni lembi di acciottolato. Alcuni limitati saggi di scavo sono stati impiantati all'interno dell'attuale chiesetta moderna di San Lorenzo e subito all'esterno, in corrispondenza del muro di fondo della stessa. Essi hanno fornito dati, seppure non esaustivi circa le precedenti fasi della chiesa, verosimilmente di epoca medievale¹⁶⁶. Nell'area antistante la chiesa sono state riscontrate tracce di frequentazione di tipo funerario in una prima fase, con la presenza di una fossa terragna ospitante due individui (t. 2). L'occupazione successiva pare obliterare le fosse e indirizzarsi verso una natura residenziale (amb. 5); si distingue una struttura quadrangolare rialzata, con perimetro in blocchi di argilla cruda e piano in laterizi con tracce di bruciato, interpretato come focolare¹⁶⁷. All'esterno del vano 5, un piano in argilla risulta caratterizzato da una serie di buche di palo allineate, in alcuni casi rinforzate con zeppe di pietre e laterizi. Lo spazio appare riferito ad una struttura bipartita, probabilmente con un settore coperto da un tetto in laterizi e uno scoperto o semicoperto con elementi in materiale deperibile, con funzione di magazzino o ricovero per animali. Il saggio I, impiantato lungo il fianco S della chiesa, ha fornito dati circa la riconversione, fra età

¹⁶⁵ *Ivi*, p. 384

¹⁶⁶ *Ivi*, p. 385

¹⁶⁷ *Ivi*, p. 386

bassomedievale e moderna di alcuni ambienti gravitanti intorno alla chiesa stessa verso attività agro-pastorali.

Il *suburbium* di San Lorenzo è stato indagato attraverso i saggi III e V, topograficamente collocati in corrispondenza del recinto meridionale (rec. III) del sito medievale. Oltre a tracce di occupazione di età imperiale, è stato individuato ciò che pare caratterizzarsi come un "piano delle fosse", finalizzato alla conservazione del grano (US 503, 505, 524). Alcuni silos granari, con profondità compresa tra 1,60 e 2,20 m sono stati intagliati direttamente nel sostrato di crusta calcarea¹⁶⁸. La datazione di queste fosse, pur non ricavabile con certezza dal contesto stratigrafico, sembra non superare il XIII - XIV sec.

La natura dei terrapieni e dei fossati dell'insediamento è stata indagata attraverso un saggio di scavo (sg. XII) immediatamente a N del punto di intersezione dei recinti I e II, dove un avvallamento e una sopraelevazione sono ancora percepibili nel profilo altimetrico attuale. L'indagine ha messo in luce notevoli interventi di risistemazione del terrapieno in età moderna, culminati con un innalzamento di circa 4 m rispetto alla quota originaria dello stesso. Il fossato è risultato riempito da spessi strati di riporto, dato che non sorprende, stante la continua frequentazione abitativa e agricola dell'area. Tuttavia, durante le attività di scavo, è stato possibile intercettare un segmento del margine meridionale del fossato e parte del suo profilo concavo. Infine il saggio XI, impiantato

¹⁶⁸ Confronti possibili con Scribla, in Calabria (NOYÉ 1981), e altri siti medievali del comprensorio daunio quali Ortona e Fiorentino (DE SANTIS, VALENTE 2000, pp. 53-54; FAVIA, PIETROPAOLO 2000, pp. 102-105; FAVIA, GIULIANI, LEONE 2000, pp. 178-184)

immediatamente all'esterno del perimetro del sito, ha fornito labili tracce di un'occupazione di età romana o tardoantica¹⁶⁹.

La *domus pantani* sembra essere stata edificata tra il 1223 (anno della costruzione del palazzo di Foggia) e il 1241, anno in cui è citata in alcuni documenti. Pare che la *domus* consistesse in un insieme di più edifici sparsi in un parco popolato di selvaggina, con uno stagno alimentato tramite canalizzazioni artificiali. Viene citata da Villani come “parco dell'uccellazione”, probabilmente perchè legata alla tipologia di caccia con il falcone¹⁷⁰. Tali descrizioni riportano immediatamente alle ville suburbane della Palermo normanna e soprattutto alla Favara.

In particolare, nell'ambito dell'organizzazione della *Domus Pantani*, il sovrano fece realizzare un immenso parco circondato da mura, con un sistema di bacini, stagni e paludi dalle acque regolamentate, dove venivano allevate varie specie acquatiche, tanto da far assumere alla residenza nel suo complesso quasi il valore di un esperimento scientifico.¹⁷¹

A ben guardare, un riflesso delle dimore federiciane si può cogliere nelle scene vivaci che illustrano il codice vaticano del *De arte venandi cum avibus*. Seppure rese con libertà figurativa, in linea con i canoni miniaturistici del tempo, le illustrazioni, raffiguranti un bel palazzo con portale marmoreo scolpito, entro un muro di cinta a scarpa e affiancato da una torre, riconducono, con tutta probabilità, ad una residenza imperiale.¹⁷²

¹⁶⁹ FAVIA et al. 2009, p. 387

¹⁷⁰ HASELOFF 1992, p.79.

¹⁷¹ DE STEFANO 1938.

¹⁷² CALÒ MARIANI 1994.

La cronaca attribuita al nominativo autorale di “Jamsilla” cita le costruzioni presenti nella *domus* di S. Lorenzo e le qualifica come “*domus valde pulchras*”¹⁷³, di notevole bellezza quindi, allorché ne registra la parziale demolizione, nel 1255, da parte delle truppe pontificie che volevano ricavarne legno per erigere palizzate ¹⁷⁴ . Nel 1269, probabilmente per riparare ai danni suddetti, Carlo I d'Angiò ordinò la realizzazione di cento porte e altrettante finestre ed affidò i lavori al carpentiere di corte Jean de Toul. Infine, nel 1269, lo stesso sovrano decise di edificare una cappella nell'area della *domus*, nominando direttore tecnico dei lavori (*prepositus seu prothomagister*) il maestro Riccardo da Foggia, che ricevette la paga di un'oncia d'oro al mese. Il vetro per la decorazione delle finestre venne dalla Campania e della sua messa in opera si occupò il *magister Peregrinus de Suessa*. La cappella sembra compiuta nel 1277.¹⁷⁵

In Capitanata le fonti ci permettono di collocare un numero significativo di residenze di questo genere, da quella di Apricena a quella di Belvedere, sino a quella situata nel bosco dell'Incoronata; tra queste, quella di Pantano risulta essere la più vicina alla residenza urbana imperiale di Foggia.

¹⁷³ HASELOFF 1992, p.37.

¹⁷⁴ JAMSILLA, cc 489-584.

¹⁷⁵ MARTIN 1998.



Fig. 16 - Mappa dei palazzi e delle domus solaciorum di Federico II in Puglia e in Basilicata (da CALÒ MARIANI 1992a, p. 364, C)



Fig. 17 - Foto aerea del sito di Pantano, alle porte di Foggia

Le ricerche aerofotografiche svolte tra il 2005 e il 2006 hanno evidenziato la presenza, nell'area a SO di Masseria Pantano, di numerose tracce all'interno di un'area di circa 30 ettari di superficie e circa 2,3 Km di perimetro. Questo comparto perfettamente pianeggiante, ai margini di un'area di leggera depressione, costituiva con ogni probabilità una di quelle aree, frequenti nella piana del Tavoliere, soggette a facile impaludamento. A queste ipotesi riporta anche il toponimo che, originato probabilmente nel Medioevo, indica ancora oggi quest'area posta fra la periferia di Foggia e la zona di San Lorenzo in *Carminiano*¹⁷⁶. Ancora sulle tavolette in scala 1:25.000 dell'IGM, redatte negli anni Cinquanta-Sessanta del secolo scorso, per quest'area risultano usati i simboli tipici delle aree umide.

Le tracce, alcune delle quali si sovrappongono, risultano riferibili a periodi storici diversi, dato che è poi stato confermato dalla ricognizione condotta in zona¹⁷⁷. La ricognizione, condotta in contemporanea con gli scavi di S. Lorenzo in Carmignano nel 2006, ha individuato 26 UUTT che hanno offerto la conferma sul terreno dei dati aerofotografici. Tre insediamenti possono essere riferiti al Neolitico¹⁷⁸ (UUTT 8, 25 e 27) con presenza di ceramica impressa o a decorazione dipinta (*facies* Masseria La Quercia, Lagnano da Piede e Passo di Corvo). Due UUTT hanno restituito materiali dell'Età del Bronzo, mentre ad epoca romano-repubblicana sono ascrivibili ben 13 fattorie-case coloniche (UUTT

¹⁷⁶ FAVIA, DE VENUTO, DI ZANNI 2006.

¹⁷⁷ Ricognizione effettuata nell'ambito del progetto di ricerca S. Lorenzo in Carmignano – Pantano (responsabile Pasquale Favia; responsabile ricognizione Angelo Valentino Romano).

¹⁷⁸ Si veda anche JONES 1987.

2,3,4,5,9,10,12,13,15,17,19,20,27), con tutta probabilità legate alla vasta centuriazione praticata in zona¹⁷⁹.

Alcune delle tracce evidenziate sono ragionevolmente collegabili alla presenza della *Domus Pantani* federiciana o della masseria regia, sia per la vicinanza alla masseria denominata Pantano, sia perchè la maggior parte di esse è riferibile a strette trincee che definiscono spazi a forma quadrangolare. E' possibile immaginare, dunque, che queste tracce si riferiscano a locali di servizio della masseria regia presente in zona o della stessa *domus*, oppure che siano testimonianze dei padiglioni o edifici che servivano ad ospitare gli animali che popolavano il parco, in accordo con quanto ci indicano le fonti. Sono ben 21 le tracce che sembrano di sicura identificazione con questi recinti quadrangolari, cui se ne aggiungono altre 10 più dubbie. Le dimensioni spaziano da un massimo di circa 26x24 m, ad un minimo di 13x11 m; tutti i recinti presentano un'apertura. Nell'area sono inoltre presenti numerose altre tracce riferibili a canalizzazioni ed ai limiti di piccoli invasi artificiali. Solamente due di queste anomalie quadrangolari sono risultate però riscontrabili tramite ricognizione sul campo (UT 22 e UT 23). Un terzo edificio di piccole dimensioni, non chiaramente visibile tramite fotografia aerea, è stato invece individuato sul campo in un'area prossima agli altri due (UT 21). I reperti rinvenuti in ricognizione in quest'area sono risultati quantitativamente scarsi, ma cronologicamente databili al XIII secolo. A margine di queste tracce, ad est del tratturo che porta a Masseria Pantano dalla Strada Statale 16, è stata poi individuata un'area di dispersione di materiali che, per dimensioni e collocazione, può essere facilmente

¹⁷⁹ Su questa centuriazione si veda SCHMIEDT 1985

distinta dalle precedenti. La traccia visibile in foto aerea misura circa 140x115 m e non è collocata in stretta prossimità rispetto alle altre tracce. Per questa traccia si era ipotizzata una rilevante funzione residenziale e di rappresentanza, grazie anche al rinvenimento di una grande quantità di materiale da costruzione e di elementi in marmo, lavorati e decorati, fra cui frammenti di colonnine e di capitellini con motivi vegetali. L'impiego di marmi scolpiti in ambito medievale rimanda, in effetti, a contesti di alto livello e dunque l'ipotesi di una committenza imperiale non risulterebbe affatto inverosimile. Lo scavo condotto nel 2007 non ha però, purtroppo, permesso di confermare questa ipotesi e dunque la collocazione del *palatium*, o comunque della vera e propria residenza imperiale, resta ancora da chiarire.



Fig. 18 - Foto aerea del sito in cui sono chiaramente leggibili nella vegetazione i “recinti” quadrangolari

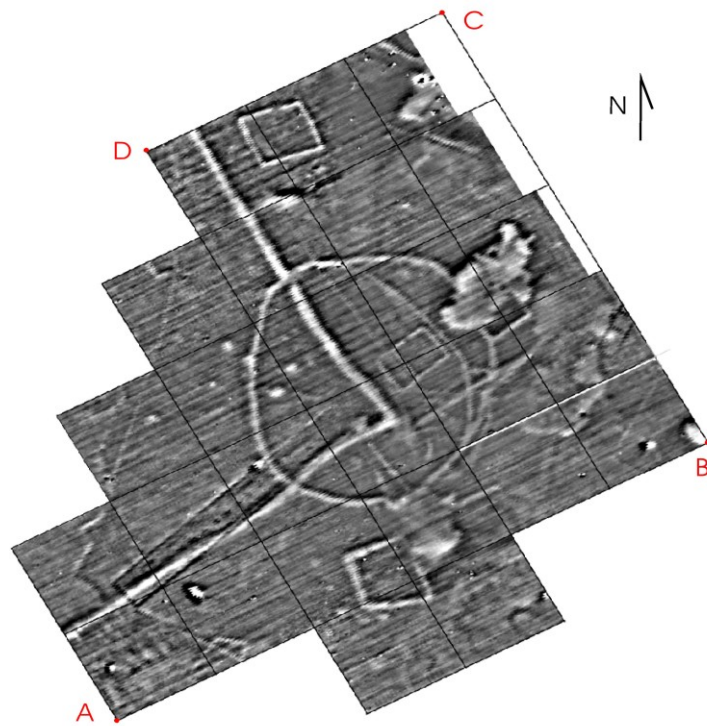


Fig. 19 - Lettura di tracce da prospezione geomagnetica sul sito di Pantano

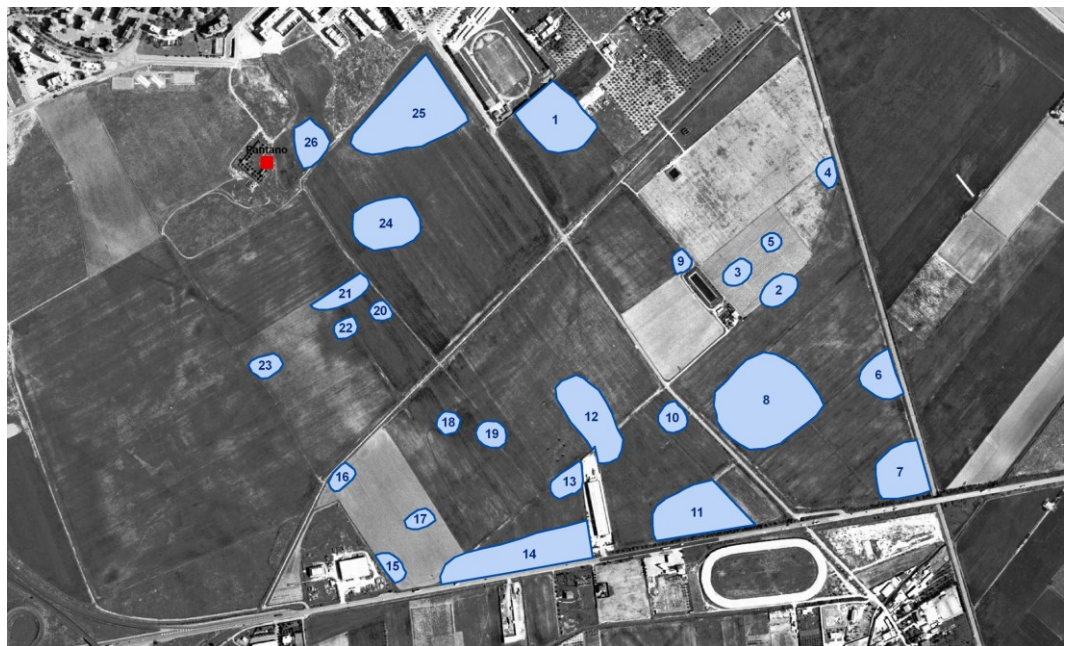


Fig. 20 - Localizzazione delle UTT individuate nel corso della ricognizione.

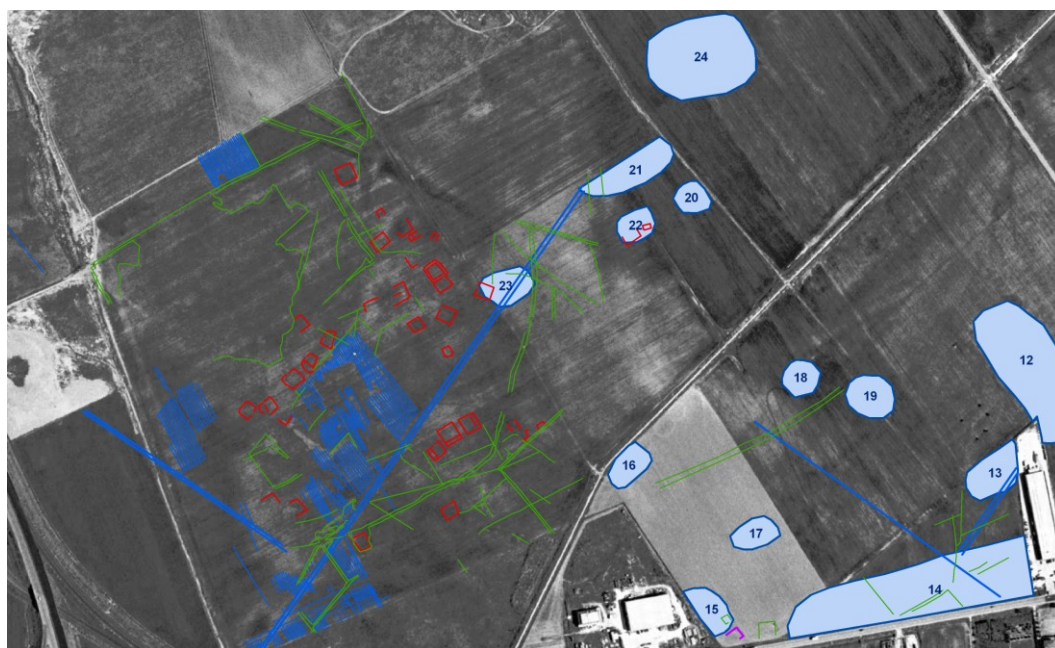


Fig. 21 - Restituzione grafica delle tracce aerofotografiche e localizzazione delle UUTT a confronto

3.3 Nuove tecnologie per il rilievo, la documentazione e la comunicazione in archeologia: il contributo degli APR e delle immagini satellitari ad alta risoluzione

3.3.1 Rilievo aerofotogrammetrico da APR e applicazioni di Structure From Motion allo scavo archeologico: la ricerca a Montecorvino (FG)

La fotogrammetria¹⁸⁰ è una ben nota tecnica che permette di estrarre dati spaziali da immagini bidimensionali, permettendo di fatto di ottenere dati 3D da fotogrammi 2D. La tecnica è applicabile utilizzando sensori sottomarini, terrestri, aerei o satellitari e necessita di almeno due immagini di una stessa scena, riprese da differenti punti di vista. Il meccanismo è simile a quello che adotta in natura l'occhio umano: la posizione relativa dell'elemento visualizzato in ciascuna delle immagini (parallasse) permette, nell'area di sovrapposizione delle stesse, una visione stereoscopica e di conseguenza l'ottenimento di dati metrici tridimensionali¹⁸¹. Gli ultimi anni di costante evoluzione tecnologica hanno permesso di trasformare una procedura manuale e dispendiosa, in termini di attrezzature e tempo, in processi quasi totalmente automatizzati, tramite l'ausilio di computer. L'accurata georeferenziazione e precisione metrica del modello tridimensionale risultante è tuttavia legata all'intervento attivo dell'utente, così come, in molti casi, la calibrazione della fotocamera. I vantaggi di questo approccio

¹⁸⁰ MIKHAIL *et al.*, 2001; LUHMANN *et al.*, 2007

¹⁸¹ REMONDINO 2014, p. 66

tecnico sono molteplici¹⁸² e spaziano dall'ottima disponibilità di dati volumetrici e visivi all'interno delle immagini fotografiche, alla praticità e al rapporto costi/benefici di attrezzature fotografiche e software dedicati, fino alla possibilità di ricostruire oggetti o edifici non più esistenti, tramite documentazione fotografica d'archivio¹⁸³.

In relazione alla specifica tecnica utilizzata, la fotogrammetria può dirsi *monoscopica*, qualora lo scopo sia il raddrizzamento di singoli fotogrammi, al fine di ricavare una proiezione ortogonale di tipo bidimensionale, parallela alla superficie inquadrata o *stereoscopica*, laddove implichi che il medesimo soggetto venga fotografato da punti di vista differenti, per poterne ricavare una visione tridimensionale¹⁸⁴. Qualora le camere siano installate su aeromobili si parla più propriamente di *fotogrammetria aerea*, mentre il posizionamento di camere a terra è caratteristica della *fotogrammetria terrestre*.

L'utilizzo di APR¹⁸⁵ (*Aeromobili a Pilotaggio Remoto*) ha origine, come spesso accade per tecnologie innovative, in campo militare, per effettuare ricognizioni, sorveglianza o mappatura di aree critiche. Solo recentemente il loro utilizzo civile ha visto una crescita esponenziale, distinguendosi come una valida e più economica alternativa alla classica fotografia da aeromobile per mappature topografiche e rilievo tridimensionale. Al netto di alcune problematiche tuttora esistenti, la praticità e la flessibilità di utilizzo di queste soluzioni rappresenta un netto passo avanti nel campo della geomatica.

¹⁸² *Ibidem*

¹⁸³ GRUEN *et al.*, 2004

¹⁸⁴ BIANCHINI 2008

¹⁸⁵ La dicitura internazionale maggiormente utilizzata è UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). In Italia è in uso anche la più generica definizione di "drone".

Le tipologie di APR per applicazioni geomatiche sono classificabili, in base al sistema di propulsione in:

- Soluzioni non alimentate da motori (aquilone, pallone aerostatico)
- Soluzioni alimentate da motore elettrico o a combustione

e in base alle proprietà aerodinamiche in:

- Ala rotante (singolo rotore, multirottore)
- Ala fissa (non alimentate o alimentate)



Fig. 22 - APR multirottore e ala fissa

	Kite / Balloon	Fixed Wing		Rotary wings	
		electric	ICE engine	electric	ICE engine
Payload	3	3	4	2	4
Wind resistance	4	2	3	2	4
Minimum speed	4	2	2	4	4
Flying autonomy	–	3	5	2	4
Portability	3	2	2	3	3
Landing distance	4	3	2	4	4

Fig. 23 - Tabella di comparazione tra diverse tipologie di APR, con valutazione su scala di valori da 1 (minima) a 5 (massima), in base a parametri tecnico-fisici. (REMONDINO 2014, p. 76)

Tipicamente, una ricognizione aerea basta su riprese aerofotografiche da APR prevede una fase di pianificazione di missione¹⁸⁶, eventualmente tramite software che trasferisca al drone le coordinate GPS da seguire durante il volo (*waypoints*) e l'acquisizione di punti rilevati a terra (GCP, *Ground Control Points*), in modo da ottenere una corretta georeferenziazione.

Il volo può essere effettuato in modalità manuale, assistita (tramite sistema di posizionamento GNSS/INS¹⁸⁷) o autonoma, previa definizione di *waypoints*. La scelta è sovente condizionata dalla tipologia di missione, dal tipo di aeromobile utilizzato e dalle condizioni ambientali¹⁸⁸. Una costante percentuale di sovrapposizione (*overlap*), longitudinale e trasversale, tra gli scatti effettuati dall'aeromobile è difficilmente ottenibile con un volo totalmente manuale e comunque difficilmente gestibile con soluzioni low-cost, anche in relazione all'eventuale presenza di vento e all'esperienza del pilota. In questi casi, per attenuare il problema, risulta importante prevedere un *overlap* maggiore di quello che si utilizzerebbe regolarmente¹⁸⁹. La calibrazione della fotocamera e l'orientamento delle immagini risultano prerequisiti fondamentali per procedere all'estrazione di nuove tipologie di dati dalle riprese aerofotografiche. Entrambi i processi si basano sul riconoscimento

¹⁸⁶ In questa fase sono altresì definite la *Ground Sample Distance* (GSD), vale a dire la distanza fra il centro di due pixel consecutivi, espressa in unità di misura territoriale e conseguentemente la quota di volo, che sarà tanto più bassa, quanto più ridotta sarà la GSD desiderata. I *waypoints* sono definiti in base alla percentuale di sovrapposizione (*overlap*) longitudinale e trasversale richiesta per gli scatti effettuati dall'aeromobile, che compirà tipicamente un tragitto a "strisciate" parallele. Valori di circa, rispettivamente, l'80% e il 60% sono frequentemente utilizzati per ottenere modelli tridimensionali di buon dettaglio.

¹⁸⁷ *Global Navigation Satellite System*, definizione che racchiude diversi sistemi di posizionamento globale, tra cui i maggiormente noti GPS e GLONASS

¹⁸⁸ REMONDINO 2014, p. 77

¹⁸⁹ *Ivi*, p. 78

(manuale, o nelle più recenti soluzioni software, automatico) di *Tie Points*, vale a dire di caratteristiche visive comuni in più immagini possibile.

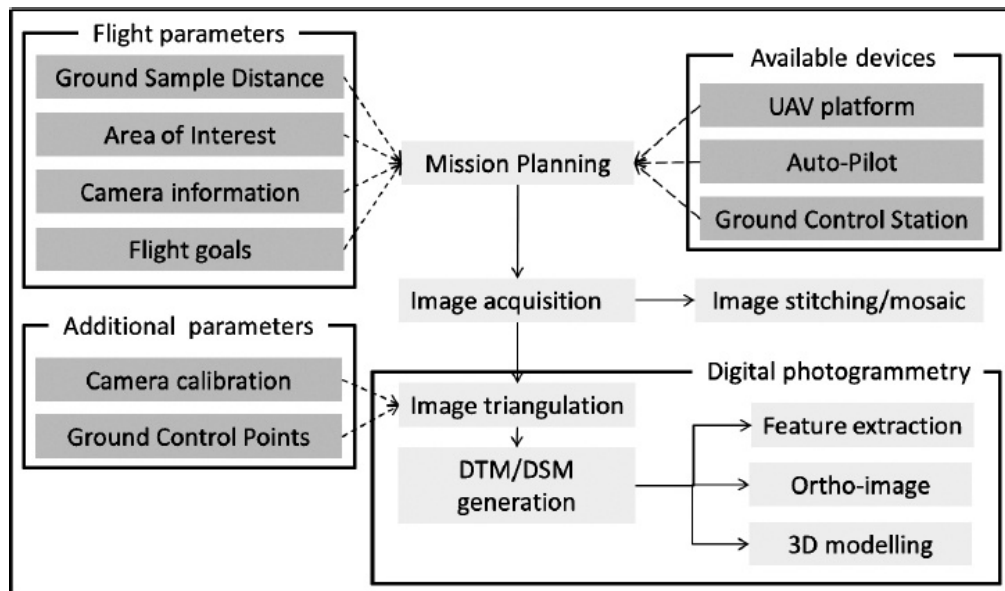


Fig. 24 - Flusso di lavoro, dall'acquisizione al processing del dato, per la fotografia aerea da APR (REMONDINO 2014, p. 77)

La realizzazione di un rilievo aerofotogrammetrico da APR sull'intera area del sito archeologico di Montecorvino, progetto di ricerca ormai

decennale, condotto nell'area dei Monti Dauni settentrionali, nasce dall'esigenza di acquisire una documentazione aerofotografica dell'intera area del sito ed in particolare dei settori in cui si sono concentrate le attività di scavo stratigrafico. Già durante la campagna di scavo 2015 la documentazione fotografica da APR ha supportato l'attività di scavo e rilievo topografico terrestre, tanto nell'area castrale del sito, quanto nell'area della chiesa Cattedrale.

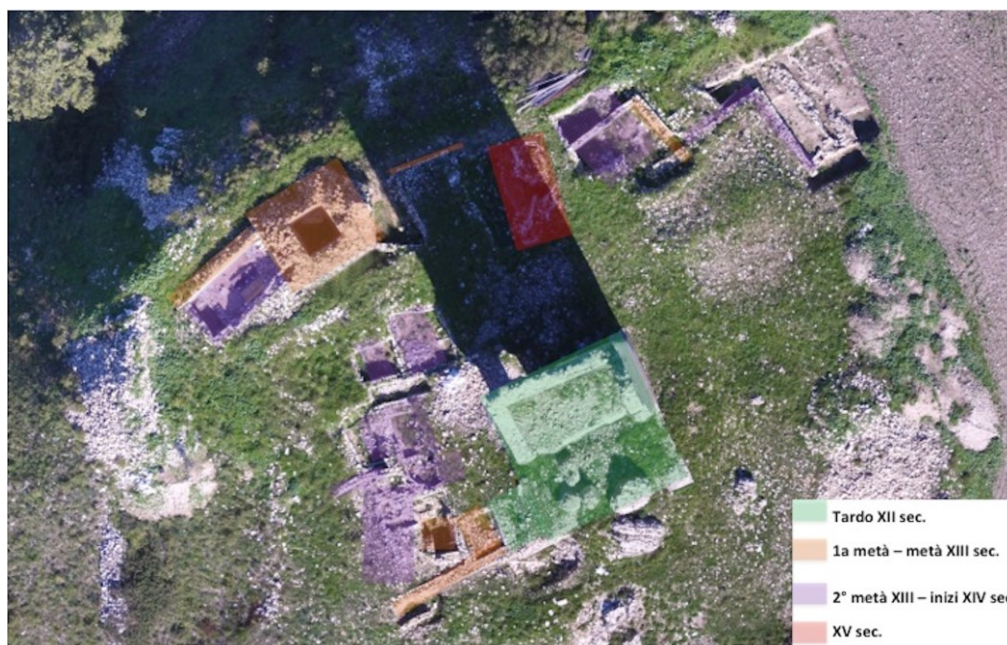


Fig. 25 - Lettura cronologica delle fasi edilizie dell'area castrale di Montecorvino, sulla base di fotografia aerea da APR



Fig. 26 - Fotografia aerea da APR degli ambienti riferibili all'episcopio della chiesa Cattedrale di Montecorvino



Fig. 27 - Fotografia aerea da APR del versante S della torre di Montecorvino

Al termine della campagna di scavo 2015 è stata pianificata la copertura aerofotografica da APR dell'intera area del sito, allo scopo di ottenere un'ortofoto ad alta risoluzione dell'area e un DSM (*Digital Surface Model*) tridimensionale della stessa.

L'APR utilizzato è stato un quadricottero DJI Phantom 3 Professional, dotato di sistema di posizionamento GPS/GLONASS, sistema di *Inertial Measurement Unit* (IMU)¹⁹⁰ e fotocamera stabilizzata su tre assi, fornita di sensore Sony EXMOR 1/2.3" da 12 Megapixel effettivi¹⁹¹.



Fig. 28 - L'APR DJI Phantom 3 utilizzato a Montecorvino

Il volo è stato condotto manualmente, realizzando 384 scatti nadirali sull'intera superficie del sito, in *strisciate* parallele con sovrapposizione

¹⁹⁰ Sistema di sensori che controlla in tempo reale il movimento dell'APR sui propri assi (movimenti di *roll*, *pitch* e *yaw*)

¹⁹¹ Caratteristiche dell'obiettivo: FOV 94° 20 mm (formato 35 mm) f/2.8, messa a fuoco a infinito

(*overlap*) frontale dell'80% e laterale del 70% tra i fotogrammi. La quota di scatto è stata fissata a 50 metri, il che ha permesso di ottenere, dopo l'elaborazione software, una GSD (*Ground Sample Distance*) di 2.25 cm/pixel. Una copertura fotografica di dettaglio è stata successivamente condotta sulla sola area della Cattedrale, eseguendo 120 scatti a 25 metri di altezza, con una GSD di 0.99 cm/pixel.



Fig. 29 - Vista bidimensionale del tracciato percorso dall'APR a Montecorvino, con indicazione degli scatti eseguiti

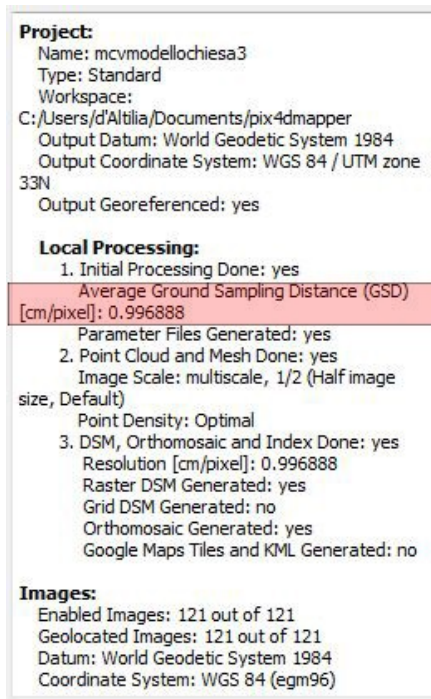


Fig. 30 - Dati relativi al processamento delle immagini acquisite durante il volo a quota 25 m. sull'area della Cattedrale, in evidenza l'Average Ground Sampling Distance raggiunta di 0.99 cm/pixel

I fotogrammi sono stati importati all'interno del software Pix4D¹⁹², soluzione professionale per la creazione di mappe bidimensionali e modelli tridimensionali, tramite algoritmi di *computer vision*. Il software ha riconosciuto in automatico i parametri di calibrazione della fotocamera specifica ed ha fornito una prima sommaria georeferenziazione dei fotogrammi (Fig. 31), sulla base dei dati forniti dal modulo GPS/GLONASS dell'APR.

¹⁹² Il software è disponibile all'indirizzo web: <https://pix4d.com/>
Sono disponibili diverse tipologie di licenza software, tra le quali una destinata ad attività di ricerca.

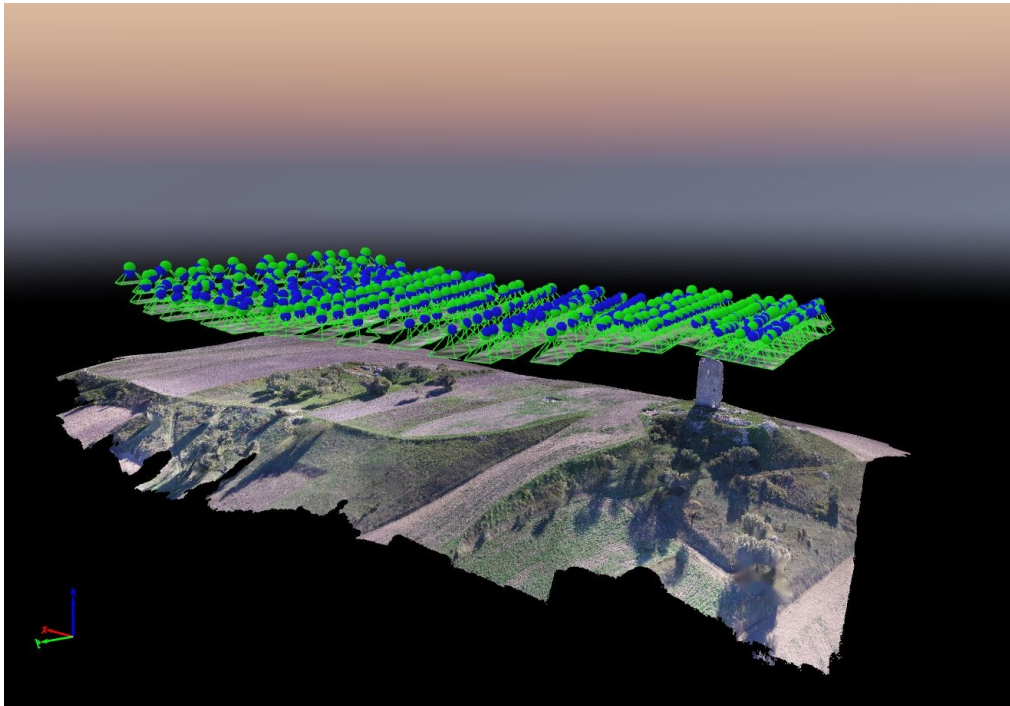


Fig. 31 - Posizioni della fotocamera in ciascuno degli scatti eseguiti sulla superficie del sito di Montecorvino, ricostruiti dal software Pix4D

Gli algoritmi su cui si basa il software permettono il riconoscimento di *tie points* (Fig. 32) comuni a più fotogrammi e la restituzione degli stessi nelle tre dimensioni, tramite procedimento fotogrammetrico¹⁹³. Il primo risultato ottenibile in questa fase è una nuvola di punti a bassa densità (*sparse point cloud*, Fig.33) e un ortomosaico e un DSM a bassa risoluzione.

¹⁹³ Tecnicamente, i processi utilizzati dal software sono noti come Automatic Aerial Triangulation (AAT) e Bundle Block Adjustment (BBA)

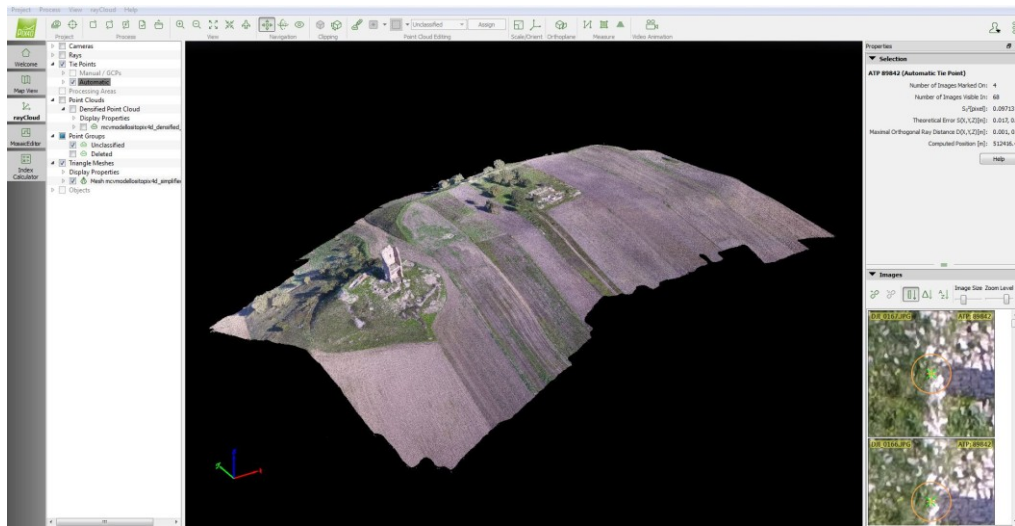


Fig. 32 - Riconoscimento automatico di Tie Points all'interno del software Pix4D



Fig. 33 - Sparse Point Cloud dell'area della Cattedrale di Montecorvino

Sulla base di alcuni parametri predefiniti¹⁹⁴, il software passa all'elaborazione di una nuvola di punti ad alta densità (*densified point cloud*). Attraverso un processo di triangolazione dei punti che compongono la suddetta nuvola ad alta densità viene ricostruita una superficie continua composta da triangoli (*mesh*) e ad ogni pixel degli stessi è assegnato un valore RGB, derivante dalle immagini bidimensionali acquisite dalla fotocamera. Questo processo porta alla realizzazione di una texture fotografica (*textured mesh*), a rivestimento del modello tridimensionale. Allo stesso tempo, in questa fase sono prodotti un ortomosaico (ortofoto raddrizzata, risultante dall'unione dei singoli scatti eseguiti sull'area) e un *Digital Surface Model* della stessa area¹⁹⁵ (Fig. 34).

¹⁹⁴ Essi comprendono: livello di scala delle immagini originali da cui verranno estratti i punti 3D aggiuntivi, livello di densità dei punti, numero minimo di riconoscimenti di un punto in più immagini

¹⁹⁵ È attualmente in versione *beta* un comando di generazione di *Digital Terrain Model*, il cui scopo è teoricamente la modellazione della superficie del solo terreno dell'area indagata, laddove un DSM riproduce qualunque forma di elevazione riscontrata (vegetazione, edifici, ecc.)

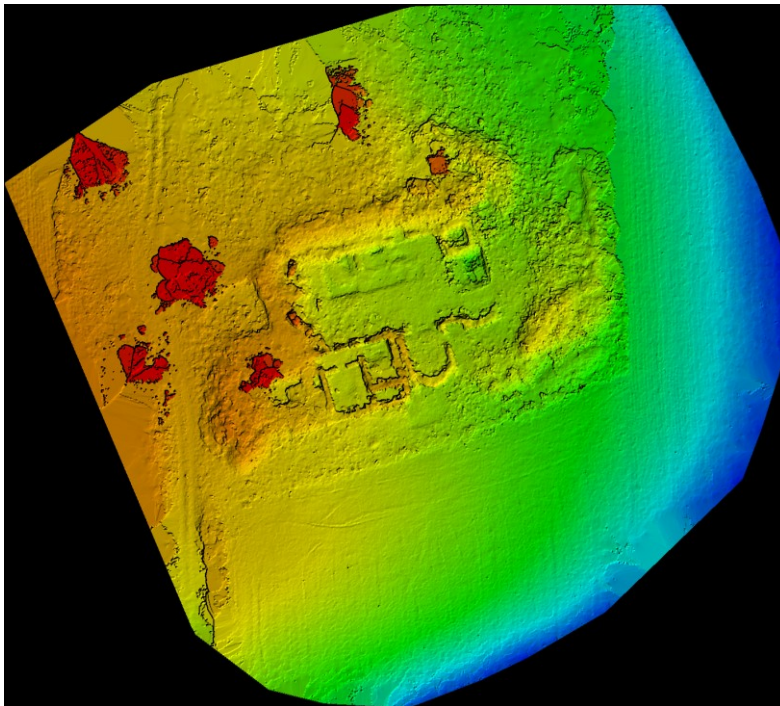


Fig. 34 - Ortomosaico e DSM dell'area della chiesa Cattedrale

La specifica tecnica utilizzata nell'ambito di questa ricerca prende il nome di *Structure From Motion* ed è basata sull'algoritmo di *Computer Vision* SIFT¹⁹⁶ (*Scale-Invariant Feature Transform*). La SfM presenta il vantaggio, rispetto al classico metodo stereo-fotogrammetrico, di non necessitare di particolari vincoli legati al reciproco posizionamento dei punti di scatto, risultando invece efficace nel riconoscimento di punti salienti da più foto, ricostruendo allo stesso tempo la posizione nello spazio degli stessi e i parametri fotografici (Fig. 35). Il risultato di questa elaborazione è una nuvola densa di punti tridimensionali (Fig. 36), dalla quale è possibile ottenere una *mesh* poligonale¹⁹⁷, dotando così l'oggetto tridimensionale ricostruito di una superficie continua ed eventualmente di una *texture* fotografica¹⁹⁸ (Fig. 37).

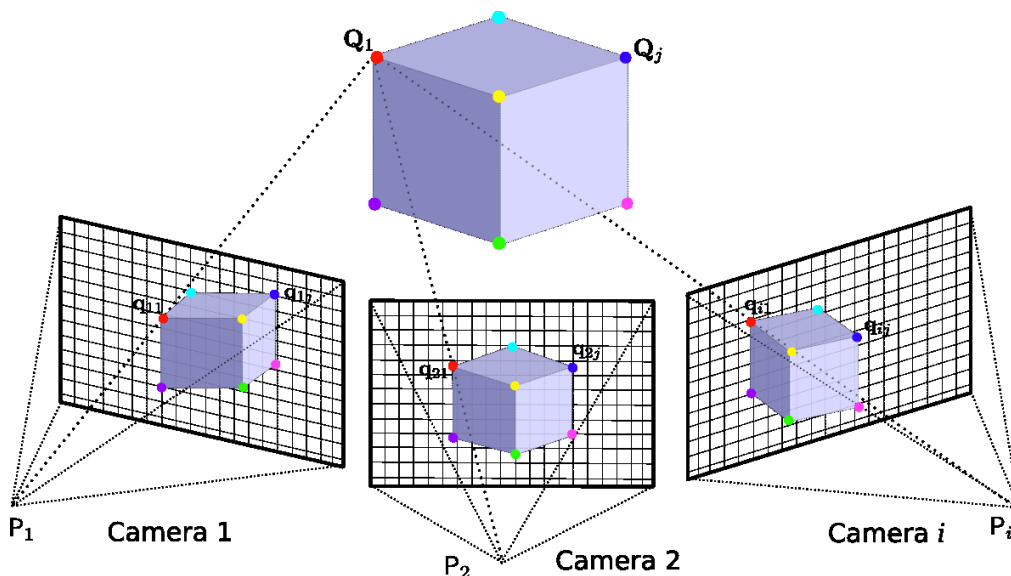


Fig. 35 - Schema di funzionamento della SfM¹⁹⁹

¹⁹⁶ Pubblicato da David G. Lowe nel 1999 nell'articolo "*Object recognition from local scale-invariant features*"

¹⁹⁷ Generalmente la superficie sarà composta da triangoli. Uno dei metodi più utilizzati a tal fine è la *Triangolazione di Delaunay*

¹⁹⁸ KOBBELT, BOTSCH 2004

¹⁹⁹ <http://michot.julien.free.fr/drupal/?q=content/research>

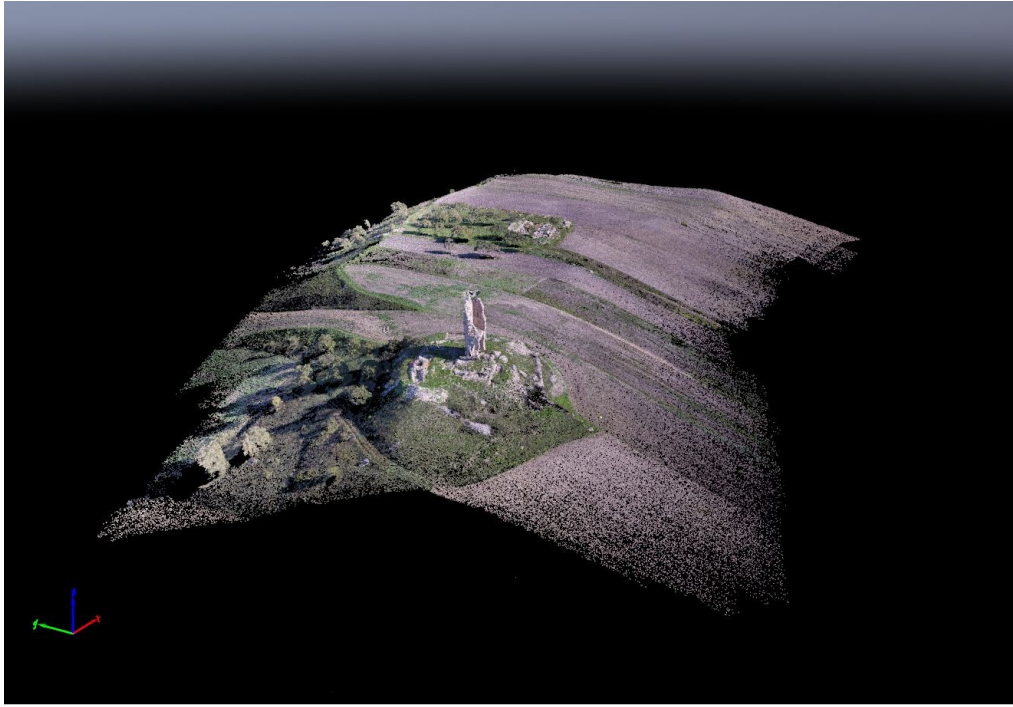


Fig. 36 - Densified Point Cloud dell'intera area del sito di Montecorvino

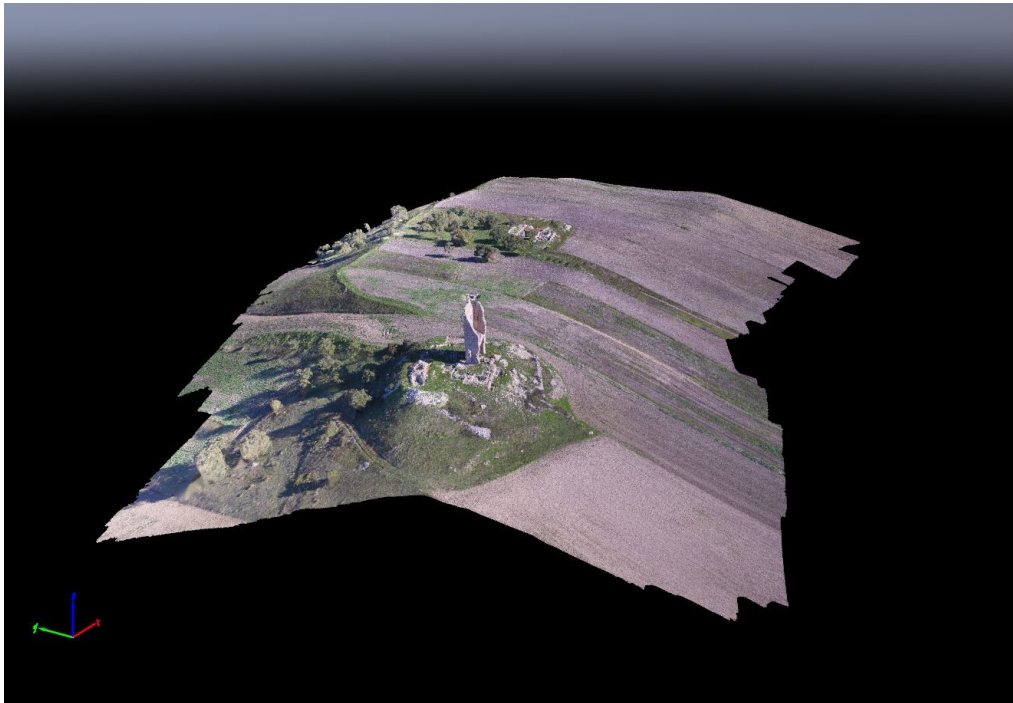


Fig. 37 - Textured Mesh dell'area del sito di Montecorvino

Il modello tridimensionale ottenuto è stato successivamente georiferito con precisione attraverso l'applicazione di GCP (*Ground Control Points*), vale a dire punti di controllo misurati topograficamente, estratti dal rilievo generale eseguito durante la campagna di scavo. È stato inoltre possibile scalare il modello, assegnando misure note (limiti dei saggi di scavo) alle corrispondenti entità spaziali visualizzate all'interno del software.

Uno dei saggi di scavo impiantati a Montecorvino, il saggio III (Fig. 38), ubicato a margine dell'area castrale del sito, alle pendici della *motta* e in verosimile corrispondenza di apprestamenti difensivi assimilabili alle tipologie del fossato e del terrapieno, è stato altresì oggetto di modellazione tridimensionale di dettaglio. In questo caso gli scatti sono stati effettuati a terra, utilizzando una fotocamera GoPro Hero4 Black, acquisendo immagini secondo un percorso circolare intorno al saggio di scavo, replicato a tre differenti livelli di altezza. La camera è dotata di sensore da 12 Megapixel e campo visivo ultra-grandangolare.



Fig. 38 - Ubicazione del Saggio III, ai margini dell'area castrale del sito



Fig. 39 - Sparse Point Cloud del modello tridimensionale del Saggio III, relativo all'area indagata nella campagna di scavo 2015

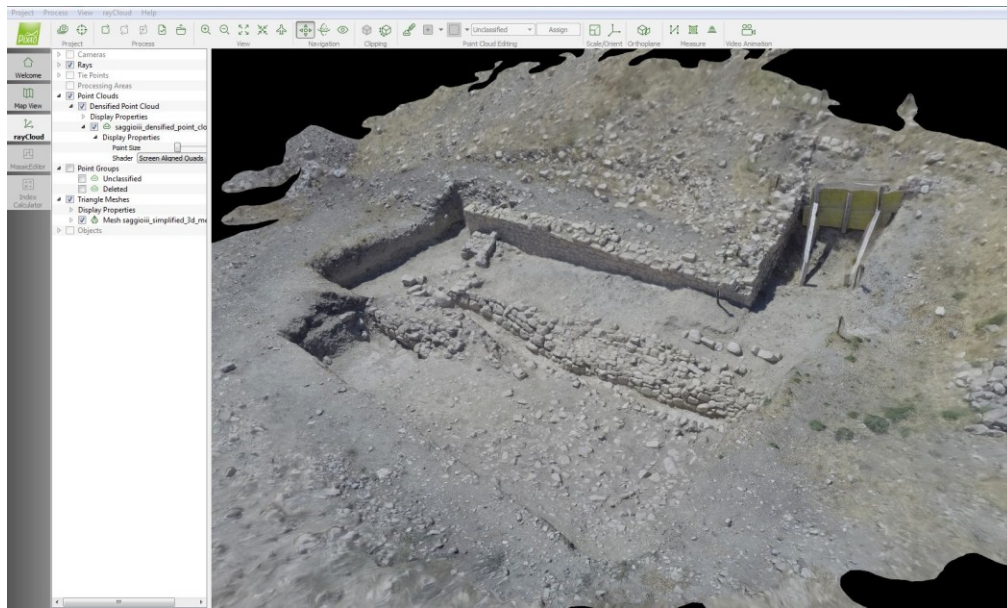


Fig. 40 - Modello 3D (Textured Mesh) del Saggio III di Montecorvino

I *tool* presenti all'interno del software permettono alcune misurazioni spaziali sul modello tridimensionale ottenuto, relative a misure lineari, areali e volumetriche (Fig. 41).

Vari sono i formati di esportazione possibili del dato, tanto per quanto riguarda il modello 3D completo di *mesh* e *texture*, quanto per le nuvole di punti, l'ortomosaico e il DSM, al fine di utilizzare gli stessi in differenti software, in particolare, per quanto concerne questa ricerca, nei software GIS (Fig. 42).

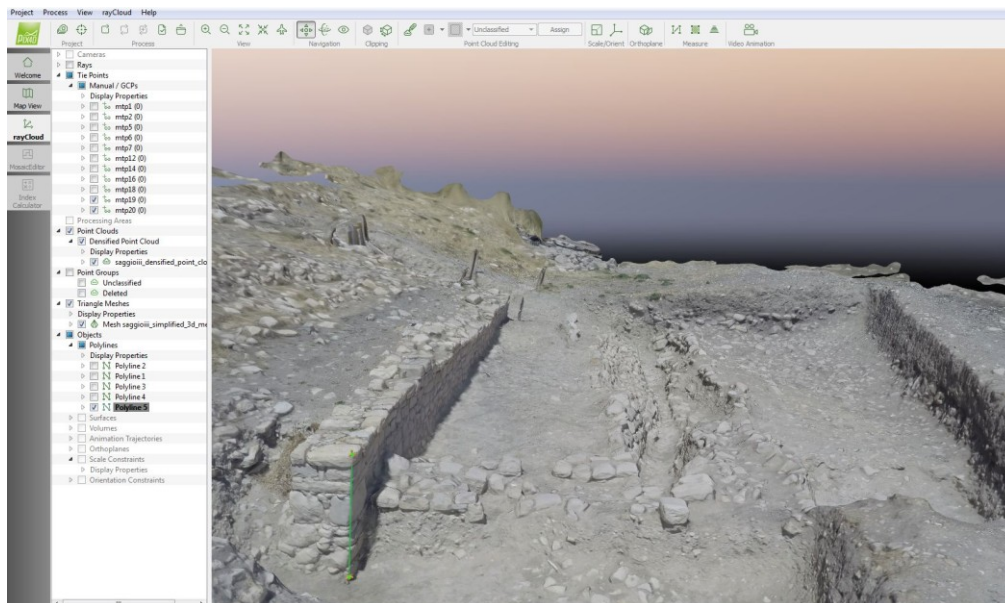


Fig. 41 - Tool di misurazione lineare all'interno del software Pix4D

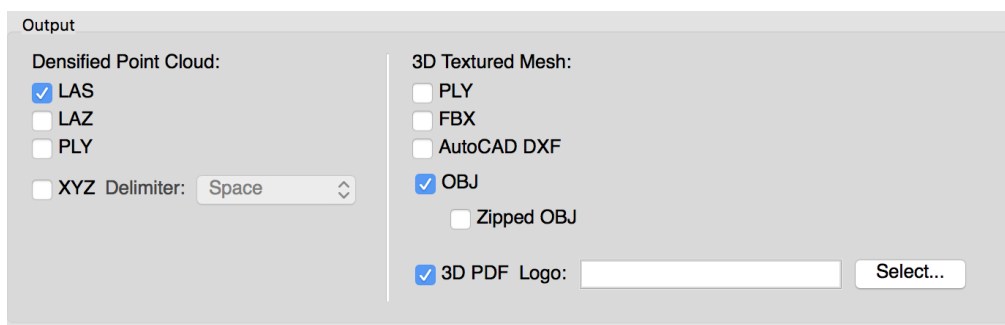


Fig. 42 - I formati di esportazione disponibili per la nuvola densa di punti e la Textured Mesh, tra i quali il versatile PDF 3D e formati utilizzati all'interno di software CAD e per la stampa 3D

3.3.2 La ricerca a San Lorenzo in Carmignano e Pantano (FG): l'utilizzo di dati telerilevati da sensori satellitari

Le peculiarità ambientali dei siti di S. Lorenzo in Carmignano e Pantano (di fatto ormai inclusi nel tessuto urbano della città di Foggia) non hanno permesso l'applicazione della metodologia di lavoro basata su riprese aerofotografiche da APR, già utilizzata per il caso di studio di Montecorvino. Le norme vigenti riguardanti il sorvolo di centri abitati (quasi sempre definiti "aree critiche" nel regolamento ENAC sugli APR²⁰⁰) risultano estremamente restrittive, fino a giungere al divieto assoluto di sorvolo in alcuni casi.

Per l'area in oggetto (Fig. 43) è stata dunque ritenuta opportuna l'acquisizione di una base dati costituita da immagini satellitari, sulla quale poter condurre analisi spaziali di tipo *inter-site* e *intra-site*²⁰¹. La scelta è ricaduta su immagini acquisite nel novembre 2015 dal satellite GeoEye-1²⁰² su un'estensione di circa 25 km². Si tratta di un satellite ad orbita polare eliosincrona, in grado di compiere 15 orbite al giorno, volando ad un'altitudine di 681 Km, con una velocità di circa 7,5 Km/sec ed una inclinazione di 98°. Le sue caratteristiche gli permettono di passare su uno stesso punto del globo in poco meno di 3 giorni.

²⁰⁰https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamenti_ad_hoc/info-122671512.html

²⁰¹ Sugli studi di microscala basati su immagini satellitari si veda DE LAET et al. 2007; GARRISON et al. 2008; MASINI et al. 2009

²⁰² Satellite di ultima generazione che fornisce immagini ad alta risoluzione, ad oggi la più elevata in commercio insieme a Worldview 2 (0,41 m in pancromatico e 1,65 m in multispettrale)

Oltre all'acquisizione di un'immagine *pan-sharpened* con risoluzione di 40 cm. al suolo, è stato acquisito un DTM dell'area (elaborato da stereocoppie di immagini) alla risoluzione di 5 m. Il livello di risoluzione risulta chiaramente fondamentale per l'esecuzione di ogni tipo di analisi che preveda un'accurata restituzione morfologica della topografia del luogo. Rispetto al DTM utilizzato per l'analisi *inter-site* in questa ricerca, il dato fornito dal satellite GeoEye-1 possiede una risoluzione sei volte maggiore²⁰³.

²⁰³ Il DTM fornito dal SIT Puglia ha una risoluzione di 30 m.

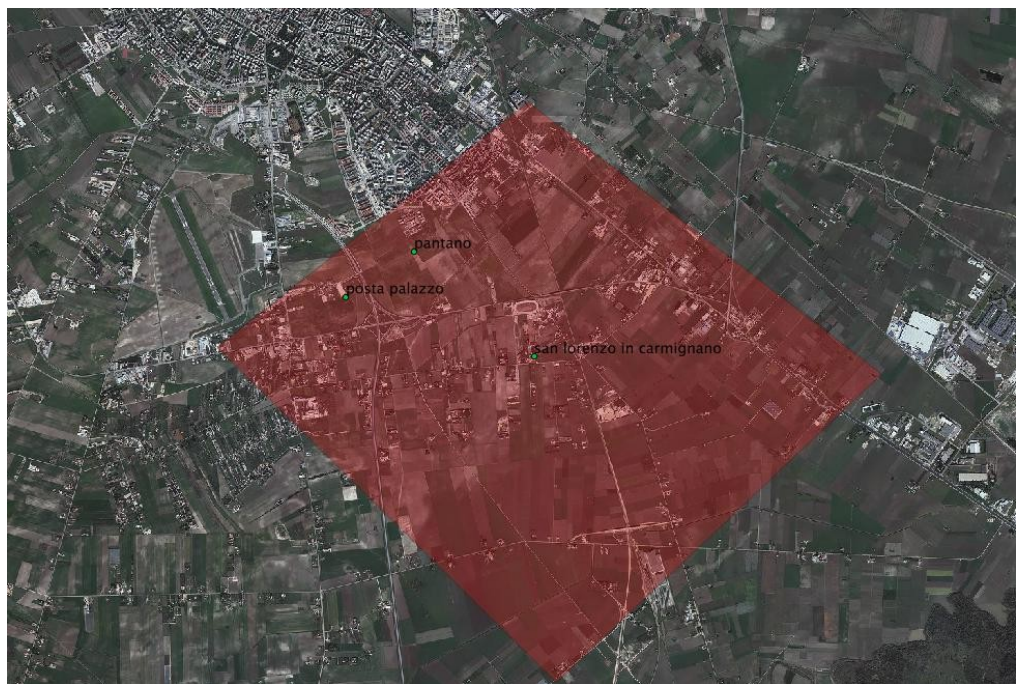
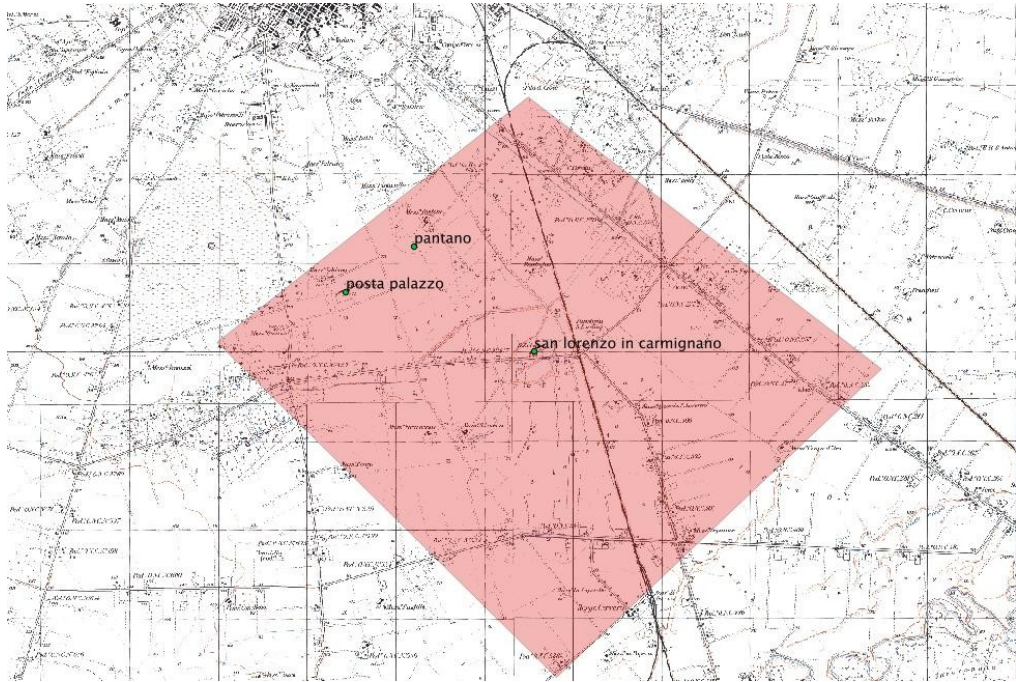


Fig. 43 - Area di telerilevamento da sensore satellitare per i siti di S. Lorenzo in Carmignano e Pantano, evidenziata su carta IGM e ortofoto

La peculiarità di un *Digital Terrain Model* (DTM, Fig. 44)), rispetto ad un generico *Digital Elevation Model* (DEM) o ad un *Digital Surface Model* (DSM) consiste nella rappresentazione, da parte del primo, della superficie del terreno "depurata" da elementi naturali o artificiali (vegetazione, edifici, ecc..). Questo aspetto rende i DTM particolarmente adatti all'analisi geomorfologica. Vengono solitamente utilizzati all'interno di software GIS, sotto forma di file raster, all'interno del quale ciascuna cella riporta un attributo caratterizzante la quota.

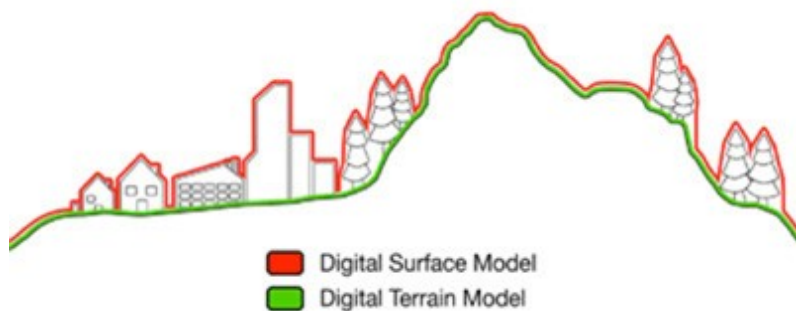


Fig. 44 - Differenze tra *Digital Surface Model* e *Digital Terrain Model*²⁰⁴

²⁰⁴ <http://www.geoimage.com.au/DEMS/dems-overview>

3.4 Analisi spaziali in ambiente GIS: obiettivi, risultati, prospettive

I software utilizzati nell'ambito di questa ricerca sono stati consapevolmente scelti nell'ambito dei programmi F.O.S.S. (*Free and Open Source Software*), mirando a perseguire gli obiettivi, fondamentali a parere di chi scrive per lo svolgimento di un progetto di ricerca, di contenimento dei costi e di agevolazione del lavoro interdisciplinare. Prendendo in considerazione il vasto mondo degli strumenti e dei metodi scientifici "prestati" all'archeologia, in particolare il settore informatico, emergono chiaramente le possibilità di interazione e la comunanza di intenti tra la ricerca archeologica e il movimento Open-Free software.

Il concetto di software Open source risale agli albori dell'era informatica, quando era pratica comune tra i programmatori cedere liberamente il codice sorgente dei propri software, innescando in tal modo un meccanismo virtuoso di sviluppo del settore. L'impetuoso sviluppo del mercato software ha successivamente portato, nell'ultimo ventennio, all'abbandono di questa filosofia e all'introduzione sempre più massiccia dei brevetti, spingendo quindi i sostenitori del software open e free a creare dei movimenti di sostegno al libero scambio di idee e conoscenze.

Il "modello open source", nato chiaramente in campo informatico, si sposa perfettamente con la ricerca archeologica e con i suoi obiettivi. Di fatto, esso garantisce all'archeologo l'utilizzo di applicativi avanzati, dal costo contenuto, con ritmi di crescita e di aggiornamento competitivi rispetto a quelli del software commerciale proprietario, e con la possibilità concreta

di intervenire, direttamente o indirettamente, nel processo di sviluppo, personalizzazione o rielaborazione del software. L'utilizzo di formati "aperti" è naturalmente fondamentale in questo senso: «quanto più si farà uso di formati di scambio aperti, tanto più i gruppi di lavoro saranno liberi di utilizzare i programmi, commerciali o open, che più si adattano alle proprie esigenze, e progetti e dati potranno "migrare" più semplicemente da un sistema ad un altro²⁰⁵». Il principio partecipativo che si pone alla base di questo modello è facilmente identificabile con il lavoro interdisciplinare proprio di un progetto di ricerca, in un'ottica di continuo sviluppo e aggiornamento del progetto stesso. In questo senso fondamentale può essere il contributo della rete, non soltanto negli ambiti della conoscenza, comunicazione e ricerca, ma anche e soprattutto come strumento di lavoro. Nello specifico, un progetto di elaborazione di un paesaggio archeologico, per il quale è richiesta una suddivisione del lavoro in fasi e il coinvolgimento di diverse professionalità, si presta ad un approccio open-source tramite la costituzione di gruppi di lavoro in grado di partecipare in tempo reale alla stesura del progetto, costituendo così una rete di ricerca.

Soluzioni Open Source in ambiente GIS sono, allo stato attuale, ampiamente disponibili. Basti pensare a software come GRASS, OpenJUMP, QGIS, SAGA, gvSIG, i quali si diversificano per caratteristiche e peculiarità. Per l'importazione di DEM/DTM e di file vettoriali (esito dell'esportazione da *software* GIS, ad esempio in formato .svg, di *layer* "planimetrici") allo scopo di creare ricostruzioni 3D degli alzati (o degli elementi archeologici presenti), inseribili successivamente come *link* nei

²⁰⁵ PESCARIN 2006, p.144

GIS, è possibile utilizzare Blender, potente software per la gestione grafica tridimensionale. Per quanto riguarda un'altra importante attività in ambito archeologico, ovvero la creazione e modifica di immagini raster, una validissima alternativa al software commerciale Photoshop è costituita da Gimp. Questo programma può costituire una risorsa fondamentale per quanto riguarda gli studi territoriali e l'aerofotointerpretazione, ma risulta utile anche per gli utilizzi strettamente attinenti alla realizzazione di un GIS territoriale o di scavo. Nello specifico, per i fini di questa ricerca, sono stati utilizzati i seguenti software GIS Open Source, tanto per le analisi *inter-site*, quanto per quelle *intra-site*:

QGIS²⁰⁶: software GIS altamente versatile, con interfaccia grafica e sistema di gestione molto intuitivi, fondamentale per un prodotto informatico complesso come il GIS, e utilizzabile da utenti di livello medio, le cui competenze maggiori sono in campo archeologico. Ha un set base di strumenti per la digitalizzazione ed è in grado di gestire layer di tipo shapefile e tabellari PostgreSQL/PostGIS. Offre un sistema di plug-in realizzati in Python, che permette agli utenti di realizzare proprie soluzioni in maniera abbastanza rapida e con nozioni di programmazione basilari. Ha un funzionamento sostanzialmente identico su tutti i sistemi operativi.

²⁰⁶ Versione utilizzata: 2.12 "Lyon"

GRASS²⁰⁷ (acronimo di *Geographic Resources Analysis Support System*) è un GIS open source rilasciato sotto la licenza GNU GPL. Ne esistono versioni per diverse piattaforme.

La sperimentazione applicativa in GIS ha previsto, per i tre casi di studio, l'importazione di dati raster e vettoriali comuni e soluzioni specifiche per i singoli casi.

Dati comuni:

- Carta IGM 1:25000 e 1:100000²⁰⁸
- Modello Digitale del Terreno (DTM) 30 m.²⁰⁹
- Mappatura viabilità antica²¹⁰
- Posizionamento puntuale siti archeologici noti da fonti storiche e/o archeologiche
- Reticolo idrografico²¹¹

Soluzioni specifiche:

- DTM/DSM ad alta risoluzione spaziale²¹²
- Rilievo archeologico *intra-site*

²⁰⁷ Versione utilizzata: 7.0.1

GRASS Development Team, 2015. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 7.0.1 Open Source Geospatial Foundation. <http://grass.osgeo.org>

²⁰⁸ SIT Puglia

<http://www.sit.puglia.it/>

²⁰⁹ SIT Puglia

<http://www.sit.puglia.it/>

²¹⁰ ALVISI 1970

²¹¹ SIT Puglia

<http://www.sit.puglia.it/>

²¹² Per Montecorvino il DSM è ottenuto da rilievo aerofotogrammetrico da APR; per S. Lorenzo in Carmignano e Pantano da immagini satellitari (Satellite GeoEye-1)

Analisi inter - site

Montecorvino

La prima analisi condotta a livello *inter-site* per l'area del sito di Montecorvino è un'analisi di visibilità *Viewshed*, singola e cumulativa. L'analisi è stata effettuata all'interno del software QGIS, attraverso il plugin *Viewshed Analysis*²¹³ (Fig. 45).

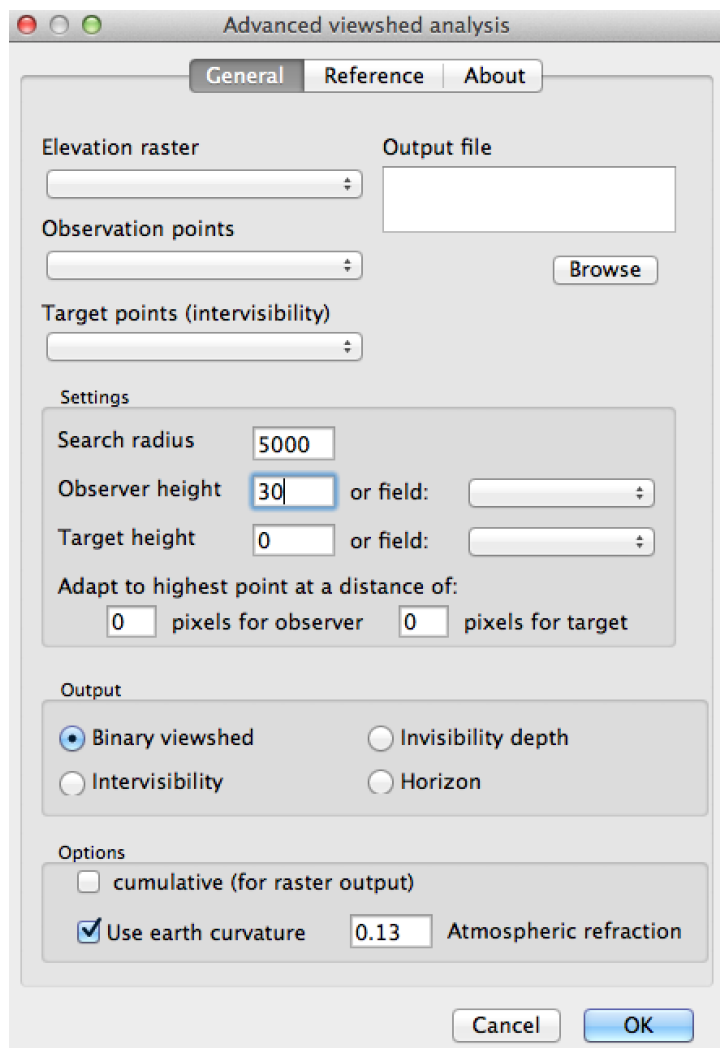


Fig. 45 - Plugin Viewshed Analysis all'interno del software QGIS

²¹³ Autore: Zoran Čučković. Versione 0.4.2

Obiettivo della sperimentazione è stato ricostruire, attraverso il calcolo matematico, l'area di visibilità garantita dal posizionamento topografico del sito di Montecorvino, insediamento di alta valenza strategica nella geografia del potere medievale della regione²¹⁴, e di alcuni insediamenti ad esso affini per caratteristiche topografiche e storiche (Fiorentino, Dragonara, Tertiveri). La base utilizzata per la tipologia di analisi in questione è generalmente un modello digitale del terreno: in questo caso il DTM dell'area fornito dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia. Il plugin permette di specificare, oltre alla posizione del punto di osservazione, la quota del punto stesso. Nel caso specifico la funzione si rivela piuttosto utile, potendo contare su attestazioni storico-archeologiche di complessi castrali muniti di torri nei siti in esame. Il punto di osservazione è stato quindi innalzato di circa 30 m. rispetto alla quota del suolo²¹⁵. Attraverso un'opzione specifica è stato inoltre tenuto conto di alcuni fattori che influenzano la visibilità, quali la curvatura terrestre e la rifrazione atmosferica della luce²¹⁶. La prima analisi condotta (Fig. 46) è stata una singola *Viewshed* dal sito di Montecorvino, ipotizzando la cima del mastio del complesso castrale come punto di osservazione ideale. L'elaborazione software fornisce un dato binario: 1 per le aree visibili, 0 per quelle non visibili. Per facilitare la leggibilità delle mappe è stata assegnata al valore 0 una trasparenza del 100%, evidenziando, di fatto, soltanto le aree visibili.

²¹⁴ V. *infra* Cap. 1

²¹⁵ La torre di Montecorvino, parzialmente diruta, misura, ad oggi, oltre 24 m. in altezza lungo il versante maggiormente conservato

²¹⁶ Nel secondo caso il coefficiente è stato fissato a 0.13

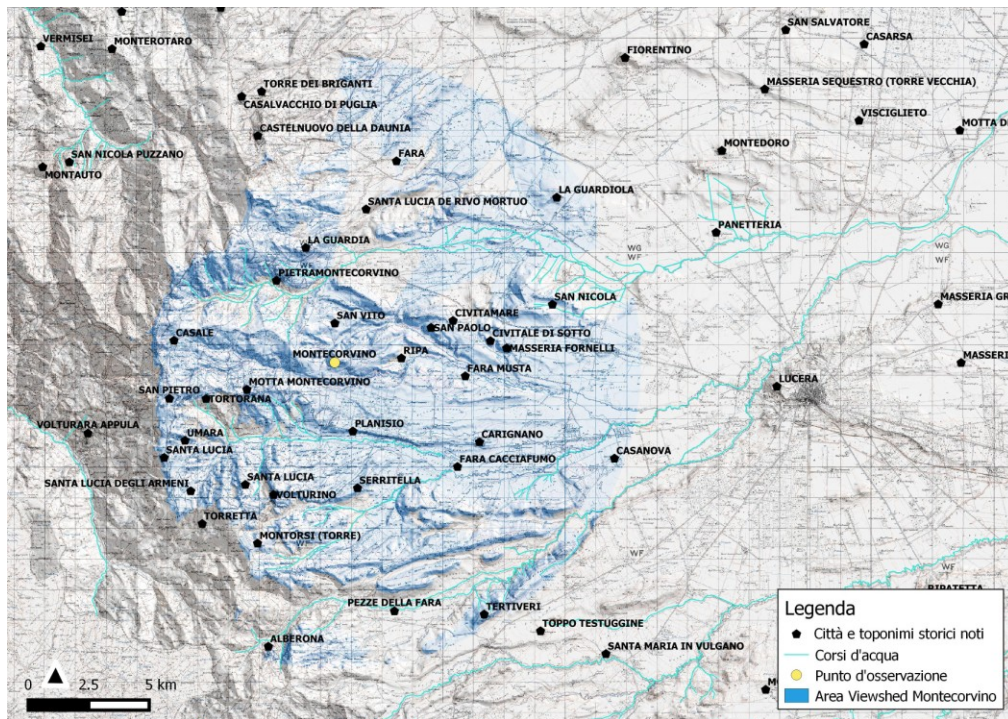


Fig. 46 - Analisi Viewshed dal complesso castrale di Montecorvino

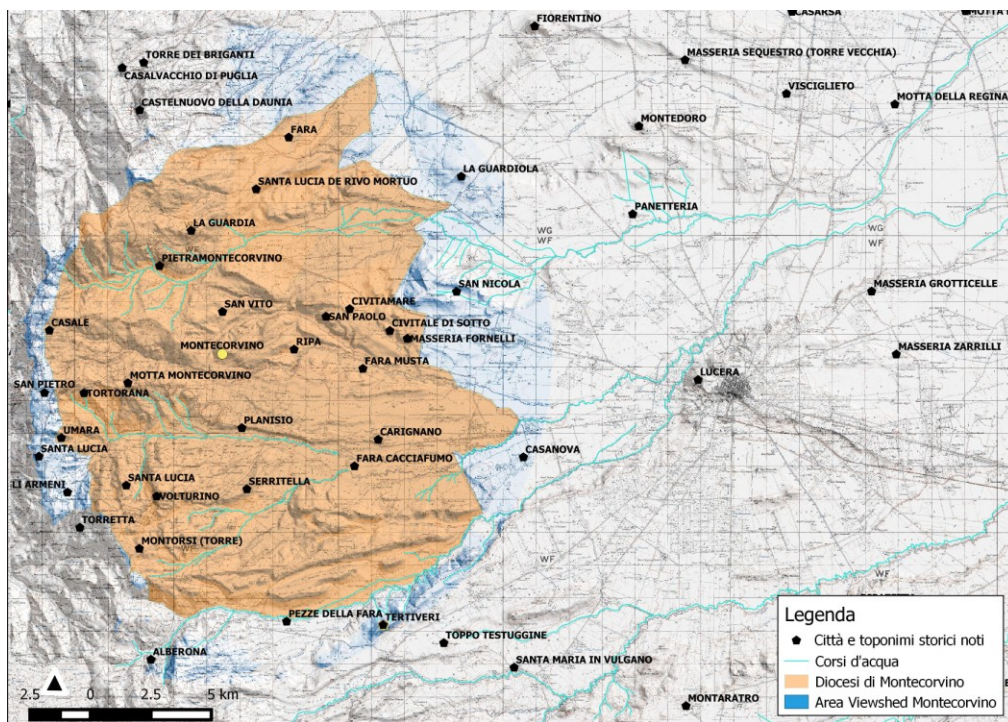


Fig. 47 - Confini della diocesi di Montecorvino nel XII sec., sovrapposti ad Analisi Viewshed

L'elaborazione sembra fornire un dato in linea con le fonti storiche e documentarie: i casali citati da Savastio²¹⁷ come pertinenze di Montecorvino ricadono all'interno dell'area di visibilità elaborata dal software, così come le vie di comunicazione di origine romana. Gli stessi plausibili confini della diocesi di Montecorvino in età svevo-angioina sono in gran parte riconducibili e sovrapponibili all'area risultante dall'analisi del campo visivo (Fig. 47). La razionalità dell'impostazione topografica dell'insediamento di Montecorvino è cosa ben nota²¹⁸; questi dati potrebbero ad ogni modo indurre a considerare un legame ancora più stretto tra il sito e le caratteristiche fisiche del territorio in cui è posto, ancor più in contesti storici legati ad una forte instabilità politica e sociale. Il dato sin qui esposto è stato successivamente confrontato con quello derivante dall'applicazione della medesima tipologia di analisi a insediamenti della medesima regione, notoriamente legati per vicende storico-insediative a Montecorvino. In prima istanza, il dato derivante dall'analisi del campo visivo di Montecorvino è stato confrontato con quello elaborato in relazione al vicino centro di Tertiveri²¹⁹, allargando l'orizzonte della ricerca verso un'analisi di tipo *Multiple Viewshed*²²⁰ (Fig. 48). È evidente la porzione di sovrapposizione tra le due aree di visibilità ottenute, rispecchiante la logica insediativa della regione fin dall'XI sec. e

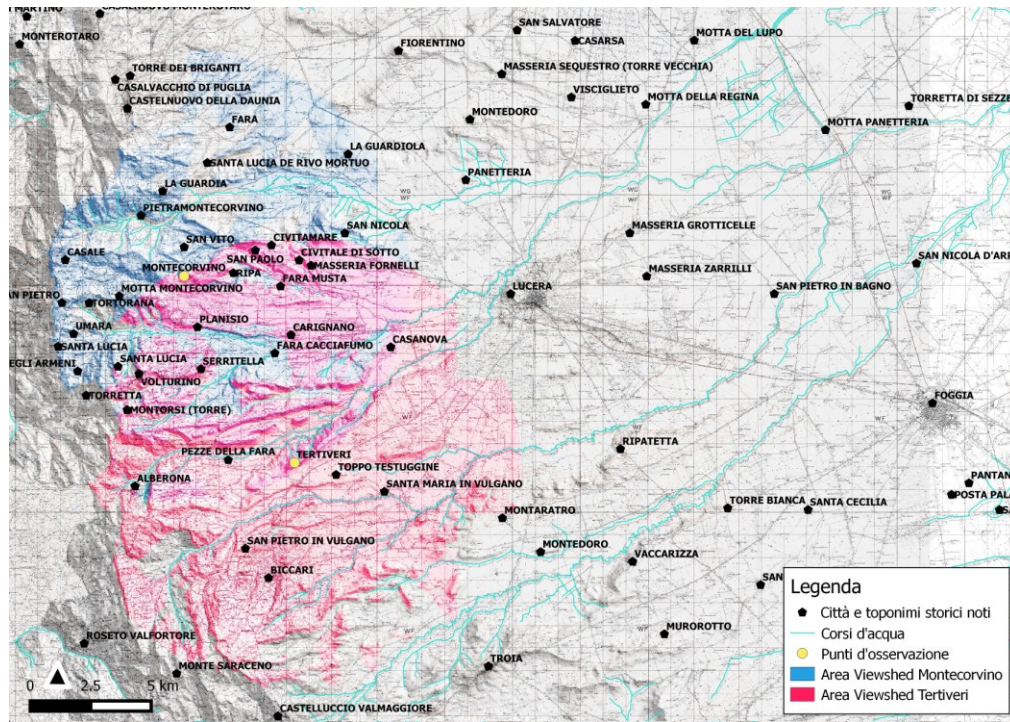
²¹⁷ SAVASTIO 1940; il documento originale è nei Registri Angioni (R.A. n. 119, f. 252). V. *infra*

²¹⁸ V. *infra* Cap. 1

²¹⁹ Le vicende del sito sembrano non dissimili da quelle di Montecorvino. Indagini archeologiche sono state effettuate in loco a partire dal settembre 2011 (CLEMENS 2011; CLEMENS, MATHEUS 2012)

²²⁰ CONNOLLY, LAKE 2006, p. 227

contribuendo a qualificare i centri come cardini di una linea difensiva e di controllo di probabile origine bizantina²²¹.



²²¹ V. *infra* Cap. 1

Oltre alla porzione comune di territorio visivamente controllabile dai due punti di osservazione, emerge anche il dato riguardante l'intervisibilità tra i punti stessi. Ciascun punto risulta compreso nell'area di visibilità dell'altro, seppur ai margini della stessa, dato che indirizza a considerare pienamente razionale la politica insediativa bizantina in questa precisa area della regione.

L'ultima fase di analisi ha visto l'integrazione dei suddetti dati con altri ricavati dall'elaborazione del campo visivo di due ulteriori centri della regione e della "linea difensiva": Fiorentino e Dragonara. Il dato risultante (Fig. 49) fornisce una visione piuttosto ampia su alcune dinamiche insediative e sulla geografia del potere in età bizantina tra la città di Lucera e le prime pendici dei Monti Dauni a Ovest. Geograficamente collocati nella porzione più settentrionale dei Monti Dauni, questi centri dovevano pienamente contribuire, seppure in modalità diverse (in particolare la visibilità di Dragonara risulta ridotta a causa della maggiore asperità topografica) al controllo del territorio e delle vie di comunicazione che conducevano verso Lucera e il Tavoliere.

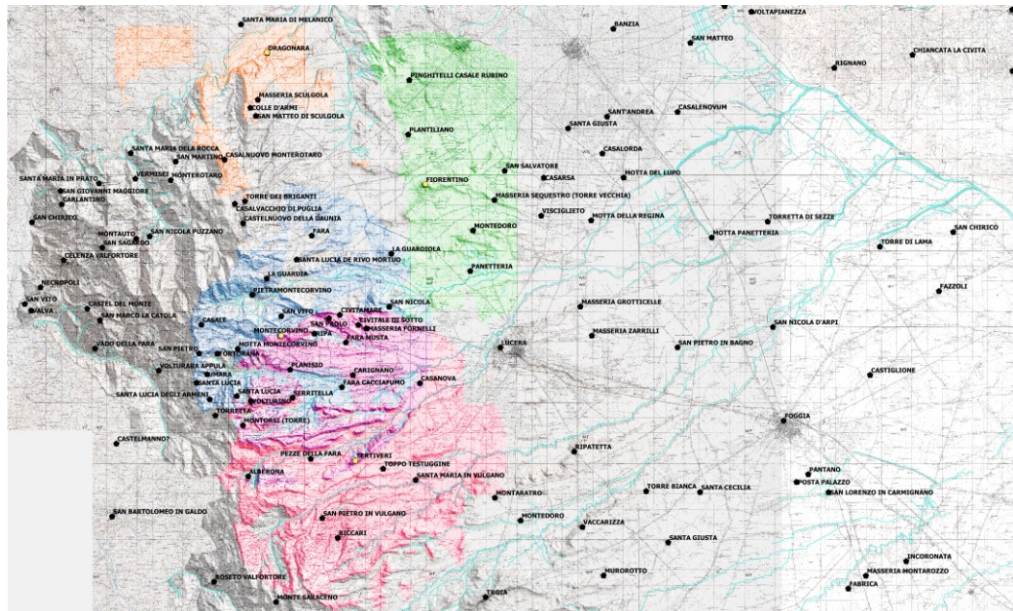
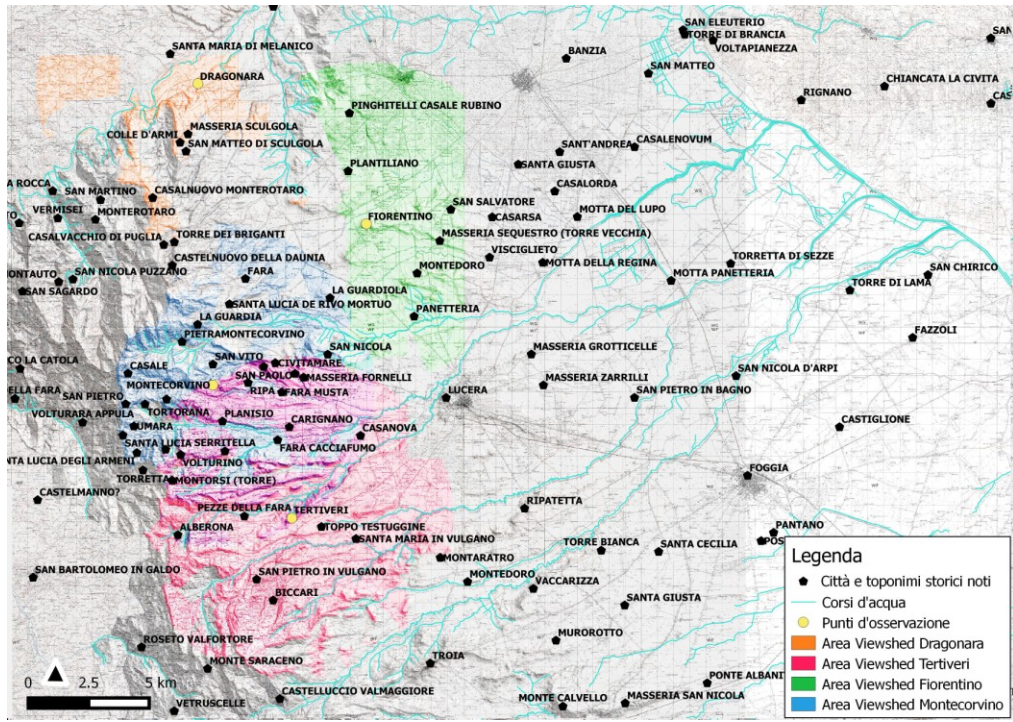


Fig. 49 - Analisi Viewshed combinata tra i punti di osservazione di Montecorvino, Tertiveri, Fiorentino, Dragonara

La seconda tipologia di analisi spaziale *inter-site* adottata per il sito di Montecorvino è la *Cost Surface Analysis* o "Analisi dei costi di percorrenza", la quale mira, attraverso algoritmi, a ricostruire il consumo di energia speso da un individuo per muoversi nello spazio²²². Il dato tiene conto dei potenziali ostacoli naturali o artificiali che possono rendere più difficoltosi gli spostamenti all'interno di un contesto territoriale. In ambiente GIS, in questo caso il software Open Source GRASS, viene elaborata una *Surface Cost Map*, che simula le caratteristiche geomorfologiche del paesaggio e la presenza di ostacoli naturali e artificiali. Tale modello deriva da una combinazione lineare pesata (*Weighted Linear Combination*²²³) di layer, in questa ricerca un modello di analisi delle pendenze (*slope*), cui è stato assegnato un peso del 66% e una carta dell'uso del suolo (*Corine Land Cover*), con un peso del 34% sul totale. Il modello *grid* in tal modo ottenuto, rappresenta la base di partenza, tanto per la definizione di *Least Cost Paths*, percorsi più convenienti (in relazione al dispendio di tempo ed energie) per spostarsi tra luoghi precedentemente individuati nell'ambito della ricerca, quanto per la definizione di bacini di approvvigionamento o *Site Catchment Areas* dei siti presi in esame. Questa tipologia di analisi assume come punto di partenza il dato derivante dalle fonti documentarie e mira ad integrarlo, con l'obiettivo di arricchire la conoscenza del paesaggio naturale e antropizzato delle regioni in esame in età svevo-angioina.

²²² WHEATLEY, GILLINGS 2002, 147-163

²²³ VOOGD 1993

La base dati di questa analisi consiste nel DTM dell'area di interesse²²⁴ disponibile nel Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia. Da esso è stato ricavato un modello di analisi delle pendenze (*slope*), attraverso la specifica funzione nel software Gis GRASS (Fig. 50). Successivamente, tramite un'operazione di Map Algebra²²⁵, è stata generata una combinazione lineare pesata di layer tra la mappa slope e una carta dell'uso del suolo²²⁶, secondo i valori precedentemente enunciati. Il dato raster ottenuto è stato utilizzato per generare una mappa raster di costi cumulativi di percorrenza (Fig. 53), attraverso il comando `r.cost` in GRASS.

²²⁴ L'area comprende i Monti Dauni settentrionali e si estende fino alla città di Lucera ad Est

²²⁵ V. *infra* Cap. 2

²²⁶ Carta Corine Land Cover (2006), diffusa a livello europeo dall'European Environment Agency, basata su immagini satellitari SPOT-4 HRVIR, SPOT 5 HRG e/o IRS P6 LISS III. <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/biodiversita/documenti/corine-land-cover-clc>

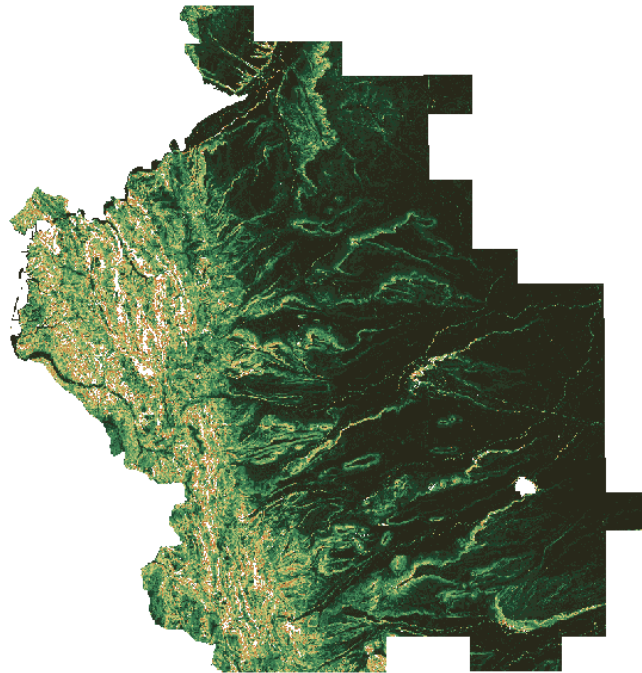


Fig. 50 - Carta di analisi delle pendenze (slope) per l'area dei Monti Dauni settentrionali

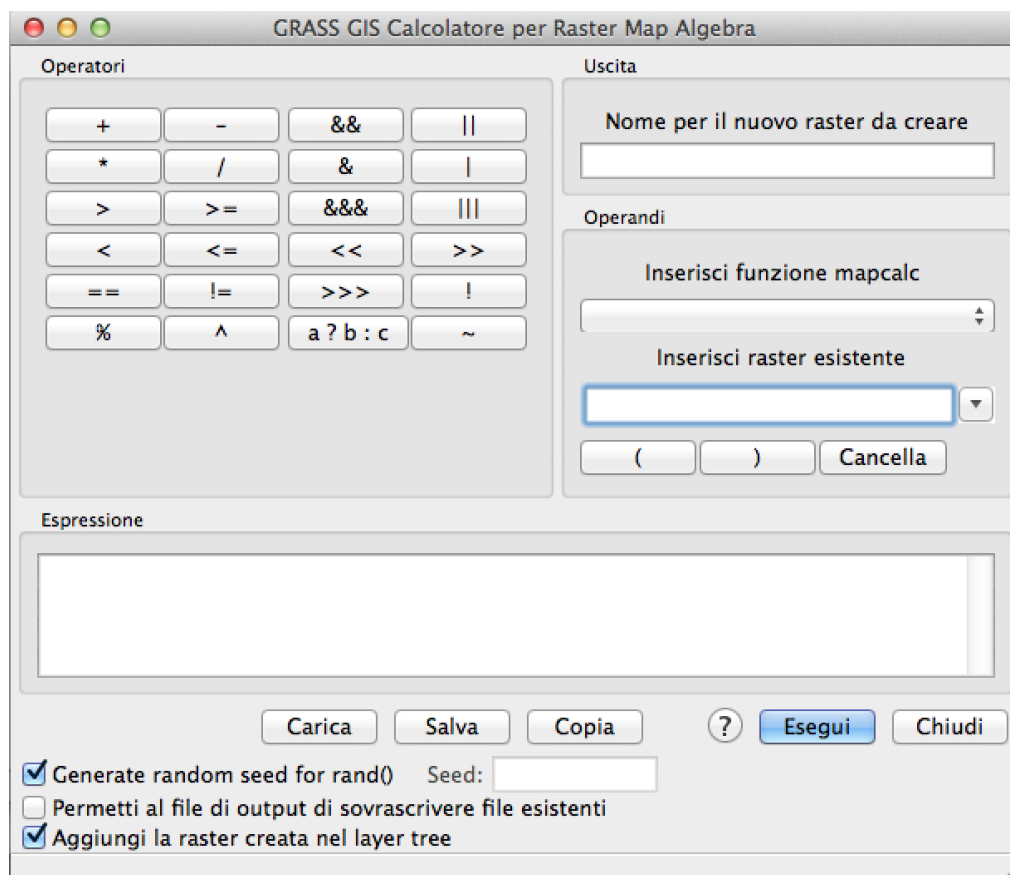


Fig. 51 - Funzione Map Algebra raster all'interno del software Gis GRASS

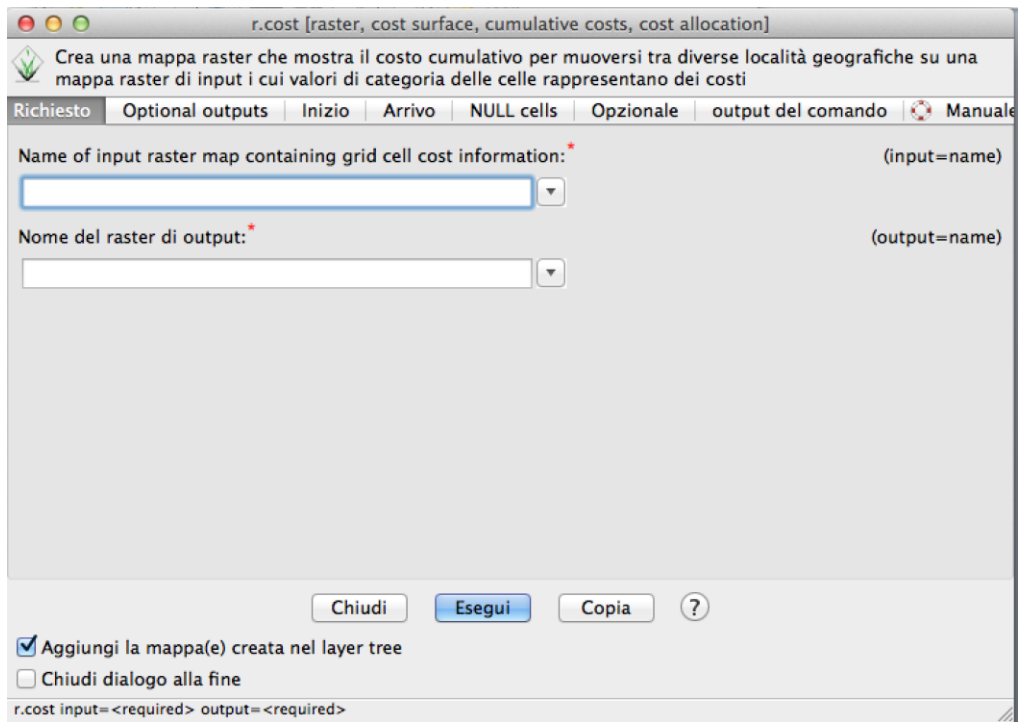


Fig. 52 - Funzione *r.cost* in GRASS, per la creazione di una mappa raster di costi cumulativi di percorrenza

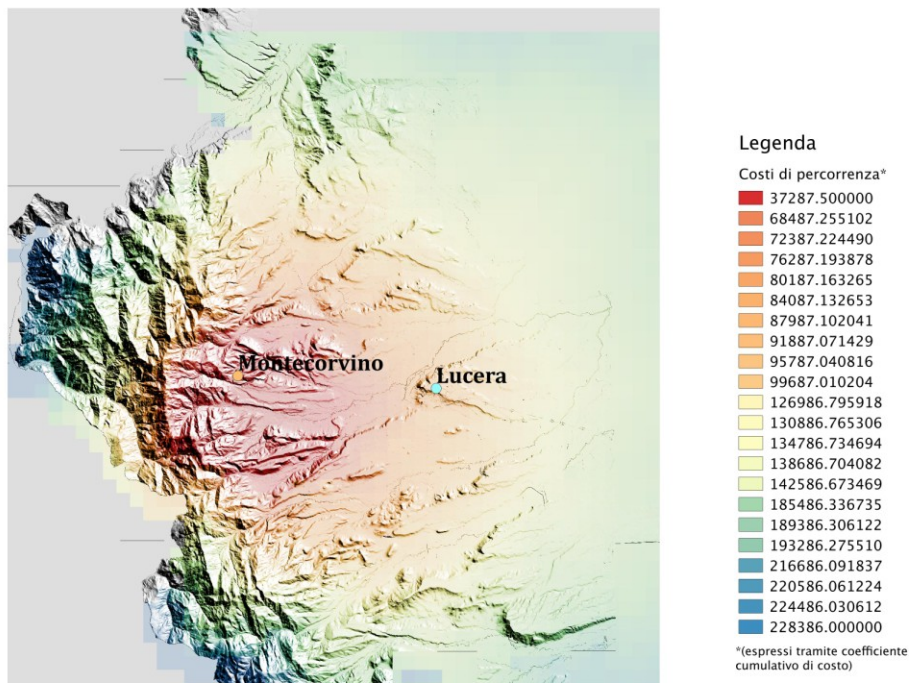


Fig. 53 - Mappa di costi di percorrenza da Montecorvino a gradiente di colore, basata su coefficienti cumulativi di costo

La mappa generata è stata utilizzata come dato raster base per due più specifici livelli di analisi: la delimitazione di aree di *site catchment* e l'elaborazione di *least cost paths*²²⁷.

Nel primo caso l'obiettivo è consistito in particolare nella verifica di un dato documentario di età angioina, riguardante una disputa territoriale. Risulta dai Registri Angioni²²⁸ una vertenza del 1279 aperta presso la R. Curia dal feudatario di Pietramontecorvino, Leonardo Cancellario, il quale avanzava diritti di sfruttamento dei territori di Montecorvino per la raccolta di legna e acqua e per il pascolo. La questione, di fatto, sembra aver creato già ostilità e scontri prima di questa data²²⁹. La sentenza del Giustiziere di Capitanata, Pietro De Samvilla, stabilì però che i due tenimenti dovessero essere ben distinti e separati, senza alcuna zona "promiscua" di sfruttamento territoriale, così come risultava essere stato fin dai tempi dell'imperatore Federico II²³⁰. Furono dunque apposti termini lapidei di delimitazione e stabilite sanzioni pecuniarie per chi avesse violato i diritti dei confinanti²³¹.

Scopo della ricerca è stato dunque ipotizzare le aree di *site catchment* per i centri di Pietramontecorvino e Montecorvino, allo scopo di evidenziare un'eventuale area di sovrapposizione delle stesse che possa ricondursi al dato storico e documentario. La delimitazione del raggio massimo dell'area è stata impostata su un valore di circa 2 ore di spostamento a

²²⁷ V. *infra* Cap. 2

²²⁸ R. A. 1279 A f. 164

²²⁹ SAVASTIO 1940, p. 72

²³⁰ Le fonti riportano che alcuni anziani del luogo furono interrogati in merito all'esistenza di precedenti accordi di gestione dei territori di pertinenza dei due insediamenti. La maggior parte di essi riportò che i territori risultavano ben delimitati anche in età sveva. (SAVASTIO 1940, p. 155)

²³¹ *Ivi*, p. 73

piedi, corrispondente a circa 8 km in condizioni di moderata pendenza²³². L'analisi è stata effettuata all'interno del software GRASS, attraverso il comando `r.catchment`. Sono state condotte due distinte elaborazioni, risultanti in due aree raster, una per ciascun centro, che hanno permesso di riscontrare, sulla base dei parametri inseriti, una porzione di sovrapposizione geometrica, riconducibile a una fascia di territorio verosimilmente accessibile quotidianamente da entrambi gli insediamenti (Fig. 54).

²³² Velocità di circa 1m/s con una pendenza da 1 a 4 gradi. Si tratta di un adattamento isotropico della funzione anisotropica di Tobler (SEUBERS 2013, p. 57; TOBLER, WALDO 1993). Sul concetto di movimento isotropico e anisotropico si veda *infra* Cap. 2

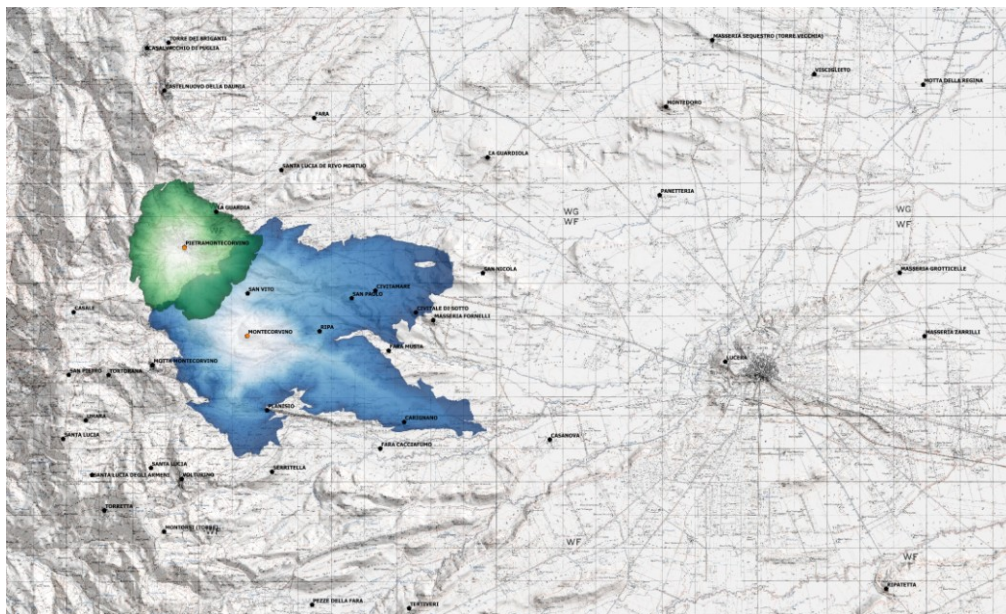
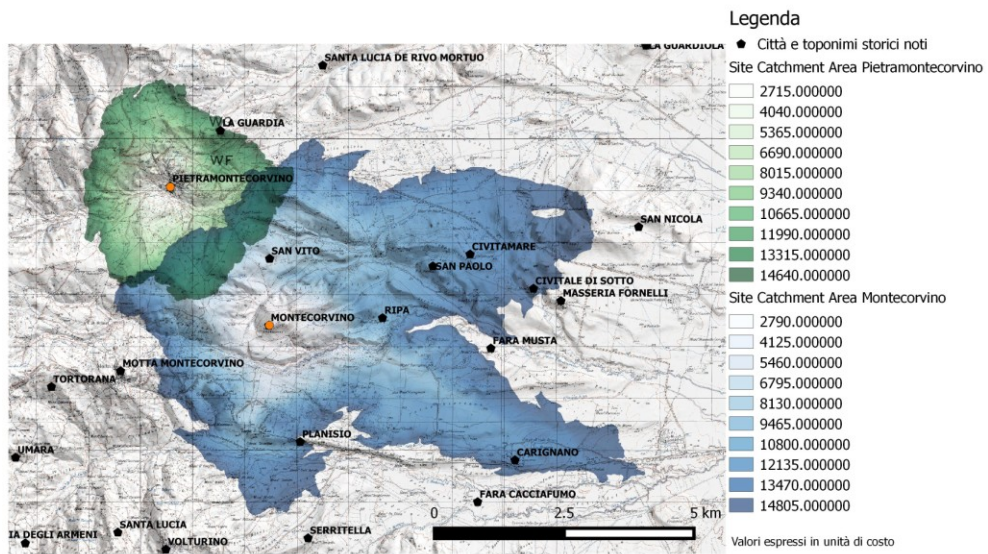


Fig. 54 - Calcolo delle aree di Site Catchment per i siti di Montecorvino e Pietramontecorvino, su DTM e Carta IGM

La mappa di costi cumulativi di percorrenza è risultata utile ad un'altra sotto-tipologia di analisi: l'elaborazione di *least cost paths* tra l'abitato di Montecorvino e i suoi casali di pertinenza in età svevo-angioina, come ricostruito dalle fonti documentarie. Si conosce infatti la concessione in feudo della città, nel 1283, a Pierre D'Angicourt²³³, personaggio ben noto, che rivestiva l'incarico di *prothomagister* alla Corte Angioina. In questa occasione le stesse fonti riportano cinque casali²³⁴ compresi nel feudo di Montecorvino: S. Maria di Monte Sambuco, S. Maria della Humara, S. Lucia degli Armeni, Volturino e Tortorano²³⁵. Il Vescovo di Montecorvino (probabilmente Bartolomeo) reclamò, e infine ottenne, presso la Curia Angioina, il possesso degli stessi casali, appartenenti, a suo dire, alla Chiesa Cattedrale fin da epoca sveva²³⁶. Questi centri-satellite, di interesse agricolo, commerciale e strategico-militare, sono dunque attestati come gravitanti nell'area d'influenza di Montecorvino quantomeno per buona parte del Basso Medioevo.

Obiettivo della ricerca è, in questo caso, in mancanza di riscontri archeologici o documentari certi riguardo alle vie di comunicazione tra Montecorvino e questi centri, avanzare un'ipotesi ricostruttiva di questi tracciati per mezzo dell'analisi spaziale all'interno di un software GIS. L'elaborazione è stata compiuta all'interno del software GRASS con il comando `r.drain`.

²³³ Succede a Pietro De Marmorant, dopo la morte di questi. (R. A. 1292 E f. 325)

²³⁴ Sulla tipologia di insediamento nota in età medievale come *casale v. infra* Cap. 1

²³⁵ R. A. 1272 E f. 165 a; Citazione in SAVASTIO 1940, p. 70

²³⁶ SAVASTIO 1940, p. 71

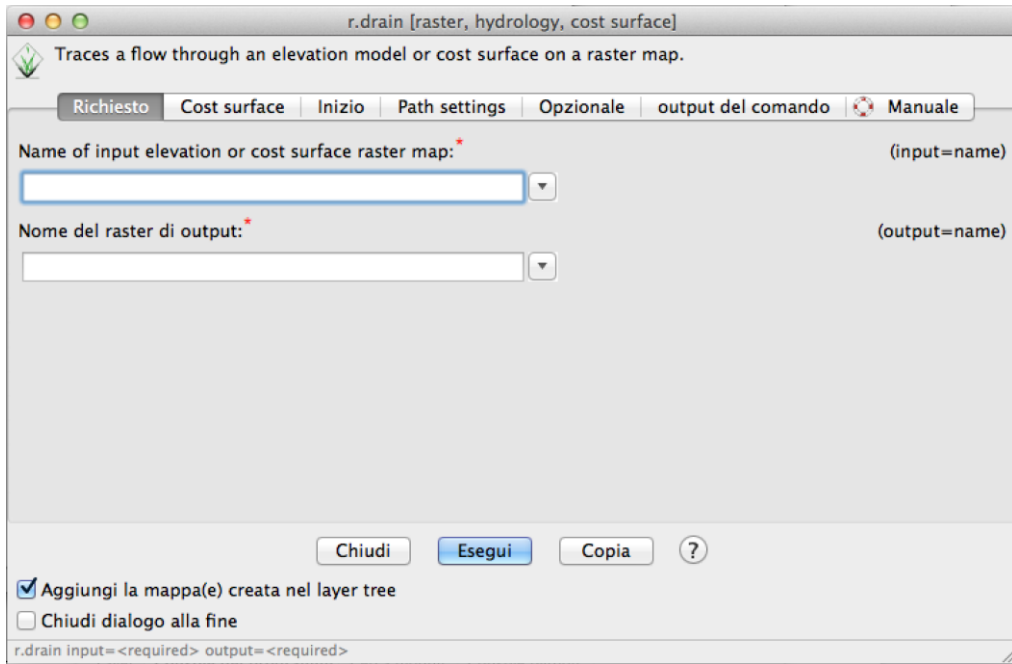


Fig. 55 - Comando *r.drain* all'interno del software GRASS

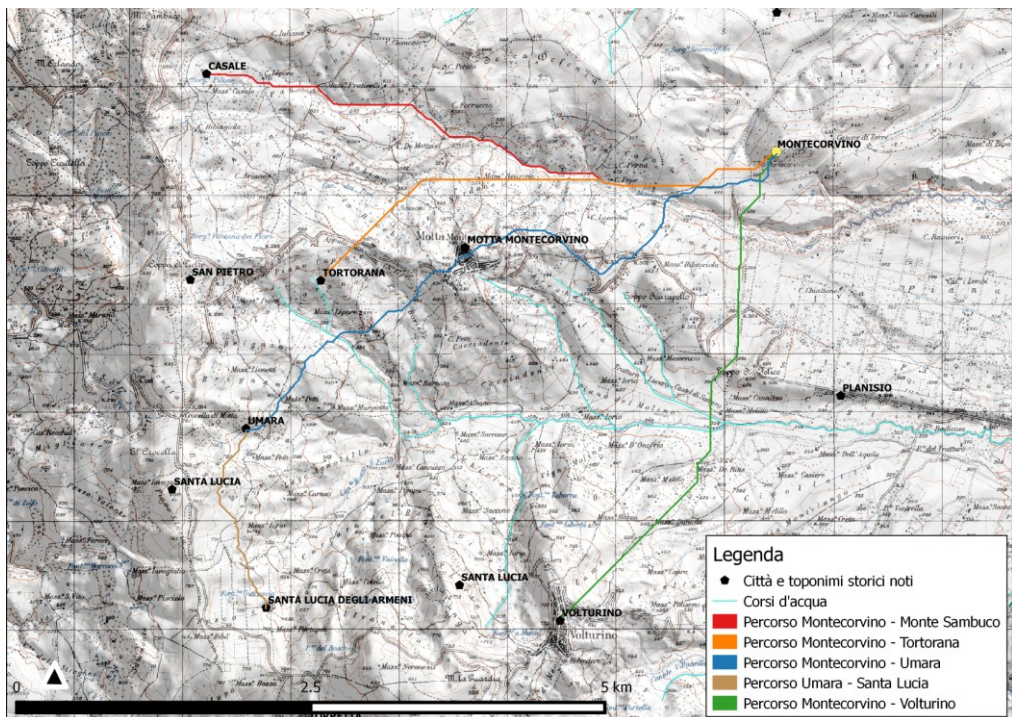


Fig. 56 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su DTM e carta IGM

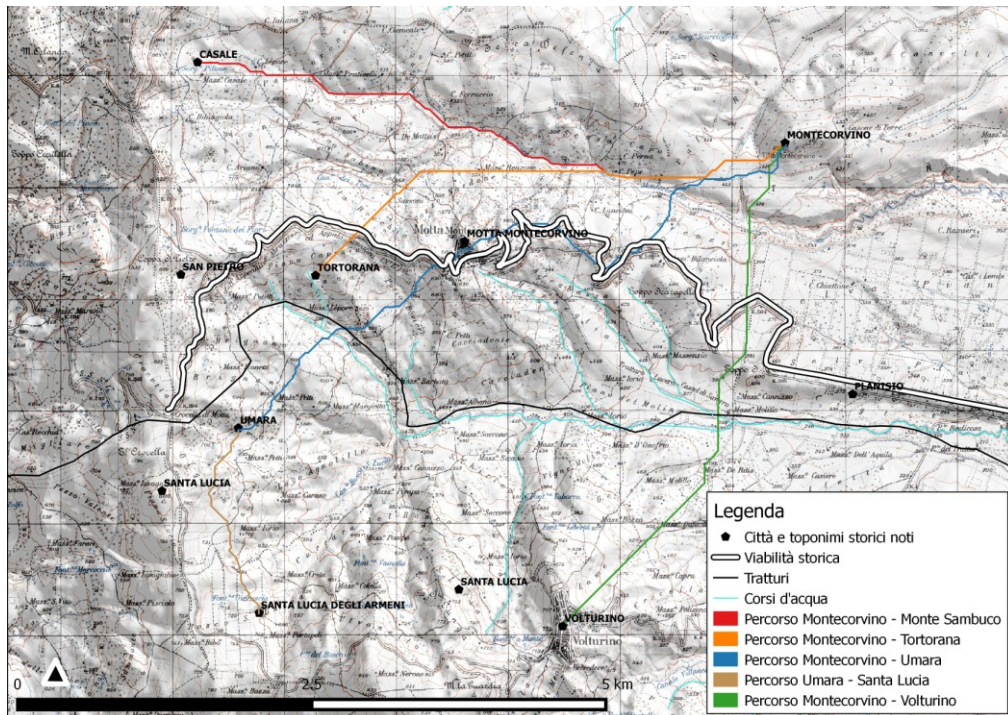


Fig. 57 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su DTM e carta IGM, a confronto con la viabilità notà di età moderna e il tracciato dei tratturi

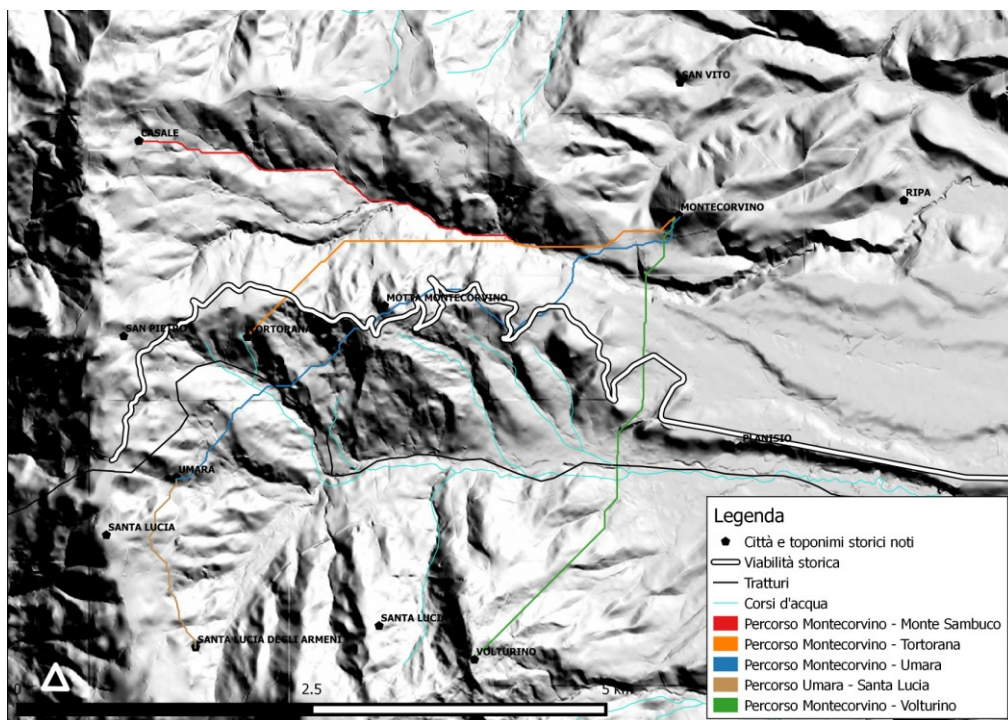


Fig. 58 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su mappa Shaded Relief

I *least cost paths* risultanti dall'elaborazione software (Figg. 56 - 57 - 58)

si caratterizzano nel modo seguente:

•Montecorvino - S. Maria di Monte Sambuco (toponimo Casale):

Il tracciato scende dal versante S-O della collina su cui sorge Montecorvino e costeggia, in senso E-O la fiumara di Motta Montecorvino, fin quasi alla sorgente Pilone, nei pressi della quale si situa il toponimo "Casale", riferibile alla realtà insediativa di S. Maria di Monte Sambuco (Fig.59).

•Montecorvino - S. Maria della Humara (toponimo Umara):

Il collegamento ricostruito tra Montecorvino e il casale di Umara segue l'antica direttrice per Motta Montecorvino e ad essa si sovrappone in alcuni tratti (Fig. 61).

•Montecorvino - S. Lucia degli Armeni:

L'elaborazione di analisi spaziale indica il collegamento tra Montecorvino e il casale di Santa Lucia degli Armeni come ricalcante, nel tratto iniziale, il tracciato Montecorvino - Umara. Da questo discenderebbe verso S,

attraversando la zona di Masseria Iorio, fino al casale di Santa Lucia (Fig. 62).

•Montecorvino - Volturino:

L'itinerario ipotizzato per Volturino (unico centro, tra questi, a continuità di vita) si dirige immediatamente a sud di Montecorvino, attraversando la fiumara di Motta Montecorvino, Toppo S. Felice e superando il torrente Radicosa nei pressi del tracciato del tratturo Lucera - Castel di Sangro. Il tracciato prosegue successivamente, senza particolari deviazioni, verso S-O, fino a Volturino (Fig. 63).

•Montecorvino - Tortorano (toponimo Tortorana):

L'ipotesi di tracciato rispecchia per un primo tratto il tragitto per Monte Sambuco, per poi dirigersi verso S-O all'altezza di Pozzo Nardone. Da qui, superata l'attuale S.S. 17, prosegue in direzione S-O verso il toponimo Tortorana (Fig. 60).

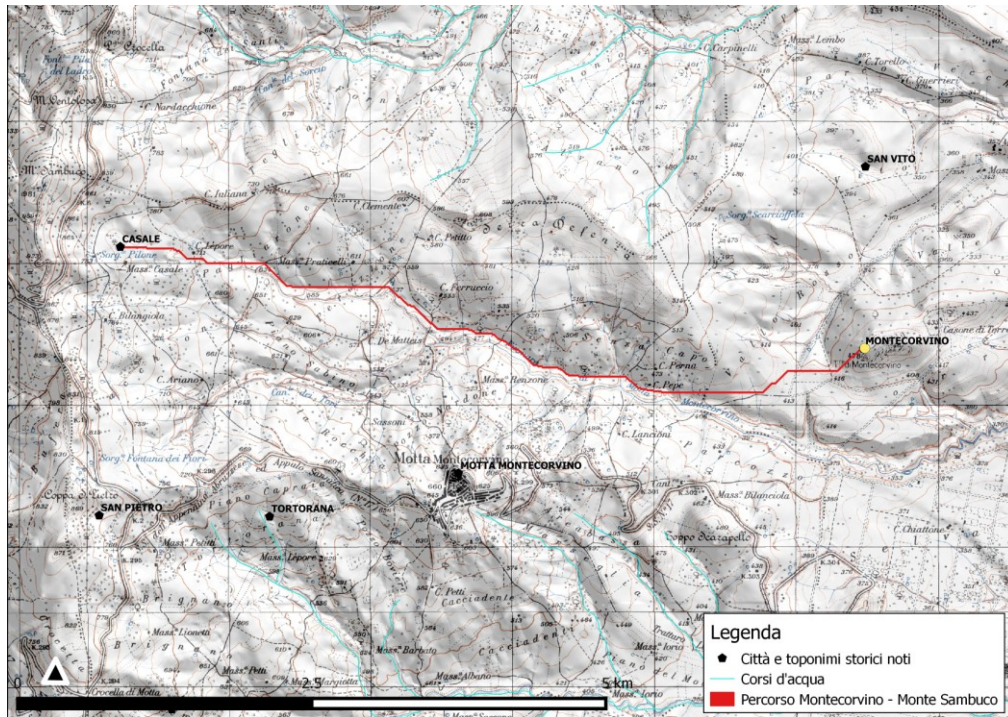


Fig. 59 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Monte Sambuco

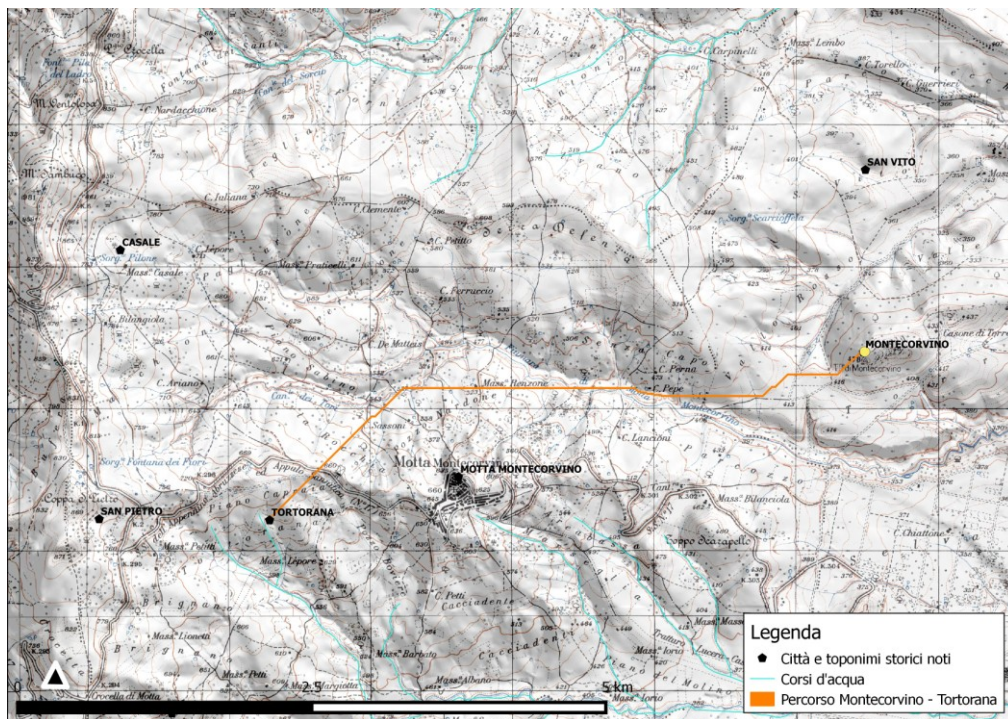


Fig. 60 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Tortorana

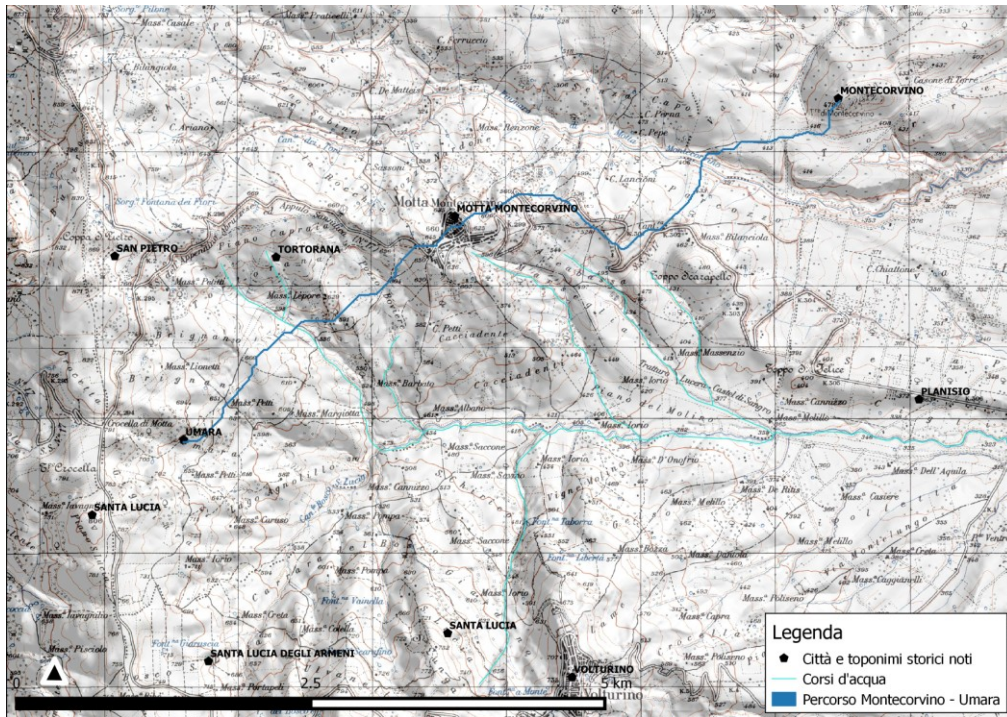


Fig. 61 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Umara

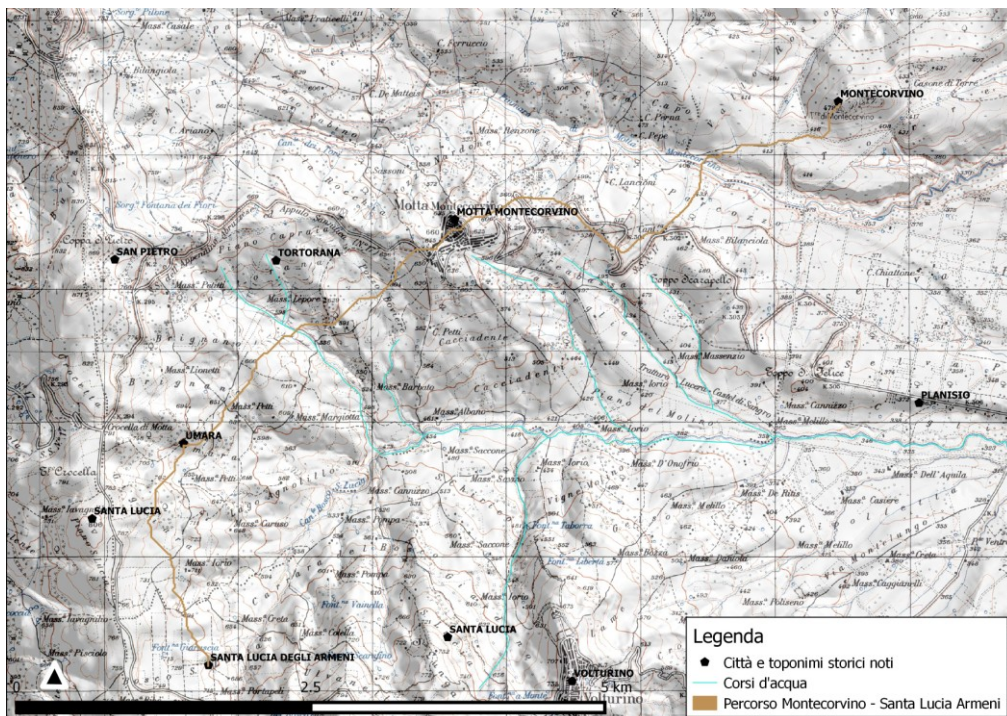


Fig. 62 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Santa Lucia degli Armeni

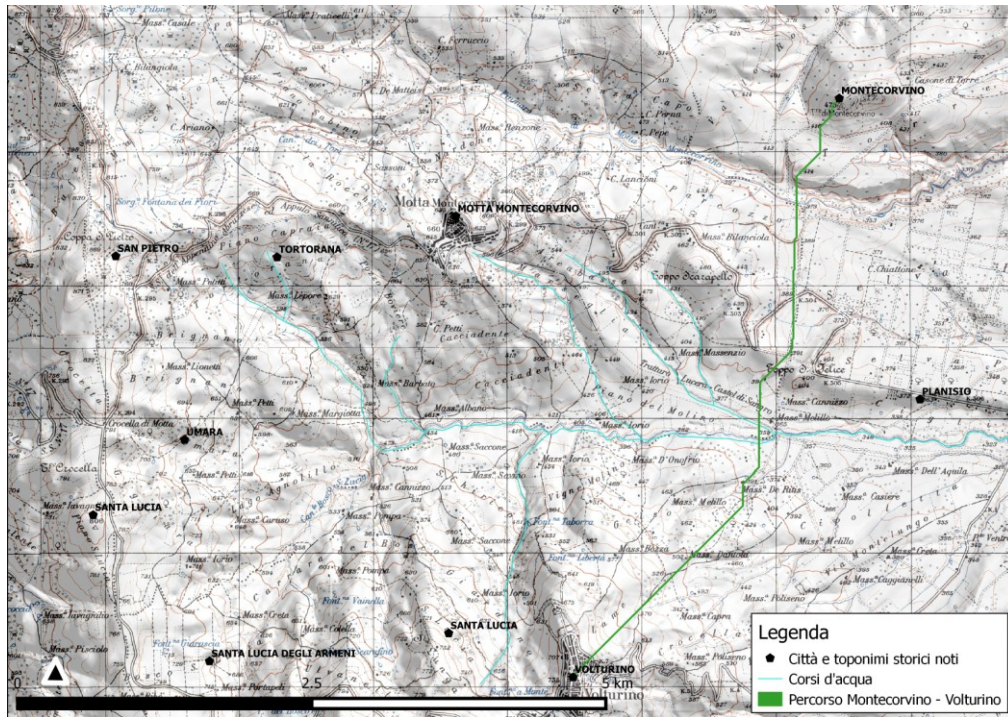


Fig. 63 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Volturino

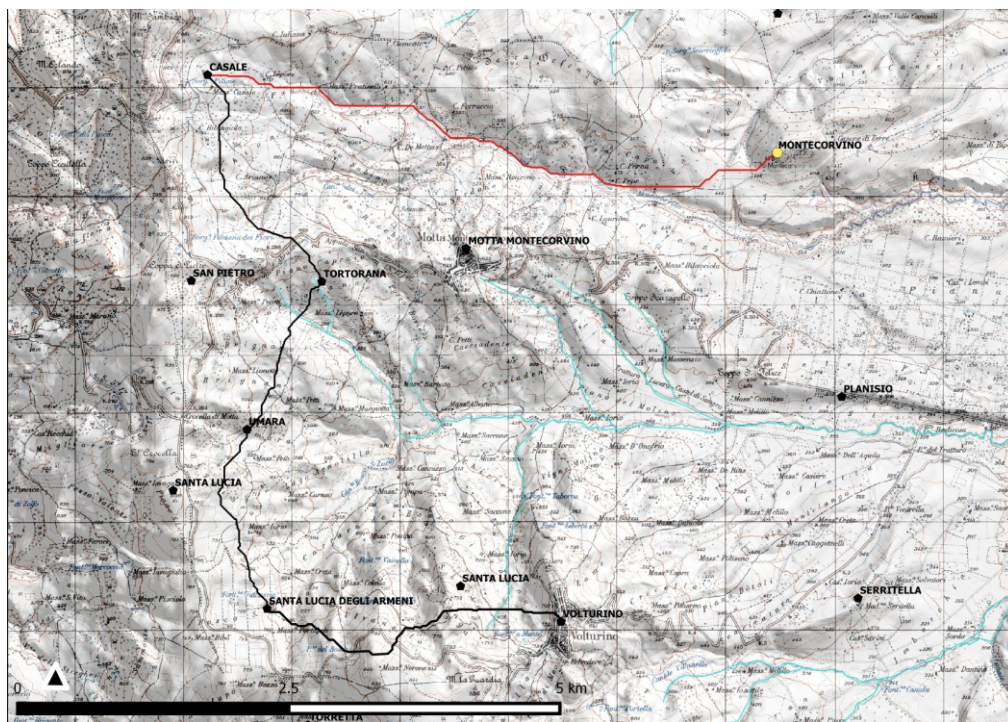


Fig. 64 - Ipotesi di viabilità interna tra i singoli casali di Montecorvino

È stata anche elaborata un'ipotesi di viabilità interna fra i casali (Fig. 64), ipotizzando necessità di collegamento tra gli stessi, oltre che col centro principale. L'elaborazione mostra una direttrice discendente verso sud da Monte Sambuco; la stessa nel suo percorso intercetterebbe gli insediamenti di Tortorana, Umara e S. Lucia degli Armeni, piegando successivamente verso Est, dove attraverserebbe un ramo del torrente Radicosa, per poi giungere a Volturino.

San Lorenzo in Carmignano - Pantano

Tipologie di analisi basate sul calcolo di una superficie di costi (*Site Catchment* e *Least Cost Paths*) sono state utilizzate anche per i siti di San Lorenzo in Carmignano e Pantano. Le intense relazioni commerciali di San Lorenzo sono testimoniate da alcune fonti documentarie e dallo studio dei reperti ceramici²³⁷. Questi ultimi dati sembrano identificare in Salpi uno dei centri con cui dovevano essere attive connessioni legate al commercio, tanto di produzioni locali che d'oltremare²³⁸. I rapporti legati ad un altro importante porto del Tavoliere, Siponto, sono altresì confermati da fonti documentarie. Martin ipotizza per l'insediamento un vero e proprio ruolo di centro di scambi, tesi sostenuta anche dai dati relativi alla circolazione monetaria della regione, almeno dall'inizio del XII sec. al terzo quarto del XIII sec. L'elaborazione di *Least Cost Paths* per questo caso di studio si è

²³⁷ V. *infra* Cap. 3.2

²³⁸ MARTIN, NOYE 1991, p. 253

dunque indirizzata verso la definizione dei possibili itinerari commerciali tra San Lorenzo e le due realtà costiere (Figg. 65 - 66).

Dal punto di vista insediativo, è interessante notare la parabola di sviluppo del sito medievale, durata appena più di due secoli. In particolare questa ricerca si è concentrata sulla fase di riassetto gerarchico degli habitat della pianura, operato in epoca sveva. Le fonti citano il trasferimento forzato di alcuni abitanti di San Lorenzo in altri *casalia* imperiali, in particolare Ordonà²³⁹. L'analisi legata all'elaborazione delle aree di *Site Catchment* mira dunque a relazionare le zone di sfruttamento territoriale di questi due centri con le loro dinamiche insediative in una fase di notevole declino (San Lorenzo) e di persistenza (Ordonà) in epoca sveva.

²³⁹ C.D.P. XXI, 153, 154, 155

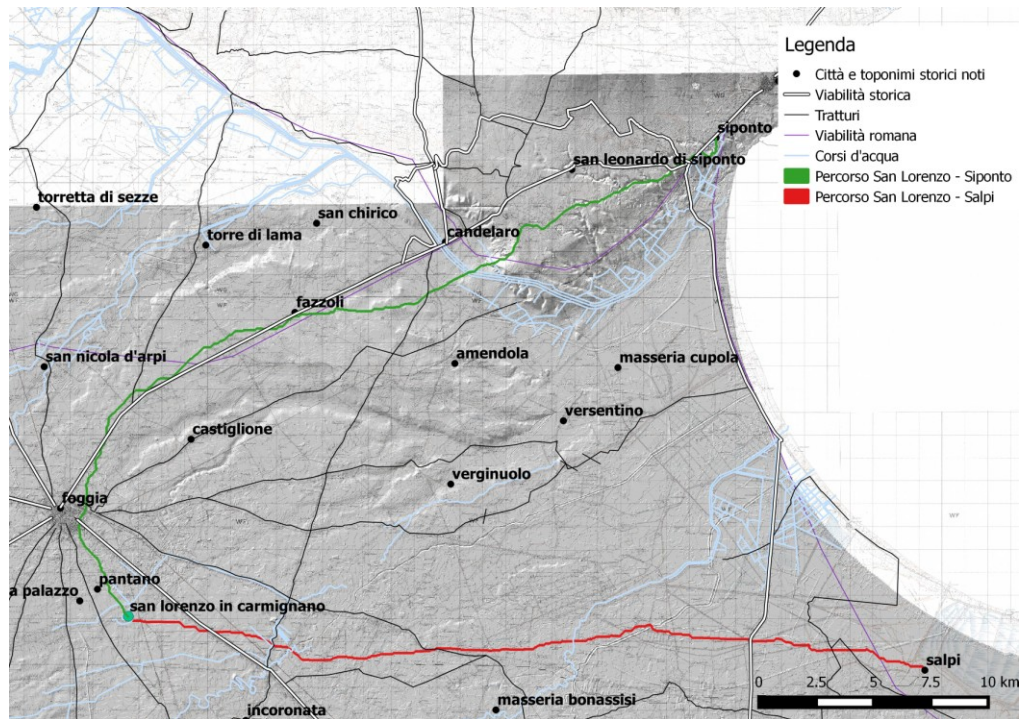


Fig. 65 - Tracciato dei Least Cost Paths di San Lorenzo, su DTM e carta IGM, a confronto con la viabilità moderna e romana

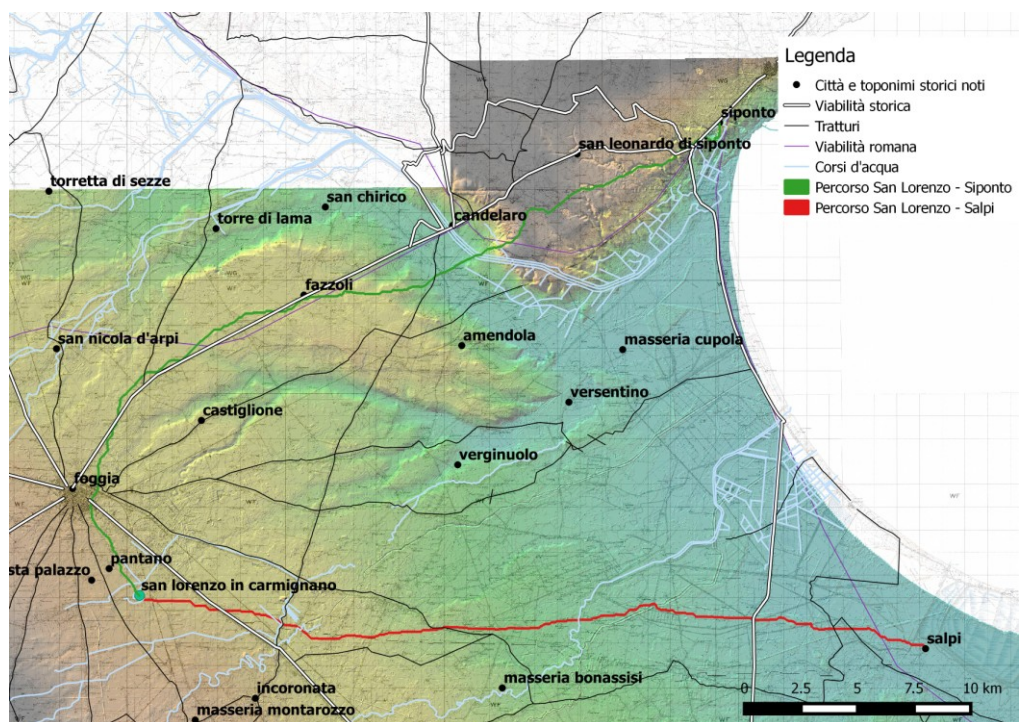


Fig. 66 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su DTM (con cromatismi legati all'elevazione del suolo) e carta IGM, a confronto con la viabilità moderna e romana

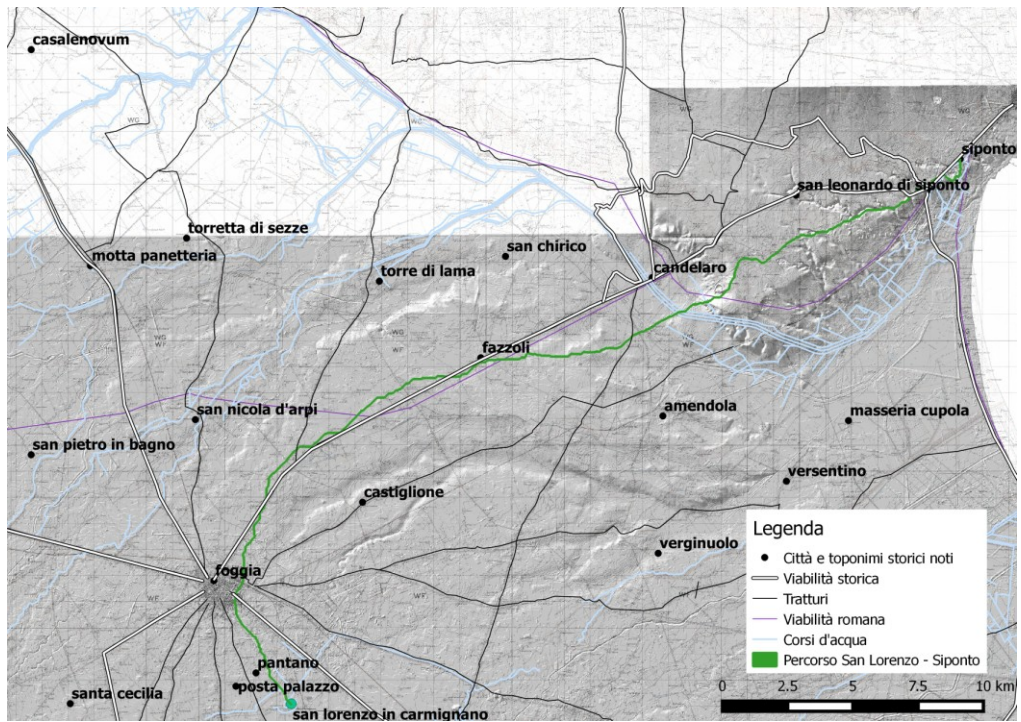


Fig. 67 - Particolare dell'ipotesi di percorso San Lorenzo - Siponto

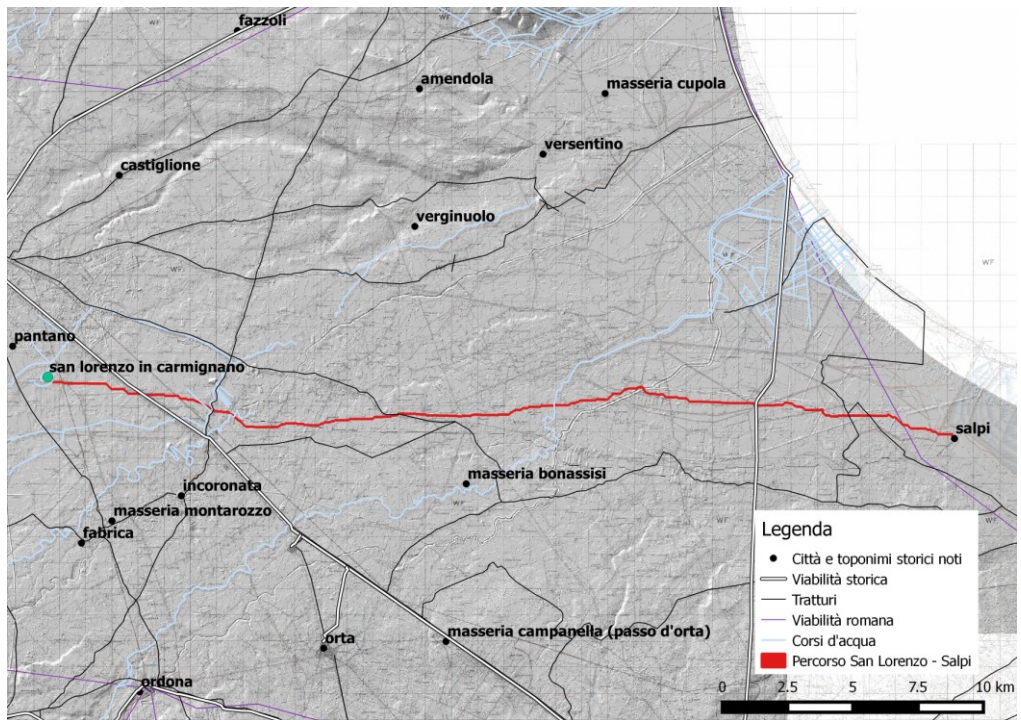


Fig. 68 - Particolare dell'ipotesi di percorso San Lorenzo - Salpi

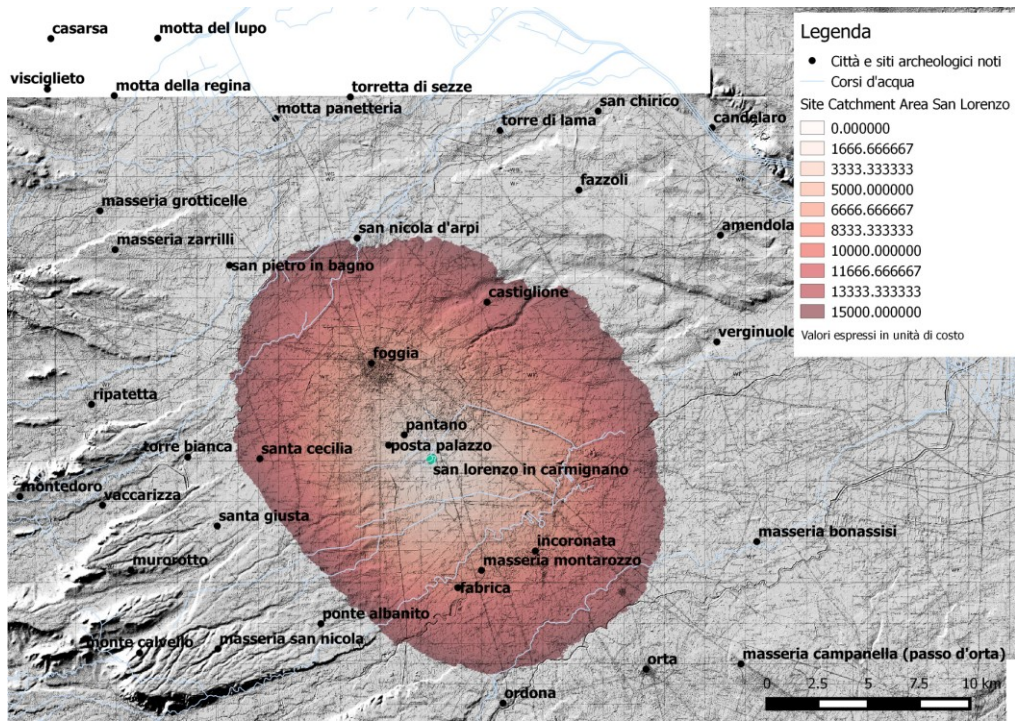


Fig. 69 - Elaborazione dell'area di Site Catchment per il sito di San Lorenzo in Carmignano

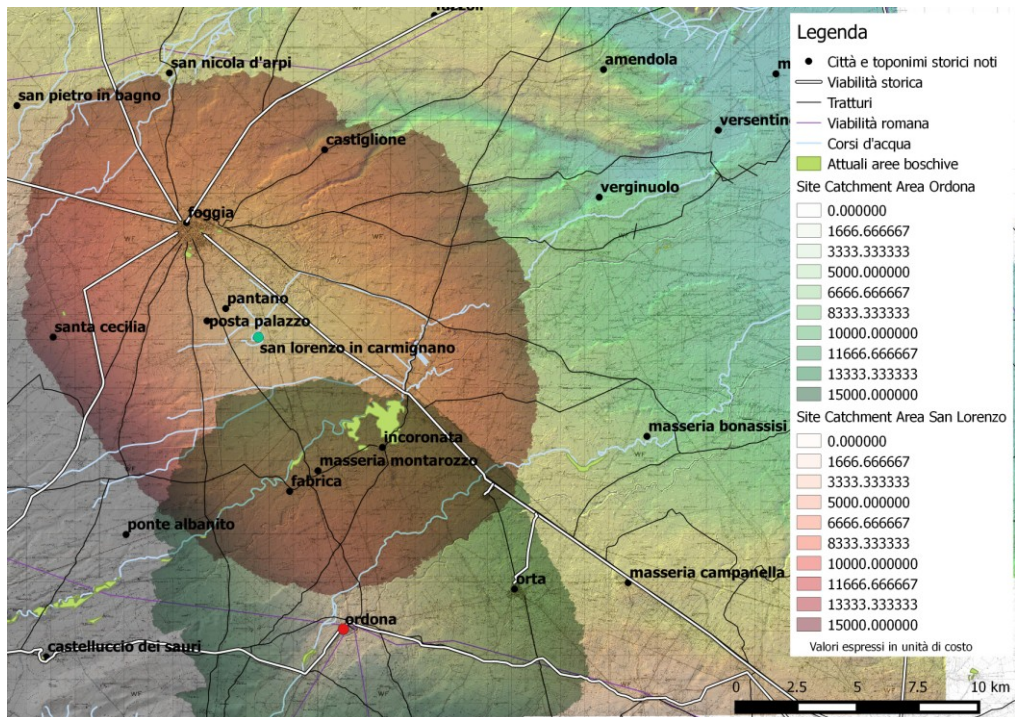


Fig. 70 - Elaborazione delle aree di Site Catchment per i siti di San Lorenzo e Ortona, con evidenziazione delle attuali aree boschive

Il percorso ricreato dal software GIS tra San Lorenzo e Siponto (fig. 67) si dirige a nord - ovest verso Foggia e da qui costeggia per un buon tratto la moderna strada che collega Foggia e Manfredonia²⁴⁰ (ora Statale Garganica), nonché la romana Aecae - Siponto.

Il percorso per Salpi (Fig. 68) procede piuttosto linearmente da San Lorenzo verso Est, attraversando in due punti il corso del Cervaro e del Carapelle, nonché, nell'ultimo tratto, la romana via Litoranea.

il risultato dell'elaborazione del percorso per Siponto può ragionevolmente legarsi a un'ipotesi di persistenza di un asse viario (tuttora esistente) tra il centro del Tavoliere e le propaggini meridionali del Gargano. Si evidenzia inoltre come il percorso preveda il passaggio a nord per Foggia e con tutta probabilità, in età sveva, per Pantano.

Riguardo al percorso San Lorenzo - Salpi è rilevante quanto risalta dall'*Itinerario* di Filippo Augusto, re di Francia, che nell'anno 1191, di ritorno dalla Terza Crociata, risale l'intera regione pugliese sino a Bari (Fig. 70b). Successivamente, seguendo la via Litoranea giunge a Salpi, da dove si dirige verso l'interno, puntando in direzione di Troia per ricongiungersi con la Via Traiana. Al centro del Tavoliere attraversa un villaggio (*villam*) denominato "San Lorenzo di Carminan" a poche miglia da Foggia²⁴¹. Il tracciato desunto da questa fonte e l'elaborazione GIS presentano caratteri di somiglianza.

L'analisi relativa ai bacini di approvvigionamento per San Lorenzo e Ortona, condotta secondo gli stessi criteri applicativi del caso di studio di Montecorvino (Figg. 69 - 70), evidenzia una piuttosto estesa area di

²⁴⁰ MASSAFRA 1984

²⁴¹ INFANTE 2009; Itinerario simile è nell'*Iter de Londino in Terram Sanctam* di Matthew Paris (1253), dove è però citata Foggia (*Foges*) in luogo di San Lorenzo

possibile gestione comune delle risorse da parte dei due insediamenti. Non è da escludere l'ipotesi che ciò, in aggiunta all'emersione della realtà insediativa foggiana in età sveva, abbia concorso al precoce declino di San Lorenzo²⁴², ma poi anche della stessa Ortona, che pure si è poi garantita una continuità di frequentazione ai giorni nostri, solo attraverso un periodo di iato insediativo e una dislocazione topografica di alcun Km. Parallelo a questo è il tema dello sfruttamento del Bosco dell'Incoronata, compreso all'interno delle due aree definite dall'analisi, ma di estensione attuale notevolmente ridotta rispetto all'età medievale. Il sito di Pantano, sede della *Domus* federiciana, rientra a buon titolo in questo filone di ricerca legato allo sfruttamento delle aree boschive. Oltre allo sfruttamento legato a un'economia di sussistenza (e alle attività venatorie della Corte Imperiale), non è da sottovalutare l'approvvigionamento del materiale ligneo da costruzione, dato tra l'altro ricostruibile dalle fonti²⁴³.

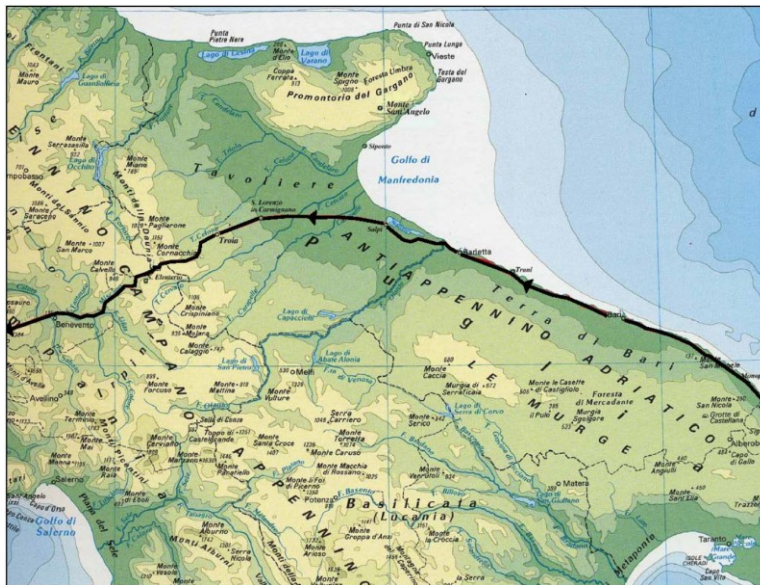


Fig. 70b - Itinerario del 1191 di Filippo Augusto, re di Francia (da INFANTE 2009)

²⁴² Il sito nel 1288 è degradato, da *castrum*, al rango di *casale* (MARTIN, NOYÈ 1991, p. 237)

²⁴³ Le "*domus valde pulchras*" in legno, demolite nel 1255. V. *infra* Cap. 3.2

Analisi intra - site:

Montecorvino

L'analisi condotta a livello *intra-site* presso il sito di Montecorvino ha utilizzato come base dati il DSM ottenuto da rilievo aerofotogrammetrico da APR dell'intero area²⁴⁴. Particolarmente utile è risultata la possibilità di ottenere una modellazione tridimensionale della motta castrale, mai interamente rilevata in precedenza con metodi tradizionali, a causa dell'elevata asperità del terreno e dell'estensione della collina (diametro alla base di circa 94 m.). La sopraelevazione sembra avere tutti i caratteri dell'apprestamento artificiale, realizzato con intenti difensivi e di delimitazione degli spazi signorili a partire dall'età normanna²⁴⁵.

Considerata la buona risoluzione spaziale del DSM ottenuto dal processo aerofotogrammetrico (volo a 50 m., GSD di 2.25 cm/pixel) è stato possibile analizzare con precisione la geomorfologia dell'impianto difensivo dell'area signorile, organizzato, come sembra, sul modello topografico del rialzo protetto da fossato, già riscontrato in Daunia per diversi siti di altura e di pianura²⁴⁶.

Sono stati utilizzati con successo gli strumenti di analisi geomorfologica degli attuali software GIS, in particolare QGIS, tramite il plugin *Profile Tool*²⁴⁷, che permette di visualizzare e gestire profili di sezione di DTM e DSM ed esportarli nei formati svg, pdf, png e csv. Un primo profilo di

²⁴⁴ V. *infra*

²⁴⁵ FAVIA, MARUOTTI 2013, p. 98

²⁴⁶ *Ivi*, p. 95

²⁴⁷ Versione 3.7.0

sezione è stato tracciato in senso E - O, intercettando, a ridosso del versante E della motta, l'area di indagine del 2015 del saggio III di scavo (Fig. 71), che ha restituito alcuni importanti dati sugli apprestamenti difensivi tra l'area del supposto fossato e le prime pendici della collina artificiale.



Fig. 71 - Strutture difensive tra il versante E della motta castrale e l'area del fossato (saggio III di scavo, termine della campagna 2015, foto da APR)

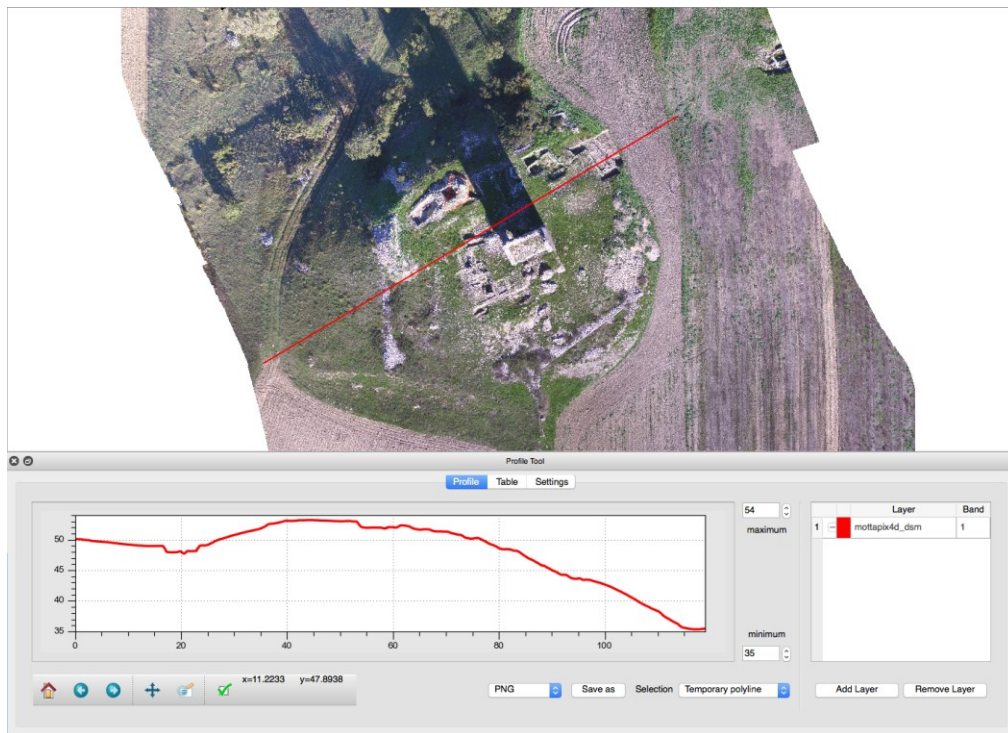


Fig. 72 - Elaborazione in GIS (QGIS, plugin Profile Tool) del profilo di sezione E - O della motta castrale, intercettante ad E il saggio III di scavo

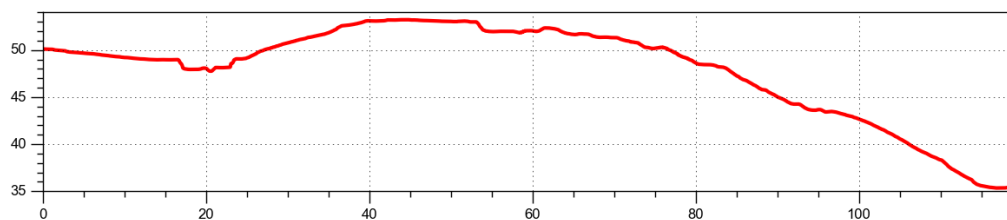


Fig. 73 - Particolare del grafico generato con il profilo di sezione, con le variazioni di quota relativa

Il grafico generato dal software (Figg. 72 - 73) conferma un diametro massimo del rialzo artificiale di circa 94 m. e un dislivello massimo di 18 m. alla base del versante O e di poco più di 5 m. dal piano di campagna ad E. Nella porzione orientale risalta il profilo della struttura muraria e delle annesse opere di accumulo e asporto di materiale, di non ancora univoca interpretazione del saggio III di scavo²⁴⁸. Un modello stampato in 3D in scala è stato realizzato, in ottica divulgativa, sulla base del modello tridimensionale della motta e della sezione topografica succitata²⁴⁹.

Un secondo profilo di sezione è stato orientato, ancora sull'asse E - O, con una rotazione di alcuni gradi in senso orario rispetto al precedente (Figg. 74 - 75). L'obiettivo era in questo caso l'indagine del dislivello, tuttora parzialmente percepibile al suolo²⁵⁰, dell'area in cui doveva insistere il fossato, rispetto al piano di campagna più ad E. Il profilo attraversa la zona immediatamente a S del limite meridionale del saggio III (porzione scavata nel 2014).

La depressione riscontrabile al livello del suolo risulta, da quest'analisi, misurare 21,5 m. in lunghezza e circa 1 m. di dislivello massimo, nel punto più basso rispetto al piano di campagna.

²⁴⁸ Si ipotizza un sistema difensivo a massicciata, con annessa canaletta di deflusso delle acque

²⁴⁹ V. *infra* Cap. 4

²⁵⁰ FAVIA, MARUOTTI 2013, p. 98

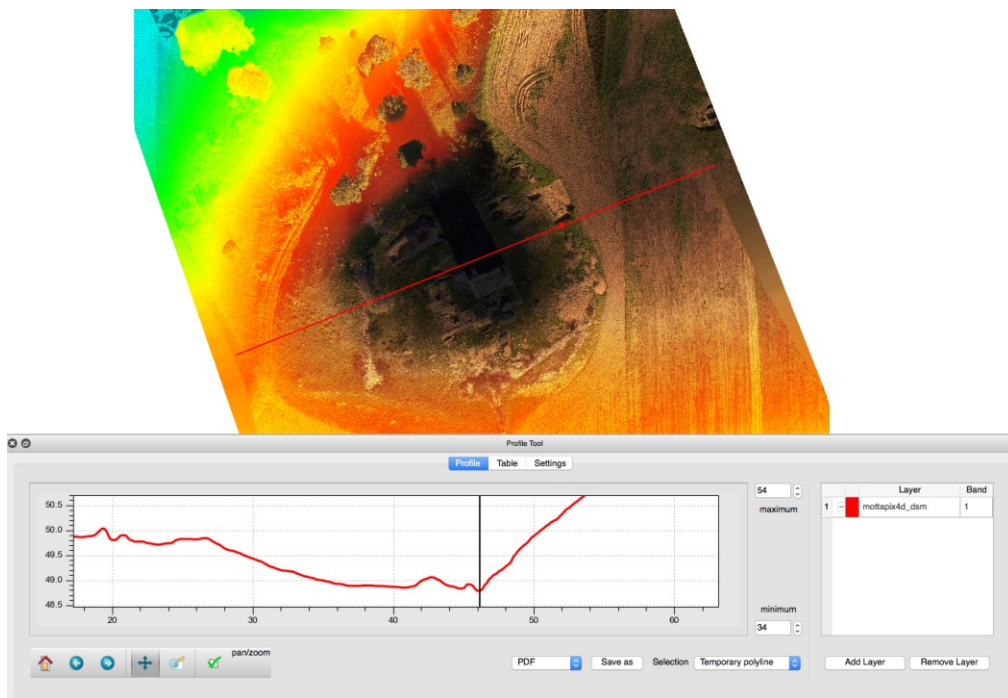


Fig. 74 - Elaborazione del profilo di sezione alternativo Est - Ovest, con indicazione del valore più basso di quota relativa in area fossato

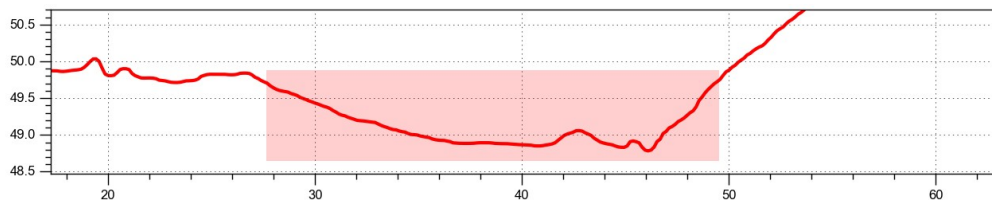


Fig. 75 - Particolare della restituzione grafica del profilo di sezione alternativo Est - Ovest, con evidenziazione della presunta area di insistenza del fossato difensivo

San Lorenzo in Carmignano

L'analisi geomorfologica dei sistemi difensivi dell'insediamento medievale di San Lorenzo è stata condotta sulla base di un DTM a risoluzione 5 m., da sensore satellitare GeoEye-1. L'obiettivo era riscontare l'eventuale persistenza di tracce dei fossati e dei baluardi in terra che circondavano l'abitato, in modo particolare in riferimento alla designazione dello stesso col termine di *castrum*, verso la metà del XII sec²⁵¹.

Come avvenuto per il caso di studio di Montecorvino, sono stati tracciati due profili di sezione topografica del DTM in ambiente GIS, con orientamento Nord - Ovest/Sud - Est e Nord - Est/ Sud - Ovest (Figg. 78 - 79), intercettanti i limiti dell'insediamento medievale, già ipotizzati da Bradford e Martin²⁵² (Fig. 76).

²⁵¹ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 238

²⁵² BRADFORD 1949; MARTIN, NOYÈ, 1991

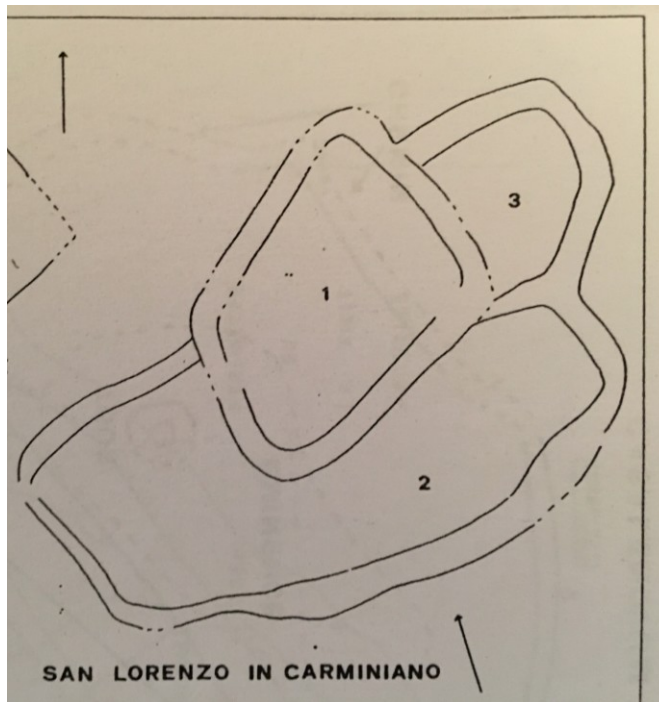


Fig. 76 - I recinti delimitati da fossati e terrapieni di San Lorenzo, come ricostruiti da J. M. Martin (MARTIN, NOYÈ 1991, p. 297)



Fig. 77 - Tracce del fossato individuato nella porzione Nord dell'insediamento, durante la campagna di scavo 2009 (saggio XII)



Fig. 78 - Profilo di sezione topografica Nord - Ovest/Sud - Est dell'area dell'insediamento medievale di San Lorenzo in Carmignano in ambiente GIS

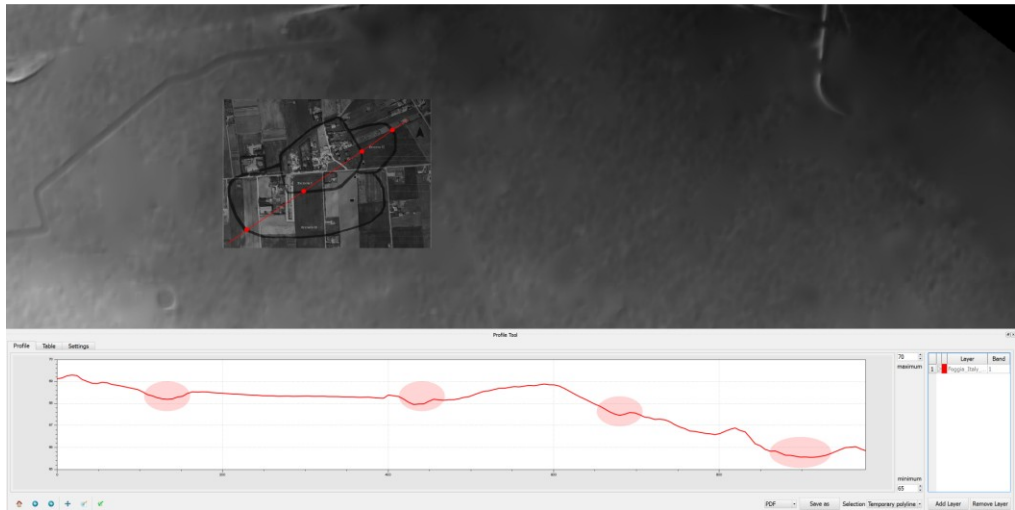


Fig. 79 - Profilo di sezione topografica Nord - Est/ Sud - Ovest dell'area dell'insediamento medievale di San Lorenzo in Carmignano in ambiente GIS, con in evidenza le depressioni del terreno corrispondenti alle tracce dei fossati

Il profilo Nord - Ovest/Sud - Est evidenzia la morfologia dell'altura su cui con tutta probabilità fu fondato il casale della fine dell'XI sec²⁵³(definita Area 1 da Martin). Non è da escludere che il rialzo sia stato realizzato prelevando terra dal fossato che doveva circondare l'area²⁵⁴. Il profilo intercetta inoltre, nel suo ultimo tratto, il fossato delimitante l'Area 2, riconosciuta da Martin come il *Suburbium Sancti Nicolai* citato dalle fonti²⁵⁵, area a densa occupazione abitativa già prima dell'inizio del XIII sec.²⁵⁶

Il profilo Nord - Est/ Sud - Ovest intercetta in quattro punti i fossati relativi ai 3 recinti che caratterizzano l'area: le già citate Area 1 e Area 2 e la più tarda Area 3 (abitata dal XIII alla prima metà del XIV sec., sulla base del dato ceramico²⁵⁷) evidenziando corrispondenze tra il tracciato dei fossati e leggere depressioni topografiche riscontrabili sulla superficie del DTM.

²⁵³ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 238

²⁵⁴ *Ibidem*

²⁵⁵ Arch. Cava XLIV, 99; Arch. Cava XLVIII, 116

²⁵⁶ MARTIN, NOYÈ 1991, p. 239

²⁵⁷ *Ivi*, p. 240

4. Modelli 3D e stampa 3D in archeologia: nuove strategie di comunicazione

4.1 Dal reale al virtuale, dal virtuale al reale

I temi della fruizione, gestione e comunicazione dei beni culturali si stanno giovando, negli ultimi anni, di una felice stagione di proposte metodologiche, legate alle nuove tecnologie disponibili per i ricercatori. La possibilità di creare, in maniera più efficace e diretta che mai, repliche digitali della realtà, apre nuovi interessanti scenari a singoli ricercatori, enti ed istituzioni interessati a preservare e promuovere il patrimonio artistico, storico e culturale. Non v'è dubbio, del resto, che la conservazione di monumenti storici, siti archeologici e paesaggio storico si fondi, in prima battuta, sulla registrazione delle caratteristiche fisiche di essi²⁵⁸. Il rilievo tridimensionale da laser scanner e la fotogrammetria digitale (terrestre o aerea) hanno rappresentato una rivoluzione nella concezione stessa di documentazione di un'evidenza archeologica da parte degli studiosi²⁵⁹. Non è, naturalmente, la disponibilità di nuovi strumenti in sé ad apportare un progresso conoscitivo nella ricerca, quanto la risposta che essi, inquadrati in nuovi paradigmi metodologici, possono fornire alle necessità dei ricercatori, tanto più in un ambito, quello archeologico, in cui risulta impossibile scindere una documentazione oggettiva della realtà dalla sua comprensione e

²⁵⁸ SANTANA QUINTERO 2014, p.3

²⁵⁹ CAMPANA 2014, p. 7

interpretazione²⁶⁰. Com'è noto a chi si occupa di ricerca archeologica, la capacità di "pensare" in tre dimensioni non può ancora definirsi una conquista del settore, ma rappresenta piuttosto una questione tuttora aperta, nella quale l'obiettivo primario resta ancora la definizione di flussi di lavoro legati completamente ai dati tridimensionali, dalla registrazione di un'evidenza o di un contesto archeologico, all'analisi del dato e alle domande che esso pone all'operatore e archeologo²⁶¹.

²⁶⁰ *Ivi*, p. 8

²⁶¹ *Ivi*, p. 11

4.2 Vantaggi e limiti applicativi

Fondamentale risulta la possibilità di condividere in maniera semplice e diretta i risultati di un rilievo tridimensionale. La soluzione più semplice, utilizzata ampiamente nel corso di questa ricerca, è, allo stato attuale, rappresentata da Sketchfab²⁶², un servizio gratuito di condivisione online di modelli 3D. Diverse realtà museali, in particolare quelle medio-piccole e con budget limitati, hanno colto la possibilità di realizzare gallerie 3D fruibili da PC e smartphone. Questa scelta può risultare positiva sotto molteplici aspetti: non soltanto essa gioca un importante ruolo nel migliorare la visibilità di un museo, coinvolgendo in modo particolare le giovani generazioni, ma innesca inoltre un circolo virtuoso di condivisione di conoscenza che può portare a nuove forme di studio e valorizzazione dei contenuti proposti. Anche celebri istituzioni museali non si sono sottratte a questa tendenza di divulgazione, basti considerare lo Smithsonian Museum²⁶³ (il primo a proporre un'iniziativa di questo tipo), con un sistema di visualizzazione 3D sviluppato da Autodesk, in forma di "tour guidato" e il British Museum²⁶⁴, presente con un account sul già citato Sketchfab, dove fornisce la possibilità di scaricare il modello tridimensionale a colori del reperto²⁶⁵ (in formato OBJ con texture) e di ordinarne una replica stampata in 3D.

Il modello 3D texturizzato dell'intero sito di Montecorvino, elaborato nell'ambito di questa tesi di Dottorato da rilievo aerofotogrammetrico da

²⁶² <https://sketchfab.com>

²⁶³ <http://3d.si.edu/>

²⁶⁴ <https://sketchfab.com/britishmuseum>

²⁶⁵ La licenza d'uso è una Creative Commons BY-NC

APR (Fig. 80), è liberamente visibile sulla piattaforma Sketchfab²⁶⁶ su dispositivi desktop e mobili, in alta e bassa definizione e con differenti modalità di visualizzazione, tra cui *matcap* e *wireframe*. La possibilità, inoltre, di gestire annotazioni²⁶⁷ sui modelli caricati nella piattaforma, con testo, immagini e link di supporto²⁶⁸, rende questa soluzione un ottimo strumento divulgativo per la conoscenza del sito e delle sue peculiarità storico-archeologiche (Figg. 81 - 82). Il modello può essere facilmente incluso in una pagina web, condiviso su piattaforme social²⁶⁹ e gestito tramite applicazioni di Virtual Reality (Mobile VR e Web VR) con strumenti come HTC Vive, Oculus Rift, Gear VR e Android/iOS Cardboard.

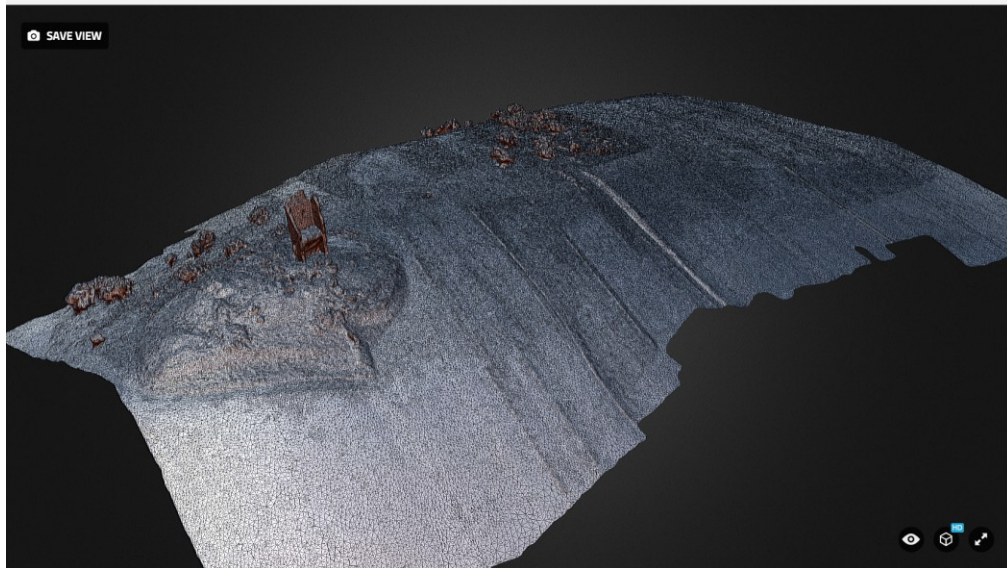
²⁶⁶ <https://skfb.ly/IpqP>

²⁶⁷ <https://help.sketchfab.com/hc/en-us/articles/202512456-Annotations>

²⁶⁸ I collegamenti presenti in alcuni punti del modello (area castrale, chiesa Cattedrale) rimandano a modelli specifici di dettaglio

²⁶⁹ È comparso, insieme ad altri lavori, sulla pagina Facebook "Scavo Archeologico di Montecorvino": <https://www.facebook.com/groups/71150179741/>

Montecorvino 3D Model



Montecorvino 3D Model



Fig. 80 - Modellazione tridimensionale dell'area del sito di Montecorvino sulla base del rilievo aerofotogrammetrico da APR. Visualizzazione all'interno della piattaforma Sketchfab (modalità wireframe e shadeless)

Montecorvino 3D Model



Fig. 81 - Gestione del sistema interattivo di annotazioni all'interno della piattaforma Sketchfab per il modello 3D di Montecorvino



Fig. 82 - Particolare del sistema interattivo di annotazioni all'interno della piattaforma Sketchfab per il modello 3D di Montecorvino

Il concetto di stampa 3d può dirsi nato nel 1986, con il brevetto di Chuck Hull riguardante la stereolitografia, da egli stesso definita: *"Un sistema per generare oggetti tridimensionali basato sulla creazione di un modello trasversale dell'oggetto da costituire, sulla superficie di un medium fluido capace di alterare il suo stato fisico in risposta a stimoli sinergici quali radiazione incidente, bombardamento di particelle o reazioni chimiche, in lamine adiacenti che rappresentano le sezioni trasversali adiacenti successive dell'oggetto che si integrano tra loro, provvedendo ad una progressiva crescita per apposizione dell'oggetto desiderato, per cui un oggetto è creato da una superficie sostanzialmente planare del medium fluido durante il processo di formazione²⁷⁰."* Nel tempo le tecniche di produzione si sono differenziate ed evolute, consentendo l'utilizzo di materiali differenti (eventualmente combinabili) per caratteristiche meccaniche e al tempo stesso si sono moltiplicati i campi di applicazione.

Nel *Digital Light Processing* (DLP), un polimero liquido viene fatto solidificare da un proiettore a luce ultravioletta

Il *Fused Deposition Modelling* (FDM) prevede la deposizione di un polimero fuso attraverso un ugello per ricreare l'oggetto

Nel *Selective Laser Sintering* (SLS) un laser si occupa di sinterizzare polveri plastiche stese su un letto granulare. La medesima tecnica è

²⁷⁰ HULL 1986, Titolo originale: Charles W. Hull, *Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography*, Mar. 11 1986

applicata nel *Direct Metal Laser Sintering* (DMLS), che utilizza invece polveri metalliche.

La stampa 3D rappresenta una delle migliori possibilità di visualizzazione di dati tridimensionali. Nel campo dell'archeologia essa risulta in grado di fornire al grande pubblico un'unica e tangibile connessione con il passato che sarebbe difficile sperimentare in altro modo. In anni recenti, diversi progetti educativi sono stati condotti, in ambito internazionale, relativamente all'utilizzo di repliche tridimensionali di reperti archeologici stampate in 3D²⁷¹.



Fig. 83 - Stampante 3D al bookshop del Museo Egizio di Torino

²⁷¹ Si veda, ad esempio, l'attività del Virtual Curation Laboratory at Virginia Commonwealth University (VCU): <https://sha.org/blog/2013/09/the-future-of-the-past-using-3d-replicas-for-public-archaeology/> e il restauro virtuale e la stampa 3D di due sarcofagi della dinastia Tudor, da parte dell'Università di Leicester: University of Leicester. "Lost Tudor sculptures reassembled with help from 3-D scanning." ScienceDaily. www.sciencedaily.com/releases/2013/09/130906101344.htm

Il tema risulta, oltretutto, di stringente attualità per quanto concerne siti archeologici a rischio per processi di degrado o distruzione. È della primavera del 2016 la notizia dell'installazione, in Trafalgar Square a Londra (successivamente sarà esposta a Dubai e New York), di una replica in scala dell'arco romano di Palmira (II sec. d.C., Figg. 84 - 85)), realizzata in Italia²⁷²attraverso l'utilizzo di macchine per la fresatura del marmo a controllo numerico (CNC)²⁷³. Meta finale della riproduzione dovrebbe essere l'area del sito archeologico di Palmira, sebbene non nell'esatta collocazione originale del monumento, che era stato distrutto dalle milizie dello Stato Islamico nell'ottobre 2015. La realizzazione è parte di un più ampio progetto, denominato *The Million Image Database*, intrapreso dall'Università di Oxford e dall'Institute for Digital Archaeology (IDA)²⁷⁴, finalizzato alla creazione di un database di immagini tridimensionali di monumenti a rischio, in zone di conflitto del Medio Oriente e del Nord Africa acquisite da volontari.

La disponibilità di tecniche ricostruttive di questo tipo apre altresì il dibattito, tra studiosi, ricercatori e opinione pubblica, sulla legittimità delle ricostruzioni (sebbene rigorosamente scientifiche) all'interno di un contesto archeologico. Pur considerando l'eccezionalità delle vicende e il contesto geografico critico che caratterizzano il sito di Palmira, continua a porsi la questione riguardante le distruzioni avvenute in tempi recenti: *debbono essere considerate esse stesse parte della storia del sito?* Il quesito non è in realtà particolarmente nuovo o non dibattuto, per lo meno nella

²⁷² L'azienda è la Torart di Carrara

²⁷³ <http://video.repubblica.it/edizione/firenze/a-carrara-rinasce-l-arco-di-palmira-distrutto-dall-is/234642/234291>

²⁷⁴ <http://digitalarchaeology.org.uk/projects/>

storia recente d'Europa. A seguito delle grandi distruzioni di patrimoni culturali e architettonici della Seconda Guerra Mondiale, l'approccio legato alla ricostruzione del patrimonio culturale fu differente tra i diversi Stati europei. Laddove la Gran Bretagna sposò il principio generale del "*conserved as found*", preservando come monito e memoria le devastazioni di centri come Coventry, Francia, Germania o Polonia agirono diversamente, ricostruendo città come Caen, Dresda o Varsavia, in un impeto di rinascita sociale. Più recentemente, questo contrasto di vedute ha portato ad una stasi ed in alcuni casi all'abbandono, di progetti di ricostruzione del patrimonio archeologico danneggiato dai conflitti avvenuti in Iraq, Cambogia e Afghanistan. Riguardo a quest'ultimo caso, significativa può apparire la posizione dell'UNESCO in merito alla ricostruzione, pur inizialmente intrapresa da una missione archeologica tedesca, delle statue colossali dei Buddha di Bamiyan, distrutte dai Talebani nel 2001: l'organismo internazionale decretò, di fatto, di non essere "*nè pro, nè contro progetti di ricostruzione*"²⁷⁵.

²⁷⁵ Sul caso specifico e sul dibattito in generale:
<http://www.theguardian.com/commentisfree/2016/mar/29/palmyra-message-isis-islamic-state-jihadis-orgy-destruction-heritage-restored>
<http://hyperallergic.com/292006/whats-the-value-of-recreating-the-palmyra-arch-with-digital-technology/>



Fig. 84 - La replica dell'arco trionfale romano di Palmira, esposta in Trafalgar Square, a Londra, nell'aprile 2016



Fig. 85 - L'arco trionfale romano di Palmira (II Sec. d.C.), distrutto dalle milizie dello Stato Islamico nell'ottobre 2015

Non è da sottovalutare altresì l'utilità che la stampa 3D può avere nel migliorare l'esperienza sensoriale di soggetti con deficit visivi. Un'interessante sperimentazione, metodologicamente non dissimile da quella condotta durante questa ricerca²⁷⁶, è stata intrapresa dal Dipartimento per le Antichità di Cipro nell'area archeologica di Kourion²⁷⁷(Fig. 86). Tramite un APR ad ala fissa²⁷⁸, equipaggiato con una camera Sony A6000, sono state raccolte 330 immagini, con un *overlap* dell'80% e un *sidelap* del 65%, ottenendo una *ground sampling distance* al suolo di 2.5 cm.²⁷⁹ Tramite elaborazione delle immagini nel software Pix4D (medesima soluzione utilizzata nell'ambito di questa ricerca) è stato realizzato un modello 3D virtuale dell'area archeologica²⁸⁰ e una stampa 3D di alcune porzioni dell'area stessa, accompagnate da spiegazioni in linguaggio Braille, agevolando in tal modo la comprensione degli obiettivi del progetto con un approccio non visivo (Fig. 87).

²⁷⁶ V. *infra* Cap. 3

²⁷⁷ Parte del sito di Paphos, rientrante nel patrimonio UNESCO

²⁷⁸ Il volo è stato effettuato dal team QuestUAV con APR Q-200 Surveyor

²⁷⁹ <https://pix4d.com/making-a-world-heritage-site-perceptible-for-visually-impaired-people/>

²⁸⁰ Il modello è visibile a questo indirizzo: <https://skfb.ly/OEnJ>



Fig. 86 - L'anfiteatro di Kourion, fotografato dall'APR



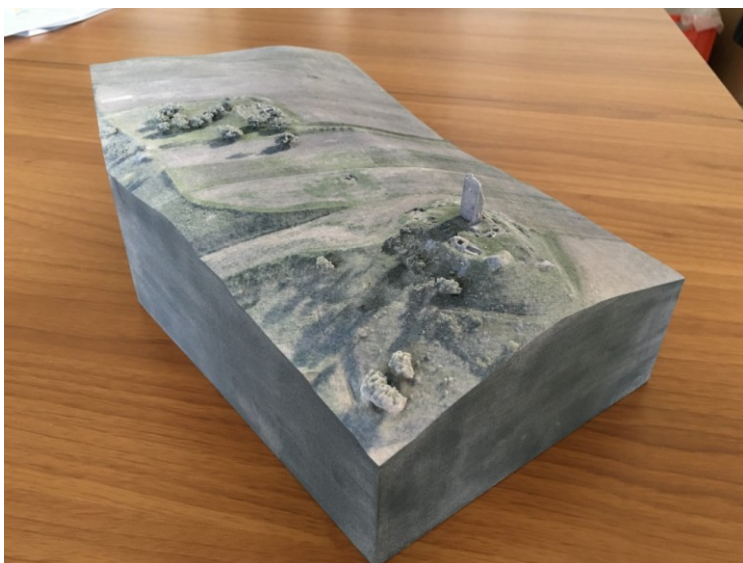
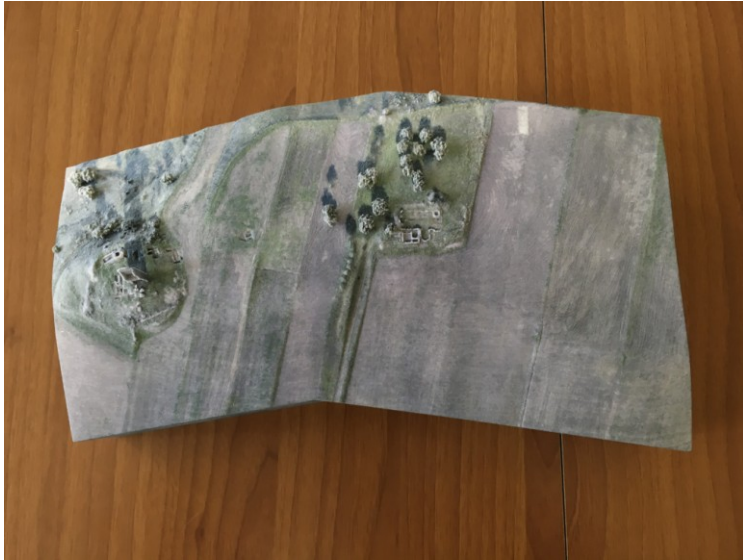
Fig. 87 - Stampa 3D dell'anfiteatro: esperienza sensoriale di un bene culturale per soggetti con deficit visivi

A seguito della realizzazione di un DSM per l'intero sito archeologico di Montecorvino, tramite procedimento aerofotogrammetrico da APR²⁸¹, è stato ritenuto opportuno estendere le potenzialità divulgative del progetto tramite la realizzazione di due modelli fisici stampati in 3D. Entrambi i modelli sono stati realizzati da ArcTron 3D²⁸² con una stampante ZPrinter 650 a colori, prodotta da ZCorporation. La tecnologia di questa stampante prevede l'immissione di collanti colorati su una polvere plastica, determinando la creazione di strati progressivi di dimensioni comprese tra 0.089 e 0.102 mm. Le dimensioni sono le massime permesse dalla stampante, ovvero 381 x 254 x 203 mm, nonostante sia comunque possibile produrre modelli più grandi, stampando singolarmente le diverse parti ed assemblandole in un secondo momento.

Il primo modello (Fig. 88) presentato in questo elaborato di tesi di Dottorato rappresenta l'intera area del sito di Montecorvino al termine della campagna di scavo 2015. Il secondo modello (Fig.89) consiste in una rappresentazione di dettaglio della sola area castrale del sito. In questa circostanza è stato ritenuto opportuno stampare il modello in due blocchi, utilizzando come piano di separazione un'ideale sezione topografica corrente in senso est-ovest e attraversante la motta nel verso della sua massima estensione, nonché, ad est, il saggio di scavo III (porzione scavata nel 2015) nell' area del fossato.

²⁸¹ V. *infra* Cap. 3

²⁸² Azienda tedesca specializzata in rilievo, modellazione e stampa 3D per i beni culturali: www.arctron.de



*Fig. 88 - Stampa 3D del modello tridimensionale del sito di Montecorvino.
Rilievo aerofotogrammetrico da APR*

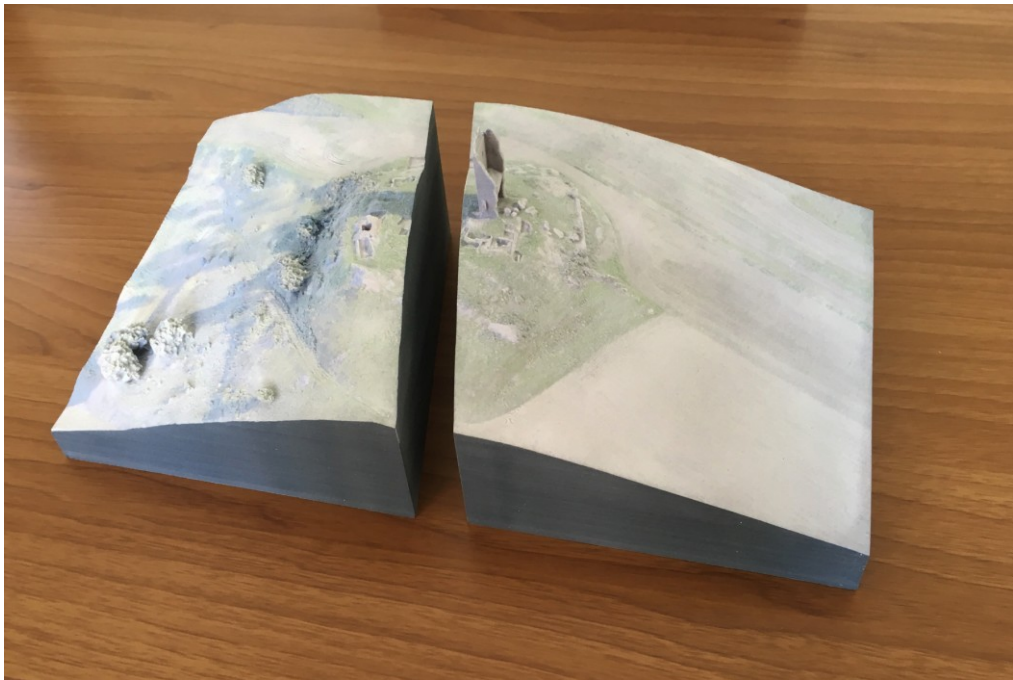
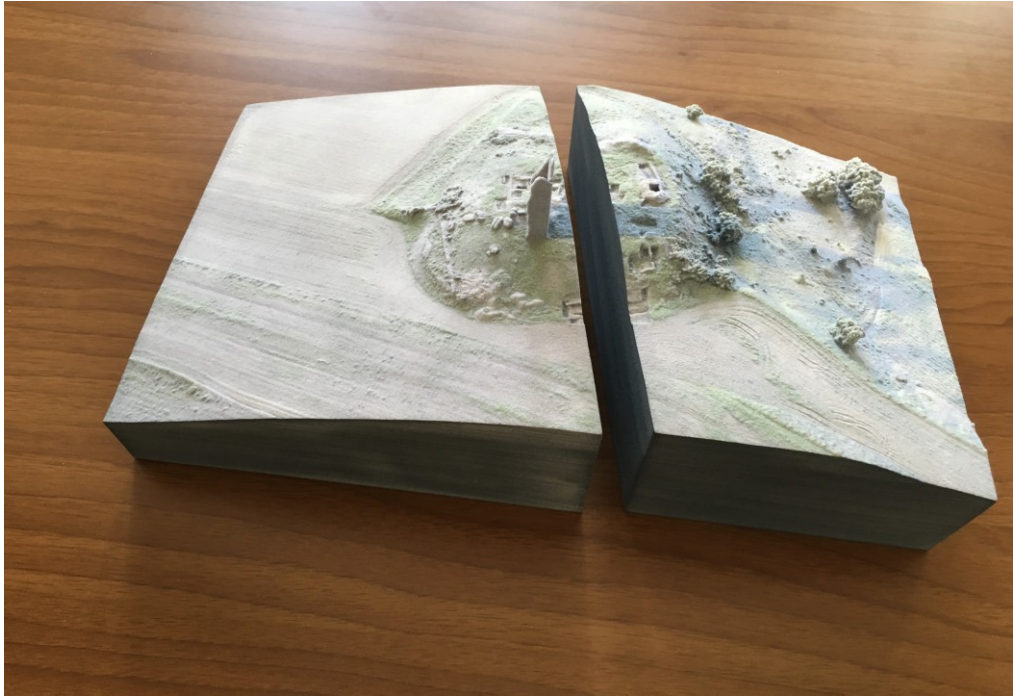


Fig. 89 - Stampa 3D del modello tridimensionale dell'area castrale (con profilo di sezione E-O) del sito di Montecorvino. Rilievo aerofotogrammetrico da APR

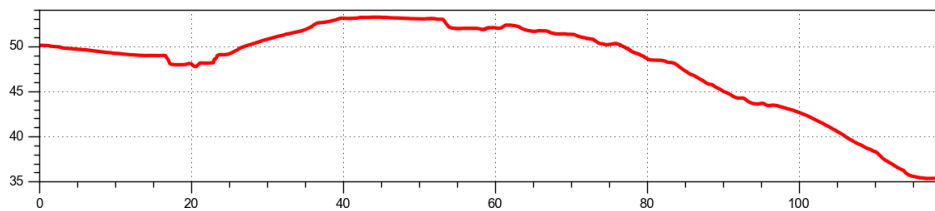
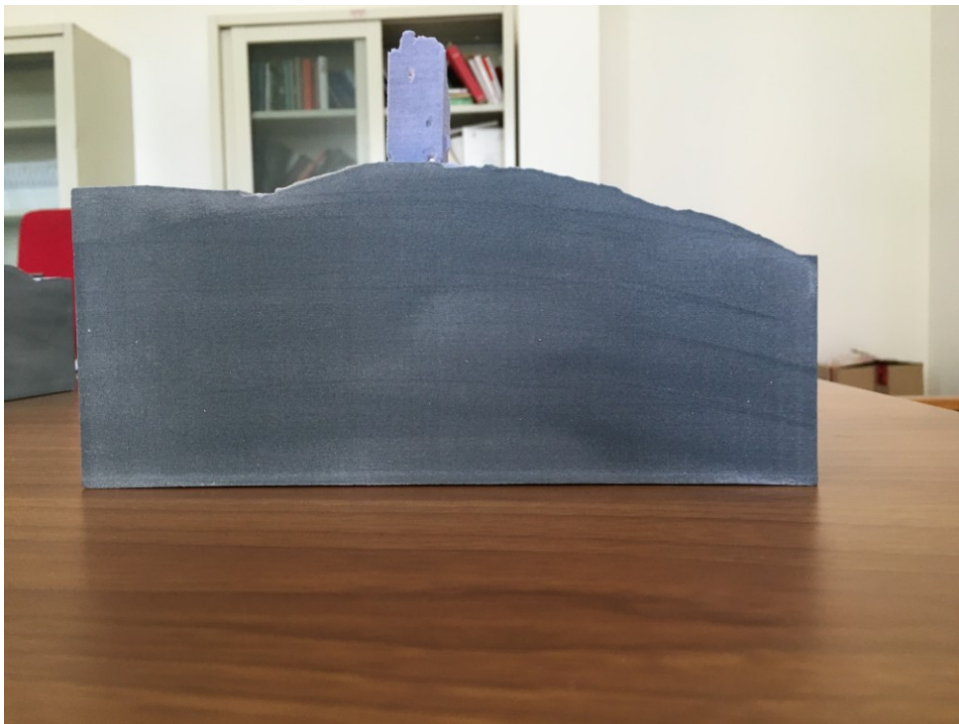
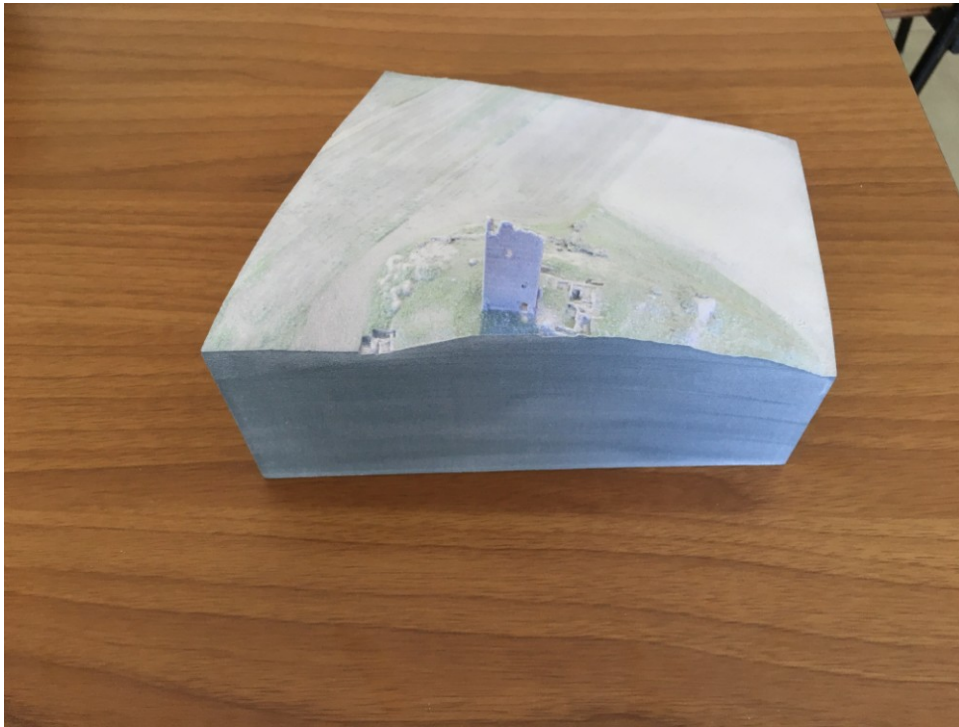


Fig. 90 - Profilo di sezione est-ovest della motta castrale di Montecorvino su modello stampato in 3D e su grafico da elaborazione di DSM in ambiente GIS



Fig. 91 - Stampa 3D del modello dell'intero sito di Montecorvino e dell'area castrale (con profilo di sezione est-ovest) a confronto

4.3 Un progetto di ricerca sostenibile: "Smart Strategies" e soluzioni Low Cost

Si è recentemente piuttosto diffuso, in archeologia e in molte altre branche di ricerca applicata, a fronte delle problematiche di sostenibilità economica e di oculata gestione dei fondi pubblici, il ricorso a soluzioni tecniche e flussi di lavoro che prevedano una razionalizzazione nel dispendio di risorse umane ed economiche. In modo particolare, la ricerca svolta all'interno dell'Università pubblica, nel nostro Paese, ha risentito in modo particolare della contrazione del livello di risorse e fondi ad essa destinati, a causa di congiunture economiche di più ampio respiro e di scelte politiche non sempre lungimiranti. Fermo restando l'auspicio di una maggiore attenzione in futuro per i temi della ricerca, diventa essenziale in questa fase ripensare metodi e strumenti propri del lavoro del ricercatore, affinché la ricerca stessa non abbia a patire difficoltà nella sua conduzione o non debba del tutto arrestarsi.

Nel campo dell'informatica applicata all'archeologia e del rilievo archeologico, diverse sono le soluzioni emerse negli ultimi anni, utili a semplificare alcune fasi del lavoro e a ridurre sensibilmente i costi. I software GIS Free e Open Source hanno raggiunto e per alcuni versi superato, in potenzialità e semplicità d'uso, soluzioni di software proprietario, veri monopolisti del settore per diversi anni.

Anche la modellazione tridimensionale, in tutte le fasi del lavoro, può ormai giovare di ottimi prodotti di software libero e gratuito, dalla curva di apprendimento sempre meno ostica. Nel campo di rilievo è certamente

da segnalare la riscoperta del metodo fotogrammetrico, ora su base digitale, non soltanto terrestre, ma anche e soprattutto da piattaforma aerea, grazie soprattutto al frenetico sviluppo del settore degli APR²⁸³. Questo settore in particolare ha contribuito a rendere notevolmente più semplici e meno dispendiose, in termini di tempo e denaro, molte attività dell'archeologo rilevatore²⁸⁴.

Questa ricerca è stata impostata fin dal principio all'adozione di flussi di lavoro efficienti, flessibili e ispirati alle nuove tecnologie. Dall'acquisizione del dato alla comunicazione le soluzioni adottate si sono rivelate perfettamente adatte al lavoro svolto. Nel campo del rilievo fotogrammetrico aereo e terrestre i prodotti di livello *consumer* utilizzati (APR DJI Phantom 3 e fotocamera GoPro Hero4) hanno permesso il raggiungimento di un livello di dettaglio più che sufficiente per gli scopi della ricerca. Software GIS come GRASS e QGIS, ampiamente utilizzati in questo lavoro di ricerca, hanno ormai alle spalle una comunità di sviluppo solida e matura e sono costantemente aggiornati con nuove risorse e funzionalità. Nel settore della comunicazione il lavoro di ricerca ha potuto giovare della flessibilità e dell'immediatezza della piattaforma online Sketchfab, perfettamente integrata nel mondo Web, mentre bisogna altresì notare i costi ancora piuttosto elevati per la realizzazione di una stampa 3D di buon livello. Tuttavia l'evoluzione tecnologica e la grande richiesta di soluzioni in quel settore lasciano credere ad una rapida evoluzione verso una grande accessibilità di questi prodotti in un futuro

²⁸³ V. *infra* Cap. 3

²⁸⁴ Segnalo, in proposito, alcuni interessanti contributi proposti durante il Secondo Convegno Internazionale di Archeologia Aerea (Roma, 3-5 febbraio 2016), in corso di pubblicazione.
<http://www.archeologia-aerea.it/eventi/2016AbstractsAAereaConf.pdf>

prossimo. In sintesi, l'adozione di metodologie e strumenti "sostenibili" risulta ad oggi, a parere di chi scrive, una necessità e un dovere della ricerca, specie se sostenuta da enti pubblici, senza che ciò debba significare una riduzione nella qualità della ricerca stessa.

Conclusioni

Fin dall'inizio, il progetto di ricerca si è prefisso di coniugare i metodi "classici" della ricerca archeologica con quelli (più sperimentali per il settore di ricerca, specie per l'età medievale) della geografia quantitativa. I supporti tecnologici di ultima generazione, nel campo dell'elaborazione informatica dei dati, del rilievo archeologico terrestre e aereo e della comunicazione sono ormai, a parere di chi scrive e seguendo una ormai consolidata posizione teorica e metodologica, un sostrato solido e maturo per una compiuta sinergia tra scienze "esatte" e scienze umane. D'altro canto è fuor di dubbio che il rischio di cadere in meri tecnicismi o di semplificare aspetti di una realtà, per sua natura, complessa sia sempre presente in questa tipologia di studi. In questo caso, il dato storico - archeologico e documentario è sempre stato posto alla base dell'analisi condotta e pienamente integrato nella fase di interpretazione dei risultati ottenuti, con l'obiettivo di evitare i suddetti rischi di tecnicismo, decontestualizzazione e autoreferenzialità del dato geo-quantitativo. Il contesto storico e territoriale prescelto (la Daunia bassomedievale) ben si prestava allo sviluppo del ragionamento critico su alcuni grandi temi: continuità e discontinuità della vita di alcuni insediamenti tra età romana e medievale, costituzione e utilizzo della rete viaria, natura e ramificazioni degli scambi commerciali, peculiarità degli insediamenti d'altura e di pianura, gestione del territorio circostante da parte dei singoli habitat. Senza la pretesa di giungere a sintesi globali e univoche su questi temi, questo lavoro ha voluto fornire nuovi dati per la riflessione storica e la

ricerca archeologica, focalizzandosi in particolare su affinità e divergenze tra i siti di altura e di pianura. In un contesto come quello dei Monti Dauni settentrionali, di ben nota importanza strategica come "porta" del Tavoliere delle Puglie a Ovest, la tipologia di lavoro ha trovato forse il campo di sperimentazione più adatto e di conseguenza, speriamo, la sua realizzazione più efficiente e compiuta.

Le analisi di visibilità, aventi come oggetto alcuni insediamenti fortificati della zona (Montecorvino, Tertiveri, Dagonara, Fiorentino) inseriscono nel dibattito storico - archeologico sulla gestione politica e militare dell'area, già da età bizantina, il tema del paesaggio "percepito" e della sua importanza per la genesi e lo sviluppo di alcuni insediamenti. In questo senso esse avvalorano la concezione di un'iniziativa politica fortemente razionale, sottesa al dislocamento di insediamenti in questa zona di alta valenza strategico - militare, per il controllo e la difesa di un'area peculiare come il Tavoliere delle Puglie e delle vie di comunicazione che ad esso conducevano.

Le analisi basate sui costi di percorrenza e sui bacini d'approvvigionamento (*Least Cost Paths* e *Site Catchment*) prendono le mosse da informazioni contenute nelle fonti documentarie d'età angioina, con l'obiettivo di integrare i dati mancanti alla ricerca storica e archeologica con un dato scientifico affidabile. Nel caso di studio di Montecorvino, l'ipotesi ricostruttiva dei percorsi si lega al tema insediativo dei *casali*, in modo particolare nella loro declinazione di piccoli centri di carattere agricolo, gravitanti intorno a realtà insediative più strutturate e rilevanti. È stato così possibile teorizzare percorsi di

collegamento, allo stato attuale non ricostruibili storicamente o archeologicamente, tra il centro principale (Montecorvino) e cinque insediamenti, definiti dalle fonti angioine suoi casali di pertinenza. L'analisi ha fornito interessanti spunti di riflessione sul tema, con, in almeno due casi, elementi di affinità con la viabilità storica attestata e nuove chiavi di lettura del quadro della viabilità medievale in rapporto alla geomorfologia dell'area.

Anche l'analisi dei bacini di cattura degli insediamenti (*Site Catchment*) nella stessa zona, focalizzata su Montecorvino e il limitrofo centro di Pietramontecorvino, si inserisce nel tema dell'interazione degli insediamenti col territorio circostante e sull'impatto di questa in relazione alla nascita, sviluppo e abbandono degli insediamenti stessi. La sperimentazione è sostenuta dai dati ricavabili dalle fonti documentarie, le quali citano ripetute dispute territoriali tra i due centri e da essi prende le mosse, sostenendone la rilevanza come fatto storico e fornendo nuovi spunti di lettura sulla parabola insediativa di due nuclei demici, caratterizzati l'uno dalla continuità di vita fino alla modernità, l'altro dall'abbandono. Di fatto, si è elaborata un'ipotesi di definizione di un'area "critica" di sovrapposizione di interessi e di gravitazione di attività dei due centri.

Riguardo al caso di studio individuato in piena area del Tavoliere, i siti di San Lorenzo in Carmignano e Pantano, le tipologie di analisi basate sul costo di movimento hanno interessato i temi dei rapporti commerciali con i centri costieri e dell'assetto generale degli insediamenti della zona.

L'elaborazione dei percorsi relativi all'insediamento di San Lorenzo ha interessato i porti di Siponto e Salpi, già attestati come interlocutori commerciali privilegiati di questo centro. Almeno nel caso di Siponto, l'analisi ha definito una parziale affinità dell'ipotesi ricostruttiva con la viabilità storica ricostruibile per l'età moderna e, limitatamente, per l'età romana.

L'analisi del bacino di cattura poneva l'obiettivo di relazionare i due centri con il casale di Ortona (legato alle vicende insediative di San Lorenzo in epoca sveva²⁸⁵) e il bosco dell'Incoronata (ampio e interessante tema nella ricerca storica sul Medioevo di Capitanata²⁸⁶). I risultati contribuiscono a sostenere, da un lato, il possibile precoce declino dell'insediamento di San Lorenzo, stretto in età sveva dall'emergente realtà di Foggia, col suo palazzo Imperiale e dalla vicina *Domus Pantani*, a scapito di centri che sopravvivono, come la stessa Ortona, dall'altro a definire con maggior precisione un'area di approvvigionamento di materie prime, anche in relazione alla rilevante attività edilizia in zona (spesso anche in materiale deperibile, come attestato a Pantano) in età svevo - angioina.

In un'ottica di indagine multi - scala, le analisi condotte in ambiente GIS hanno interessato anche la realtà intra - sito dei centri di Montecorvino e San Lorenzo in Carmignano, entrambi oggetto, negli ultimi anni, di campagne di ricerca archeologica dell'Università di Foggia. In entrambi i casi l'indagine ha riguardato le opere di fortificazione in terra (motta

²⁸⁵ Si ricorda che Federico II “deportò” una parte della popolazione di San Lorenzo per ripopolare alcuni casali fra cui Ortona. V. *infra* Cap. 3

²⁸⁶ Il bosco può rappresentare una “nicchia ecologica”, un “fossile” ambientale dell'antica maggiore vegetazione silvestre del tavoliere o, in altra ipotesi, un tentativo di rimboschimento da parte dell'Imperatore (FREDA 2010)

castrale e fossato per Montecorvino, serie di fossati e terrapieni per San Lorenzo) di due insediamenti profondamente differenti per caratteristiche topografiche e insediative. In ambedue le situazioni l'analisi si è giovata dell'utilizzo di Modelli Digitali del Terreno ad alta risoluzione (da rilievo aerofotogrammetrico tramite APR per Montecorvino e da immagini stereoscopiche da sensore satellitare per San Lorenzo), ricostruendo i profili topografici delle evidenze descritte e analizzando tramite strumenti software GIS le peculiarità del micro - rilievo.

Si è ritenuto opportuno, all'interno di questo progetto di ricerca, di non tralasciare gli aspetti della comunicazione e divulgazione in ambito archeologico. Il metodo della stampa 3D è stato adottato come termine di un flusso di lavoro che, dalla materialità dell'evidenza archeologica, passa per il trattamento digitale del dato, giungendo infine a ridare consistenza a un dato, non più grezzo, ma interpretato. Il settore è in rapidissima espansione e non si fatica a credere che possa, in un breve lasso di tempo, fornire nuove soluzioni alla musealizzazione e a tutte le strategie di divulgazione in archeologia. Non è stata trascurata l'accessibilità di dati come quelli relativi ai modelli tridimensionali realizzati su base aerofotogrammetrica, pubblicati online su specifica piattaforma con supporti esplicativi testuali e visivi e licenza di condivisione *Creative Commons*.

In sintesi, questo lavoro intende fornire un contributo, per quanto possibile, innovativo ad alcuni temi della ricerca storico - archeologica del Medioevo di Capitanata, attraverso l'integrazione di vecchie e nuove

metodologie d'analisi e con una particolare attenzione al contributo delle nuove tecnologie e delle nuove forme di comunicazione, mirando altresì a sviluppare una metodologia di ricerca "sostenibile", in termini di tempo, risorse umane ed economiche.

Bibliografia

AA. VV. 1963 - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000: Foglio 163 "Lucera"*. Servizio Geologico d'Italia, E.I.R.A., Firenze.

AA. VV. 1992 - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Guida al rilevamento*. Quaderni SGN, serie III, **1**, pp. 203.

AA. VV. 1994 - *Carta Geomorfologica d'Italia 1:50.000 - Guida al rilevamento*. Quaderni SGN, serie III, **4**, pp. 42.

AA. VV. 1995 - *Carta Geomorfologica d'Italia 1:50.000 - Guida all'informatizzazione*. Quaderni SGN, serie III, **3**, pp. 130.

AA. VV. 1996 - *Carta Geomorfologica d'Italia 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica..* Quaderni SGN, serie III, **2**, pp. 97.

AA. VV. 1997 - *Carta Geomorfologica d'Italia 1:50.000 - Guida al rilevamento*. Quaderni SGN, serie III, **6**, pp. 147.

ABBATE 1984, G. Abbate, *Fondamenti di cartografia urbanistica in Enciclopedia di urbanistica e rappresentazione territoriale*, VIII, Milano 1984, pp. 479- 480.

ALVISI 1970, G. Alvisi, *La viabilità romana della Daunia*, Bari, 1970.

ALVISI 1975, G. Alvisi, *Problemi di topografia tardoantica nella zona di Siponto. Larete viaria, "Vetera Christianorum"*, 12, pp. 429-457.

ALVISI 1979, G. Alvisi, *Gli abitati medievali – Studi e ricerche per mezzo della fotografia aerea*, in *Fotografia aerea e storia urbanistica*, Roma, pp. 13-86.

AMELLI 1903, A. Amelli (a cura di) 1903, *Quaternus de excadenciis et revocatis Capitinatae de mandato imperialis maiestatis Friderici secundi*, Montecassino, 1903.

ANDRESEN, MADSEN, SCOLLAR 1993, J. Andresen, T. Madsen, I. Scollar (edd.) in *Computing the Past, Computer Applicatios and Quantitative Methods in Archaeology, University of Aarhus 1992*, Aarhus.

ANTONACCI SANPAOLO, QUILICI 1995, E. Antonacci Sanpaolo, L. Quilici, *Tiati-Teantum Apulum-Civitate: topografia storica del territorio*, in *Tiati-Teantum Apulum-Civitate ed il suo territorio*, in *Atti del XV Convegno Nazionale sulla Preistoria, Protostoria e Storia della Daunia* (San Severo, 27-28 novembre 1993), San Severo 1995, pp. 81-99.

ARNALDI 1939, F. Arnaldi (a cura di), *Latinitatis italicae medii aevi inde ab a. 476. usque ad a. 1022. lexicon imperfectum*, Bruxelles, 1939.

AUGENTI 2000, M. Augenti, *Dai castra antica ai castelli del secolo X: il caso della Toscana*, in *Castelli Storia e archeologia del potere nella Toscana medievale*, Firenze [All'Insegna del Giglio] 2000, pp. 25-66.

BARKER 1986, G. Barker, *L'archeologia del paesaggio italiano: nuovi orientamenti e recenti esperienze*, in «Archeologia Medievale» XIII, 1986, pp. 7-27.

BECK, CALÒ MARIANI, LAGANARA FABIANO, MARTIN, PIPONNIER 1989, P. Beck, M. Calò Mariani, C. Laganara Fabiano, J.-M. Martin, F. Piponnier, *Cinq ans de recherches archéologiques à Fiorentino*, in “*Mélanges de l'École Française de Rome. Moyen Age*” 101 - 2, pp. 641-699, tavv. I-XV.

BERTAUX 1905, E. Bertaux, *De la fin de l'empire romain a la conquete de Charles d'Anjou*, Paris 1905.

BRADFORD 1949, J. P. S. Bradford, «*Buried landscapes*» in *Southern Italy*, in “*Antiquity*” 23, 1949, pp. 58-72.

BRADFORD 1950, J. P. S. Bradford, *The Apulia Expedition*, in “*Antiquity*” 24, 1950, pp. 84-95.

BRADFORD 1975, J. P. S. Bradford, *Ancient landcapes. Studies in field archeology*, London, 1975.

BRADFORD, HUNT 1946, J. P. S. Bradford, P. R. W. Hunt, *Siticulosa Apulia*, in “*Antiquity*”, 20, pp. 191-200.

BORSARI 1958, S. Borsari, *Istituzioni feudali e parafeudali nella Puglia bizantina*, «Archivio Storico per le Province Napoletane», n.s. XXXVIII, pp. 123-135.

BROGIOLO, CHAVARRIA ARNAU 2005, G. P. Brogiolo, A. Chavarria Arnau, *Aristocrazie e campagne nell'Occidente da Costantino a Carlo magno*, Firenze [All'Insegna del Giglio] 2005 (in particolare pp. 109-126).

BROGIOLO, GELICHI 1996, G. P. Brogiolo, S. Gelichi, *Nuove ricerche sui castelli altomedievali in Italia settentrionale*, Firenze [All'Insegna del Giglio], 1996. (in particolare 11-34).

CAGGIA, MELISSANO 1997, P. Caggia, V. Melissano, *Il sistema per la gestione dei dati di scavo. Normalizzazione dei dati e vocabolari*, in D'Andria 1997, 97-116.

CAGNANA 2001, A. Cagnana, *Le strutture del castello. Planimetria, dimensioni, organizzazione degli spazi: una analisi comparativa con i castra dell'Italia settentrionale*, in Tiziano Mannoni, Giovanni Murialdo, *S. Antonino: un insediamento fortificato nella Liguria bizantina*, Bordighera 2001 pp. 101-134.

CAMBI, CITTER, GUIDERI, VALENTI 1992, F. Cambi, C. Citter, S. Guideri, M. Valenti, *Etruria, Tuscia, Toscana: la formazione dei paesaggi altomedievali*, in Riccardo Francovich, Ghislaine Noyé (a cura di), *La storia dell'Alto Medioevo italiano (VI-X secolo) alla luce dell'archeologia*, Atti del Convegno Internazionale (Siena 2-6 dicembre 1992), Firenze [All'insegna del Giglio], pp. 183-215.

CAMBI, TERRENATO 1994, F. Cambi, N. Terrenato, *Introduzione all'archeologia dei paesaggi*, Roma, 1994, Nuova Italia Scientifica.

CANTINI 2003, F. Cantini, *Il castello di Montarrenti*, Firenze 2003 (in particolare pp. 227-246)

CAT. BAR., E. Jamison (a cura di), *Catalogus Baronum*, 1972.

CDP XXXI, J.-M. Martin (a cura di), *Le chartes de Troia. Codice Diplomatico Pugliese XXXI*, Bari 1987.

CHASTAGNOL 1963, A. Chastagnol, *L'administration du diocèse italien au Bas-Empire*, «Historia», 12/3, pp. 348-379.

CIRELLI, NOYÈ 2003, E. Cirelli, G. Noyè, *La cittadella bizantina e la motta castrale di Vaccarizza (scavi 1999-2002)*, in R. Fiorillo, P. Peduto (a cura di), III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, (Castello di Salerno, 2-5 ottobre 2003), Firenze, 2 volumi, I, pp. 481-486.

CITTER 1993, C. Citter, *Il rapporto fra Bizantini, Germani e Romani nella Maremma toscana attraverso lo studio della dinamica del popolamento – Il caso rosellano*, in Enrica Boldrini, Riccardo Francovich, *Acculturazione e mutamenti. Prospettive nell'archeologia medievale del Mediterraneo*. VI Ciclo di Lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano (Si) – Museo di Montarrenti (Fi), 1-5 marzo 1993, Firenze [All'Insegna del Giglio] 1995, pp. 201-221.

CLARKE 1998, D. L. Clarke, *Archeologia analitica*, ed. it., Electa, Venezia, 1998

COLECCHIA 2006, A. Colecchia, *Problematiche nelle indagini dei paesaggi di altura*, in Nicola Mancassola, Fabio Saggioro (a cura di), *Medioevo, paesaggi e metodi*, Mantova (SAP) 2006, pp. 231-244.

CORSI 1980, P. Corsi, *I monasteri benedettini della Capitanata settentrionale*, in M.S. Calò Mariani (a cura di), *Insediamenti benedettini in Puglia*, Galatina, I, pp. 47- 99.

CORSI 1983, P. Corsi, *La spedizione di Costante II*, Bologna, 1983.

DAINELLI, BONECHI, SPAGNOLO, CANESSA 2008, N. Dainelli, F. Bonechi, M. Spagnolo, A. Canessa, *Cartografia numerica. Manuale pratico per l'utilizzo dei GIS*, Palermo 2008.

DA MOLIN 1979, G. Da Molin, *La popolazione del Regno di Napoli a metà Quattrocento (studio di un focolario aragonese)*, Bari, 1979.

D'ANDREA 2006, A. D'Andrea, *Documentazione archeologica, standard e trattamento informatico*, Budapest, 2006, EPOCH Publication.

D'ANDRIA 1987 (ed.), F. D'Andria, *Informatica ed Archeologia Classica, Atti del Convegno (Lecce, 12-13 Maggio 1986)*, Galatina, Congedo.

D'ANDRIA 1991, F. D'Andria, *Insediamenti e territorio: l'età storica*, in *I Messapi, Atti del XXX Convegno di Studi sulla Magna Grecia, (Taranto 1990)*, Taranto, Istituto per la storia e l'archeologia della Magna Grecia 393-478

D'ANDRIA 1995, F. D'Andria, *Corinto e l'Occidente: la costa adriatica*, in *Corinto e l'Occidente, Atti del XXXIV Convegno di Studi sulla Magna Grecia, (Taranto 1994)*, Taranto, Istituto per la storia e l'archeologia della Magna Grecia, 457-508.

D'ANDRIA 1997 (ed.), F. D'Andria, *Metodologie di catalogazione per i Beni Culturali*, Consiglio Nazionale delle Ricerche - Università di Lecce, *BACT, Quaderno n. 1.1*, Lecce Bari, Martano Edipuglia.

D'ANDRIA 1999, F. D'Andria, *Ricerche recenti sugli insediamenti indigeni in Puglia e Basilicata*, in S. Quilici Gigli (ed.), *La forma della città e del territorio, Atti dell'incontro di studio (S. Maria di Capua Vetere, 27-28 Novembre 1998)* Roma, 103- 118.

D'ANDRIA 2002, F. D'Andria, *Greek Colonization and Romanization from a Native perspective*, in Attema, Burgers, van Joolen, van Leusen, Mater, 2002, 52-59.

D'ANDRIA, SEMERARO 1993, F. D'Andria, G. Semeraro, *Un sistema integrato per la gestione della cartografia e dei dati di scavo*, in «Archeologia e Calcolatori», 4, 161- 180.

D'ANDRIA, SEMERARO 2003, F. D'Andria, G. Semeraro, *Applicazioni GIS alla ricerca archeologica. Modelli di formalizzazione dei dati*, in *I modelli nella ricerca archeologica, Il ruolo dell'informatica, Atti del Convegno (Roma, 24-25 Novembre 2000)*, Roma, Accademia dei Lincei, 77-105.

D'ANDRIA, SEMERARO 2006, F. D'Andria, G. Semeraro, *The LandLab Project. Multimedia laboratory for research, education and communication regarding archaeological landscapes*, in «Archaeological Computing Newsletter», 64, 19-22.

D'ANGELA 1984, C. D'Angela, *Dall'era costantiniana ai Longobardi*, in M. Mazzei (a cura di), *La Daunia Antica*, Milano, pp. 315-364.

D'ANGELA, VOLPE 1991, C. D'Angela, G. Volpe, *Insedimenti e cimiteri rurali tra tardoantico e altomedioevo nella Puglia centro-settentrionale: alcuni esempi*, in *La Calabre de la fin de l'antiquité au Moyen Âge. Actes de la Table Ronde* (Roma 1989), in "Mélanges de l'École Française de Rome - Moyen Âge", 102 – 2, pp. 785-826.

D'ANGELA, VOLPE 1994, C. D'Angela, G. Volpe, *Aspetti storici e archeologici dell'Altomedioevo in Puglia*, in R. Francovich, Gh. Noyé (a cura di), *La Storia dell'Alto Medioevo italiano (VI-X secolo) alla luce dell'archeologia*, Atti del Convegno (Siena 1992), Firenze, pp. 299-332.

D'ARZAGO 1948, *S. Maria di Castelseprio*, Milano, pp. 11-511 (poi in BOGNETTI 1966-68, Milano 1966, pp. 11-673, vol. II).

DE FELICE, SIBILANO, VOLPE 2008 (eds.), G. De Felice, M. G. Sibilano, G. Volpe, *Digitalizzare la pesantezza. L'informatica e il metodo della stratigrafia*, Atti del Workshop (Foggia, 6-7 giugno 2008), Bari, 2008, Edipuglia.

DELANO SMITH 1975, C. Delano Smith, *Villages désertés dans les Pouilles: le Tavolière*, in *I paesaggi rurali europei*, Atti del Convegno Internazionale della Conférence Européenne Permanent pour l'Étude du Paysage Rural, (Perugia, 7-12 maggio 1973), Perugia 1975, pp. 125-140.

DELANO SMITH 1978, C. Delano Smith (1978) - *Daunia vetus. Terra, vita e mutamenti sulle coste del Tavoliere*. Amm. Prov. di Capitanata, 249, Foggia.

DELOGU 1977, P. Delogu, *Mito di una città meridionale*, Napoli 1977.

DEL TREPPO 1956, M. Del Treppo, *La vita economica e sociale di una grande abbazia del Mezzogiorno. San Vincenzo al Volturno nell'alto Medioevo*, «Archivio Storico per le Province Napoletane», n.s. XXXV, pp. 32-110.

DE TROIA 1994, G. De Troia, *Foggia e la Capitanata nel Quaternus Excadenciarum di Federico II di Svevia*, Foggia 1994.

DI CICCIO 1971, P. Di Cicco, *La dogana delle pecore di Foggia*, Foggia 1971

DI COSTANZO 1735; A. Di Costanzo, *Historia del Regno di Napoli divisa in XX volumi*, Napoli 1735.

FALCONE 1878, B. FALCONE, *Historia Langobardorum Beneventanorum = Erchemperti, Historia Langobardorum Beneventanorum*, in *MGH, Scriptores rerum Langobardicarum et Italicarum saec. VI-IX*, Hannover 1878.

FAVIA 2006, P. Favia, *Temi, approcci metodologici, modalità e problematiche della ricerca archeologica in un paesaggio di pianura di età medievale: il caso del Tavoliere di Puglia*, in Nicola Mancassola, Fabio Saggioro (a cura di), *Medioevo, Paesaggi e Metodi*., Mantova (SAP. Documenti di Archeologia 42) 2006, pp. 179-198.

FAVIA 2008a, P. Favia 2008, *Itinerari di ricerca archeologica nel Medioevo di Capitanata: problemi scientifici, esigenze di tutela, programmi di politica dei beni culturali*, in G. Volpe, M.J. Strazzulla, D. Leone (a cura di), *Storia e archeologia della Daunia. In ricordo di Marina Mazzei*, Atti delle Giornate di Studio (Foggia 19-21 maggio 2005), Bari, pp. 343-364.

FAVIA 2008b, P. Favia, *L'alto Tavoliere e i monti della Daunia nel medioevo fra condizione di frontiera e occasioni di scambi culturali interregionali: un'analisi archeologica*, in *Il Molise dai Normanni agli Aragonesi: arte e archeologia*, Atti del Convegno (Isernia 20-21 maggio 2008).

FAVIA 2011, P. Favia, *Processi di popolamento, configurazioni del paesaggio e tipologie insediative in Capitanata nei passaggi istituzionali dell'XI secolo*, in G. Volpe, G. De Venuto (a cura di), *La Capitanata e l'Italia meridionale nel secolo XI da Bisanzio ai Normanni*, Atti delle II Giornate Medievali di Capitanata, Mottola, 2011, pp.103-135.

FAVIA et al. 2009, P. Favia et al., *San Lorenzo "in Carminiano" presso Foggia: indagine archeologica su un sito medievale del Tavoliere di Puglia in un contesto di moderna espansione edilizia*, in a.c. G.Volpe,P.Favia, V Con.Naz.Arch.Med. (Foggia-Manfredonia,30sett-3ott 2009), Borgo S.Lorenzo 2009, pp.. 382-391

FAVIA et al. 2015, P. Favia, R. Giuliani, A. Cardone, C. Corvino, M. Maruotti, P. Menanno, V. Valenzano, *La ricerca archeologica sul sito di Montecorvino. Le campagne di scavo 2011-2014*, in Gravina a c., Atti 35° Conv. Naz. Preist.-Protost.-St. Daunia (S.Sev. 15-16 nov 2014),2 tt, S.Severo 2015, I Archeol,pp.141-164

FAVIA, MARUOTTI 2013, P. Favia, M.Maruotti, *Caratteri insediativi delle recinzioni e fortificazioni di terra nella Capitanata medievale. Diagnostica archeologica, analisi di superficie, casi di scavo*, in "Archeologia Medievale", XL, 2013, pp. 91-101

FINOCCHIETTI, NARDELLI, COSTANTINI 2004, L. Finocchietti, C. Nardelli,, A Costantini, *Prime ricognizioni archeologiche ed analisi architettoniche nel sito di Dragonara*, «Archivio Storico Pugliese», LVIII, pp. 29-112.

FONDELLI 2000, M. Fondelli, *Cartografia numerica I. Appunti delle lezioni integrati da complementi di teoria, esercitazioni, bibliografia e glossario*, Bologna 2000.

FRANCOVICH 1993, R. Francovich, *L'incastellamento e prima dell'incastellamento nell'Italia centrale*, in Enrica Boldrini, Riccardo Francovich, *Acculturazione e mutamenti. Prospettive nell'archeologia medievale del Mediterraneo*. VI Ciclo di Lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano (Si) – Museo di Montarrenti (Fi), 1-5 marzo 1993, Firenze 1995, pp. 397-406.

FRANCOVICH, GINATEMPO 2000, R. Francovich, M. Ginatempo, *Introduzione*, in Riccardo Francovich, Marina Ginatempo, *Castelli Storia e archeologia del potere nella Toscana medievale*, Firenze [All'Insegna del Giglio] 2000, pp. 7-24.

FUIANO 1972, M. Fuiano, *Città e borghi in Puglia nel Medio Evo I*, Napoli, 1972.

GAFFNEY STANCIC 1991, V. Gaffney, Z. Stancic, *GIS approaches to regional analysis: A case study of the island of Hvar*, Znanstveni institut Filozofske fakultete Ljubljana, 1991.

GASPARRI 1978, S. Gasparri, *I duchi longobardi*, («Istituto Storico Italiano per il Medio Evo, Studi storici», 109), Roma, 1978.

GIULIANI, FAVIA 2007, R. Giuliani, P. Favia, *La “sedia del diavolo”. Analisi preliminare delle architetture del sito medievale di Montecorvino in Capitanata*, «Archeologia dell'Architettura», XII, pp. 69-96.

GOFFREDO 2005, R. Goffredo, La bassa valle dell'Ofanto tra IX e XIII secolo, in G. Volpe, G. De Venuto (a cura di), *La Capitanata e l'Italia meridionale nel secolo XI da Bisanzio ai Normanni*, Atti delle II Giornate Medievali di Capitanata, Mottola, 2011, pp. 155-168.

GOFFREDO 2006, R. Goffredo, La fotointerpretazione *per lo studio dell'insediamento rurale del tavoliere fra XI e XIV sec. d. C.*, in Nicola Mancassola, Fabio Saggioro (a cura di), *Medioevo, Paesaggi e Metodi.*, Mantova (SAP. Documenti di Archeologia 42) 2006, pp. 215-230

GRAVINA 1985; A. Gravina, *Contributo per una carta topografica del bacino del basso Fortore dall'età romana al Medioevo*, in *IV Convegno Nazionale sulla Preistoria, Protostoria, Storia della Daunia* (San Severo, 17-19 dicembre 1982), San Severo 1985, pp. 49-90.

GRAVINA 1999; A. Gravina, *Alcuni insediamenti rurali fra basso Fortore e Gargano Settentrionale. Note di topografia*, in A. Gravina (a cura di), *XVII Convegno Nazionale sulla Preistoria, Protostoria, Storia della Daunia* (San Severo, 7-8 dicembre 1996), San Severo, pp. 185-206.

GRELLE 1995, F. Grelle, *Ordinamento municipale e organizzazione territoriale nella Puglia romana*, in A. Storchi Marino (a cura di), *L'incidenza dell'antico. Studi in memoria di Ettore Lepore*, Atti del Convegno Internazionale (Anacapri, 24-28 marzo 1991), Napoli, pp. 241-260.

GRELLE, VOLPE 1994, F. Grelle, G. Volpe, *La geografia amministrativa ed economica della Puglia tardoantica*, in C. CARLETTI, G. OTRANTO (a cura di), *Culto e insediamenti micaelici nell'Italia meridionale fra Tarda Antichità e Medioevo*, Atti del Convegno Internazionale (Monte Sant'Angelo, 18-21 novembre 1992), Bari, pp. 15-81.

GUAITOLI 2003, M. Guaitoli, *Lo sguardo di Icaro. Le collezioni dell'Aerofototeca Nazionale per la conoscenza del territorio*, Roma 2003.

GUERMANDI 1993, M.P. Guermandi, *Gli archeologi classici di fronte al computer: l'esempio di Francia e Italia*, in *Les Archéologues et l'Archéologie, Colloque de Bourg-en-Bresse (Archives)*, (25,26 et 27 Septembre 1992) «Caesarodunum» 27, 252-270.

GUILLOU 1975, A. Guillou, *Città e campagne nell'Italia meridionale bizantina (VI- XI s.)*, in *Habitat – Strutture – Territorio. Atti del III Convegno di Studi sulla civiltà rupestre nel Mezzogiorno d'Italia* (Taranto 1975), Galatina, pp. 27-40.

HASELOFF 1992, A. Haseloff, *Architettura sveva nell'Italia meridionale*, II volumi, Bari 1992, (trad. ital. dall'orig. tedesco *Die Bauten der Hohenstaufen in Unteritalien*, Leipzig 1920).

HIRSCH 1968, F. Hirsh, *Il Ducato di Benevento*, in F. Hirsh, M. Schipa, *La Longobardia meridionale (570-1077) e il Principato di Salerno*, Roma, pp. 5-86.

HODDER, ORTON 1976, I. Hodder, C. Orton, *Spatial analysis in archaeology*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976

HOLTZMANN 1960, W. Holtzmann, *Der Katepan Bojoannes und die kirchliche organisation der Capitanata*, "Nachrichten der Akademie der Wissenschaft in Göttingen", I. Philosophisch-historische Klasse, II, pp. 19-39.

INFANTE 2009, R. Infante, *Il cammino dell'Angelo nella Daunia tardoantica e medievale*, Bari 2009, pp. 57-59

JACOBACCI, MALATESTA, MARTELLI, STAMPANONI 1967, A. Jacobacci, A. Malatesta, G. Martelli & G. Stampanoni (1967) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F° 163 "Lucera"*. Serv. Geol. d'Italia, Roma.

JAMISON 1972, E. Jamison, *The administration of the County of Molise in the Twelfth and Thirteenth Centuries*, *The English Historical Review*, XLIV (1929), p. 529 ss. e XLV (1930), pp. 1-34.

JONES 1980, G. D. B. Jones, *Il Tavoliere romano. L'agricoltura romana attraverso l'aerofotografia e lo scavo*, "Archeologia Classica", 32, pp. 85-100.

KANTNER 1996, J. Kantner, *An evaluation of Chaco Anasazi Roadways*, in *Current Technology applied to archaeology*, 61st Society for American Archaeology Annual Meeting, New Orleans, 1996

KIRSTEN 1981, E. Kirsten, *Troia. Ein byzantinisches Stadtgebiet in Südditalien*, «Römische historische Mitteilungen», 23, pp. 245-270.

LEUSEN 2002, M. Van Leusen, *Pattern to process: methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*, dissertations University of Groningen 2002

LICINIO 1994, R. Licinio, *Castelli medievali. Puglia e Basilicata, dai Normanni a Federico II e Carlo d'Angiò*, Bari 1994.

LLOBERA 2000, M. Llobera, *Understanding movement: a pilot model towards the sociology of movement*, in “Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies” (a cura di) LOCK G. , IOS Press, Amsterdam, 2000, p 65-84.

MACCHI JANICA 2003b, G. Macchi Janica, *Ricerca storica e geografia quantitativa*. In: AA.VV.. *Trame nello spazio: quaderni di geografia storica e quantitativa*, p. 18

MADRY, RAKOS 1996, S. Madry, L. Rakos, *Line of Sight and Cost surface Techniques for Regional Research in the Arroux River Valley*

MANCASSOLA, SAGGIORO 1999, N. Mancassola, F. Saggioro, *L'aerofotointerpretazione dei siti d'altura tra Garda e Giudicarie*, in Gian Pietro Brogiolo (a cura di), *Le fortificazioni del Garda e i sistemi di difesa dell'Italia settentrionale tra tardoantico e alto medioevo*, Mantova 1999, pp. 55-70.

MARCHI 2008, *Nuovi dati per una ricostruzione storica del paesaggio del subappennino dauno: dall'Ager Lucerinus a Montecorvino*, in A. Gravina (a cura di), *XVII Convegno Nazionale sulla Preistoria, Protostoria, Storia della Daunia* (San Severo, 25-26 novembre 2007), San Severo, pp. 475.

MARTIN 1975, J.M. Martin, *Une frontière artificielle: la Capitanate italienne*, in *Actes du XIVe Congrès International des Études Byzantine* (Bucarest 1971), I, Bucarest, pp. 379-385.

MARTIN 1980, pag. 560-578 J.M. Martin, *Éléments préféodaux dans les prinipautés de Bénévent et de Capoue (fin de VIIIe siècle). Modalités de privatization du pouvoir*, in *Structures féodales et féodalisme dans l'Occident méditerranéen (Xe-XIIIe siècles)*, Roma, pp. 533-586.

MARTIN 1984, J.-M. Martin, *Modalites de l'«incastellamento» et typologie castrale en Italie meridionale (Xe – XIIIe siècles)*, in Riccardo Comba, Aldo A. Settia (a cura di), *Castelli e archeologia*, Relazioni e comunicazioni al Convegno tenuto a Cuneo il 6-8 dicembre 1981, Cuneo, pp. 89-104.

MARTIN 1993, J.-M. Martin, *La Pouille du VI^e XII^e siècle*, Rome.

MARTIN 1998, J. M. Martin, *Gli insediamenti medievali e la geografia del potere*, in M. Stella Calò Mariani (a cura di), *Capitanata medievale*, pp. 76-84.

MARTIN, NOYÉ 1982, J.-M. Martin, Gh. Noyé, *La cité de Montecorvino en Capitanate et sa cathédrale*, “Mélanges de l'École Française de Rome. Moyen Âge – Temps Modernes”, 94, pp. 513-549.

MARTIN, NOYÉ 1988, J.-M. Martin, Gh. Noyé, *Habitats et systèmes fortifiés en Capitanate. Première confrontation des données textuelles et archéologiques*, in NOYÉ Gh. (a cura di), *Castrum 2, Structures de l'habitat et occupation du sol dans les pays méditerranéens. Les méthodes et l'apport de l'archéologie extensive*, Rome-Madrid, pp. 501-526.

MARTIN, NOYÉ 1991, J.-M. Martin, Gh. Noyé, *La Capitanata nella storia del Mezzogiorno medievale*, 1991, Bari. (in particolare cap. I-III)

MOR 1956, C.G. Mor, *La difesa militare della Capitanata e i confini della regione al principio del secolo XI*, “Papers of the British School at Rome, (Studies in Italian Medieval history presented to Miss E.M. Jamison), XXIV, pp. 29-36.

MOSCATI 1987, P. Moscati, *Archeologia e Calcolatori*, Giunti, Firenze, 1987.

MOSCATI 2009 (ed.), P. Moscati, *La nascita dell'informatica archeologica, Atti del Convegno Internazionale, Accademia Nazionale dei Lincei, Centro Linceo Interdisciplinare "Beniamino Segre" (Roma, 24 Ottobre 2008)*, «Archeologia e Calcolatori», 20, 9-222.

MOSCATI 2009, P. Moscati, *"Archeologia e Calcolatori": le ragioni di una scelta*, in Moscati 2009, 145-154.

PECERE 2006, B. Pecere, *Viewshed e Cost Surface Analyses per uno studio dei sistemi insediativi antichi: il caso della Daunia tra X e VI sec. a.C.*, «Archeologia e Calcolatori» 17, 177-213.

PECERE 2007, B. Pecere, *Applicazione GIS sul Santuario di Tas Silg a Malta: uno strumento per gestire i vecchi dati di scavo*, in in M. G. AMADASI GUZZO, A. CAZZELLA (eds.), *Un luogo di culto al centro del Mediterraneo: il santuario di Tas-Silg dalla Preistoria all'età Bizantina, Seminario di Studio* (Roma, 21 Marzo 2005), « Scienze dell'Antichità», 12 (2004-2005), 2007, pp. 328-335.

PEDUTO 1990, P. Peduto, *Insedimenti longobardi del Ducato di Benevento*, in S. Gasparri, P. Cammosarano (a cura di), *Langobardia*, Udine, pp. 307-373.

PEVERIERI 1995, G. Peverieri, *GIS e strumenti per la gestione del territorio*, Milano 1995.

PIPONNIER 1998, F. Piponnier, *La città medievale di Fiorentino*, in S. Patitucci Uggeri (a cura di), *Scavi medievali in Italia (1994-1995)*, Roma-Freiburg-Wien (Herder), 1998, pp. 157-166.

PIPONNIER 1998, F. Piponnier, *Le relazioni fra il castello e la città* in Fonseca C. D (a cura di), *Castra ipsa possunt et debent reparari. Indagini conoscitive e metodologie di restauro delle strutture castellane normanne*, Roma, I 1998, pp. 133-134.

PISTILLI 2003, P. F. Pistilli, *Castelli Normanni e Svevi in Terra di Lavoro- Insediamenti fortificati in un territorio di confine (con presentazione di A. Cadei)*, San Casciano 2003.

RA XI, *Registri della cancelleria angioina* ricostruiti da Riccardo Filangieri con la collaborazione degli archivisti napoletani Testi e documenti di storia napoletana pubblicati dall'Accademia Pontaniana, X (1272-1273), a cura di Riccardo Filangieri: (pp. XII, 323), Napoli 1957.

RADKE 1981, G. Radke, *Viae Publicae Romanae*, Bologna.

RNAM, *Regii Neapolitani archivi monumenta edita ac illustrata*, 6 voll., Napoli 1845- 1861.

ROMA 2003, G. Roma, *Per una storia del popolamento del territorio dell'attuale Calabria settentrionale: dalle fortificazioni longobarde ai monasteri fortificati*, in Atti del III Congresso Internazionale di Archeologia Medievale (castello di Salerno, Complesso di Santa Sofia, Salerno, 2-5 ottobre 2003, Firenze [All'Insegna del <Giglio] 2003, pp. 428-434.

ROMANO 2006, A. V. Romano, *La ricognizione nella valle del Celone: metodi, problemi e prospettive nnello studio dei paesaggi tra Tradoantico e medioevo*, in N. Mancassola, F. Saggioro (a cura di), *Medioevo, Paesaggi e Metodi*., Mantova 2006, pp. 199-214.

ROMANO, VOLPE 2005, A. V. Romano, G. Favìa, *Paesaggi e insediamenti rurali nel comprensorio del Celone fra Tardoantico e Alto Medioevo*, in VOLPE, TURCHIANO 2005, c.s.

ROTILI 1999, M. Rotili, *Aspetti dell'insediamento nel Ducato di Benevento*, in *Atti Benevento*, pp. 225-243.

ROTILI 2000, M. Rotili, *Archeologia dei castelli: spunti per la storia del territorio nella Campania interna*, in *Monasteri e castelli nella formazione del paesaggio italiano: la viabilità*, Seminario di studi (Benevento, 20 novembre 1998), «Archivio Storico del Sannio», n.s., V, n. 2, Luglio-Dicembre, pp. 7-40.

ROTILI 2010, M. Rotili, *I Longobardi: migrazioni, etnogenesi, insediamento* in *I Longobardi del Sud*, G. Roma (a cura di), Roma, Giorgio Bretschneider, 2010, pp. 1-77

RUSSI 1976, A. Russi, *Teaenum Apulum. Le iscrizioni e la storia del Municipio*, *Studi pubblicati dall'Ist. St. per la Storia Antica*, 26, Roma, 1976, pp. 215-225.

RUSSI 2007, V. Russi, *La Via Traiana tra il Sannio e la Daunia. Indagini topografiche ed archeologiche*, «Archivio Storico Pugliese», LX, pp. 31-56.

SAVASTIO 1940, S. Savastio, *Notizie storiche sull'antica città di Montecorvino di Puglia e sul borgo di Serritella*, 1940.

SCHMIEDT 1968, G. Schmiedt, *Le fortificazioni altomedievali viste dall'aereo*, in *Ordinamenti militari in Occidente nell'Alto Medioevo*, Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo XV (30 marzo – 5 aprile 1967), 2 tomi, Spoleto, II, pp. 860-927, tavv. I-XL.

SCHMIEDT 1975, G. Schmiedt, *Contributo della fotografia aerea alla conoscenza delle strutture fortificate altomedievali*, in *Metodologia nella ricerca delle strutture fortificate nell'Alto Medioevo*. V Tavola Rotonda nazionale (Udine, Cividale, Trieste, 26-29 ottobre 1967). *Studi e ricerche II*, Udine, pp. 31-54; 35-66.

SCHMIEDT 1996, G. Schmiedt, *Contributo della foto-interpretazione alla ricostruzione del paesaggio agrario altomedievale*, Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo XIII (22-28 aprile 1965), Spoleto, pp. 771-837, tavv. I-XLVIII.

SCHNEIDER 2003, L. Schneider, *Nouvelle recherches sur les habitats de hateur de l'Antiquité et du haut Moyen Age dans le sud-est de la France: le cas du Roc de Pampelune (Hérault)*, in "Les Nouvelles de l'Archeologie", 92, 2003, pp. 9-16.

SELVINI, GUZZETTI 1999, A. Selvini, F. Guzzetti, *Cartografia generale: tematica e numerica*, Torino 1999.

SEMERARO 1996, G. Semeraro, *Informatica ed elaborazione dei dati archeologici*, in MOSCATI P. (ed.) *Atti del III Convegno Internazionale di Archeologia e Informatica, Roma 22-25 Novembre 1995*, «Archeologia e Calcolatori» 7, 259-268.

SEMERARO 1997b, G. Semeraro, *Il sistema per la gestione dei dati archeologici. Aspetti metodologici*, in D'ANDRIA 1997, 33-56.

SEMERARO 2002, G. Semeraro, *GIS and Archaeology of the indigenous World in Southern Italy*, in Attema, Burgers, van Joolen, van Leusen, Mater 2002, 107-110.

SEMERARO 2004, G. Semeraro, *Forma e funzione: osservazioni sul rapporto fra nuovi sviluppi dell'archeologia e il linguaggio descrittivo*, in «Archeologia e Calcolatori», 15, 161-179, con appendice di Fl. Notarstefano, *I vocabolari di ODOS. Sistema di elaborazione*, pp. 179-183.

SEMERARO 2007, G. Semeraro, *2LANDLAB Project and Archaeology on line. Web- based systems for the study of settlement patterns and excavations data in Classical Archeology*, in «Archeologia e Calcolatori», 18, 243-254.

SEMERARO 2008, G. Semeraro, *'Accedere' allo scavo archeologico. Sistemi (e problemi) di elaborazione dei dati*, in De Felice, Sibilano, Volpe 2008, 39-54.

SEMERARO 2009, G. Semeraro, a *Strumenti per l'analisi dei paesaggi archeologici. Il caso della Messapia ellenistica*, in Osanna M. (ed.) *Verso la città. Forme insediative in Lucania e nel mondo italico fra IV e III sec.a.C. Atti delle Giornate di Studio (Venosa, 13-14 Maggio 2006)*, Venosa, Osanna edizioni, 289-306.

SEMERARO 2009b, G. Semeraro, *Strumenti 'tradizionali' e nuove tecnologie per la comunicazione in archeologia*, in Moscati 2009, 85-94.

SEMERARO, PECERE 2006, G. Semeraro, B. Pecere, 2006 *Nymphaeum of the Tritons. Geographical Information System for the Management of Archaeological Data*, in G. WIPLINGER (ed) *Cura Aquarum in Ephesus – 12th International Conference on the History of Water Management and Hydraulic Engineerin (Ephesus/Selçuk, Turkey, 2-8 October 2004)*,

SETTIA 1982, A.A. Settia, *Motte e castelli a motta nelle fonti scritte dell'Italia settentrionale. Dati e problemi*, in *Mèlanges d'archèologie et d'histoire en l'honneur du doyen Michel de Boüard*, Genève-Paris, pp. 378-381.

SETTIA 1997, A.A. Settia, *Motte nell'Italia settentrionale*, «Archeologia Medievale», XXIV, pp. 439-444.

SETTIA 1999, A.A. Settia, *Proteggere e dominare. Fortificazioni e popolamento nell'Italia medievale*, Roma.

SETTIA 2000, A.A. Settia, “Dongione” e “motta” nei castelli dei secoli XII-XIII, «Archeologia Medievale», XXVII, pp. 299-303.

STHAMER 1914, E. Sthamer, *Die Verwaltung der Kastelle im Königreich Sizilien unter Kaiser Friedrich II. und Karl I. von Anjou*, Leipzig 1914.

TEDESCHI, SCANU 2009, L.F. Tedeschi, S. Scanu, *Interazioni e Integrazione fra pianificazione e tutela dei beni archeologici: costruzione di una base di conoscenza con l'uso di GIS oper source*, in *Archeologia e Calcolatori Supplemento 2*, 2009, pp. 27-36.

TOMLIN 1990 C. D. Tomlin, *Geographic information systems and cartographic modeling*, Prentice-Hall, 1990

VALENTI 2004, M. Valenti, *L'insediamento altomedievale nelle campagne toscane. Paesaggi, popolamento e villaggi tra VI e X secolo*, Firenze [All'Insegna del Giglio] 2004 (in particolare pp. 9-22).

V. N. N., “Catalogo dei baroni di Capitanata” - *Vindex Napolitanae Nobilitaris Barones Regni sud Gugliel II Rege*

VON FOLKENHAUSEN 1978, V. Von Folkenhausen, *La dominazione bizantina in Italia meridionale dal IX all’XI secolo*, Bari, traduzione dall’originale tedesco: *Untersuchungen über die Byzantinische Herrschaft in Süd Italien von 9 bis 11 Jahrhundert, in Schriften zurr Geistesgeschichte des östlichen Europa*, Wiesbaden 1967.

VOLPE 1990, G. Volpe, *La Daunia nell’età della romanizzazione*, Bari 1990.

VOLPE 1996, G. 1996, *Contadini, pastori e mercanti nell’Apulia tardoantica*, 1996, p. 62, Bari.

VOLPE, DI ZANNI, LAURENZA 2008, G. Volpe, A. Di Zanni, S. Laurenza, *La Carta dei Beni Culturali della Regione Puglia: dalla lettura del paesaggio alla progettazione dell’Infrastruttura Informatica*, in De Felice, Sibilano, Volpe 2008, 75- 90.

VOLPE, MARTINES, VELLA, CAROPPO, CASSANO, FICARELLI, SEMERARO 2009, G. Volpe, R. Martines, A. Vella, T. Caroppo, R. Cassano, L. Ficarelli, G. Semeraro, *La Carta dei Beni Culturali della Puglia, Atti 13a Conferenza Nazionale ASITA, Bari, Fiera del Levante (1 - 4 dicembre 2009)*

VOLPE, MERTENS 1995, G. Volpe, J. Mertens, P. De Santis, L. Pietropaolo, L. Tedeschi, *Ortona: un quartiere dell’abitato medievale. Scavi 1993-1994, relazione preliminare*, “*Vetera Christianorum*”, 32- 1, pp. 163-200.

WEGENERM 2000, M. Wegenerm, *Spatial Models and GIS*, in FORTHERINGHAM A.S., WEGENERM., *Spatial Models and GIS*, GISDATA 7, p. 3.

ZANINI 1998, E. Zanini, *Le Italie bizantine Territorio, insediamenti ed economia nella provincia bizantina d'Italia (VI-VIII secolo)*, Bari.

ZUPANEK 2004, B. Zupanek, *Exploring visibility: a case of late roman hillforts in Ljubljana region*, Editreg SRL, Trieste, 2004, (*Antichità Alto Adriatiche*, LVI) p 101-116

Indice delle figure

Fig. 1 - Elaborazione in software GIS della "linea difensiva" bizantina in funzione anti-longobarda in Capitanata - p. 13

Fig. 2 - Ricostruzione, su foglio IGM, della viabilità romana ad O di Lucera di G. Alvisi (ALVISI 1970, foglio 163) - p. 19

Fig. 3 - Operazione base di Map Algebra - p. 35

Fig. 4 - Valore logico 1 (vero) o 0 (falso) assegnato alle singole celle di una mappa raster, sulla base del valore di riferimento numerico 15 di una mappa delle pendenze (slope) - p. 35

Fig. 5 - Schema concettuale dell'approccio di analisi spaziale multi-scala della ricerca - p. 40

Fig. 6 - Elaborazione di un Digital Surface Model (DSM) di Montecorvino, sulla base del rilievo aerofotogrammetrico da drone - p. 45

Fig. 7 - Il sito di Montecorvino, foto aerea - p. 50

Fig. 8 - Saggio II, Amb. 12, fossa granaria - p. 59

Fig. 9 - Saggio II, Amb. 12, sepoltura all'interno della fossa granaria - p. 60

Fig. 10 - Planimetria del complesso episcopale di Montecorvino (da FAVIA et al. 2015, elaborazione di G. D'Amelio) - p. 66

Fig. 11 - Localizzazione dei siti di Pantano e S. Lorenzo in Carmignano in relazione alla città di Foggia. - p. 70

Fig. 12 - Ubicazione dei recinti delimitati da fossati e terrapieni ed indicazione dei saggi di scavo delle indagini archeologiche condotte nel 2005/2006 (da FAVIA et al. 2009) - p. 71

Fig. 13 - Vallo e fossato, fotografati a San Lorenzo da A. Haseloff (HASELOFF 1992, p. 85) - p. 71

Fig. 14 - Resti di strutture, fotografati a San Lorenzo da A. Haseloff (HASELOFF 1992, p. 86) - p. 72

Fig. 15 - Impianto dei saggi di scavo realizzati presso il recinto I e la chiesa (da FAVIA et al. 2009) - p. 74

Fig. 16 - Mappa dei palazzi e delle domus solaciorum di Federico II in Puglia e in Basilicata (da CALÒ MARIANI 1992a, p. 364, C) - p. 79

- Fig. 17 - Foto aerea del sito di Pantano, alle porte di Foggia - p. 79*
- Fig. 18 - Foto aerea del sito in cui sono chiaramente leggibili nella vegetazione i "recinti" quadrangolari - p. 82*
- Fig. 19 - Lettura di tracce da prospezione geomagnetica sul sito di Pantano - p. 83*
- Fig. 20 - Localizzazione delle UUTT individuate nel corso della ricognizione - p. 83*
- Fig. 21 - Restituzione grafica delle tracce aerofotografiche e localizzazione delle UUTT a confronto - p. 84*
- Fig. 22 - APR multirottore e ala fissa - p. 87*
- Fig. 23 - Tabella di comparazione tra diverse tipologie di APR, con valutazione su scala di valori da 1 (minima) a 5 (massima), in base a parametri tecnico-fisici. (REMONDINO 2014, p. 76) - p. 87*
- Fig. 24 - Flusso di lavoro, dall'acquisizione al processamento del dato, per la fotografia aerea da APR (REMONDINO 2014, p. 77) - p. 89*
- Fig. 25 - Lettura cronologica delle fasi edilizie dell'area castrale di Montecorvino, sulla base di fotografia aerea da APR - p. 90*
- Fig. 26 - Fotografia aerea da APR degli ambienti riferibili all'episcopio della chiesa Cattedrale di Montecorvino - p. 91*
- Fig. 27 - Fotografia aerea da APR del versante S della torre di Montecorvino - p. 91*
- Fig. 28 - L'APR DJI Phantom 3 utilizzato a Montecorvino - p. 92*
- Fig. 29 - Vista bidimensionale del tracciato percorso dall'APR a Montecorvino, con indicazione degli scatti eseguiti - p. 93*
- Fig. 30 - Dati relativi al processamento delle immagini acquisite durante il volo a quota 25 m. sull'area della Cattedrale, in evidenza l'Average Ground Sampling Distance raggiunta di 0.99 cm/pixel - p. 94*
- Fig. 31 - Posizioni della fotocamera in ciascuno degli scatti eseguiti sulla superficie del sito di Montecorvino, ricostruiti dal software Pix4D - p. 95*
- Fig. 32 - Riconoscimento automatico di Tie Points all'interno del software Pix4D - p. 96*
- Fig. 33 - Sparse Point Cloud dell'area della Cattedrale di Montecorvino - p. 96*

- Fig. 34 - Ortomosaico e DSM dell'area della chiesa Cattedrale - p. 98*
- Fig. 35 - Schema di funzionamento della SfM - p. 99*
- Fig. 36 - Densified Point Cloud dell'intera area del sito di Montecorvino - p. 100*
- Fig. 37 - Textured Mesh dell'area del sito di Montecorvino - p. 100*
- Fig. 38 - Ubicazione del Saggio III, ai margini dell'area castrale del sito - p. 102*
- Fig. 39 - Sparse Point Cloud del modello tridimensionale del Saggio III, relativo all'area indagata nella campagna di scavo 2015 - p. 102*
- Fig. 40 - Modello 3D (Textured Mesh) del Saggio III di Montecorvino - p. 103*
- Fig. 41 - Tool di misurazione lineare all'interno del software Pix4D - p. 104*
- Fig. 42 - I formati di esportazione disponibili per la nuvola densa di punti e la Textured Mesh, tra i quali il versatile PDF 3D e formati utilizzati all'interno di software CAD e per la stampa 3D - p. 104*
- Fig. 43 - Area di telerilevamento da sensore satellitare per i siti di S. Lorenzo in Carmignano e Pantano, evidenziata su carta IGM e ortofoto - p. 107*
- Fig. 44 - Differenze tra Digital Surface Model e Digital Terrain Model - p. 108*
- Fig. 45 - Plugin Viewshed Analysis all'interno del software QGIS - p. 113*
- Fig. 46 - Analisi Viewshed dal complesso castrale di Montecorvino - p. 115*
- Fig. 47 - Confini della diocesi di Montecorvino nel XII sec., sovrapposti ad Analisi Viewshed - p. 115*
- Fig. 48 - Analisi Viewshed combinata tra i punti di osservazione di Montecorvino e Tertiveri - p. 117*
- Fig. 49 - Analisi Viewshed combinata tra i punti di osservazione di Montecorvino, Tertiveri, Fiorentino, Dragonara - p. 119*
- Fig. 50 - Carta di analisi delle pendenze (slope) per l'area dei Monti Dauni settentrionali - p. 122*
- Fig. 51 - Funzione Map Algebra raster all'interno del software Gis GRASS - p. 122*
- Fig. 52 - Funzione r.cost in GRASS, per la creazione di una mappa raster di costi cumulativi di percorrenza - p. 123*

Fig. 53 - Mappa di costi di percorrenza da Montecorvino a gradiente di colore, basata su coefficienti cumulativi di costo - p. 123

Fig. 54 - Calcolo delle aree di Site Catchment per i siti di Montecorvino e Pietramontecorvino, su DTM e Carta IGM - p. 126

Fig. 55 - Comando r.drain all'interno del software GRASS - p. 128

Fig. 56 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su DTM e carta IGM - p. 128

Fig. 57 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su DTM e carta IGM, a confronto con la viabilità notà di età moderna e il tracciato dei tratturi - p. 129

Fig. 58 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su mappa Shaded Relief - p. 129

Fig. 59 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Monte Sambuco - p. 132

Fig. 60 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Tortorana - p. 132

Fig. 61 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Umara - p. 133

Fig. 62 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Santa Lucia degli Armeni - p. 133

Fig. 63 - Particolare dell'ipotesi di percorso Montecorvino - Volturino - p. 134

Fig. 64 - Ipotesi di viabilità interna tra i singoli casali di Montecorvino - p. 134

Fig. 65 - Tracciato dei Least Cost Paths di San Lorenzo, su DTM e carta IGM, a confronto con la viabilità moderna e romana - p. 137

Fig. 66 - Tracciato dei Least Cost Paths di Montecorvino, su DTM (con cromatismi legati all'elevazione del suolo) e carta IGM, a confronto con la viabilità moderna e romana - p. 137

Fig. 67 - Particolare dell'ipotesi di percorso San Lorenzo - Siponto - p. 138

Fig. 68 - Particolare dell'ipotesi di percorso San Lorenzo - Salpi - p. 138

Fig. 69 - Elaborazione dell'area di Site Catchment per il sito di San Lorenzo in Carmignano - p. 139

Fig. 70 - Elaborazione delle aree di Site Catchment per i siti di San Lorenzo e Ortona, con evidenziazione delle attuali aree boschive - p. 139

Fig. 70b - Itinerario del 1191 di Filippo Augusto, re di Francia (da INFANTE 2009) - p. 141

Fig. 71 - Strutture difensive tra il versante E della motta castrale e l'area del fossato (saggio III di scavo, termine della campagna 2015, foto da APR) - p. 143

Fig. 72 - Elaborazione in GIS (QGIS, plugin Profile Tool) del profilo di sezione E - O della motta castrale, intercettante ad E il saggio III di scavo - p. 144

Fig. 73 - Particolare del grafico generato con il profilo di sezione, con le variazioni di quota relativa - p. 144

Fig. 74 - Elaborazione del profilo di sezione alternativo Est - Ovest, con indicazione del valore più basso di quota relativa in area fossato - p. 146

Fig. 75 - Particolare della restituzione grafica del profilo di sezione alternativo Est - Ovest, con evidenziazione della presunta area di insistenza del fossato difensivo - p. 146

Fig. 76 - I recinti delimitati da fossati e terrapieni di San Lorenzo, come ricostruiti da J. M. Martin (MARTIN, NOYÈ 1991, p. 297) - p. 148

Fig. 77 - Tracce del fossato individuato nella porzione Nord dell'insediamento, durante la campagna di scavo 2009 (saggio XII) - p. 148

Fig. 78 - Profilo di sezione topografica Nord - Ovest/Sud - Est dell'area dell'insediamento medievale di San Lorenzo in Carmignano in ambiente GIS - p. 149

Fig. 79 - Profilo di sezione topografica Nord - Est/ Sud - Ovest dell'area dell'insediamento medievale di San Lorenzo in Carmignano in ambiente GIS, con in evidenza le depressioni del terreno corrispondenti alle tracce dei fossati - p. 149

Fig. 80 - Modellazione tridimensionale dell'area del sito di Montecorvino sulla base del rilievo aerofotogrammetrico da APR. Visualizzazione all'interno della piattaforma Sketchfab (modalità wireframe e shadeless) - p. 155

Fig. 81 - Gestione del sistema interattivo di annotazioni all'interno della piattaforma Sketchfab per il modello 3D di Montecorvino - p. 156

Fig. 82 - Particolare del sistema interattivo di annotazioni all'interno della piattaforma Sketchfab per il modello 3D di Montecorvino - p. 156

Fig. 83 - Stampante 3D al bookshop del Museo Egizio di Torino - p. 158

Fig. 84 - La replica dell'arco trionfale romano di Palmira, esposta in Trafalgar Square, a Londra, nell'aprile 2016 - p. 161

Fig. 85 - L'arco trionfale romano di Palmira (II Sec. d.C.), distrutto dalle milizie dello Stato Islamico nell'ottobre 2015 - p. 161

Fig. 86 - L'anfiteatro di Kourion, fotografato dall'APR - p. 163

Fig. 87 - Stampa 3D dell'anfiteatro: esperienza sensoriale di un bene culturale per soggetti con deficit visivi - p. 163

Fig. 88 - Stampa 3D del modello tridimensionale del sito di Montecorvino. Rilievo aerofotogrammetrico da APR - p. 165

Fig. 89 - Stampa 3D del modello tridimensionale dell'area castrale (con profilo di sezione E-O) del sito di Montecorvino. Rilievo aerofotogrammetrico da APR - p. 166

Fig. 90 - Profilo di sezione est-ovest della motta castrale di Montecorvino su modello stampato in 3D e su grafico da elaborazione di DSM in ambiente GIS - p. 167

Fig. 91 - Stampa 3D del modello dell'intero sito di Montecorvino e dell'area castrale (con profilo di sezione est-ovest) a confronto - p. 168